

DIRCEU D'ALKMIN TELLES

# MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A ENERGIA



**Blucher**



Dirceu D'Alkmin Telles

# MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A ENERGIA

*Mudanças climáticas e a energia*

© 2025 Dirceu D'Alkmin Telles

Editora Edgard Blücher Ltda.

*Publisher* Edgard Blücher

*Editor* Eduardo Blücher

*Coordenador editorial* Rafael Fulanetti

*Coordenadora de produção* Ana Cristina Garcia

*Produção editorial* Helena Simões Miranda e Andressa Lira

*Preparação de texto* Rodrigo Botelho

*Diagramação* Thaís Pereira

*Revisão de texto* Sérgio Nascimento

*Capa* Laércio Flenic

*Imagem da capa* iStockphoto

# Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-934 – São Paulo – SP – Brasil

Tel.: 55 11 3078-5366

[contato@blucher.com.br](mailto:contato@blucher.com.br)

[www.blucher.com.br](http://www.blucher.com.br)

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme 6. ed. do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, Academia Brasileira de Letras, julho de 2021.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios sem autorização escrita da editora.

Todos os direitos reservados pela Editora Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Heytor Diniz Teixeira, CRB-8/10570

Telles, Dirceu D'Alkmin

*Mudanças climáticas e a energia* / Dirceu D'Alkmin Telles. -

São Paulo : Blucher, 2025.

230 p.: il.

Bibliografia

ISBN 978-85-212-2546-1 (Impresso)

ISBN 9788521225447 (eletrônico - PDF)

ISBN 9788521225454 (eletrônico - epub)

1. Transição energética. 2. Desenvolvimento energético. 3. Produção energética. 4. Energias renováveis. 5. Sustentabilidade. 6. Proteção do meio ambiente. 7. Matriz energética. 8. Uso de recursos energéticos renováveis. 9. Aquecimento global. 10. Mudanças climáticas. I. Título.

CDU 502.174.3

Índices para catálogo sistemático:

1. Transição energética CDU 502.174.3  
2. Uso de recursos energéticos sustentáveis CDU 502.174.3

# Conteúdo

Agradecimento .....	11
Apresentação .....	13
Prefácio.....	15
Introdução por Alan Dubner.....	19
<b>1. Meio ambiente.....</b>	<b>29</b>
1.1 Ecossistemas e biomas .....	31
1.2 Poluição ambiental .....	42
1.3 Responsabilidade ambiental .....	43
1.4 Impacto ambiental .....	45
1.5 Estudos e relatórios de impacto ambiental .....	46
1.6 Gestão ambiental .....	46
1.7 Instrumentos de gestão ambiental .....	48
1.8 ECO-92 (Rio-92) .....	49

<b>2. Sustentabilidade</b> .....	<b>51</b>
2.1 Ações relacionadas à sustentabilidade.....	52
2.2 Sustentabilidade ambiental.....	52
2.3 Desenvolvimento sustentável .....	52
2.4 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) .....	53
2.5 Agenda 21 .....	57
2.6 Responsabilidade ambiental.....	59
2.7 ESG.....	61
<b>3. Clima e tempo</b> .....	<b>67</b>
3.1 Elementos e fatores climáticos .....	68
3.2 Tipos de clima .....	69
3.3 Clima no Brasil .....	72
3.4 Tempo.....	73
3.5 Estações climáticas do ano .....	73
3.6 Influências no clima do planeta Terra .....	74
<b>4. Oceanos</b> .....	<b>77</b>
4.1 Características dos oceanos .....	79
4.2 Importância dos oceanos .....	79
4.3 Consequências das elevações dos níveis dos oceanos .....	80
<b>5. Florestas</b> .....	<b>83</b>
5.1 Classificação das florestas .....	84
5.2 Importância das florestas .....	84
5.3 Desmatamento .....	85
5.4 Reflorestamento .....	86
<b>6. Mudanças climáticas</b> .....	<b>89</b>
6.1 Causas, efeitos e consequências das mudanças climáticas.....	90
6.2 Impactos das mudanças climáticas .....	91
6.3 Efeitos sobre a criosfera .....	92
6.4 Efeitos sobre os oceanos .....	93
6.5 Efeitos dos extremos climáticos e meteorológicos .....	93
6.6 Efeitos sobre os ecossistemas .....	94
6.7 Efeitos sobre o ser humano .....	94

<b>7. Gases de efeito estufa: aquecimento global</b> .....	<b>97</b>
7.1 Efeito estufa. Gases de efeito estufa (GEE) .....	98
7.2 Aquecimento global .....	105
<b>8. Combustíveis fósseis</b> .....	<b>109</b>
8.1 Principais combustíveis fósseis .....	110
8.2 Fontes de energia mais utilizadas no Brasil .....	113
<b>9. Preocupações com o aquecimento global e com as mudanças climáticas</b> .....	<b>115</b>
9.1 IPCC .....	116
9.2 Protocolo de Kyoto .....	116
9.3 Acordo de Paris .....	117
9.4 As COP: COP 26 .....	117
9.5 COP 27 .....	118
9.6 COP 28 .....	118
9.7 Recomendações .....	119
9.8 COP 29 e COP 30 .....	120
<b>10. Energias</b> .....	<b>121</b>
10.1 O que é energia? .....	121
10.2 A energia e o desenvolvimento humano .....	122
10.3 Tipos de energia .....	124
10.4 Energias não renováveis .....	124
10.5 Energias renováveis .....	127
10.6 Armazenamento de energia .....	129
10.7 Eficiência energética .....	131
10.8 Mercado de energia no Brasil .....	134
<b>11. Energias renováveis</b> .....	<b>137</b>
11.1 Energia hídrica (hidráulica, hidrelétrica) .....	139
11.2 Energia solar .....	144
11.3 Energia eólica .....	156
11.4 Energia de biomassa .....	163
11.5 Energia geotérmica .....	168
11.6 Energia oceânica .....	170
11.7 Energia de hidrogênio .....	171

<b>12. Matriz energética</b> .....	<b>181</b>
12.1 Matriz energética mundial .....	181
12.2 Matriz energética do Brasil .....	182
12.3 Matriz elétrica .....	183
<b>13. Geração de energia elétrica</b> .....	<b>185</b>
13.1 Cogeração .....	186
13.2 Formas de geração de energia elétrica .....	188
13.3 Marco legal da microgeração e da minigeração de energia .....	191
13.4 Compensação de energia elétrica .....	191
13.5 Resiliência em sistemas elétricos .....	192
<b>14. Transição energética</b> .....	<b>193</b>
14.1 Descarbonização .....	196
14.2 Descentralização .....	196
14.3 Digitalização .....	196
14.4 Desenho de mercado .....	196
14.5 Democratização .....	197
14.6 Transição energética no mundo .....	197
14.7 Transição energética no Brasil .....	197
<b>15. Mobilidade elétrica</b> .....	<b>199</b>
15.1 Veículos elétricos e híbridos .....	201
15.2 Avanços na mobilidade elétrica .....	204
15.3 Baterias .....	207
15.4 Eletropostos .....	210
<b>16. Mercado livre de energia</b> .....	<b>213</b>
16.1 Mercado livre de energia no Brasil .....	214
<b>17. Mercado de carbono</b> .....	<b>217</b>
17.1 Captura de carbono .....	218
17.2 Descarbonização .....	218
17.3 Créditos de carbono .....	221
17.4 Utilização dos créditos de carbono .....	222
17.5 Certificação .....	223

---

17.6 Mercado de carbono na prática .....	223
17.7 Pegada de carbono .....	225
17.8 Cenário internacional .....	225
17.9 Cenário brasileiro .....	226
17.10 Acordos setoriais.....	226
<b>Referências .....</b>	<b>229</b>
Consultas.....	230

# Agradecimento

Agradeço à Fundação de Apoio à Tecnologia (FAT) pelo apoio e pela permissão de acesso e de utilização de seus recursos de informática.

# Apresentação

Eventos extremos, tempestades mais severas, aumento de secas, queimadas, enchentes, altas temperaturas. Acompanhamos perplexos desastres de grandes proporções, como inundações na China, em Dubai e na Espanha, além de incêndios nos Estados Unidos e na Grécia; e no Brasil enfrentamos queimadas na Amazônia e no Pantanal, bem como enchentes no Sul e no Sudeste.

Diante desse cenário, é cada vez mais urgente o pleno e amplo entendimento quanto às questões climáticas e energéticas para a elaboração de políticas públicas capazes de diminuir os impactos do aquecimento global e da transição energética para as populações mundiais. Por isso, a Fundação de Apoio à Tecnologia (FAT), dentro de um dos seus propósitos – divulgar o conhecimento –, apresenta com orgulho a edição desta obra, tão atual e necessária.

Escrita por um professor que acompanha as questões do meio ambiente, da matriz energética, da água, dos combustíveis e do aquecimento global há décadas, o autor, Prof. Dr. Dirceu D’Alkmin Telles, é engenheiro civil, mestre e doutor em Engenharia Hidráulica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP-USP) e presidente do Conselho Curador da Fundação FAT.

É autor de obras de notória importância, como *Resíduos sólidos: gestão responsável e sustentável*, *Reúso da água: conceitos, teoria e práticas*, *Esgoto sanitário*, entre outros livros técnicos, estudos de caso e manuais, e nosso papel como instituição é apoiar a educação e a tecnologia em todo o território nacional, criando as ferramentas e as condições para a geração e a disseminação do conhecimento, como é o caso desta obra essencial.

Esta obra poderia ser dedicada a engenheiros florestais e ambientais, gestores públicos e entidades de defesa civil, mas devido à sua didática, clareza, abrangência e atualidade, merece ser lida por todos nós, cidadãos, pois vivemos tempos difíceis, e nada supera o conhecimento como suporte ao enfrentamento de momentos tão adversos.

Por fim, o olhar crítico e científico para as proposições efetivas e a visão de futuro da matriz energética, da mobilidade urbana e de todos os reflexos na economia global conclui este estudo de maneira correta, completa e consciente, apresentando soluções e caminhos para um desenvolvimento cada vez mais sustentável e possível para o Brasil e para o mundo inteiro.

Parabéns mais uma vez ao Professor Dirceu.

Boa leitura!

*Prof. César Silva*  
Diretor-presidente  
Fundação de Apoio à Tecnologia (FAT)

## Prefácio

O relacionamento entre a civilização humana e o Planeta Terra está sendo transformado por uma combinação de fatores, incluindo o desenvolvimento tecnológico, o crescimento populacional e também a vontade de ignorar as consequências futuras de nossas ações. Estamos entrando em choque com o sistema ecológico da Terra, destruindo os componentes mais vulneráveis.

Al Gore, em seu livro, *Uma verdade inconveniente*, mostra que o ser humano é a principal causa do aquecimento global que presenciamos e que, se não tomarmos medidas urgentes, os danos causados no nosso planeta podem ser irreversíveis. Estamos lançando tanto dióxido de carbono que mudamos a relação entre a Terra e o Sol. As grandes tempestades, tanto no oceano Pacífico como no Atlântico, aumentaram em duração e intensidade, desde a década de 1970, em cerca de 50%.

Apesar de alguns cientistas discordarem, o fato é que os chamados gases do efeito estufa (GEE), produzidos pelas atividades humanas, crescem e trazem problemas: no degelo nos polos, na elevação dos níveis dos mares, nas mudanças na distribuição e nos ciclos das chuvas, na ocorrência dos chamados eventos extremos (secas, tempestades, furacões, tufões, ciclones, tornados e secas), com consequências e impactos na economia, na qualidade de vida e no meio ambiente.

A ONU (Organização das Nações Unidas) alertou, em 18 de julho de 2023, por meio da OMM (Organização Meteorológica Mundial), que o mundo deve se preparar para ondas de calor cada vez mais intensas. Nessa mesma data, a Itália sofreu com o pico da onda de calor, com temperaturas que alcançaram 40 °C em Roma e 39 °C em Cagliari; também na Catalunha (Espanha) houve recorde histórico, de 45 °C.

Em Verdun, na França, 40 °C. A China registrou, em 16 de julho de 2023, temperatura de 52,2 °C na região de Xinjiang. Na mesma data, nos Estados Unidos, em Phoenix, foi registrado, pelo 19º dia consecutivo, calor acima de 40 °C, quebrando um recorde de 1974.

O relatório do Painel Intergovernamental sobre o Clima (IPCC, do inglês *The Intergovernmental Panel on Climate Change*), das Nações Unidas, divulgado em abril de 2022, mostra que 2025 é o limite para que a média anual global das emissões de gases de efeito estufa atinja seu ponto de inflexão e passe a cair.

Considera-se sustentabilidade as ações e atividades humanas que visam a suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. A sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de modo inteligente para que eles se mantenham no futuro.

Referindo-se à utilização de energia (produzida com combustíveis fósseis pela indústria e outras atividades humanas), Nelles e Serrer, no livro *Mudança climática: os fatos como você nunca viu antes*, afirmam:

*O fato é que os gases de efeito estufa emitidos pela atividade humana aceleram a expansão do volume dos oceanos, a elevação do nível dos mares, a mudança no ciclo das chuvas e a ocorrência dos chamados eventos extremos (furacões, tufões, ciclones, tornados, tempestades e secas mais severas), com impactos na economia, qualidade de vida das pessoas e no meio ambiente. [endossado por mais de 100 cientistas]*

É considerada energia fóssil toda aquela que provém da queima dos chamados combustíveis fósseis, que são formados por restos de organismos vegetais e animais acumulados no subsolo do nosso planeta que passam por transformações físicas e químicas que se prolongam por milhões de anos. Sua principal característica é a alta concentração de carbono, que potencializa o processo de combustão.

A energia fóssil começou a ser mundialmente utilizada a partir da Revolução Industrial, com o desenvolvimento da máquina a vapor na Inglaterra, utilizando carvão mineral, em meados do século XVIII. Atualmente os combustíveis fósseis mais utilizados mundialmente são o petróleo, o carvão mineral e o gás natural.

Segundo o balanço de 2020 da Agência Internacional de Energia (AIE), os combustíveis fósseis respondem por mais de 80% do fornecimento total de energia mundial.

O uso intenso das fontes de energia, atualmente, sobretudo de energia fóssil, o aumento do consumo de combustíveis e a contaminação do meio ambiente são

alguns motivos que levam a humanidade a buscar opções de energia mais abundantes e menos poluentes, chamadas de energias alternativas ou renováveis.

Tecnologias e formas de reduzir o carbono na atmosfera a partir da substituição de energia de alto impacto e emissões de gases de efeito estufa por tecnologias com baixo impacto ambiental e emissões de gases, ou até mesmo com zero emissões, compõem a chamada descarbonização.

A descarbonização está diretamente associada à economia de baixo carbono. Visa a um sistema econômico e comercial com menor impacto ao meio ambiente e redução e eliminação de gases nocivos ao planeta.

O setor de energia global tem buscado caminhos inovadores, como a transição energética, para aproveitar os recursos naturais para a produção energética. Esses caminhos percorrem o aproveitamento do vento, sol e até a utilização do movimento das marés para a geração de energia. Essa trajetória advém da necessidade de explorar tecnologias de geração de energia com menor impacto ambiental e que poluam menos, quando comparadas com a indústria de combustíveis fósseis.

Transição energética é um conceito que envolve o conjunto de ações tomadas por países para ter uma matriz energética mais sustentável, seja por meio da geração de energia renovável ou pelo consumo mais eficiente, envolvendo toda a cadeia: empresas, população, instituições e governo, de modo a otimizar a utilização de bens e serviços.

Com o interesse econômico na preocupação mundial com ações de sustentabilidade, surgiu o mercado de carbono, iniciado a partir da criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática, durante a ECO-92 (Rio-92).

O mercado de carbono procura unir as propostas para combater a crise climática de maneira prática, permitindo que países negociem créditos para reduzir significativamente as emissões dos gases que causam o efeito estufa.

O mercado de carbono deve funcionar como se cada país pudesse liberar na atmosfera uma determinada quantidade de gases. Alguns não atingem a meta, e podem comercializar seu montante excedente na forma de créditos de carbono.

Organizamos esta publicação iniciando por: Meio ambiente, Sustentabilidade, Clima e tempo, Oceanos, Florestas, Mudanças climáticas, Gases do efeito estufa e aquecimento global, enfocando os Combustíveis fósseis, as Preocupações com o aquecimento global e com as mudanças climáticas, Energias. Energias renováveis, fechando com Matriz energética, Geração de energia elétrica, Transição energética, Mobilidade elétrica, Mercado livre de energia e Mercado de carbono.

## Introdução por Alan Dubner

### ENERGIA É VIDA! VIDA É ENERGIA! SIMPLES ASSIM!

Tudo o que existe está intimamente ligado à energia; no entanto, não temos uma visão sistêmica do que isso significa. O que fez a vida existir e se desenvolver foi a energia, da geração do oxigênio e da água às formas mais sofisticadas da natureza.

A humanidade aprendeu a dominar as diferentes formas de energia, começando pelo fogo, até chegarmos aos dias de hoje, em que perdemos completamente a noção de que não somos separados da natureza; ao contrário, dependemos completamente dela para sobreviver. Por causa desse desvio de percepção estamos rumando à extinção da nossa civilização como a conhecemos hoje.

Essa crise civilizatória é diferente das de tantas outras civilizações humanas que foram extintas no passado.

Estamos inviabilizando, com nossas ações, a existência humana em todo o planeta e não apenas numa região geográfica específica. Dos povos indígenas que nunca foram contactados até as ilhas mais remotas do Pacífico, todos serão afetados rumo à extinção.

Lamentavelmente já passamos do ponto da conservação, preservação, mitigação, resiliência e até mesmo da adaptação. Estamos indo além da sustentabilidade, estamos tendo que lidar com a regeneração. Se insistirmos em nos manter como estamos, como a humanidade vem insistindo, teremos um futuro bem desafiador para sobreviver... num tempo que será determinado pelas nossas ações de hoje.

A principal pergunta a nos fazer é o que aconteceu com a nossa atual civilização, que insiste em rumar em direção a nossa autodestruição.

Sabe aquela piada do sujeito que cai de cima do prédio e na metade da queda diz: “até aqui tudo bem!”? Pois é, estamos numa situação de queda, e uma grande parte dessa família humana diz que está tudo bem. Seja por ganância, por negacionismo ou simplesmente por ignorância. Os que estão por ganância conseguem manipular uma grande parte da população a negar as evidências científicas, negar a relação espiritual com a natureza e principalmente negar amor às próximas gerações.

Novamente, tudo o que existe está intimamente ligado, de alguma forma, à energia. A começar pelo nosso próprio corpo, poucos são aqueles que conhecem o funcionamento dos nossos sistemas de energia. Por exemplo, a eletricidade do corpo: como a geramos, para que serve e quais são os cuidados para sua manutenção? Neste livro, o Prof. Dirceu D’Alkmin Telles apresenta as energias que movem o mundo e como mantê-las sustentáveis e regenerativas.

Aborda os processos de conversão na geração de energia, das transições energéticas e de como estamos caminhando para um mundo de regeneração. De maneira simplificada, apresenta a visão sistêmica das matrizes energéticas, suas possibilidades locais e globais. Faz uma jornada pelas diversas formas de energia. Algumas delas são a cinética, química, térmica, elétrica, mecânica, luminosa, magnética, potencial, bioquímica, nuclear, solar, eólica e sonora.

O oxigênio que respiramos no planeta vem de uma conversão da energia luminosa (Sol) para uma energia bioquímica (fotossíntese).

Aproximadamente metade do oxigênio produzido no planeta vem dos oceanos, e a outra metade, das florestas.

Senti-me muito honrado ao ser convidado pelo Prof. Dirceu a ajudar na elaboração do desenho deste livro e escrever esta introdução. Temos uma longa jornada, juntos, pelo campo da sustentabilidade e da educação para a sustentabilidade.

Gostaria de elebrar alguns desses primeiros momentos. Conhecemo-nos na FAT (Fundação de Apoio à Tecnologia) em 2010 e desde essa época temos realizado cursos e workshops de sustentabilidade. Em 2011, criamos o Ciclo de Cursos e Palestras “Educação para Sustentabilidade”, lançado (no espaço Girassol) em outubro com Judy McAllister (representante de Findhorn). Nesse evento, além do presidente da FAT, Cesar Silva, contamos com Mario Mantovani (SOS Mata Atlântica) e Eduardo (Shima) Shimahara (Anima Educação).

Em setembro fizemos uma vivência pública maravilhosa do Dia da Árvore na Escola Carlito Maia, que apoiamos em Cunha (SP), com Dulce Maia e a presença de Judy McAllister.

Em abril de 2012 fizemos o 1º Fórum de Jornalismo Ambiental em Bento Gonçalves (RS), com a presença de vários jornalistas ambientais, como Paulina

Chamorro, Claudia Piche, Vilmar Berna, Reinaldo Canto, Henrique Camargo e outros bons jornalistas.

Nesse mesmo ano de 2012, participamos da Rio+20 e fizemos uma parceria com a Columbia University (Earth Institute). Em novembro de 2012, começamos a produzir cursos de um dia, o primeiro foi o “Mídias sociais e sustentabilidade”, com o saudoso Eduardo Shimahara.

Em 2013 realizamos o 2º Fórum de Jornalismo Ambiental na HSM Expo Management, com Paulina Chamorro, Christina Carvalho Pinto, Dal Marcondes, Henrique Camargo e Mario Mantovani. E assim fomos realizando cursos, palestras e workshops. Acredito que o último que fizemos juntos foi no início de 2019.

Daí veio a pandemia e ficamos só nas conexões virtuais. Agora o amigo Dirceu está publicando mais este livro para apoiar a Educação para a Sustentabilidade.

Este livro teve uma gestação de pouco mais de dois anos. Começamos a nos reunir a fim de desenhar o primeiro esboço do conteúdo em 8 de abril de 2022, logo após a divulgação do impactante 6º Relatório do IPCC. Os cientistas da instituição deixaram de falar em meias palavras e passaram a reportar o que estava realmente acontecendo. Essa foi uma importante mudança na transparência da ciência para a sociedade civil.

A COP 26, em Glasgow, ocorrida há apenas alguns meses, também contribuiu para a idealização do que abordáramos neste livro. Na semana anterior estive no encontro presencial do Observatório do Clima, com mais de 70 ONG e entidades que consolidaram a necessidade de trabalharmos urgente e intensamente num dos momentos mais difíceis do Brasil e do mundo. Estávamos começando a emergir da pandemia que paralisou o mundo e retornando para um “novo normal” com feridas profundas nas instituições brasileiras de fomento e proteção socioambiental.

Esse primeiro ano na gestação do livro foi a celebração dos 50 anos da primeira conferência da ONU sobre o meio ambiente em 1972, em Estocolmo. Participei virtualmente, em junho, da Stockholm+50, e depois da COP 27, que nos deu um otimismo em relação aos próximos anos.

O ano de 2023 foi marcado por eventos extremos no mundo todo, terremotos, tempestades, furacões, vulcões, inundações, incêndios, secas, temperaturas, todos extremos, todos recordes. Acabou sendo o ano mais quente da história da humanidade. A energia se tornou o mais importante fator para virar o jogo. Estive presencialmente em Belém na Cúpula da Amazônia e virtualmente na COP 28, trazendo mais elementos para a consolidação deste livro.

Com tanto conteúdo a ser abordado, resolvemos dar uma guinada e deixar o livro o mais leve possível para que o aprofundamento, nas áreas de interesse, possa ser buscado conforme o interesse de cada um. Foram tantas alterações de rumo

nesses dois anos, que acreditamos que continuará sendo assim também nos próximos. Portanto, decidimos pela perenidade do conteúdo do livro e direcionamento para atualizações confiáveis.

Hoje, quarta-feira, 5 de junho de 2024 (Dia Mundial do Meio Ambiente), estamos terminando a revisão final e enviando para a editora cuidar do processo de publicação.

Tivemos, no final de abril (2024), o 26º Congresso Mundial de Energia em Roterdã (Países Baixos). Importante evento para o setor de Energia, que tinha ficado paralisado desde que não foi realizado em 2020, na Rússia. Além disso, neste ano de 2024, ainda temos muita coisa pela frente, sendo as principais no mês de novembro: o encontro do G20, sob a presidência do Brasil; a COP 29 no Azerbaijão e principalmente as eleições norte-americanas, em que o mundo pode ficar em grande risco.

Acreditamos que este livro tem uma contribuição muito importante no momento em que o mundo está migrando completamente sua relação com a energia. O Brasil está muito bem posicionado para essa transição, apesar de algumas insistências no caminho oposto, por exemplo, a questão do petróleo e do carvão mineral.

Os desastres ambientais recém-ocorridos no Rio Grande do Sul deixaram os negacionistas com vergonha das bobagens que pregavam e das ações cometidas contra os cidadãos. Espero que não seja mais possível negar a ciência e enganar a população como vinham fazendo. Quem sabe alguns deles sejam responsabilizados e tenham que cumprir penas. Acreditamos que precisamos voltar à liderança mundial de uma economia exemplar. Acreditamos nisso!

Acreditamos!

Onde estamos no primeiro semestre de 2024? Como já mencionei, temos neste ano o encontro do G20 no Brasil, a COP 29, que será em Baku, no Azerbaijão, a COP 16 da Biodiversidade, na Colômbia, e a preparação da COP 30 no Brasil em 2025.

No início deste ano, foi criada a Troika, que é uma aliança entre as COP 28, 29 e 30. Ao que precisamos ficar atentos é quanto à interferência dos países movidos primordialmente pela indústria do petróleo. Dubai e Baku são explicitamente voltados à manutenção da exploração dos combustíveis fósseis.

O Brasil está por decidir se vai retroceder e perder sua vantagem competitiva mundial ou se vai manter a liderança internacional quanto ao combate às mudanças climáticas. O leitor deste livro já deve estar com essa resposta. Espero que seja a favor do Brasil, garantindo uma qualidade de vida para a população, mantendo nossa vocação às exportações do agronegócio sustentável, explorando nossa biodiversidade, reduzindo os impactos das catástrofes ambientais e muito mais.

Os dirigentes da COP 28 tentaram evitar colocar a transição aos combustíveis fósseis no documento final, mas acabaram tendo que ceder, de última hora, à pressão

internacional de publicar uma tímida menção. Já é alguma coisa, após quase 30 anos negando qualquer texto falando do maior problema de energia do planeta.

Outra estratégia dos Emirados Árabes Unidos, de desviar as atenções para as emergências climáticas, foi a de transformar a COP 28 num evento de entretenimento, com a participação recorde de 100 mil credenciados.

O depoimento de Al Gore no início da COP 28 ilustra bem o clima em Dubai:

*Esta indústria (petróleo) é muito mais eficaz na captura de políticos do que na captura de emissões (CO<sub>2</sub>). E agora capturaram o próprio processo da COP e abusaram exageradamente da confiança do público ao nomear o CEO de uma das maiores e menos responsáveis empresas petrolíferas do mundo como chefe da COP. É um abuso do direito do público de ter confiança nos processos pelos quais são tomadas as decisões sobre o futuro da humanidade. Ele não deve ser levado a sério, ele está protegendo seus lucros e os colocando numa prioridade mais elevada do que a sobrevivência da civilização humana.*

*O desafio número um para resolver as crises climáticas é a eliminação progressiva dos combustíveis fósseis.*

*É um desafio difícil porque o mundo ainda depende de combustíveis fósseis para 80% da sua energia. E então será uma transição acidentada, mas agora temos esta curva de redução de custos quase milagrosa em eletricidade solar, eletricidade eólica, veículos elétricos, baterias, agora o hidrogênio verde também está surgindo e outras soluções que são livres de emissões e porque o perigo que a humanidade enfrenta é tão grave que podemos dizer muito simplesmente que há um teste, um simples teste para saber se esta COP será um sucesso ou um fracasso, se houver um acordo para a eliminação progressiva dos combustíveis fósseis, será um sucesso, se não houver, será um fracasso.*

A COP 27, no Egito, já apresentava essa virada de público e dos objetivos dos países. Foi, também, uma COP para frear a participação de ativistas e das manifestações públicas. Acredito que elas voltarão no Brasil em 2025, principalmente na Cúpula dos Povos.

A COP 26, em Glasgow, teve uma grande adesão de público por conta do retorno pós-pandemia. Foi muito além da estrutura preparada e deu início a uma escalada no número de participantes.

Até a COP 15, em Copenhague, os credenciamentos não passavam de 10 mil pessoas. Excepcionalmente, na COP 15 tivemos pouco mais de 27 mil credenciados e nas cinco COP seguintes retornaram ao patamar de 10 mil.

Na COP 21 (Paris), voltou a um número excepcional de pouco mais de 30 mil credenciados. As quatro COP seguintes ficaram em torno de 20 mil participantes.

A COP 26 (Glasgow), pós-pandemia, teve 38 mil e a COP 27 (Sharm el-Sheikh), 33 mil. O absurdo número de 100 mil na COP 28 (Dubai) mostra uma clara dispersão de esforços e desvios de intenções pelas mudanças climáticas que originou a criação das COP.

Os marcos mais importantes dos últimos 62 anos começaram, simbolicamente, com a publicação do livro *Primavera silenciosa*, de Rachel Carson, em 1962. Em 1972, pela primeira vez, a ONU faz uma conferência (Estocolmo) para tratar das questões ambientais. O Relatório Brundtland (Nosso Futuro Comum) e o Protocolo de Montreal, em 1987; a ECO-92 (Rio-92) e a Agenda 21, em 1992; o Protocolo de Quioto, em 1997; a Carta da Terra e Metas do Milênio, em 2000; a Cúpula dos Povos na Rio+20, em 2012; a Agenda 2030 (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável) e o Acordo de Paris, em 2015; a Cúpula da Amazônia, em 2023; e a COP 30, em 2025, são outros desses marcos.

O conceito do *triple bottom line* (*people, planet, and profit*), criado em 1994 por John Elkington, que iniciou um processo de sustentabilidade, principalmente nas empresas, envolveu vários nomes em que as questões sociais, ambientais e econômicas precisavam andar juntas. Ou seja, qualquer ação teria que levar em conta as três áreas simultaneamente.

Ao longo desses últimos 30 anos, muitas variantes desse conceito foram implementadas com mais ou menos sucesso. O ESG, um dos piores a meu ver, criou uma indústria de falsos especialistas que sobreviveu até cair em descrédito em 2023. Atualmente estão surgindo novos movimentos, como o “Sustentabilidade Racional”, mas que no fundo são desdobramentos do 3BL. Acrescentaria cultura, ética, política e estética às três importantes denominações do eixo da sustentabilidade.

As origens da energia na nossa civilização remontam a tempos pré-históricos, em que a energia muscular humana e animal era a principal fonte de energia para realizar atividades como caçar, cultivar, transportar e construir. Com o passar do tempo, a humanidade começou a explorar e utilizar outras fontes de energia, marcando transições significativas na história da energia e impulsionando mudanças profundas na sociedade. Algumas dessas origens e transições:

- Domínio do fogo: o uso do fogo foi uma das primeiras formas de energia controlada pela humanidade, permitindo a cocção de alimentos, proporcionando calor e proteção contra predadores. Estima-se que se aprendeu a gerá-lo intencionalmente há cerca de 400 mil anos e que já o utilizávamos há cerca de 1 milhão de anos. Não foi ontem!
- Energia hidráulica e eólica: as civilizações antigas começaram a utilizar a energia da água e do vento há milhares de anos. Moinhos de água e de vento

eram usados para moer grãos e bombear água, desempenhando um papel crucial na agricultura e no abastecimento de água. Aprendemos também a navegar com a energia do vento e as correntes de água.

- Madeira como combustível: a madeira foi uma das primeiras fontes de combustível utilizadas para gerar calor e energia além do fogo aberto. Durante séculos, foi a principal fonte de energia para aquecimento e cozimento, bem como para a produção de metais.
- Carvão mineral: a Revolução Industrial, iniciada no século 18, marcou uma transição significativa do uso da madeira para o carvão mineral como principal fonte de energia. O carvão alimentava máquinas a vapor, locomotivas e navios, impulsionando a industrialização e mudanças profundas na estrutura social e econômica.
- Petróleo e gás natural: a descoberta e exploração de petróleo e gás natural no século 19 e início do século 20 abriram caminho para uma nova era energética. Combustíveis fósseis líquidos e gasosos tornaram-se essenciais para o transporte, geração de eletricidade e indústria química.
- Energia elétrica: a invenção do gerador elétrico e o desenvolvimento das redes de distribuição de eletricidade revolucionaram o uso de energia, permitindo uma ampla gama de aplicações tecnológicas. É uma das principais energias do mundo. Por incrível que pareça, o carro elétrico nasceu antes do carro a combustível! Foi somente na virada do século XIX para o XX que isso mudou. Em 1897, o carro mais vendido nos Estados Unidos era um veículo elétrico: o Columbia Motor Carriage, da Pope Manufacturing Company. Os modelos elétricos estavam vendendo mais que os movidos a vapor e a gasolina. Em 1900, as vendas de veículos a vapor tinham assumido uma liderança estreita: naquele ano, foram vendidos 1.681 veículos a vapor, 1.575 veículos elétricos e 936 veículos movidos a gasolina. Somente com o lançamento do Curved Dash Oldsmobile, da Olds Motor Works, em 1903, é que os veículos movidos a gasolina assumiram a liderança pela primeira vez. Ou seja, o carro elétrico não é novidade!
- Energia nuclear: a partir da metade do século 20, a energia nuclear surgiu como uma poderosa fonte de energia, capaz de gerar grandes quantidades de eletricidade sem emissão direta de gases de efeito estufa, embora levante preocupações quanto à segurança e ao tratamento de resíduos radioativos.
- Fontes renováveis: nas últimas décadas, houve um crescente interesse e investimento em fontes de energia renováveis, como solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e geotérmica, buscando-se soluções mais sustentáveis para as necessidades energéticas da humanidade.

Cada uma dessas transições energéticas reflete não apenas avanços tecnológicos, mas também mudanças na organização social, econômica e ambiental. O desenvolvimento e a adoção de novas fontes de energia são fundamentais para enfrentar os desafios contemporâneos, como a mudança climática e a necessidade de um desenvolvimento sustentável. A percepção de que o uso indiscriminado das energias é um entrave para o bem-estar da humanidade está fazendo com que uma nova forma de ver cada uma delas se faça, cada vez mais, necessária. Este livro procura contribuir para esse olhar.

Sim, a produção de energia no contexto físico e tecnológico é fundamentalmente um processo de conversão. A energia pode ser transformada, mas não pode ser criada nem destruída, conforme estabelecido pelo princípio da conservação de energia. Esse princípio é uma pedra angular da física e se aplica a todos os processos energéticos. Aqui estão alguns exemplos para ilustrar como a energia é convertida em várias aplicações:

- Centrais elétricas: nas centrais elétricas que queimam combustíveis fósseis, a energia química armazenada no combustível é convertida em energia térmica (calor), que é usada para gerar vapor. O vapor, por sua vez, impulsiona turbinas, convertendo energia térmica em energia mecânica, que finalmente é convertida em energia elétrica por geradores.
- Energia solar: os painéis solares convertem energia luminosa (solar) diretamente em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico. Aqui, a energia da luz solar é usada para mover elétrons em um material semicondutor, gerando uma corrente elétrica. Também é fonte de aquecimento para ambientes e água.
- Hidrelétricas: em usinas hidrelétricas, a energia potencial da água armazenada em uma represa é convertida em energia cinética quando a água é liberada e passa por turbinas. Essa energia cinética, por sua vez, é convertida em energia elétrica pelo gerador.
- Eólica: turbinas eólicas convertem a energia cinética do vento em energia mecânica (pela rotação das pás da turbina) e subsequentemente em energia elétrica por meio de um gerador.
- Baterias: as baterias armazenam energia química, que pode ser convertida em energia elétrica mediante reação química. Quando uma bateria é utilizada, a energia química é convertida em energia elétrica, que pode alimentar dispositivos eletrônicos.
- Fusão e fissão nuclear: Em reações nucleares, como a fissão (empregada em reatores nucleares) e a fusão (processo que sustenta o Sol e outras estrelas),

uma pequena fração de massa é transformada em enorme quantidade de energia, conforme a famosa equação de Einstein,  $E = mc^2$ .

- Hidrogênio: será a principal fonte de energia para o Brasil e importante produto de exportação. Teremos o hidrogênio verde e outras cores das mais sustentáveis do mundo devido a nossa matriz energética. Vale destacar, nessa introdução, a questão da energia do hidrogênio, que será a principal energia do futuro e significativamente importante para o Brasil. Ressalta-se, também, que da descoberta de sua utilização como fonte de energia até o atual desenvolvimento se passaram mais de 200 anos. A forma como obter o gás do hidrogênio e a sua utilização fazem uma enorme diferença. Por exemplo, a energia elétrica gasta para obter 1 kg de  $H_2$  é maior do que a energia elétrica gerada com esse 1 kg. Pode parecer estranho, mas a conta precisa considerar que seu uso substituirá outras fontes de energia e com isso não gerar gases de efeito estufa, principalmente dos combustíveis fósseis.

Finalmente, encerro esta introdução acrescentando que existem outras questões voltadas à sustentabilidade e principalmente à regeneração, além da Energia. Por exemplo: os agrotóxicos, os resíduos sólidos, a água, o desmatamento, os plásticos, a indústria da proteína animal, o consumo insustentável, entre outras questões. O professor Dirceu D'Alkmin Telles já tratou de alguns deles em seus livros anteriores. Este, voltado à Sustentabilidade e à Energia, trata de um dos principais temas contra as mudanças climáticas. Desfrute-o com moderação.

*Observação:* A proliferação do uso da inteligência artificial em escala sem precedentes com seus modelos gigantes consomem mais eletricidade do que cidades inteiras, acelerando a crise climática. O consumo de água limpa para o resfriamento também está crescendo rapidamente, acelerando a crise. Esse é um problema grave que clama por soluções mais sustentáveis.

São Paulo, 5 de junho de 2024.

*Alan Dubner*

Formado em Administração Pública pela FGV. Consultor em Sistemas de Aprendizagem, Educação para Sustentabilidade e *Customer Experience*. Diretor de formação da Fundação Rede Brasil Sustentável, diretor superintendente do Instituto 5 Elementos, membro do núcleo da SoL Brasil (Society for Organizational Learning). Palestrante, workshop líder, publicou mais de uma centena de artigos. Coautor em diversos livros. Formado em Psicodrama pelo Instituto J. L. Moreno.

***O Mudanças Climáticas e a Energia* aborda de forma abrangente e didática os desafios e soluções relacionados às mudanças climáticas e à transição energética.**

Com foco na sustentabilidade, o autor explora temas como aquecimento global, gases de efeito estufa, energias renováveis, matriz energética, mobilidade elétrica e mercado de carbono. A obra apresenta os impactos das atividades humanas no meio ambiente, destacando a necessidade de ações urgentes para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Além disso, discute tecnologias inovadoras, como hidrogênio verde e células de combustível, e propõe estratégias para uma transição energética justa e sustentável. Destinada a engenheiros, gestores públicos, empresários, arquitetos e cidadãos interessados em compreender e enfrentar os desafios climáticos, o livro oferece uma visão crítica e científica, propondo caminhos para um futuro mais sustentável. É uma leitura essencial para quem busca entender o papel da energia na construção de um mundo equilibrado e resiliente.



**Blucher**



Clique aqui e:

[VEJA NA LOJA](#)

## Mudanças climáticas e a energia

---

Dirceu D'Alkmin Telles

ISBN: 9788521225461

Páginas: 240

Formato: 17 x 24 cm

Ano de Publicação: 2025

---