



## ENERGIA NAS CONSTRUÇÕES

UMA CONTRIBUIÇÃO DO SETOR À  
REDUÇÃO DE EMISSÕES E DE USO DE  
FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

**CBIC** 60  
anos

# ENERGIA NAS CONSTRUÇÕES

UMA CONTRIBUIÇÃO DO SETOR À  
REDUÇÃO DE EMISSÕES E DE USO DE  
FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

correalização



Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

realização



# **ENERGIA NAS CONSTRUÇÕES: UMA CONTRIBUIÇÃO DO SETOR À REDUÇÃO DE EMISSÕES E DE USO DE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA**

Brasília-DF, maio de 2017

## **CBIC**

**Presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC**

José Carlos Martins

**Presidente da Comissão de Meio Ambiente - CMA/CBIC**

Nilson Sarti

**Coordenadora de Projetos**

Geórgia Grace Bernardes

**Gestora dos Projetos de Meio Ambiente e Sustentabilidade**

Mariana Silveira Nascimento

## **EQUIPE TÉCNICA**

**Centro Brasileiro de Energia e Mudanças Climáticas - CBEM**

Osvaldo Soliano Pereira

Tereza Mousinho Reis

Vanessa Matos

## **DIAGRAMAÇÃO E REVISÃO**

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

**Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC**

Setor Bancário Norte, Quadra 01, Bloco I,  
Edifício Armando Monteiro Neto, 3º e 4º Andares  
CEP 70.040-913, Brasília-DF

[www.cbic.org.br](http://www.cbic.org.br)

[www.facebook.com/cbicbrasil](https://www.facebook.com/cbicbrasil)

Todos os direitos reservados 2017©

**CMA**  
COMISSÃO DE  
MEIO AMBIENTE

# ENERGIA NAS CONSTRUÇÕES

UMA CONTRIBUIÇÃO DO SETOR À  
REDUÇÃO DE EMISSÕES E DE USO DE  
FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

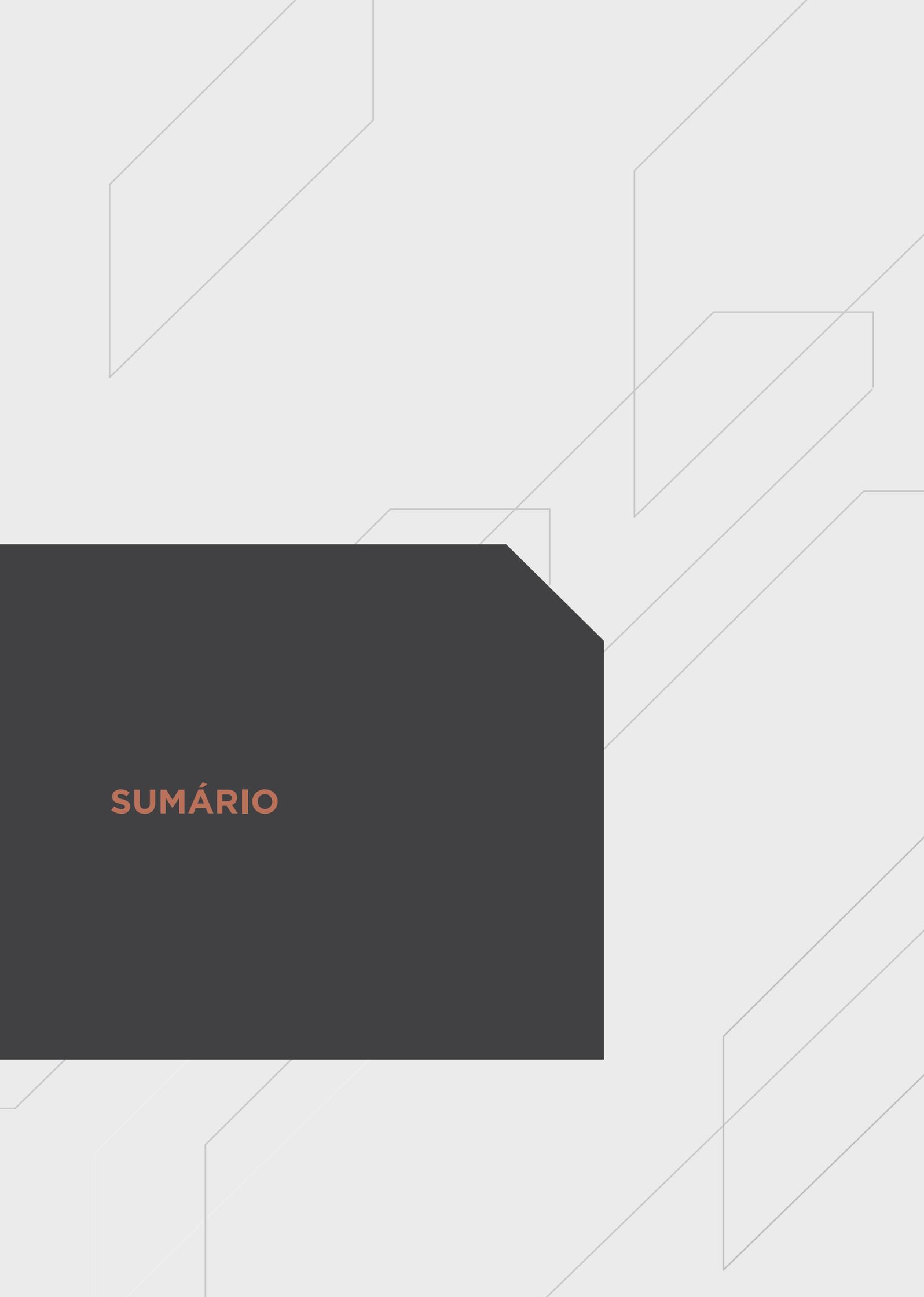
correalização



Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

realização





# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
ENERGIA E EMISSÕES NAS CONSTRUÇÕES - BRASIL E MUNDO	11
ACORDO DE PARIS E OS COMPROMISSOS BRASILEIROS	37
CONTRIBUIÇÕES DO SETOR DE CONSTRUÇÃO EM ÂMBITO INTERNACIONAL	43
CIDADES: EMISSÕES, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E VULNERABILIDADES	57
IMPLEMENTAÇÃO DA NDC BRASILEIRA	81
IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA SE CHEGAR A ZEB	89
CONCLUSÃO: CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO AO DIÁLOGO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA NDC BRASILEIRA	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
INFORMAÇÕES ADICIONAIS	123





# APRESENTAÇÃO



# APRESENTAÇÃO

A 21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC), onde foi adotado o Acordo de Paris, foi histórica e catalisadora de mais inovação, pesquisa, disseminação do uso e investimentos em tecnologias de energia renovável.

O Acordo de Paris, cujo principal objetivo é fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima e reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças, entrou em vigência em 4 de novembro de 2016. Seu compromisso fundamental é manter o aumento da temperatura média global em bem menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais e de envidar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais.

Com sua entrada em vigência, as metas apresentadas pelos países signatários tornaram-se compromissos oficiais, chamados de Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), que no caso do Brasil incluem metas voltadas ao uso de fontes renováveis de energia – particularmente solar, eólica e biomassa – e aumento de ganhos de eficiência no setor elétrico.

Como forma de alcançar essas metas, o governo deve estabelecer mecanismos de precificação do carbono emitido ou de incentivos e/ou obrigações de redução de emissões, uso de fontes renováveis de energia e implementação de esforços de eficiência energética para os setores emissores de gases de efeito estufa.

O objetivo desta publicação é, proativamente, identificar oportunidades no setor da construção (aqui também referido como “das edificações”), contribuir para a conscientização dos agentes do setor e seus parceiros sobre a importância de redução das emissões setoriais e ter um ponto de partida para as negociações que o setor deverá estabelecer a fim de contribuir para o alcance das metas e o seu provável aprofundamento, conforme já antevisto no Acordo de Paris.

As cidades de países com economias emergentes e em desenvolvimento podem liderar a transição de baixo carbono e colher muitos benefícios locais, tais como redução de poluição local, aumento de sua resiliência aos eventos climáticos, melhoria da mobilidade urbana, criação de empregos em novas áreas, dentre outros. Sistemas eficientes de aquecimento e resfriamento, inclusive com uso da energia solar, produção de energia localmente, maior eficiência energética nas edificações, melhores transportes públicos e veículos elétricos serão fundamentais para descarbonizar as cidades. Uma ação conjunta da indústria, governos nacionais e locais e parceiros internacionais deve impulsionar a inovação e a disseminação de tecnologias de baixo carbono e avançar nos compromissos nacionais.





**ENERGIA E EMISSÕES  
NAS CONSTRUÇÕES -  
BRASIL E MUNDO**

# 1. ENERGIA E EMISSÕES NAS CONSTRUÇÕES – BRASIL E MUNDO

## 1.1. SITUAÇÃO SOB A ÓTICA INTERNACIONAL

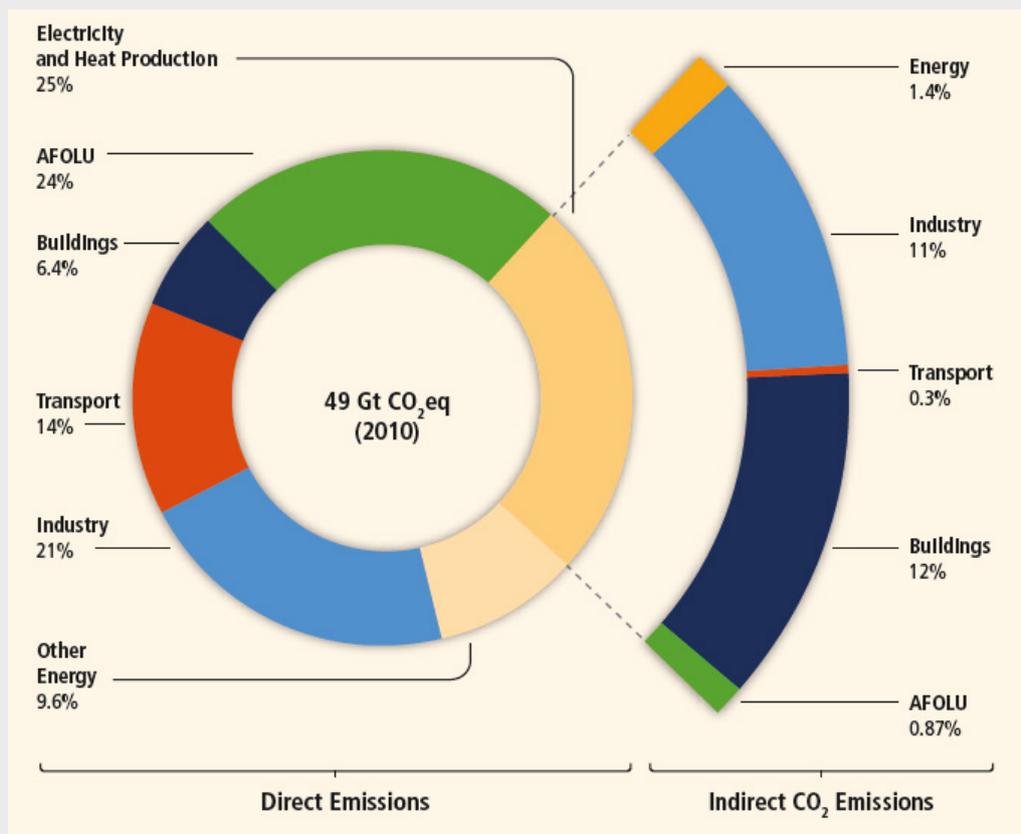
### 1.1.1. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC)

Segundo o IPCC (2015), o setor de edificações respondeu em 2010 por 32% do uso final de energia e 8.8 GtCO<sub>2</sub> de emissões, incluindo emissões diretas e indiretas, o que representa 18,4% das emissões globais, como demonstra a Figura 1.1. O relatório projeta que a demanda de energia deve quase dobrar; e as emissões de CO<sub>2</sub>, aumentar entre 50 e 150% por volta do meio do século, ao se considerarem os cenários de linha de base. As emissões diretas referem-se àquelas oriundas de fontes fisicamente situadas nas próprias edificações (em caldeiras, na cocção, de gases fluorados de refrigeradores, etc.), enquanto as emissões indiretas referem-se àquelas oriundas da produção de eletricidade e aquecimento urbano (*district heating*) para uso nas edificações.

O crescimento da demanda é atribuído a melhorias na saúde, mudança dos estilos de vida, acesso aos serviços modernos de energia, tais como eletricidade e gás para cocção, melhoria nas condições de moradia e urbanização. Por outro lado, o relatório alerta para os riscos de *lock-in* (bloqueio) de volumes de emissão em função dos longos ciclos de vida das edificações e infraestrutura a elas atrelados, particularmente nas economias emergentes, onde o ritmo de crescimento do setor tende a ser mais acelerado.

Ainda segundo o quinto relatório de avaliação (IPCC, 2015), há grandes oportunidades para estabilizar ou até reduzir as emissões do setor de construções por volta da metade do século. Uma primeira e primordial ação é a adoção de códigos de energia para novas construções com baixos limites e uma estratégia de *retrofit* (reforma) para o estoque já construído. Outra grande oportunidade está na redução do uso de energia para aquecimento ou resfriamento, e nesse sentido a energia solar é uma alternativa fundamental. A Tabela 1.1 identifica as

**FIGURA 1.1:** EMISSÕES ANTROPOGÊNICAS TOTAIS DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GTCO<sub>2EQ</sub>/YR) POR SETORES ECONÔMICOS.



Fonte IPCC, 2015.

principais medidas de mitigação de emissões no setor de construção categorizada por estratégias e associada aos respectivos indicadores. No escopo desta publicação destaca-se a integração das fontes renováveis às construções e a mudança para combustíveis de baixo conteúdo de carbono, a exemplo da eletricidade de origem solar ou a exigência de edifícios de baixa ou zero energia.

**TABELA 1.1:** MEDIDAS DE MITIGAÇÃO NO SETOR DE CONSTRUÇÃO

ESTRATÉGIAS	INDICADORES	MEDIDAS
Redução da intensidade de emissões de GEE	Emissões/energia final (CO <sub>2eq</sub> /MJ)	Tecnologias de energias renováveis integradas em edificações; mudança de combustível para combustíveis de baixo carbono (p. ex.: energia elétrica).
Redução da intensidade energética através da melhoria da eficiência técnica	Energia final/energia útil	Eficiência do dispositivo de aquecimento/resfriamento (caldeiras de alto desempenho, ventilação, ar-condicionado, bombas de calor), de aquecimento de água, de iluminação e dos eletrodomésticos.
Melhoria da eficiência da produção e dos recursos	Energia incorporada na construção/energia usada na operação	Vida da edificação; durabilidade de cada componente, equipamento e aparelho; escolha de materiais para construção de menor energia e emissões.
Melhoria da eficiência estrutural e dos sistemas	Energia útil/serviço de energia	Eficiência sistêmica: processo de projeto integrado, edifícios de baixa/zero energia, automação e controles de edifícios, planejamento urbano, aquecimento/resfriamento distrital, cogeração, medidores/redes inteligentes.
Alteração do indicador de atividade	Demanda de serviços energéticos	Mudança de comportamento (definição do termostato, utilização dos aparelhos, etc.), mudança de estilo de vida (tamanho da habitação <i>per capita</i> , conforto adaptativo, etc.).

Fonte: Adaptado de IPCC, 2015

Entretanto grandes barreiras impedem a disseminação da maior parte dessas medidas, a exemplo de quem recebe o benefício (construtor, proprietário e inquilino), da fragmentação do mercado, do acesso limitado à informação e ao financiamento, dentre outros. Algumas dessas medidas têm custos negativos de mitigação<sup>1</sup>, mas ainda assim são de difícil implementação devido a razões diversas, que podem incluir um viés conservador inibidor de mudança para novas tecnologias ou produtos; um foco em metas de curto prazo e desconto acentuado de custos e benefícios futuros; a aversão ao risco e à ambiguidade ante resultados incertos; informação insuficiente sobre oportunidades de conservação de energia; informações assimétricas no caso em que os proprietários podem ser incapazes de transmitir o valor das melhorias de eficiência energética para inquilinos ou em que uma parte paga por um investimento, mas outra parte colhe os benefícios; além de mercados de crédito imperfeitos, que tornam difícil ou dispendioso obter financiamento para economias de energia. As barreiras devem ser derrubadas através de intervenções políticas. O relatório reconhece que as regulatórias, a exemplo de

códigos de construção e padrões para equipamentos, estão entre as políticas mais efetivas, sobretudo se “se fortalecerem substancialmente esses códigos, adotá-los em outras jurisdições e estendê-los a mais tipos de edifícios e de eletrodomésticos” (IPCC, 2015). Outros instrumentos de política listados no relatório incluem: impostos sobre o carbono e/ou energia; certificados negociáveis para melhorias na eficiência energética; subsídios ou isenções fiscais para investimentos em edifícios eficientes, *retrofit* e produtos; empréstimos subsidiados; mandatos para as distribuidoras de energia para ajudar os clientes a investirem na eficiência energética; auditorias energéticas; programas de rotulagem (selos); programas de aconselhamento energético; compras públicas de edifícios e equipamentos eficientes; programas de rotulagem para edifícios eficientes; ecorrotulagem do produto.

### 1.1.2. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA)

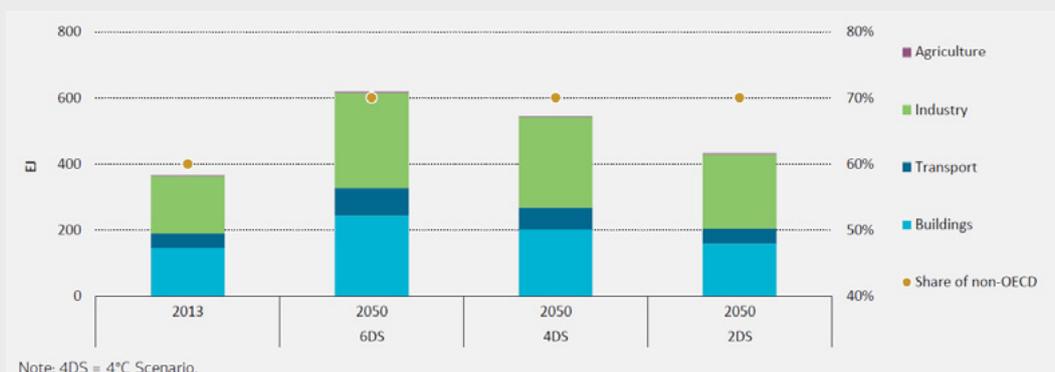
A Agência Internacional de Energia trabalha com o chamado Cenário 2°C (2DS), que é o principal foco de suas publicações *Energy Technology Perspectives 2016* (IEA, 2016a) e *Tracking Clean Energy Progress 2016* (IEA, 2016b), que serão discutidas nesta seção. O 2DS assume uma trajetória de emissão consistente com uma probabilidade de ao menos 50% de a temperatura média global atingir no máximo 2°C. Para tanto assume uma estratégia para o sistema energético global, que é permanentemente monitorada e anualmente revista, acompanhando diversos segmentos do setor de energia, dos quais se destacam, no escopo deste relatório: energia renovável, transporte e veículos elétricos, edificações e envelopes e equipamentos para construção, eletrodomésticos e iluminação, aquecimento solar, cogeração e aquecimento e resfriamento distrital, redes inteligentes e armazenamento de energia. O limite de 2°C impõe que o total das emissões remanescentes acumuladas de CO<sub>2</sub> oriundas do setor energético entre 2015 e 2100 deve ser de 1.000 GtCO<sub>2</sub>. Para tanto as emissões devem ser reduzidas em torno de 60% por volta de 2050, tendo 2013 como referência, e a partir daí as emissões devem declinar até que a neutralidade de carbono seja atingida.

O relatório *Energy Technology Perspectives 2016 – ETP 2016* (IEA, 2016a) considera que as cidades estão no coração dos esforços de descarbonização, já que por volta de 2050 as cidades agregarão dois terços da população mundial e 85% do PIB global. Em 2013 as cidades já contabilizavam 67% da demanda primária de energia e 70% das emissões de CO<sub>2</sub> oriundas do setor energético.

O cenário de linha de base adotado pela IEA admite que a temperatura global média do planeta atingiria 6°C (6DS), e existe um cenário intermediário que trabalha com 4°C. O cenário 6DS, que se refere à manutenção da tendência dos atuais sistemas energéticos, faria a demanda energética primária urbana crescer

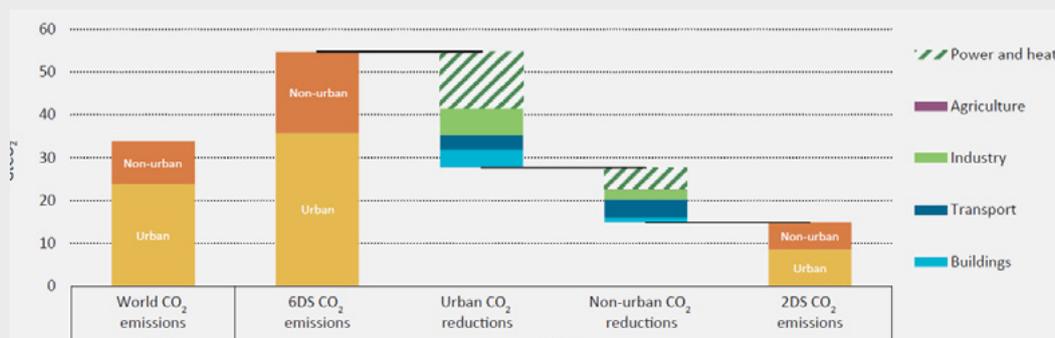
70% entre 2013 e 2050 e o conjunto das emissões do uso da energia nas cidades crescer em torno de 50%. A Figura 1.2 apresenta os cenários propostos pela IEA (2016a) para a demanda urbana de energia primária, demonstrando a importância das edificações no total de energia demandada e nos esforços a serem empreendidos para se atingir a meta de 2°C. Há de se destacar ainda na figura a importância dos países emergentes/em desenvolvimento, que seriam responsáveis por 70% dessa demanda energética. Já a Figura 1.3 detalha como devem ser os esforços para redução de emissões nos setores de transportes e edificações, em particular nas áreas urbanas, partindo do cenário 6DS para o cenário 2DS. Deve-se ressaltar que as emissões indiretas para produção de calor e energia elétrica consumidos nas cidades são igualmente importantes.

**FIGURA 1.2:** CENÁRIOS DA DEMANDA URBANA DE ENERGIA PRIMÁRIA POR SETORES, 2013-2050



Fonte: IEA, 2016a

**FIGURA 1.3:** REDUÇÕES DE EMISSÕES DE CARBONO NOS SETORES DE CONSTRUÇÃO E DE TRANSPORTE, 2013-2050



Fonte: IEA, 2016a

Assim, é evidente a importância que as opções tomadas para direcionar as matrizes energéticas urbanas terão para se atingirem as metas nacionais e globais de baixo carbono. Mas o ETP 2016 ressalta que, se por um lado os avanços conseguidos com os carros elétricos e as fontes solar e eólica estão alinhados com as medidas para se alcançar a meta de 2°C, as edificações ainda estão muito longe de atingir os desafios a elas impostos. Se por um lado a intensidade energética por metro quadrado do setor de edificações melhorou em muitas regiões, ela não foi rápida o suficiente para compensar a duplicação da área de piso global desde 1990. Existe, portanto, um grande potencial de eficiência energética que permanece inexplorado, e a taxa de crescimento do consumo de energia elétrica nas edificações precisa ser reduzida para metade para atender às metas de 2DS, ainda segundo o ETP 2016.

Uma questão ressaltada no relatório do IPCC, discutido na seção anterior, também é enfatizada pela IEA: os prédios são ativos de longa duração e, assim, devem se constituir em alvos de curto prazo para evitar o bloqueio (*lock-in*) de um estoque de edificações ineficientes. O potencial de eficiência energética nas edificações é significativo. Em âmbito mundial, segundo estimativas do ETP 2016, a implantação das melhores tecnologias disponíveis e políticas de eficiência energética poderia gerar uma economia anual de energia nas edificações superior a 50 EJ, por volta de 2050. No que diz respeito aos envelopes das edificações, o relatório prevê que se deva saltar de uma média global anual de 2% de melhoria na intensidade energética para algo em torno de 3%. Dessa forma os códigos energéticos das construções devem ser expandidos horizontal e verticalmente. Todavia, o foco principal desta publicação é a produção de energia nas construções, e nesse sentido o ETP 2016 também identifica grandes oportunidades.

As fontes renováveis de energia localizadas nas áreas urbanas podem fazer uma contribuição importante no atendimento às necessidades energéticas das cidades e paralelamente aumentar a resiliência energética, mantendo o valor econômico dentro das comunidades urbanas. Dentre as fontes de energia renovável que podem ser disseminadas nas áreas urbanas estão os tetos solares fotovoltaicos e os resíduos urbanos – sólidos (RSU), esgotos e gás de esgoto. O ETP 2016 estima que os tetos solares poderiam atingir 32% das necessidades urbanas de eletricidade e 17% da demanda global total de energia elétrica, por volta de 2050. A contribuição dos resíduos seria mais modesta, mas não desprezível, na faixa de 4% das necessidades urbanas de eletricidade.

Analisando-se pela ótica da competição com outras alternativas de geração, o relatório sugere que em torno de 5% da demanda energética urbana seria economicamente viável de ser atendida com tetos solares fotovoltaicos,

em 2050, dentro do cenário 2DS. O potencial dos tetos solares seria maior nas cidades menores, em função da baixa densidade, mas por outro lado as grandes cidades estariam mais preparadas para materializar esse potencial. Um requisito fundamental para se atingir essa meta seria a integração de sistemas de serviços de energia distribuídos nas cidades, o que inclui infraestrutura de energia urbana mais inteligente e estímulos a novos modelos de negócio.

Em conclusão o relatório mostra que os “investimentos atuais em eficiência energética nas edificações não estão no bom caminho para alcançar as metas de 2DS. Globalmente, o desempenho energético das edificações (por metro quadrado) precisa melhorar de uma taxa de 1,5% ao ano na última década para pelo menos 2,5% ao ano durante a próxima década até 2025” e finaliza recomendando que governos nacionais e regionais precisam desenvolver códigos de energia rigorosos e exequíveis para as construções e critérios de desempenho para as edificações novas e existentes; viabilizar incentivos políticos e financeiros efetivos para alavancar ações agressivas de eficiência energéticas nas construções e assim estabelecer uma demanda de mercado; viabilizar programas educativos, reforçar as capacidades existentes e melhorar a resolução dos dados energéticos das edificações para ajudar a informar e melhorar a concepção, adoção e aplicação da política e finalmente promover as edificações energia-zero ou muito próximo disto.

Outras recomendações ligadas aos sistemas energéticos que afetam as cidades e edificações estão ligadas ao uso das fontes renováveis, destacando-se evitar incertezas políticas que possam minar a competitividade das fontes renováveis; dos carros elétricos, que serão conectados às construções; dos envelopes das construções e seus equipamentos, destacando-se a necessidade de códigos mais rigorosos; eletrodomésticos e iluminação, que devem ser objetos de padrões de eficiência energética cada vez mais rígidos; aquecimento solar, inclusive com a introdução de obrigações mandatórias; redes inteligentes, que requerem adaptação na regulação setorial de forma a captar o valor dos investimentos nessa tecnologia; e finalmente o armazenamento de energia, para adaptar o mercado, e os arcabouços vigentes para sua integração na rede, de com governos buscando, em particular nas construções.

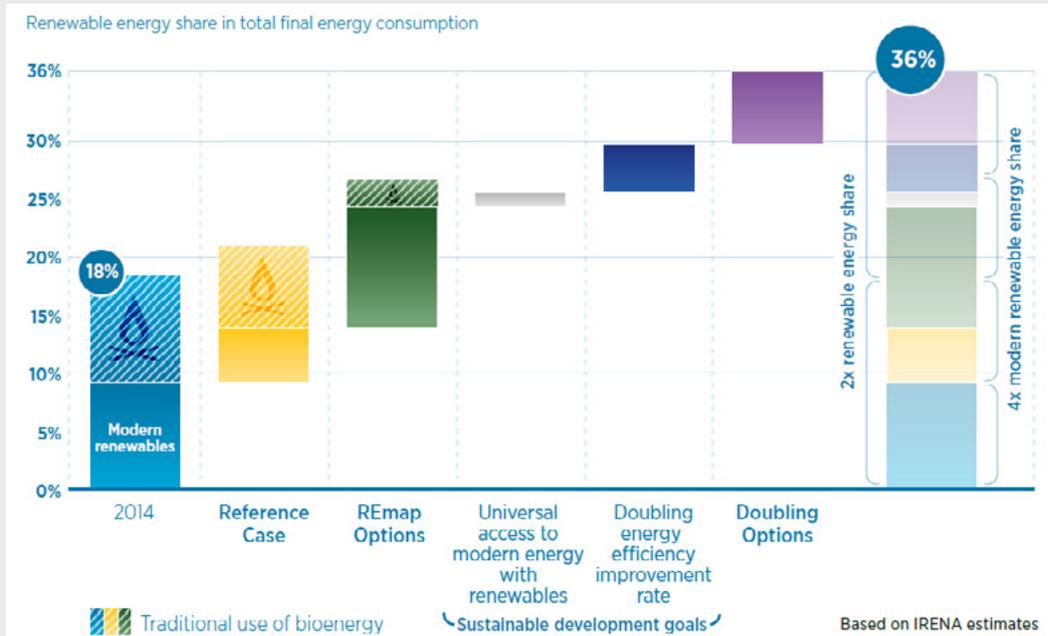
### 1.1.3. INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA)

Duas publicações relevantes da IRENA serão discutidas aqui: *Roadmap for a Renewable Energy Future* (IRENA, 2016) e *Rethinking Energy 2017* (IRENA, 2017), enfocando em ambas suas abordagens ligando o setor de construções às fontes renováveis de energia. A primeira publicação traça vários cenários, desde um referencial até um arrojado que levaria a participação das fontes renováveis na matriz energética global a ser dobrada e atingir 36% em 2030.

Segundo a IRENA (2016), as políticas vigentes atualmente aumentariam a participação das energias renováveis no mix energético global para apenas 21% até 2030. Para se dobrar a participação atual da energia renovável, seria necessário acelerar a implantação das tecnologias atuais e investir na inovação. O relatório estima que cerca de 60% do potencial de energia renovável do mundo pode ser alcançado através da implementação do cenário chamado “Opções REmap”. Os 40% restantes poderiam ser realizados através de eficiência energética acelerada, juntamente com um impulso de investimento para alcançar o acesso universal à energia com fontes renováveis, que compõem o cenário chamado de “Opções de Duplicação”, exigindo, portanto, a combinação de novas tecnologias com mudanças estruturais mais profundas. O programa REmap da IRENA abrange atualmente 40 países, representando 80% do consumo total de energia final do mundo.

A Figura 1.4 sumariza os cenários traçados pela IRENA (2016) para 2030, partindo da situação atual em que a participação das energias renováveis no Consumo de Energia Final Total (CEFT) é de apenas 18%, para o cenário referencial, com base nos planos nacionais atuais dos países, em que a parcela das fontes renováveis aumentaria apenas três pontos percentuais, até 2030, indo para 21%. Em um segundo cenário, que aliará ações de eficiência energética, que desaceleram o crescimento da demanda, universalização do acesso e da aplicação das tecnologias de energia renovável identificadas na análise “Opções REmap”, a participação global das energias renováveis pode aumentar para 30% até 2030. Já o terceiro cenário – Opções de Duplicação (*Doubling Options*) –, que implica ações adicionais mais agressivas, poderia fechar a lacuna para 36% através de taxas mais elevadas de eletrificação da indústria, edificações e transportes; do acoplamento de geração de energia com calor e transporte, sempre que possível; e com estratégias como a mudança antecipada para usinas de energia não renováveis. Este último cenário implicaria um preço mais alto para a energia, com um custo final que, todavia, seria compensado com o custo externo evitado.

**FIGURA 1.4:** PARTICIPAÇÃO DA ENERGIA RENOVÁVEL NO CONSUMO DE ENERGIA FINAL TOTAL



Fonte: IRENA, 2016.

As Figuras 1.5 e 1.6 apresentam, respectivamente, como ficaria a participação das energias renováveis modernas no consumo de energia total e na produção de energia elétrica dos 40 países tratados no REmap. Deve-se ressaltar que em ambos os casos o Brasil tem uma posição confortável em 2013, sempre na terceira posição. No caso do consumo total de energia, atrás apenas de Suécia e Uruguai; e, no caso da energia elétrica, de Etiópia e Uruguai. No cenário de referência, em que são considerados os compromissos do país com o Acordo de Paris, o Brasil mantém exatamente a mesma posição em ambos os casos. No cenário REmap, o Brasil vai para a quinta posição no caso do consumo total de energia, ultrapassado pela Etiópia e pela Dinamarca; e, no caso da energia elétrica, para a quarta posição, também ultrapassado pela Dinamarca.

Finalmente, no último cenário – Opções de Duplicação –, o país se mantém exatamente na mesma posição do cenário anterior, mas podendo chegar em 2030 com um nível de penetração das energias renováveis na faixa de pouco mais de 60%, comparado com os 45% prometidos pela NDC brasileira.

FIGURA 1.5: PARTICIPAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS MODERNAS NO CONSUMO DE ENERGIA DOS PAÍSES DO REMAP, 2013-2030

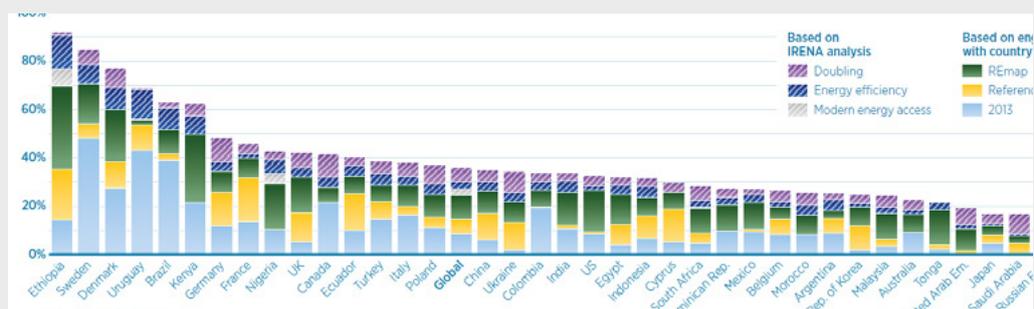
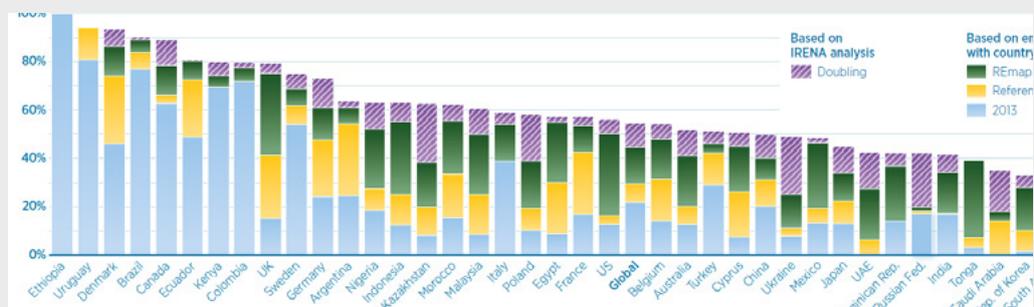


FIGURA 1.6: PARTICIPAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA GERAÇÃO DE ENERGIA PARA OS PAÍSES DO REMAP, 2013-2030



Um dos pontos-chave do supracitado relatório é a premissa de que são as edificações que apresentam o maior potencial para crescimento do uso de energia renovável, não apenas como resultado da expansão do uso de bioenergia moderna, mas também do crescimento do uso de eletricidade, que é cada vez mais produzida a partir de fontes renováveis de energia, quer no sistema elétrico centralizado, quer com a produção local.

Já o relatório *Rethinking Energy 2017* (IRENA, 2017) ressalta que, para além do setor de energia elétrica, é necessário dar mais ênfase à utilização de energias renováveis para aquecimento e resfriamento das edificações, reconhecendo que as soluções térmicas baseadas em energias renováveis desempenharão um papel crítico no futuro sistema energético.

Por outro lado, a energia elétrica oriunda de geração distribuída de pequena escala, fazendo uso de energia solar fotovoltaica, já é mais barata do que a energia da rede em vários países, inclusive na maior parte dos estados brasileiros, ao se olhar o caso dos consumidores residenciais, comerciais e industriais em baixa tensão. Inovações nas técnicas de produção e no desenvolvimento de tecnologias mais eficientes, mais adaptáveis, mais leves e mais baratas permitirão a utilização de energia solar fotovoltaica não apenas nos telhados, mas também nas fachadas, janelas, estradas e outras superfícies nas construções, possibilitando a integração em grande escala da energia solar fotovoltaica nas cidades.

Outra questão que impacta diretamente as edificações são os veículos elétricos que nelas serão carregados. O carro elétrico baseado em fontes renováveis, particularmente a solar, é uma das formas mais promissoras de reduzir a poluição das cidades e as emissões de gases de efeito estufa. Segundo IRENA (2017), em 2010 a energia elétrica alimentava apenas 1,3% das necessidades energéticas do setor de transportes, mas esse patamar deve atingir 4% em 2030.

Um ponto ressaltado neste relatório é a importância de um maior acoplamento (*coupling*) do setor energético, isto é, conectar o setor de energia elétrica com o de aquecimento/resfriamento e de transporte, como forma de acelerar a disseminação das fontes renováveis. Isso permitiria que a eletricidade renovável atendesse a necessidades energéticas mais variadas. Também contribuiria para integrar fontes de energia renováveis variáveis (e muitas vezes distribuídas), tais como energia solar fotovoltaica e energia eólica. O aumento do uso de bombas de calor, por exemplo, permitiria o uso de eletricidade renovável para aquecimento/resfriamento. O acoplamento do setor significa que o excedente de eletricidade renovável pode ser armazenado e transformado para a gestão de cargas térmicas em edificações e para o transporte.

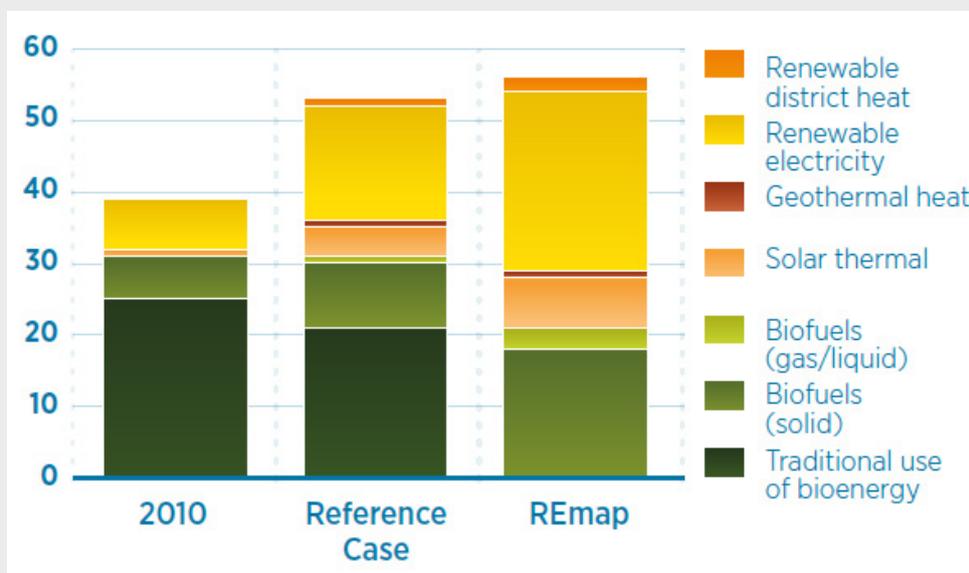
Em resumo, as edificações podem contribuir significativamente para descarbonizar as cidades através do uso de fontes renováveis de energia para aquecimento/resfriamento, cocção e nos eletrodomésticos, além do setor de transportes, fazendo uso das aplicações mais difundidas de energia renovável em edifícios urbanos, os painéis solares fotovoltaicos e aquecedores de água solares.

Como demonstra a Figura 1.7, as fontes renováveis de energia contabilizam hoje uma parte importante da demanda de energia nas edificações, cerca de 35% em 2010, mas ainda centrada no uso tradicional da biomassa. A quota de energia renovável moderna nas edificações é muito inferior, na faixa de 13%. No caso de referência, simulado pela IRENA (2016), a utilização tradicional de bioe-

nergia declina, e a proporção de fontes renováveis modernas aumenta de 13% em 2010 para 22% até 2030. A participação total de energia renovável atinge 36%, quando se incluem os volumes remanescentes de uso tradicional de bioenergia. Já sob o cenário “Opções REmap”, alcança-se o dobro de participação das fontes renováveis modernas em 2030. Todavia, como ressalta o relatório, “isto só pode ser conseguido se as políticas e os códigos de construção mudarem para permitir este nível de absorção de energia renovável” (IRENA, 2016).

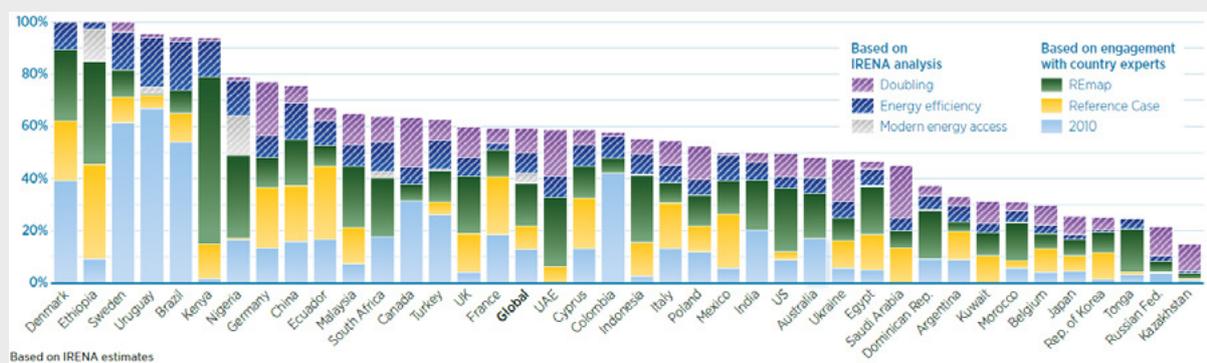
A Figura 1.7 apresenta ainda o consumo total de renováveis no setor de construção, muito próximo de 40 EJ. Em 2030 ele salta para pouco mais de 50 EJ, representando 38% do consumo total do setor, mas ainda com uma participação não desprezível da biomassa tradicional. Já no cenário REmap, a participação das energias renováveis no consumo total aumenta um pouco, desaparecendo a biomassa tradicional; e a participação da energia solar para aquecimento (7 EJ) e da eletricidade renovável supera 50% do uso das energias renováveis nas edificações globalmente. Já a Figura 1.8 apresenta a participação das fontes renováveis no setor de edificações nos 40 países que compõem o REmap. O Brasil mantém-se na 5ª posição, tanto no cenário REmap como no cenário de “Opções de Duplicação”.

**FIGURA 1.7:** CONSUMO DE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO SETOR DE EDIFICAÇÕES, EM EJ/ANO



Fonte: IRENA, 2016

**FIGURA 1.8:** PARTICIPAÇÃO DAS FONTES RENOVÁVEIS MODERNAS NO SETOR DE CONSTRUÇÃO DOS 40 PAÍSES REMAP, 2013-2030



Fonte IRENA, 2016

O Relatório IRENA conclui com uma série de recomendações para se atingir o dobro de participação das fontes renováveis no consumo de energia final global, saltando de 18% para 36%. As recomendações estão agregadas em cinco grandes grupos: i) planejando os caminhos de transição; ii) criando e habilitando o ambiente de negócios; iii) assegurando uma integração harmoniosa na infraestrutura existente; iv) criando e gerenciando conhecimento; e v) desencadeando a inovação. Serão listadas e particularizadas apenas as recomendações que afetam mais diretamente o setor das edificações:

- Planejando os caminhos de transição:
  - Veículos elétricos;
- **Aquecimento e resfriamento renováveis nas edificações**
  - Concentrar-se na eficiência como um primeiro passo para reduzir a demanda por aquecimento e resfriamento, de modo que a mesma quantidade de energia renovável atenda tanto a demanda quanto possível.
  - Utilizar aquecedores solares de água e bombas de calor.
  - Projetar novas edificações para aquecimento e resfriamento a baixa temperatura.
  - Maximizar a fotovoltaica integrada nas edificações.
  - Utilizar sinergias entre a demanda de resfriamento e a disponibilidade de energia solar.

- Criando e habilitando o ambiente de negócios:
  - *Investimento acelerado em energia renovável.*
  - *Internalização de custos externos.*
  
- Assegurar uma integração harmoniosa na infraestrutura existente:
  - *Integração da eletricidade renovável variável (ERV).*
    - Identificar os obstáculos de integração da ERV específicos de cada país em um mapa do caminho (*roadmap*) do setor de energia, já que diferentes países podem absorver diferentes níveis de ERV; e as opções de flexibilidade, incluindo o armazenamento, são também variáveis.
    - Redesenhar mercados e esquemas de remuneração de modo a otimizar a demanda e a oferta na ponta.
    - Considerar redes inteligentes para ajudar a mudar a demanda flexível.
    - Adaptar a eletrificação do aquecimento/resfriamento e dos transportes para momentos de alta geração de ERV.
    - Usar eletricidade para gerar calor e frio em épocas de alta produção de energia eólica e solar.
    - Focar o armazenamento de energia elétrica em baterias distribuídas para assegurar a estabilidade da rede. Sempre que possível, os carros elétricos devem ser carregados de forma flexível com base nas necessidades da rede, e as unidades de armazenamento residencial devem armazenar energia com base nas necessidades da rede, ao invés de apenas permitir que as famílias se desliguem da rede.
  - *Sinergias com eficiência energética:*
    - Adotar e melhorar regularmente as normas de concepção de dispositivos para aumentar a eficiência dos aparelhos.
    - Adotar exigências estritas de eficiência para edifícios novos e aumentar taxas de renovação para o estoque de edifícios existentes, de forma a promover sistemas de aquecimento e resfriamento individuais baseados em energia renovável.
    - Concentrar-se em usar a energia renovável para lidar com a demanda de energia, uma vez que as eficiências tenham sido implementadas, fazendo uso juntamente do aquecimento de origem solar térmica e de bombas de calor.
    - Promover a eletrificação dos transportes para aumentar a eficiência e gerar essa eletricidade com energias renováveis.

#### 1.1.4. GLOBAL ALLIANCE FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION (GABC)

A Aliança Global para Edificações e Construção (GABC) foi criada no Buildings Day (Dia das Edificações) da 21ª Conferência das Partes (COP21), com o objetivo de agregar a indústria da construção a países e partes interessadas para aumentar a sensibilização e facilitar a transição global para edificações energeticamente eficientes e com baixos níveis de emissão.

A premissa básica da Aliança é que as edificações e o setor da construção podem contribuir de forma significativa para se atingirem os objetivos climáticos e o objetivo comum de limitar o aquecimento global em um nível bem abaixo de 2°C, conforme estabelecido no Acordo de Paris.

Assim a GABC almeja apoiar e acelerar a implementação dos NDCs para facilitar a implementação do Acordo de Paris no setor das edificações e construção em termos de ganhos de eficiência energética, aumento da participação das fontes renováveis de energia e redução das emissões de GEE. Adicionalmente, o GABC visa a reduzir drasticamente as emissões de GEE do estoque de edificações existente globalmente, aumentando a quota de edifícios ecológicos, novos ou renovados (UNEP, 2016).

Segundo a UNEP (2016), as atividades do GABC são organizadas em torno de diferentes grupos de trabalho, que contribuem para a transição para edificações resilientes e de baixo conteúdo de GEE: Educação e Sensibilização, Políticas Públicas, Transformação do Mercado, Finanças, Medições, Indicadores e Prestação de Contas.

A GABC, em parceria com a UNEP, produziu dois relatórios que serão discutidos ao longo desta seção: *Towards zero-emission efficient and resilient buildings – Global Status Report 2016* (UNEP, 2016) e *Global Roadmap – Towards Low-GHG and Resilient Buildings* (UN Environment, 2016).

O *Global Status Report 2016* (UNEP, 2016) assume que o uso de energia nas edificações e para a construção dessas edificações representa aproximadamente um terço do consumo de energia final global (122 EJ em 2014) e contribui para aproximadamente um quarto das emissões de GEE globalmente. Quando as emissões indiretas das edificações oriundas da produção de eletricidade são incluídas, as edificações e a construção representam cerca de 40% das emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas à energia.

A área construída acumulada em 2015 era de 223,4 bilhões de m<sup>2</sup>, e o desempenho energético global das edificações (medido pela energia final por superfície) continuou a melhorar cerca de 1,5% ao ano desde 1990, o que, todavia, não foi suficiente para compensar o grande crescimento da área construída, tendo como resultado o aumento das emissões de GEE do setor. A área construída deve atingir 415,2 bilhões de m<sup>2</sup> em 2050, o que, a se manter o ritmo atual, faria

as emissões do setor crescerem 50%. Assim, para se atingirem as metas de 2°C, as intensidades energéticas das edificações devem diminuir em pelo menos 80% até 2050, e nesse sentido a melhoria do envelope das edificações para reduzir cargas de aquecimento e resfriamento será fundamental.

Visto que a demanda por energia elétrica nas edificações continuará a crescer, sobretudo em função do resfriamento dos ambientes, iluminação e uso de eletrodomésticos, a eficiência energética nas edificações é crítica para reduzir as emissões do setor, paralelamente à descarbonização do setor elétrico.

O relatório segue apresentando dados sobre os esforços de eficiência energética dos países signatários do Acordo de Paris. 88 países (incluindo a União Europeia) mencionaram especificamente as ações relacionadas às edificações e construção nos seus NDCs, sendo que nesse caso são feitas apenas referências a ações gerais sobre melhorar a eficiência energética das edificações ou reduzir as emissões de GEE ligadas à energia nas construções. Todavia, mais de 30 países comprometeram-se com metas ou ações políticas específicas, incluindo a adoção de novos códigos e políticas de energia para as edificações ou aprofundamento da promoção dos já existentes através de programas de avaliação e divulgação.

Mais de 60 países já introduziram códigos de energia para as edificações, sejam voluntários ou mandatórios. Esses códigos estabelecem requerimentos mínimos de eficiência energética ou uso de fontes renováveis de energia nas construções, observando-se uma tendência em abordagens baseadas nos resultados, o que exigiria um desempenho específico a ser alcançado e, em seguida, verificado durante a operação da edificação por determinado período. Reconhece-se que os códigos são críticos para as novas construções, dado o longo ciclo de vida das edificações, que poderia resultar em bloqueios dos volumes de emissões (*lock-in*). Um caminho alternativo é a certificação energética das edificações. Enquanto os códigos de energia para as edificações definem requisitos mínimos de desempenho energético, a certificação permite o reconhecimento do maior desempenho. Um exemplo que será discutido a seguir é do Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), desenvolvido pelo International Finance Corporation (IFC) (UNEP, 2016).

Entre as constatações do relatório estão que as tecnologias existentes podem poupar mais de dois terços do consumo de energia dos principais usos finais nas edificações; as edificações de energia-zero e exportadoras de energia (produção de energia maior que consumo) são passíveis de implantação em vários locais, zonas climáticas e tipos de edificações, muitas vezes com baixos custos adicionais e demonstração de elevados níveis de desempenho energético através de uma combinação de medidas de eficiência energética e integração de fontes renováveis de energia; e finalmente que há oportunidades para levar as edificações e construções para um caminho de baixo

carbono em todas as economias através da adoção e reforço da construção de códigos de energia para a construção de novos edifícios, particularmente para a demanda por aquecimento/resfriamento do ambiente nos países emergentes e em desenvolvimento.

Uma conclusão importante do relatório, que embute uma recomendação fundamental, é que é necessário fazer mais esforços para reforçar ainda mais a base de dados existentes, evidenciando os ganhos de desempenho energético e o consequente retorno dos investimentos. Faz-se necessário, portanto, o levantamento mais preciso e a gestão mais sistemática da qualidade dos dados para dar aos investidores a confiança necessária para duplicar os atuais níveis de investimento até 2030.

Ainda que se reconheça que no caso das edificações a maior parte da redução de emissões é oriunda da eficiência energética, discute-se a seguir as recomendações da UN Environment (2016), no relatório *Global Roadmap*, para acelerar a disseminação das fontes renováveis de energia nas edificações – foco desta publicação –, permitindo reduzir emissões diretas, mas sobretudo emissões indiretas, oriundas do uso da energia elétrica.

Na classificação das emissões, o estudo adota a metodologia ISO 14064, que estabelece três escopos de emissões: escopo 1, referindo-se às emissões diretas das edificações; escopo 2, emissões indiretas da energia consumida nas edificações; e escopo 3, referente a emissões indiretas de outras fontes. No primeiro caso estão as emissões dos sistemas de aquecimento de água e de aquecimento/resfriamento de ambientes, desde que se esteja usando localmente algum combustível; no segundo caso estão as emissões oriundas do uso de energia elétrica ou aquecimento urbano, produzidas remotamente; e, no terceiro caso, as emissões dos materiais. No escopo estão incluídos os esforços de descarbonização da oferta de energia e do planejamento urbano para minimizar as ilhas de calor e otimizar a solarização das edificações.

Os princípios norteadores do *Roadmap* são:

- Eficiência energética em primeiro lugar: reduzir a demanda de energia do setor de construção para seu nível mínimo.
- Necessidade de tomar medidas imediatas, tendo em vista os ciclos de investimento nas edificações.
- As ligações com a energia e as emissões a montante, como as da eletricidade e da produção de aquecimento urbano, têm de ser seriamente consideradas.
- A diversidade das circunstâncias nacionais tem de ser considerada na definição de políticas globais e objetivos técnicos para o ambiente construído.

- A integração efetiva de todos os níveis de governo continua a ser um componente essencial para desbloquear políticas, estratégias e planos coesos no setor da construção civil.

A partir da definição dos escopos e tendo em vista os princípios norteadores, foram adotados oito passos-chave:

1. Implementar políticas de planejamento urbano para a eficiência energética:
  - a. Todos os países estabelecerem políticas de planejamento urbano considerando o objetivo de descarbonizar o setor de construção.
  - b. Possibilidade de metas para sistemas urbanos de aquecimento e resfriamento ou inclusão de certo número de edificações conectadas para partilhar tais sistemas.
2. Acelerar a melhoria do desempenho dos edifícios existentes:
  - a. Aumento significativo das taxas de renovação com reformas para atingir altos níveis de eficiência energética.
  - b. Estabelecimento de metas de desempenho progressivas, alinhadas com normas de longo prazo.
3. Todas as edificações novas obtêm desempenhos de emissões operacionais quase-zero:
  - a. Atingir, antes de 2025, nos países de clima frio, uma grande participação das edificações com emissões operacionais quase-zero em relação ao total das novas edificações;
  - b. Atingir antes de 2030, nos países de clima quente, uma grande participação das edificações com emissões operacionais quase-zero em relação ao total das novas edificações.

Em ambos os casos, deve-se buscar:

- Demanda de energia muito baixa para aquecimento e resfriamento.
- Definição de objetivos ambiciosos de desempenho energético primário.
- Objetivos de utilização das fontes renováveis de energia para cobrir a maior parte possível da demanda da construção.
- Desenvolvimento de edificações de uso misto (habitação/escritórios) para minimizar os picos de demanda de energia e aumentar o desempenho energético global da edificação.

4. Melhorar a gestão de todos os edifícios:
  - a. Desenvolver práticas de gestão energética com metas de redução da energia de 2% para 3% ao ano.
  - b. Disseminar o uso de medidores individuais de ambientes para temperatura e uso de energia.
  
5. Energia descarbonizada:
  - a. Integrar a energia renovável localmente, desde que possível e economicamente viável (edificações energia líquida zero).
  - b. Reduzir drasticamente a instalação de caldeiras que utilizam combustíveis fósseis de elevado teor de GEE.
  - c. Aumentar o número de edifícios ligados à oferta de aquecimento e resfriamento distrital de baixo consumo de GEE.
  - d. Descarbonizar a energia elétrica.
  - e. Reduzir o teor de GEE do suprimento de gás.
  
1. Redução da energia incorporada e emissões de GEE:
  - a. Reduzir a energia e a pegada de GEE dos principais materiais de construção.
  - b. Substituir o F-gás nos sistemas de aquecimento e resfriamento.
  
2. Reduzir a demanda de energia dos aparelhos:
  - a. Lâmpadas e eletrodomésticos.
  - b. Cocção.
  
3. Redução dos riscos relacionados com as alterações climáticas nos edifícios.

### 1.1.5. PLATAFORMA EDGE

A Plataforma Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE) foi desenvolvida pelo International Finance Corporation (IFC) e consiste de um sistema de certificação de sustentabilidade na construção civil, concentrando-se na eficiência do uso dos recursos. É um software gratuito, que se propõe a demonstrar como reduzir a intensidade do uso de recursos na etapa de construção de uma edificação. A CBIC desenvolveu uma parceria com o IFC para avaliar a ferramenta por membros da Câmara, capacitar potenciais usuários, criar uma rede de auditores e assim promover o crescimento do mercado de construções sustentáveis e certificadas.

A certificação EDGE é composta de cinco passos:

1. Criação: criação de um perfil na plataforma e definição do tipo de projeto.

2. Registro: registro do projeto na plataforma e pagamento da taxa de registro.
3. Seleção: seleção e contratação de um auditor aprovado pela plataforma para auditar o projeto em relação aos requisitos do programa.
4. Pedido: envio do pedido e da taxa de certificação à entidade certificadora para avaliação do projeto.
5. Certificação: recebimento do certificado preliminar EDGE pela entidade certificadora.

Cinco tipos de construção são contemplados: residências, hotéis, escritórios, hospitais e lojas de varejo. A título de exemplo, lista-se o que é considerado na pontuação para as medidas de eficiência energética em residências:

- Relação janela/parede reduzida.
- Pintura reflexiva para telhado – refletividade solar.
- Pintura reflexiva para muros externos – refletividade solar.
- Dispositivos externos de sombreamento.
- Isolamento de telhado.
- Isolamento de paredes externas.
- Vidraças revestidas de baixa emissividade.
- Vidro de alto desempenho.
- Ventilação natural.
- Ventiladores de teto em todos os quartos habitáveis.
- Bomba de calor para geração de água quente.
- Sistema de ar-condicionado – coeficiente de desempenho maior que 3,5<sup>1</sup>.

---

1 O mercado brasileiro permite índices de eficiência abaixo do mercado da China, 2,39 W/W no Brasil, comparado com os mais eficientes da China de 3,17 W/W. Destaca-se também a grande diferença entre o nível de 3,20 W/W necessário para atingir o nível A do PBE e o selo Procel, e o nível equivalente de 7,52 W/W na União Europeia (EPE, 2016.2).

- Refrigeradores e máquinas de lavar roupas eficientes.
- Lâmpadas eficientes (FLC, LED ou T5 em 90% dos espaços) – espaços internos.
- Lâmpadas eficientes (FLC, LED ou T5) – espaços externos.
- Controles de iluminação para corredores e áreas externas.
- Coletores solares de água quente.
- Energia solar fotovoltaica.
- Medidores inteligentes.

## 1.2. SITUAÇÃO SOB A ÓTICA NACIONAL

### 1.2.1. PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC)

O PBMC produziu em 2014 o Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas e dedicou um capítulo às Edificações e seu Entorno Construído. O relatório, citando a Empresa de Pesquisa Energética, assume que em 2010 o parque edificado – soma dos segmentos residencial, comercial e público – respondeu por cerca de 15% do total de energia utilizada pelo país e 14,4% em 2015 (EPE, 2016). Entretanto, com relação à eletricidade, o parque edificado foi o maior consumidor naquele ano, responsável por 47,6% (PBMC, 2014), sendo que em 2015 esse patamar chegou a 51,8% (EPE, 2016).

Apesar de publicados em 2014, os dados na sua maior parte referem-se ao ano de 2011, em função do longo processo de revisão adotado, similar àquele do IPCC. O relatório já identificava onde estão as maiores oportunidades de redução de emissões de gases de efeito estufa nas edificações nacionais, a saber:

- Princípios de eficiência energética.
- Sistemas naturais e artificiais de iluminação.
- Desempenho energético de envoltórias e sistemas construtivos.
- Sistemas de ventilação e ar condicionado.

- Economia de energia por *retrofit* de edificações.
- Captação ativa e transformação de energia solar em eletricidade.
- Aquecimento de água doméstico.
- Uso de materiais e reciclagem de resíduos na construção civil.

O relatório identifica as principais lacunas de conhecimento em relação às edificações no Brasil:

- Metodologia única de avaliação do desempenho térmico dos sistemas construtivos.
- Definição de limites de zona de conforto térmico para diferentes regiões do país.
- Trabalhos que correlacionem tipologia, localização geográfica e outras variáveis com o consumo de energia.
- Estudos de economia de energia e envoltórias.
- Trabalhos que determinem parâmetros para a integração de iluminação natural e artificial.
- A ausência de dados climáticos digitais disponíveis para um maior número de cidades brasileiras.

### 1.2.2. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE)

Como já mencionado anteriormente, o setor das edificações (residencial, comercial e serviços públicos) no Brasil foi responsável por 14,4% do consumo total de energia e 51,8% do consumo de energia elétrica em 2015. A taxa de crescimento anual de consumo de energia elétrica no setor residencial é de 4,1%; e no setor comercial, 5,1% até 2024. A previsão é que, ao final desse horizonte, 84% da eletricidade será de fontes renováveis, sendo que 27,3% de fontes renováveis não hídricas, o que inclui solar, eólica e biomassa (EPE, 2015).

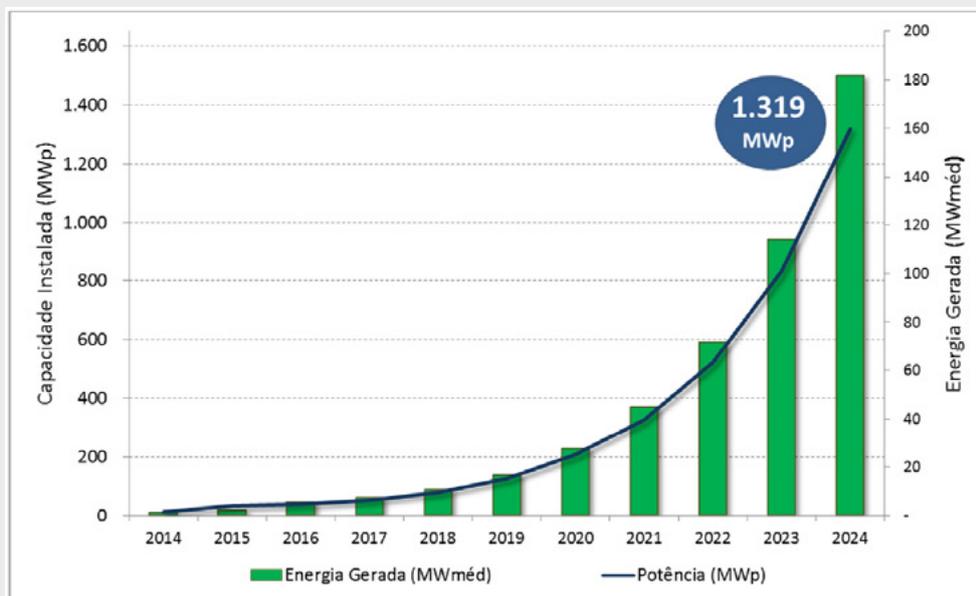
No Plano Decenal de Expansão de Energia 2024, a EPE (2015) estima que a proporção entre ganhos de eficiência obtidos no ano de 2024 e o incremento de consumo no horizonte decenal é de 19% no conjunto das fontes energéticas e de 17% para a energia elétrica, sendo que no segmento residencial esta última proporção chegaria a 29%, e 17% no setor de serviços. Ao final do horizonte, a

energia elétrica conservada no setor residencial seria de 8,8%; e no setor de serviços, 5,2%, o que certamente representa números modestos.

No segmento de aquecimento de água para banho, a EPE trabalha com um crescimento na utilização de sistemas de aquecimento solar (SAS) atingindo uma penetração de 13,6% em 2024. Para tanto, contava com instalação de SAS em mais de 3 milhões de residências, no âmbito do Programa Minha Casa Minha Vida, até 2018, o que certamente não ocorrerá. Após 2018, o incremento anual é mantido até que o país atinja 3 m<sup>2</sup> de painel solar por domicílio que usa o sistema de aquecimento solar (SAS), o que é considerado meta conservadora para a Europa em 2020 (EPE, 2015).

No que diz respeito à geração distribuída de pequeno porte, passível de ser integrada às edificações, a EPE trabalha agregando os setores comercial e residencial e estima uma geração de 148 GWh em 2019 e 1.593 GWh em 2024 (EPE, 2015), o que representa uma capacidade instalada no final do horizonte de 1.319 MWp. Um ano antes a EPE trabalhara com 877 GWh e 664 MWp para o ano de 2023 (EPE, 2014), o que representaria um crescimento em apenas um ano de 82% na energia produzida e 99% na capacidade instalada. A Figura 19 apresenta o cenário traçado pela EPE para o horizonte 2014-2024. Assim, como se pode perceber, tais taxas de crescimento em apenas um ano não são factíveis, o que demonstra uma posição muito conservadora do primeiro relatório. Acredita-se que, considerando o que se percebeu da geração solar fotovoltaica no ano de 2016 e início de 2017, o que será discutido detalhadamente no capítulo 4, a EPE ainda teve uma posição conservadora no Plano Decenal, e o mercado poderá crescer muito mais rapidamente se estímulos adicionais forem viabilizados.

**FIGURA 1.9:** EVOLUÇÃO DE CAPACIDADE INSTALADA E ENERGIA SOLAR GERADA



Fonte: EPE, 2015





**ACORDO DE PARIS  
E OS COMPROMISSOS  
BRASILEIROS**

## 2. ACORDO DE PARIS E OS COMPROMISSOS BRASILEIROS

### 2.1. O ACORDO DE PARIS

O Brasil é signatário da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) desde a sua abertura para assinatura em 1992, sendo que a Convenção entrou em vigência em 1994. O país também foi membro ativo do Protocolo de Quioto, que teve sua vigência original entre 2008 e 2012, tendo depois sido estendido até 2020. Os resultados finais do Protocolo foram modestos, e sua extensão original era prevista para acontecer a partir de 2013, que seria acordada em Copenhague, em 2009, o que findou não acontecendo. Apenas em 2015, quando da 21ª Conferência das Partes (COP21), foi adotado o Acordo de Paris, cujo principal objetivo é fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima e reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças. O Acordo entrou em vigência em 4 de novembro de 2016.

O compromisso fundamental do Acordo de Paris é manter o aumento da temperatura média global em bem menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais e envidar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais.

O ponto de partida do Acordo foram as Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas – INDC (do inglês Intended Nationally Determined Contributions), que cada país formulou e que foram submetidas por 187 países, dos 195 presentes em Paris, em dezembro de 2015, quando da adoção do documento. Quando agregadas, as emissões resultantes totalizam 55 Gt, volume muito superior ao que deveria ocorrer para assegurar o patamar desejado de 2°C mencionado.

Dentre as ações que serão necessárias para que os objetivos do Protocolo sejam alcançados estão o fim dos subsídios aos fósseis no médio prazo e do uso desses combustíveis por volta do meado do século. Será necessário o estabelecimento de um mercado de carbono e/ou imposto sobre o carbono, decisão a ser tomada por cada parte signatária do Acordo.

Outros compromissos do Acordo incluem:

- Atingir “um pico das emissões de gases estufa o mais cedo possível” e “em seguida iniciar reduções rápidas para alcançar um equilíbrio entre as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa na segunda metade deste século”.

- Criação de um mecanismo de revisão dos compromissos voluntários dos países, de cinco em cinco anos. A primeira revisão obrigatória ocorrerá em 2023, e as seguintes deverão mostrar “uma progressão”.
- Países reconhecem que a adaptação é um desafio global para todos, com dimensões locais, subnacionais, nacionais, regionais e internacionais; e que a atual necessidade de adaptação é significativa, e maiores níveis de mitigação podem reduzir a necessidade de esforços adicionais de adaptação e conseqüentemente de maiores custos de adaptação.
- Elaboração, em 2018, de um relatório especial sobre os meios para se alcançar a meta de 1,5°C e os efeitos desse aquecimento, com os 195 países fazendo uma primeira análise da ação coletiva. Em 2020 os países serão convidados a rever suas contribuições.
- Os países industrializados “devem estar na linha de frente e estabelecer objetivos de redução das emissões em valores absolutos”, enquanto os países em desenvolvimento deverão “continuar a aumentar os esforços à luz de sua situação nacional”.
- Mesmo sistema de verificação aplicado a todas as nações signatárias, com flexibilidade, devido “às diferentes capacidades” dos países.
- “Os países desenvolvidos devem avançar os recursos financeiros para ajudar os países em desenvolvimento” a financiar a transição para energias limpas, assim como sua adaptação aos efeitos do aquecimento. “Países ou grupos de países são convidados a apoiar voluntariamente”.
- Indenizações a países vulneráveis quando os mecanismos de adaptação não conseguirem deter os danos irreversíveis ligados ao degelo dos glaciares ou à subida das águas.
- Legalmente vinculante sem, todavia, prever nenhuma sanção a países que não cumpram as estipulações.
- Vigência quando for ratificado por pelo menos 55 nações, que somem no mínimo 55% de todas as emissões globais.

O Acordo entrou em vigência em 4 de novembro de 2016; e, em abril de 2017, 143 países já tinham ratificado o Acordo. Com a entrada em vigor do Acordo, as INDCs passaram a ser compromissos oficiais dos países e passaram a ser chamadas NDCs.

## 2.2. NDC BRASILEIRA: METAS E PRAZOS

O Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, e em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Para tanto o país pretende adotar medidas em diversos segmentos da economia brasileira:

- Biomassa sustentável, incluindo biocombustíveis.
- Setor florestal e de mudança do uso da terra.
- Setor agrícola.
- Setor da energia.
- Setor industrial.
- Setor de transportes.

No caso desta publicação, o foco está nas ações para o setor de energia, cujos compromissos apresentados foram os listados a seguir:

- Alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030, incluindo:
  - *Expandir o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, na matriz total de energia para uma participação de 28% a 33% até 2030.*
  - *Expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de energia eólica, biomassa e solar.*
  - *Alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030.*

Como forma de alcançar essas metas, o governo deve negociar com os diversos setores da economia emissores de gases de efeito estufa, incentivos e/ou obrigações de redução de emissões, de uso de fontes renováveis de energia e implementação de esforços de eficiência energética. Assim o setor da construção poderá ser convocado a colaborar no sentido de:

- **Expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil pelo aumento da participação de energia eólica, biomassa e solar.**

- **Alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030.**

No capítulo 5 discute-se o Plano Nacional de Implementação da NDC Brasileira, e no capítulo 7 são feitas sugestões de como a CBIC pode contribuir para ajudar o Brasil a cumprir suas metas.

## 2.3. NECESSIDADE DE APROFUNDAMENTO NOS COMPROMISSOS

Conforme mencionado, quando agregadas as emissões resultantes das INDCs de todos os países, constatou-se que elas totalizavam em torno de 55 GtCO<sub>2eq</sub> para 2030, o que estaria muito além do patamar desejável de 40 GtCO<sub>2eq</sub>. Com 55 GtCO<sub>2eq</sub>, a temperatura média do planeta poderia atingir 2,7°C acima dos níveis pré-industriais, contra uma ambição muito abaixo de 2°C, caminhando na direção de 1,5°C, já mencionada no próprio Acordo de Paris (UNFCCC, 2016).

Assim, já em 2018, os países iniciarão uma discussão sobre os meios para se alcançar a meta de 1,5°C, com as partes da Convenção fazendo uma primeira análise da ação coletiva. Em 2020 os países serão convidados a rever suas contribuições. Subsequentemente, os países precisarão rever seus compromissos voluntários, de cinco em cinco anos. A primeira revisão obrigatória ocorrerá em 2023, e as seguintes deverão mostrar “uma progressão”.

Neste sentido, o Brasil, assim como os demais países, deverá aprofundar seus compromissos, quer horizontalmente, atingindo outros segmentos, quer verticalmente, aprofundando os números já acordados, e neste sentido o setor da construção será ou deverá ser convocado a colaborar.





**CONTRIBUIÇÕES  
DO SETOR DE  
CONSTRUÇÃO  
EM ÂMBITO  
INTERNACIONAL**

## 3. CONTRIBUIÇÕES DO SETOR DE CONSTRUÇÃO EM ÂMBITO INTERNACIONAL

### 3.1. A EXPERIÊNCIA DE ALGUNS PAÍSES COM SUAS NDCS

#### 3.1.1. CHILE

O Chile tem desenvolvido importantes iniciativas em relação à construção sustentável, tanto no setor público como no privado. Em sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), o governo destaca a importância de ações de mitigação dentro do setor de construção.

Um documento intitulado **Estratégia Nacional de Construção Sustentável** foi elaborado pelo Ministério de Habitação e Urbanismo para servir de ferramenta para o estabelecimento de diretrizes, objetivando integrar o conceito de desenvolvimento sustentável ao setor da construção. Esse documento busca articular e vincular os planos energéticos e ambientais vigentes no país, estabelecendo metas e objetivos em relação à energia, água, resíduos e saúde a curto, médio e longo prazo. Além disso, o documento menciona que essas variáveis devem ser consideradas durante todo o ciclo de vida da construção, ou seja, a medição e análise do impacto ambiental que é gerado em cada uma das etapas de uma construção, compreendendo o planejamento, design, escolha dos materiais, transporte, construção, operação e uso, término da vida útil, demolição e disposição final dos resíduos. Essa análise facilitará a avaliação dos projetos e permitirá medir com precisão quais são os impactos, positivos e negativos, das construções em cada uma de suas etapas.

O país espera obter edifícios e infraestruturas mais sustentáveis, uma redução de 12% do consumo energético nos setores comerciais, públicos e residenciais, bem como uma redução de 20% de gases de efeito estufa até 2020. Ademais, espera-se que o setor de construção gere 10% de sua energia através de fontes renováveis não convencionais até 2024.

Com o objetivo de alcançar 12% de redução na demanda energética projetada para 2020, o país criou um Plano de Ação de Eficiência Energética (PAEE20), refletindo sua preocupação com as emissões geradas pelo setor de construção. Propõe-se nesse documento uma melhoria na qualidade energética do envolo-

pe das edificações construídas sem critérios de Eficiência Energética (EE), bem como a utilização de produtos e serviços de construção com critérios de eficiência e designs com maiores padrões de EE.

No documento mais geral, mostra-se que a estratégia nacional é baseada em 4 eixos principais: Hábitat e Bem-Estar; Educação; Inovação e Competitividade; e Governança. Nesse sentido alguns objetivos foram traçados para o cumprimento de cada eixo.

No que se refere a Hábitat e Bem-Estar, o documento propõe um aumento no número de edifícios e infraestruturas novas ou recondicionados com critérios de sustentabilidade (comerciais, residenciais e prédios públicos), melhora das condições de financiamentos para tais construções, criando instrumentos públicos e privados específicos para a sustentabilidade, por exemplo o Programa de Proteção do Patrimônio Familiar; integração de elementos de mobilidade universal nos novos e antigos prédios, melhorando assim a infraestrutura para pedestres e ciclistas; diminuição das emissões de contaminantes produzidos durante a construção e demolição das edificações. Para isso propõe-se elaborar de planos em conjunto com as indústrias para a redução da poluição; impulsionar a implementação de sistemas de aquecimento e refrigeração mais eficientes, diminuindo assim as emissões na etapa de operação da construção; melhorar o manejo dos resíduos durante o ciclo de vida da obra; e fomentar a utilização de materiais de construção mais sustentáveis, reduzindo a utilização de materiais que contenham chumbo, amianto e mercúrio, por exemplo.

No eixo da Educação percebe-se a preocupação do país em relação à informação da população. Acredita-se que esse eixo permitirá desenvolver e difundir códigos, guias e normas que ajudarão a população a entender as características que deve ter uma construção sustentável e os seus benefícios, além disso impulsionará a população a melhorar seus hábitos em relação ao uso das construções, tendo em vista que essa estratégia leva em consideração todas as etapas de uma construção, sendo assim sua utilização deve ser considerada. Outro fator importante em relação a esse eixo é a capacitação técnica dos profissionais da área. Seu objetivo é aumentar o número de especialistas em construções sustentáveis.

O eixo Inovação e Competitividade leva em consideração o desenvolvimento de novos designs e novas tecnologias que otimizem a qualidade das obras e como consequência melhorem sua eficiência energética. Nesse sentido propõe-se o desenvolvimento de novas soluções e iniciativas em relação à construção sustentável que responda tanto as necessidades locais quanto globais, facilitando a instalação de centros de excelência no país.

Como há um interesse crescente no país em relação a edificações mais sustentáveis e há redução em seus custos de operação, o fator sustentabilidade está sendo cada vez mais incorporado à compra de um imóvel, impulsionando um mercado que compete de maneira positiva com as edificações mais antigas e abrin-

do espaço para a adoção dessa prática. Um mercado cada vez mais informado e consciente juntamente com as diretrizes propostas pelo governo se vê forçado a melhorar seus padrões de sustentabilidade nas construções. Atualmente o Chile é líder latino-americano em edificações residenciais com certificação ambiental e pretende ganhar espaço no mercado de materiais de construção sustentáveis.

O documento destaca algumas ações que podem ser realizadas nesse sentido, tais como o desenvolvimento de centros de excelência em desenvolvimento tecnológico para construções sustentáveis e o fortalecimento das já existentes. Como ações concretas, foi criado o Programa de Inovação e Empreendedorismo em Construção Sustentável (CORFO); propõe-se o desenvolvimento de sistemas de dados que orientem os profissionais da área, possibilitando troca de informações sobre projetos sustentáveis, através da plataforma ECOBASE; e o desenvolvimento de sistemas de análises do ciclo de vida em todas as fases da construção, com foco nos materiais e programas de eficiência em energia, água e materiais, através da Rede Nacional de Monitoramento de Habitação Social.

### 3.1.2. MÉXICO

Analisando-se a NDC do México, percebe-se que o país baseou suas metas de mitigação em dois eixos. O primeiro é chamado Incondicional. Nesse eixo o país se compromete a realizar a redução das emissões com os seus próprios recursos e a reduzir 25% dos gases de efeito estufa e gases de vida curta até o ano de 2030 (qual é o ano-base?). O segundo eixo é chamado Condicional, pelo qual o país se propõe a aumentar suas ambições, reduzindo suas emissões em até 40%, o que significaria uma redução de até 36% dos GEE e de até 70% de carbono negro (*black carbon*) até o ano de 2030, se houver maior cooperação internacional, transferência de tecnologias e recursos adicionais.

O México inclui em sua NDC e em vários outros instrumentos legais e regulatórios relacionados às questões climáticas o setor de construção como um setor passível de redução de emissões, devido à possibilidade de geração de energia e do seu uso eficiente, além de incorporar o critério de adaptação para investimentos públicos que incluam construção e manutenção e aplicar normas e especificações para a adaptação aos efeitos adversos das mudanças climáticas no planejamento, design e operação das construções.

### 3.1.3. ÍNDIA

O país destaca em sua NDC o papel das construções nas emissões de GEE e tem diversos instrumentos para guiar e estabelecer metas de construções mais sustentáveis. O The Energy Conservation Building Code – ECBC (Código de Conservação de Energia nas Construções) foi desenvolvido para estabelecer normas mí-

níveis de energia para novos edifícios comerciais com uma carga conectada de 110 kW ou uma demanda contratual de 120 kVA ou mais. Os governos estaduais têm a liberdade de modificar os parâmetros do código de acordo com as necessidades locais ou regionais, porém isso deve ser notificado. Atualmente esse código está em fase de implementação voluntária, porém aproximadamente 22 estados estão em fase de implementação da obrigatoriedade do código.

Para garantir a implementação do código, algumas medidas foram elaboradas, por exemplo o desenvolvimento de material técnico de referência, tais como guias, simulações, desenvolvimento de ferramentas para que os profissionais da área avaliem a conformidade com as exigências do código, módulos de treinamento, harmonização do código com o código nacional de edificações, dentre outros. Além disso, o código foi integrado a outros sistemas importantes de classificação e conformidade do país, tais como o Indian Green Building Council (IGBC) e o Green Rating for Integrated Habitat Assessment (GRIHA).

O GRIHA foi criado para classificar energeticamente cada edifício. O sistema é fundamentado em 34 critérios, tais como o planejamento do local, a conservação e a utilização eficiente dos recursos. Um grande número de edifícios no país já está sendo avaliado de acordo com o GRIHA, sendo que alguns são de zero energia líquida (100% de geração de sua energia), sendo considerado cinco estrelas na classificação do GRIHA.

O Indo-Swiss Building Energy Efficiency Project (BEEP) é um projeto de cooperação bilateral entre o Ministério da Energia Elétrica do Governo da Índia e o Departamento Federal de Negócios Estrangeiros da Confederação Suíça (FDFA), tendo por objetivo reduzir o consumo de energia em novos edifícios comerciais e divulgar as melhores práticas para a construção de edifícios residenciais e públicos de baixa energia. O projeto teve uma duração de 5 anos (2012-2016) e contribuiu para reforçar o Bureau of Energy Efficiency (BEE), que é uma agência de eficiência energética que auxilia o desenvolvimento de políticas e estratégias com base na autorregulação e princípios de mercado para a área de conservação de energia do país.

O BEEP é apoiado em 4 eixos: design; tecnologia; política; e treinamento e informação. No eixo da política, o BEEP tem dois objetivos: construir diretrizes de design para edifícios residenciais e diretrizes de design para edifícios públicos, tendo sido criado o Design Guidelines for Energy-Efficient Multi-Storey Residential Buildings, com o intuito de fornecer informações sobre o desenvolvimento de projeto de energia eficiente e termicamente confortável em novos edifícios residenciais de vários andares.

O documento fornece 15 recomendações sobre características de eficiência energética para consideração na fase de projeto de edifícios residenciais de vários andares. Entre essas recomendações destaca-se o envelope do edifício, a refrigeração, aparelhos e integração de energias renováveis.

### 3.1.4. CHINA

A China é outro país que cita o setor de construção em suas metas para redução de emissões (NDC). O país pretende otimizar o seu sistema urbano, integrando o conceito de baixo carbono em todo o seu plano de urbanização. Para impulsionar essa meta, a China dá um enfoque na reutilização dos resíduos de construção e na recuperação do metano dos aterros. Além disso o país considera também a importância desse planejamento para as zonas rurais, implementando cada vez mais energias renováveis nas construções. Até 2020 o país pretende ter mais de 50% de seus prédios seguindo as novas normas de construção de baixo carbono.

### 3.1.5. ESTADOS UNIDOS

Em sua Lei de Independência e Segurança Energética, o país propõe diversas medidas para maior eficiência nas construções. O país desenvolveu normas de conservação de energia para 29 categorias de aparelhos e equipamentos, bem como uma determinação do código de construção para edifícios.

No setor residencial, o país promoveu medidas como o programa de assistência à climatização, programas de descontos para utilização de energias renováveis e melhorias no código energético. Em edifícios comerciais adotou a meta de edifícios mais verdes (edifícios com desempenho mais alto que os convencionais), edifícios com energia líquida zero (NZE), definindo que as novas construções tenham NZE até 2030, 50% de todas as construções com NZE até 2040 e todos os edifícios com NZE até 2050, além de fortalecer a divulgação dessas ações. Um ponto que deve ser destacado é o estabelecimento da análise do ciclo de vida dos edifícios públicos. A lei também cita maiores subsídios para prédios mais eficientes e mais sustentáveis, bem como a criação de comitês consultivos dentro do governo que analisarão os financiamentos e consórcios entre as esferas públicas e privadas para alcançar NZE. Escolas, universidades, hospitais e indústrias também estão incluídos em tais normas. Além da preocupação com os moldes das construções, os Estados Unidos também fazem referência à utilização de aparelhos mais eficientes dentro do edifício, destacando a necessidade de análise do pré e pós-construção. Para a construção, alteração ou aquisição de edifícios públicos, o governo impôs medidas de utilização de luminárias e lâmpadas eficientes.

### 3.1.6. ALEMANHA

O país, que é um dos líderes em questões de opções energéticas renováveis, vai desativar todas as suas usinas nucleares até 2022, reduzir a emissão de gases de efeito estufa em 95% e aumentar radicalmente a proporção de energias renováveis em sua matriz energética para 80%, até 2050.

O German Energiewende Book, que se constitui em um conjunto de instrumentos adotados no setor energético, o país destaca as mudanças necessárias no setor da construção para alcançar as metas propostas em relação a redução de emissões. Os edifícios precisam oferecer um clima interior confortável, não só com sistemas de ar-condicionado e aquecimento baseados em fontes de energia não emissoras de gases de efeito estufa, mas também com ar filtrado corretamente e com baixas concentrações de dióxido de carbono.

Algumas casas construídas nos anos 1990, que já eram ditas casas passivas (Passivhaus, em alemão), transformam-se em casas de energia solar apenas adicionando telhados solares, podendo ter excedentes de energia. A UE está trabalhando para a redução de consumo de energia nas construções e exigirá que todas as casas construídas a partir de 2020 sejam “casas quase-zero energia”, tornando assim as casas passivas alemãs o padrão na Europa.

O país possui um decreto de economia de energia para edifícios residenciais que serve como instrumento regulatório para a construção de tais edifícios. O decreto entrou em vigor em 2002, substituindo duas portarias que se referiam a isolamento térmico e aquecimento residenciais. Ele define que os edifícios novos não devem exceder a necessidade anual de energia primária de um edifício de referência correspondente e devem ser realizados de modo a que o revestimento e a engenharia de sistemas cumpram as normas mínimas prescritas. Em casos excepcionais, existem requisitos para a adaptação. Sempre que forem efetuadas alterações aos edifícios existentes, o componente afetado deve satisfazer requisitos mínimos de energia.

Também é regulada a emissão e apresentação de certificados de desempenho energético, bem como o seu conteúdo. Os certificados servem como informação sobre o desempenho energético de um edifício e possibilitam a compra de edifícios em termos de desempenho energético.

Outras regulamentações para o setor de construções afeitas às mudanças climáticas incluem:

- Energy Checks for Private Households (início: 2012)
- Esse programa é financiado pelo Ministério Federal da Economia e Tecnologia e implementado por uma associação de consumidores. Oferece aconselhamento às famílias sobre as formas potenciais de economia de energia, baseando-se em três tipos de controle de energia: controle básico, controle de construção e um controle de aquecimento.
- National Action Plan on Energy Efficiency – NAPE (Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética) (início: 2014)
- O NAPE tem como um dos seus pilares principais o reforço da eficiência energética nos edifícios, uma vez que quase 40% da energia final total na

Alemanha é consumida em edificações. Entre um conjunto de medidas imediatas, o NAPE dá continuidade e atualiza os programas CO<sub>2</sub> Building Renovation Programme) e o KfW-Programme Energy-Efficient Rehabilitation até 2018. Com o NAPE o governo pretende alcançar uma redução de 80% na demanda de energia primária em edifícios em relação a 2008.

- KfW – Programme Energy-Efficient Rehabilitation (Programa KfW de Reabilitação de Eficiência Energética) (início: 2009)

O programa oferece empréstimos de longo prazo e juros baixos para medidas de reabilitação ou renovação destinadas a reduzir o consumo de energia ou a aquisição de um edifício recentemente reabilitado ou remodelado. O programa também oferece subsídios para cobrir os custos de investimento. Medidas de renovação individual ou uma combinação de medidas também são apoiadas pelo empréstimo, desde que satisfaçam requisitos técnicos mínimos. O empréstimo é oferecido com um prazo de até 30 anos, incluindo até 5 anos de carência e um período de juros fixos de até 10 anos. O empréstimo pode cobrir até 100% dos custos financiáveis.

- Climate Legislation Package Enacted under the Integrated Climate Change and Energy Programme (Pacote de Legislação Climática promulgado no âmbito do Programa Integrado de Mudança Climática e Energia) (início: 2008)

É um pacote de medidas climáticas centrado nos setores dos transportes e da construção. Esse pacote prevê que a energia utilizada para construção de novas casas e remodelamento das antigas deve utilizar 30% menos energia a partir de 2009. Além disso estabelece regras sobre a substituição de caldeiras de aquecimento central, novas normas para janelas e o isolamento de fachadas de edifícios.

### 3.1.7. AUSTRÁLIA

Na Austrália as principais ações vinculando a questão energética nas construções à questão da mudança climática são:

- The Building Code Australia (BCA)

O Código de Construção da Austrália tem provisões de eficiência energética para todas as classificações de edifícios. A Austrália revisou o BCA para considerar a eficiência energética como parte de sua estratégia de redução de emissões de gases de efeito estufa.

- Community Energy Efficiency Program (início: 2011)

O programa proporciona financiamento aos órgãos governamentais locais e organizações comunitárias sem fins lucrativos para melhorias na eficiência

energética de suas instalações. Os objetivos do programa são: i) apoiar conselhos locais e organizações comunitárias a melhorar a eficiência energética de diferentes tipos de edificações não residenciais e de uso comunitário, instalações de iluminação; ii) demonstrar e encorajar a adoção de melhores práticas de gestão energética nos conselhos, organizações e na comunidade em geral.

- 6 Star NatHERS Rating for Buildings (início: 2010)

Sistema nacional que permite que os proprietários avaliem a eficiência energética das casas e façam melhores escolhas no momento da compra ou no processo de reforma.

### **3.1.8. PORTUGAL**

Em Portugal, a Agência para a Energia (ADENE) é responsável pela implementação e operação do Sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE) e do Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), tendo em seus 10 anos de existência emitido mais de 1.250.000 Certificados Energéticos. O SCE estabeleceu o Regulamento sobre o Desempenho Energético dos Edifícios Residenciais (REH) e o Regulamento sobre o Desempenho Energético dos Edifícios de Serviços (RECS).

A ADENE também presta apoio na identificação e viabilização de medidas e projetos com fins de eficiência energética no âmbito do Programa Eco.AP (Programa de Promoção de Eficiência Energética na Administração Pública). O programa tem por objetivo alcançar um nível de eficiência energética de 30% nos organismos e serviços da Administração Pública até 2020, sendo essa eficiência atingida sem aumento da despesa pública, permitindo ao mesmo tempo o estímulo da economia no setor das empresas de serviços energéticos.

Para atingir essa meta foram criados critérios de elegibilidade para as empresas, com o objetivo de balizar aquelas já registradas como Empresas de Serviços Energéticos (ESE), definindo dois níveis de qualificação com requisitos diferenciados de natureza técnica e financeira. Adicionalmente, foi também desenvolvido um caderno de encargos, que é o referencial para o lançamento de procedimentos para a celebração de contratos de gestão de eficiência energética.

Além disso, está também prevista a existência de um Barômetro de Eficiência Energética, com o objetivo de caracterizar, comparar e divulgar o desempenho energético das diferentes entidades da Administração Pública. O Barômetro de Eficiência Energética tem papel central na estratégia de promoção da eficiência energética no setor público, possibilitando conhecer em detalhe a estrutura de consumos de energia do setor público e assim apoiar a definição de políticas

e medidas destinadas a promover o uso eficiente dos recursos energéticos no setor público.

O Fundo de Eficiência Energética Energy iniciou em 2010 e destina-se a financiar programas voltados para a eficiência energética nos setores dos transportes, habitação e serviços, indústria e setor público.

### **3.1.9. ESPANHA**

O modelo espanhol de eficiência energética para as construções é composto de três elementos básicos: o Código Técnico de Construções, a Regulamentação dos Sistemas de Aquecimento e Ar-Condicionado e o Fundo de Eficiência Energética para as Edificações.

O código é constituído por um conjunto de documentos básicos (DB) que regulam a construção de edifícios. Dentre esses documentos encontra-se o Documento Básico de Economia de Energia, que visa a obter um uso racional da energia nos edifícios, reduzindo o seu consumo a limites sustentáveis e assegurando que parte desse consumo provenha de fontes renováveis de energia, levando em consideração as etapas de construção, utilização e manutenção. No que se refere à eficiência energética, o DB de economia de energia destaca a necessidade da eficiência dos sistemas de aquecimento/ar-condicionado, dos sistemas de iluminação, uma contribuição solar mínima para o abastecimento de água quente e contribuição mínima fotovoltaica para a alimentação elétrica.

## **3.2. CÓDIGOS INTERNACIONAIS DE ENERGIA PARA CONSTRUÇÕES**

### **3.2.1. ÍNDIA**

A Índia destaca-se como um dos países mais promissores no que se refere à instalação de medidas que regulam o setor de energia nas construções. Para aumentar a eficiência energética, o país criou uma série de iniciativas através do Escritório de Eficiência Energética (BEE).

Em sua NDC, o país ressalta a necessidade da criação de um regime regulamentar e político que aumente os esforços para desbloquear o mercado de eficiência energética e ajudar a atingir a capacidade total evitada de 19.598 MW e uma economia de combustível de cerca de 23 milhões de toneladas por ano na fase de implementação dessas medidas. Com a adoção desses programas o governo pretende economizar 10% do consumo energético atual até 2018-2019 O BEE em

2007 lançou um código de eficiência energética de edifícios comerciais em todo o país, conhecido como Código de Construção de Conservação de Energia (ECBC).

O ECBC estabelece padrões mínimos de energia para edifícios ou complexos de edifícios com cargas conectadas maiores que 100 kW ou 120 kVA. O código incide principalmente sobre edifícios comerciais, mas pode ser aplicável em complexos residenciais com a mesma carga conectada.

O código tem caráter voluntário até que seja adotado nos estatutos dos estados. No entanto, o BEE definiu algumas áreas onde o código poderia se tornar obrigatório, e até o momento dois estados (Rajasthan e Odhisha) já mandataram o ECBC e aproximadamente 22 outros estados iniciaram o processo.

O ECBC, no seu Guia do Usuário, aponta alguns requisitos obrigatórios em uma construção para que a eficiência energética seja alcançada. No que se refere à fenestração, ou seja, ao conjunto de janelas de um edifício, o ECBC classifica portas e janelas de modo que utilizem a radiação solar direta como uma contribuição para o ganho de calor. Há grande variedade de materiais, sistemas e técnicas usados para fabricar produtos de fenestração com esse objetivo. O código considera esse fator como de grande importância para a eficiência energética dos edifícios, especialmente em climas frios. As fugas/vazamentos de ar também são mencionadas.

O código divide o país em cinco zonas climáticas (quente-seco, quente-úmido, composto, temperado/moderado e frio) e aponta que as variações de temperatura e umidade do ar existentes devem ser consideradas ao se projetar o edifício.

Alguns tipos de edifícios, tais como grandes hotéis e hospitais, têm grandes gastos com o serviço de aquecimento de água. Para edificações com tais necessidades, o ECBC impõe requisitos obrigatórios para a utilização de sistema de aquecimento solar da água.

Residenciais, hotéis e hospitais que contenham um sistema centralizado devem ter aquecimento solar de água para pelo menos 1/5 da capacidade do projeto, de acordo com o código. A construção pode fazer uso de dois tipos de aquecedores solares de água, passivos ou ativos.

Os aquecedores passivos coletam e armazenam energia térmica sem ser necessária a entrada de energia elétrica para recirculação de água através de coletor solar. Já os aquecedores ativos coletam e armazenam energia solar térmica utilizando a entrada de energia elétrica para operação de bombas de recirculação ou outros componentes.

### **3.2.2. CHINA**

Em sua NDC, o país explicita seus objetivos de promoção de medidas eficazes na eficiência energética nas edificações. A proposta incentiva as instituições públicas a assumirem a liderança no que se refere a uma construção de consumo moderado e o uso de produtos de baixo carbono, aplicação de energia renová-

veis nos edifícios e áreas rurais, aumento da vida útil dos edifícios, intensificação da transformação da conservação de energia dos edifícios existentes, construção de infraestruturas de poupança de energia e de baixo carbono e promoção da reutilização de resíduos de edifícios.

Além disso destaca a adoção de um novo padrão de urbanização, que integra o conceito de desenvolvimento com baixo teor de carbono nos processos de planejamento, construção e gestão, almejando com isso obter até 2020 um total de 50% de edifícios verdes nas cidades.

Os governos central e local da China reconheceram a necessidade de melhoria na eficiência energética dos edifícios, através da adoção de políticas regulatórias (códigos de construção) e de políticas financeiras baseadas no mercado (rótulos e incentivos energéticos). Os códigos de construção da China evoluíram significativamente durante a última década e estabeleceram medidas obrigatórias e voluntárias de eficiência energética para edifícios comerciais e residenciais. Alguns desses códigos são adaptados à realidade climática de onde estão sendo inseridos e estão sendo revisados atualmente. A rotulagem energética das edificações passou a ser voluntária. Existem atualmente dois programas nacionais de rotulagem energética de edifícios: o Programa de Avaliação e Rotulagem de Edifícios Verdes (GBEL) e o Programa de Avaliação e Rotulagem de Eficiência Energética de Edifícios (BEEL).

### 3.2.3. ESTADOS UNIDOS

A Lei de Independência e Segurança Energética dos Estados Unidos foi outorgada em 2007. (US, 2007). Ela estabeleceu que o país deve alcançar a meta de edifícios comerciais com energia líquida zero (NZE) até 2050. O objetivo deve ser alcançado através do desenvolvimento de pesquisas em ciência da construção, design, materiais e equipamentos; da criação de programas-piloto que auxiliem a construção de uma grande variedade de edifícios comerciais nas diferentes zonas climáticas existentes no país; acompanhamento da implantação e assistência técnica; desenvolvimento de materiais de capacitação e cursos profissionalizantes; bem como a produção de material para educação pública que evidencie os benefícios desse tipo de construção, inclusive na economia do país; e o desenvolvimento de códigos de padrões mínimos em âmbito estadual e local.

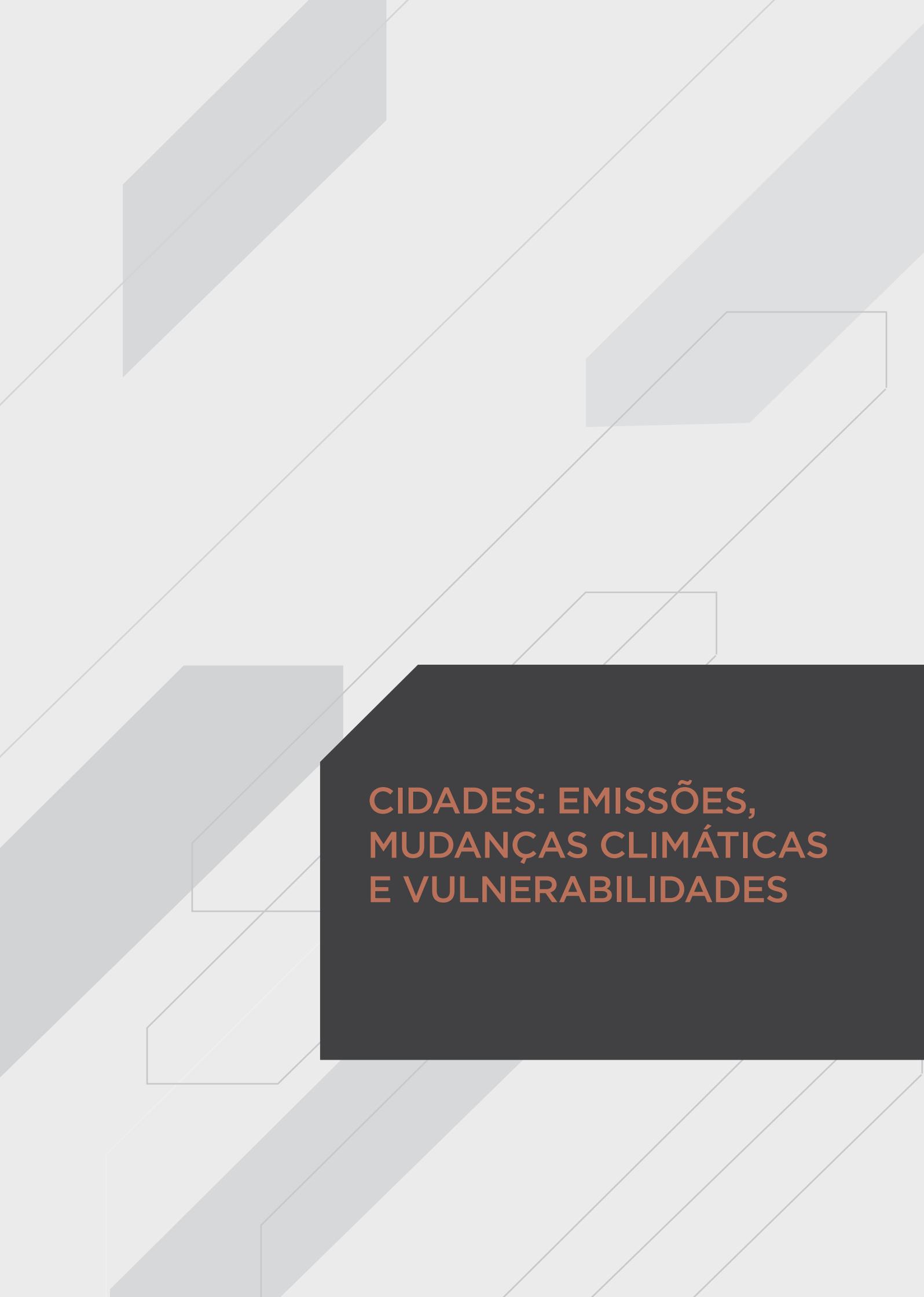
Seguindo algumas recomendações da Lei de Conservação e Produção de Energia do país, a Lei da Independência ainda estabelece um padrão relativo a aquecedores solares para aquecimento de água. Ela prescreve que os edifícios federais devem fazer uma análise custo-benefício em relação ao aquecimento de água e, no caso de haver tecnologia que proporcione uma relação custo-benefício de até 30% na sua utilização, ela deve ser utilizada. No caso contrário, tanto os

novos quanto os mais antigos edifícios em fase de reforma devem atender essa demanda através da instalação de aquecedores solares. Essa recomendação evidencia a produção eficiente de energia através de tecnologias solares e incentiva a adoção dessa prática.

Além disso, o governo garante subsídios para programas de pesquisas e implementação de tecnologias que armazenem energia térmica de forma mais barata e acessível, garantindo assim maior instalação de painéis e geradores solares.

Em paralelo a essa lei geral, alguns estados estabeleceram suas normas e padrões para maior eficiência energética nas edificações. O estado da Califórnia, por exemplo, criou uma norma de eficiência energética para edifícios residenciais e não residenciais. Essa norma estabelece obrigações quando da construção desses edifícios, tais como a utilização de sistema de energia solar que forneça pelo menos 60% da energia necessária para o aquecimento de água em edifícios estaduais; a possibilidade de futura adição de equipamentos de aquecimento solar quando da construção de piscinas ou *spas*; a definição de uma área, chamada zona solar, nos edifícios com o objetivo de futuras instalações e tecnologias usuárias de energia solar. As dimensões e parâmetros da zona solar são prescritos no código, que abrange residências com famílias de pequeno e grande porte, hotéis, hospitais, escolas, dentre outras instalações, sendo essas zonas geralmente localizadas nos telhados dos edifícios. Adicionalmente é imposto que casas de baixa e média altura devam ter energia líquida zero até 2020 (CA Energy Commission, 2016).





**CIDADES: EMISSÕES,  
MUDANÇAS CLIMÁTICAS  
E VULNERABILIDADES**

## 4. CIDADES: EMISSÕES, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E VULNERABILIDADES

As cidades podem ser consideradas o caso mais concreto de onde causa e efeito de determinado problema – a mudança do clima – convergem para o mesmo ponto, na medida em que as cidades contribuem com 40% das emissões antropogênicas de GEE, resultantes da energia que consomem – 70% da energia primária mundial, que, conforme já demonstrado anteriormente, é o principal responsável dos GEEs; das emissões do setor de transportes; e finalmente dos resíduos que produzem, outro elemento responsável pelas emissões de GEE. Por outro lado, a infraestrutura urbana de energia, de transportes, de recursos hídricos, de drenagem urbana, de efluentes, além das próprias edificações, são muito vulneráveis às mudanças climáticas (PBMC, 2016).

### 4.1. ENERGIA, TRANSPORTES E RESÍDUOS: EMISSÕES DAS CIDADES E SUAS VULNERABILIDADES

As cidades atualmente consomem 70% da energia primária mundial, que por sua vez é a principal fonte de emissão de gases do efeito estufa, o que contribui para o agravamento do aquecimento global. O setor de transporte também contribui significativamente para as emissões urbanas devido ao uso excessivo de veículos particulares na mobilidade (PBMC, 2016). Já a disposição dos resíduos sólidos, o tratamento de efluentes domésticos e o tratamento de efluentes líquidos industriais respondem por mais de 99,5% das emissões dos resíduos no Brasil, segundo o Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG). Suas participações são 53,3%, 22,5% e 23,8%, respectivamente.

Agregando de maneira diferente, o PBMC (2016) desagrega as emissões das duas maiores cidades do país, São Paulo e Rio de Janeiro, entre oriundas de uso da energia e resíduos gerados. Em São Paulo os percentuais são de 82% e 15,6%, respectivamente, enquanto no Rio esses números seriam 79% e 10%. As parcelas restantes são atribuídas a processos industriais.

O IPCC (2014) prevê que as alterações climáticas terão impactos profundos sobre as cidades, em suas infraestruturas, serviços e edificações. Por outro lado, o PBMC (2016) antevê que algumas regiões do Brasil poderão sofrer alterações na temperatura e precipitação com o aquecimento global, devendo-se observar

que os eventos severos mais intensos ocasionarão impactos nas áreas mais vulneráveis, com a possibilidade de deslizamentos e inundações.

Todavia, alinhado com o escopo desta publicação, prevê-se “que uma das preocupações mais tangíveis envolvendo o clima e a infraestrutura das cidades está relacionada às edificações” (PBMC, 2016). Além dos riscos inerentes aos deslizamentos e desabamentos, sobretudo nas áreas de moradias mais precárias, a própria resistência das infraestruturas ao aquecimento global e o consequente impacto do aquecimento no conforto térmico devem ser uma grande preocupação do setor de construção.

Isso resulta em que os esforços de mitigação das emissões de gases do efeito estufa nas cidades precisam contemplar no seu potencial o uso mais eficiente da energia e a geração de forma distribuída, usando principalmente as fontes renováveis disponíveis, além dos esforços de redução de resíduos e sua reciclagem. O uso eficiente da água impacta diretamente nas necessidades energéticas. Assim se fecha o ciclo das principais ações da Comissão de Meio Ambiente (CMA) da CBIC.

## **4.2. SETOR DE EDIFICAÇÕES: GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD) E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (EE)**

No que diz respeito ao setor de energia, além do crescimento populacional, o aquecimento global deverá ser o principal responsável pelo crescimento da demanda de energia, sobretudo em consequência da elevação da necessidade de condicionamento do ar. No entanto, o setor energético pode ser afetado pelas mudanças climáticas, tanto em termos de oferta de energia, na medida em que quase todas as fontes sofrem algum tipo de vulnerabilidade ao clima, quanto pelos aspectos de transporte e consumo de energia.

No Brasil a relação entre mudanças climáticas e oferta de eletricidade é particularmente delicada, considerando-se que 75,5% da oferta são de fonte renovável, extremamente sensível às alterações do clima. Desse total, 64% provêm de geração hidrelétrica, cujos ciclos hidrológicos, que variam naturalmente durante os anos e impactam diretamente a geração de energia, estão cada vez mais vulneráveis à mudança do clima, com secas frequentes e severas. De acordo com o PBMC (2014), esse novo perfil dos ciclos pode afetar de forma permanente a produção de energia elétrica no país.

Além disso, as características do sistema de transmissão e distribuição do sistema elétrico nacional, caracterizado por grandes extensões de redes de transmissão e distribuição, tornam ainda mais vulnerável o fornecimento de

energia elétrica para um considerável número de consumidores, em face da ocorrência de eventos climáticos, a exemplo de tempestades seguidas de quedas no fornecimento.

É nesse contexto de incertezas e reconhecimento de que a matriz elétrica nacional precisa se diversificar, sobretudo com a intensificação da geração de eletricidade a partir de outras fontes renováveis de energia, a exemplo da geração solar, eólica e biomassa, que a geração distribuída (GD) se insere e deve se expandir ao longo das próximas décadas. O primeiro passo nessa direção já foi dado, com a Resolução Normativa (RN) nº 482/2012 (ANEEL, 2012), alterada pela RN nº 687/2015, da ANEEL (2015).

#### **4.2.1. RESOLUÇÃO NORMATIVA (RN) Nº 482 DA ANEEL, ATUALIZADA PELA RN Nº 687, DE 2015**

Em escala mundial, foi a partir de meados da década de 1990 que os sistemas fotovoltaicos passaram a ser conectados às redes de distribuição (*on grid*), integrados em telhados e fachadas de edificações urbanas, através de programas de incentivo ao seu uso em residências e prédios públicos. Esses sistemas tanto podem produzir/consumir energia para uso próprio quanto vender o excedente à rede de distribuição local.

A geração distribuída é caracterizada pela instalação de geradores de pequeno porte, normalmente a partir de fontes renováveis ou mesmo utilizando combustíveis fósseis, localizados próximos aos centros de consumo de energia elétrica. De forma geral, a presença de pequenos geradores próximos às cargas pode proporcionar diversos benefícios para o sistema elétrico, dentre os quais se destacam a postergação de investimentos em expansão nos sistemas de distribuição e transmissão, o baixo impacto ambiental, a melhoria do nível de tensão da rede no período de carga pesada e a diversificação da matriz energética (ANEEL, 2016).

##### **4.2.1.1. REGULAMENTO: MICRO E MINIGERADORES, SISTEMA DE COMPENSAÇÃO, INCENTIVOS FISCAIS**

A Resolução Normativa (RN) nº 482/2012 da ANEEL tem “o objetivo de estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica” (ANEEL, 2012).

Quase três anos após entrar em vigor, os resultados mostraram que a RN nº 482/2012 não conseguiu na sua forma original promover a geração distribuída (GD) na escala mínima esperada. Os resultados indicaram claramente uma pequena adesão de consumidores ao sistema de micro e minigeração distribuída,

basicamente em função do elevado custo do investimento inicial dos sistemas, da tributação sobre a energia injetada, da resistência à GD das distribuidoras locais, da falta de informações sobre as tecnologias disponíveis, da ausência de mão de obra qualificada para instalar, operar e manter os sistemas instalados, entre outras. Em função dessas constatações, e com o objetivo de aumentar o público-alvo, reduzir os custos e o tempo para a conexão e melhorar as informações da fatura, em novembro de 2015 a ANEEL publicou a RN nº 687/2015, revisando a RN nº 482/2012 e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição (PRODIST).

As principais modificações introduzidas pela RN nº 687/2015, que começaram a valer em 1º de março de 2016, ampliaram consideravelmente as possibilidades da instalação de sistemas de geração distribuída nas unidades consumidoras por meio da elevação da capacidade instalada para minigeradores, que passou de 1 MW para 5 MW para todas as fontes renováveis, exceto para fonte hídrica, limitada a 3 MW; e do prazo de validade dos créditos, que passou de 36 para 60 meses, sendo que eles podem também ser usados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular situadas em outro local, desde que na área de concessão de uma mesma distribuidora. Esse tipo de utilização dos créditos foi denominado autoconsumo remoto (ANEEL, 2016).

Outra revisão muito importante foi a eliminação da cobrança de ICMS e PIS/COFINS sobre a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída, cujo fornecimento para a rede elétrica passou a ser considerado um empréstimo gratuito, não sujeito, portanto, à cobrança de impostos. Ressalte-se também a inclusão das figuras de empreendimento com múltiplas unidades consumidoras (condomínios) e da geração compartilhada. No primeiro caso, a energia gerada pode ser repartida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores; e, no caso da geração compartilhada, ela possibilita que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem uma micro ou minigeração distribuída e utilizem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados (ANEEL, 2016).

Com relação aos procedimentos necessários para se conectar a micro ou minigeração distribuída à rede da distribuidora, a ANEEL estabeleceu regras que simplificam o processo: foram instituídos formulários-padrão para realização da solicitação de acesso pelo consumidor; e o prazo total para a distribuidora conectar usinas de até 75 kW, que era de 82 dias, foi reduzido para 34 dias. Adicionalmente, a partir de janeiro de 2017, os consumidores poderão fazer a solicitação e acompanhar o andamento de seu pedido junto à distribuidora pela internet (ANEEL, 2016).

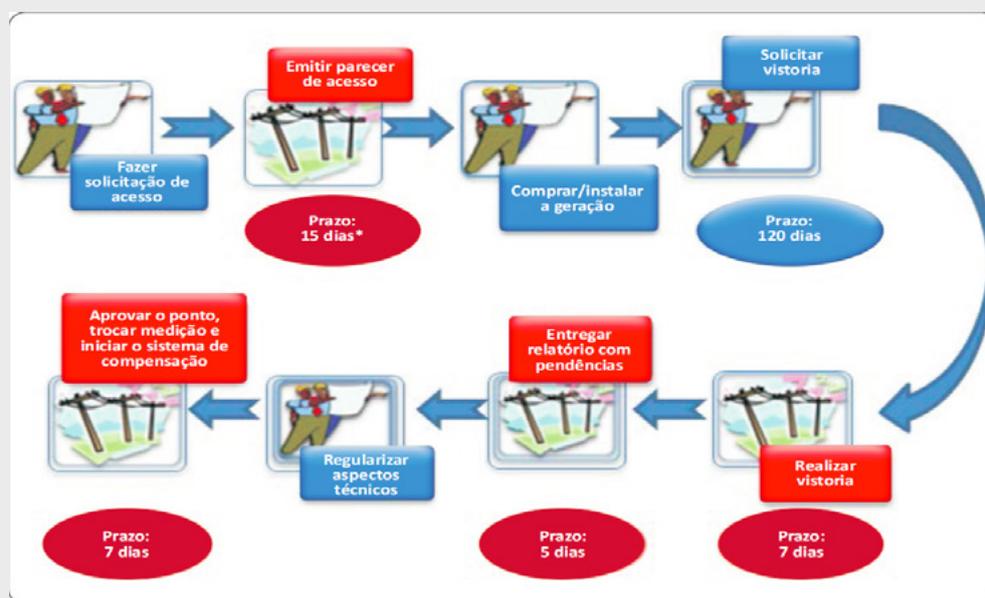
A decisão de fazer a instalação dos geradores é do consumidor, cabendo a ele verificar a relação custo-benefício para a instalação dos geradores, conside-

rando as variáveis mais importantes para a tomada de decisão, a exemplo do tipo da fonte de energia, porte da unidade consumidora, tecnologia dos equipamentos, localização (urbana ou rural), valor da tarifa e a expectativa que o consumidor tem em relação ao preço futuro da energia fornecida pela distribuidora local, acesso e condições de financiamento do projeto de instalação dos geradores e existência de outras unidades consumidoras que possam usufruir dos créditos do sistema de compensação de energia elétrica.

Para unidades consumidoras conectadas em baixa tensão (grupo B), ainda que a energia injetada na rede seja superior ao consumo, será devido o pagamento referente ao custo de disponibilidade – valor em reais equivalente a 30 kWh (monofásico), 50 kWh (bifásico) ou 100 kWh (trifásico). Já para os consumidores conectados em alta tensão (grupo A), a parcela de energia da fatura poderá ser zerada (caso a quantidade de energia injetada ao longo do mês seja maior ou igual à quantidade de energia consumida), sendo que a parcela da fatura correspondente à demanda contratada será faturada normalmente (ANEEL, 2016).

A Figura 4.1 ilustra as etapas e prazos do procedimento de acesso que devem ser seguidos pelo consumidor (destacados em azul) e pela distribuidora (destacados em vermelho)

**FIGURA 4.1:** PRAZOS PARA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA



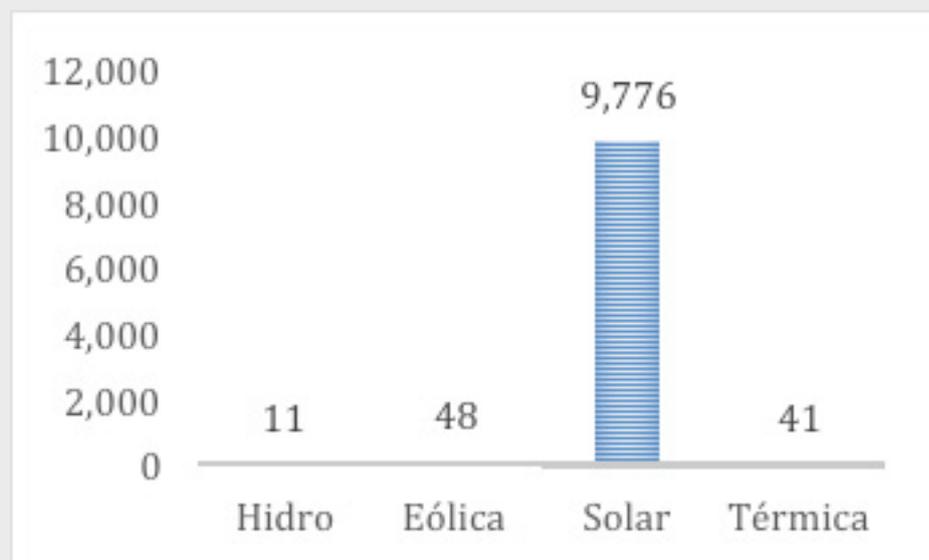
Fonte: ANEEL, 2016

#### 4.2.1.2. PANORAMA ATUAL

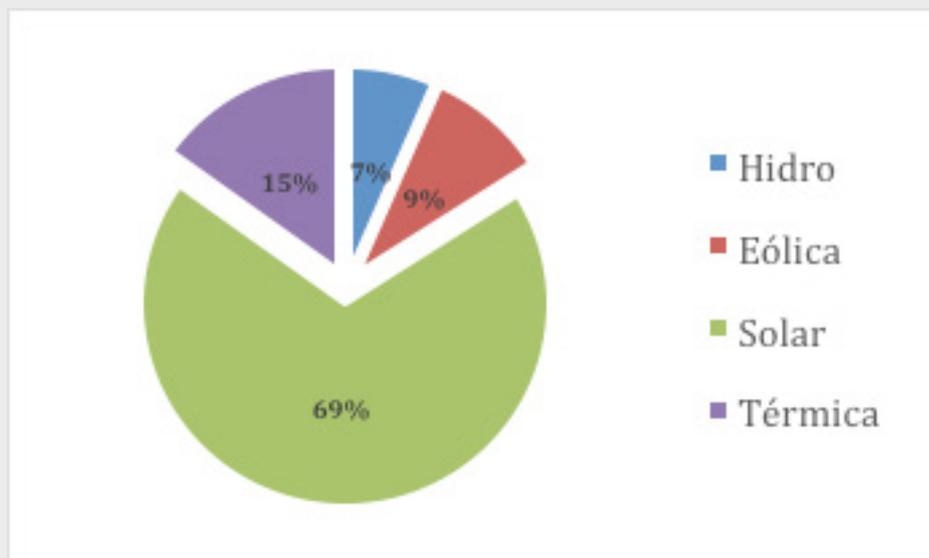
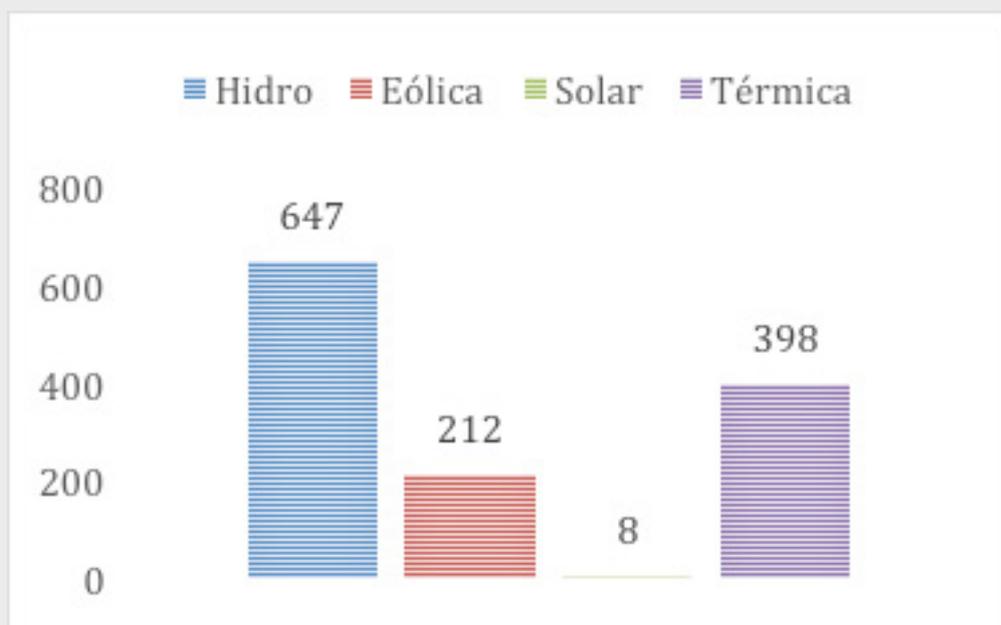
Em termos dos resultados alcançados até o presente momento, de acordo com os registros da ANEEL, 9.882 micro e minigeradores foram instalados, e 11.057 unidades consumidoras receberam créditos, somando um total de 108,1 MW de capacidade instalada<sup>2</sup>.

A fonte solar fotovoltaica, com 74,5 MW de potência instalada, representando 69% do total e 10.829 unidades consumidoras, é de longe a alternativa mais utilizada nos centros urbanos, em todas as classes de consumo (residencial, comercial, industrial e serviço público). As usinas térmicas (UTE) à biomassa, com 16,3 MW instalados e 145 unidades consumidoras, representam 15% do total da potência instalada; a fonte eólica, com 10,2 MW de capacidade instalada, 9,3% do total; e apenas 49 unidades consumidoras se colocam na terceira posição, seguidas da hídrica, com 7 MW (6,5%), com 34 unidades consumidoras. O Gráfico 4.1 apresenta o número de sistemas instalados, distribuídos por fontes, enquanto o Gráfico 4.2 apresenta a potência instalada por fonte. Consta-se, no Gráfico 4.3, que, enquanto a potência média das unidades hidroelétricas é de 649 kW, a dos sistemas solares é de apenas 7,6 kW, e a eólica atinge 212 kW.

**GRÁFICO 4.1:** NÚMERO DE SISTEMAS

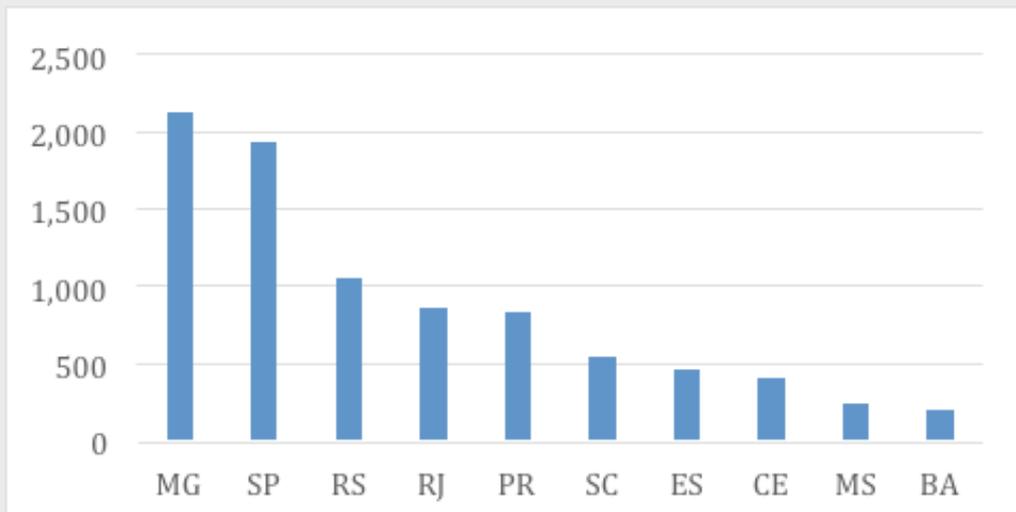


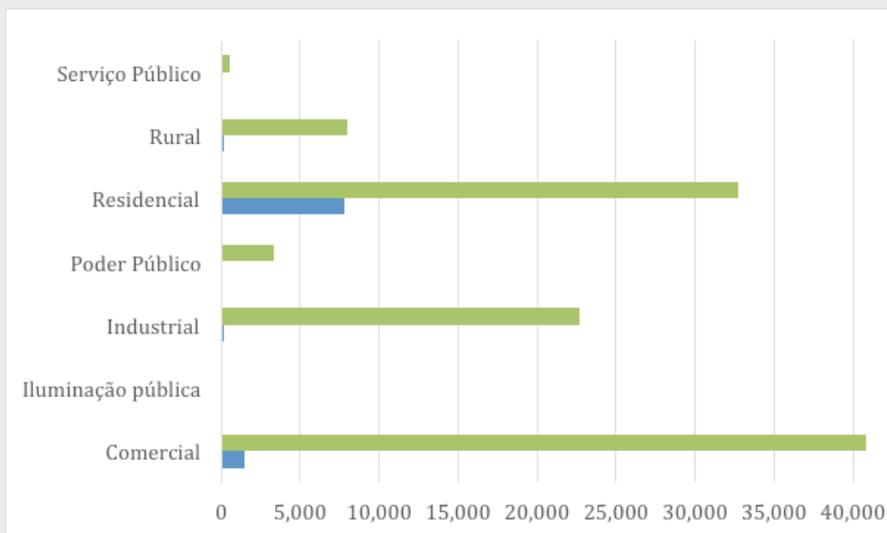
<sup>2</sup> No site da ANEEL, no banco de informações da geração (BIG), encontram-se as informações sobre distribuição da capacidade instalada, usinas geradoras e número de unidades consumidoras que recebem crédito, por tipo de fonte, por estado da federação, por distribuidora e por modalidade.

**GRÁFICO 4.2:** POTÊNCIA INSTALADA**GRÁFICO 4.3:** POTÊNCIA MÉDIA (KW)

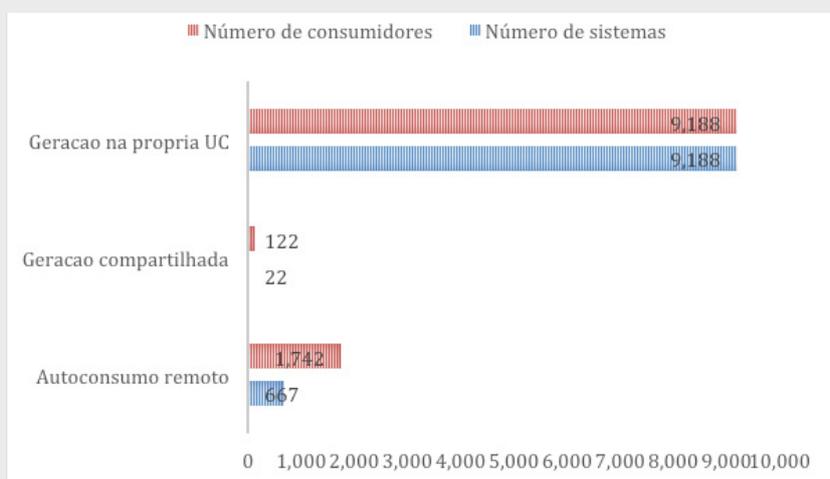
A distribuição por classe de consumo mostra que a classe residencial tem o maior número de unidades consumidoras, 7.859, e capacidade instalada de 32,7 MW, seguida da classe comercial, com 1.869 unidades consumidoras e 40,8 MW instalados. A classe industrial coloca-se em terceiro lugar, com 22,7 MW de capacidade instalada em 237 unidades consumidoras. Destaque-se que, ao contrário do que se poderia esperar, o poder público muito pouco tem contribuído para promover a geração distribuída em prédios públicos. Com efeito, apenas 157 unidades consumidoras em todas as esferas do setor público instalaram microgeradores, incluindo iluminação pública, com potência instalada de apenas 3,9 MW. O Gráfico 4.4 mostra os 10 estados com maior número de sistemas, destacando-se os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul. O Gráfico 4.5 mostra a distribuição por classe de consumo, apresentando o número de sistemas e a potência instalada. Enquanto a potência média de um sistema residencial é de 4,2 kW, a dos comerciais de 40,8 kW e a das unidades de serviço público de 527,6 kW.

**GRÁFICO 4.4:** NÚMERO DE SISTEMAS POR ESTADO - 10 MAIORES



**GRÁFICO 4.5:** DISTRIBUIÇÃO POR CLASSE DE CONSUMO

Por modalidade de tipo de sistema, a distribuição mostra, em uma primeira posição, o que é natural, os sistemas de geração que estão instalados na própria unidade consumidora, com capacidade instalada de 88 MW, 9.188 sistemas e igual número de unidades consumidoras. Em segundo aparece o autoconsumo remoto, com capacidade instalada de 13,9 MW, 667 sistemas instalados, atendendo a 1.743, o que representa uma média de 2,6 consumidores por sistema. O Gráfico 4.6 evidencia esses números. Finalmente, a geração compartilhada, com capacidade instalada de 5,7 MW, 122 unidades consumidoras, recebendo créditos a partir de 22 geradores, resultando em uma média de 5,5 consumidores por sistema.

**GRÁFICO 4.6:** DISTRIBUIÇÃO POR MODALIDADE: NÚMERO DE SISTEMAS E DE CONSUMIDORES

#### 4.2.1.3. PERSPECTIVAS DA GD NO BRASIL: PROJEÇÕES DA EPE ATÉ 2024 E 2050

Na Seção 1.2 foram apresentadas as projeções da EPE para os horizontes de dois Planos Decenais de Energia: 2023 e 2024. Ainda de acordo com as projeções da EPE, para o horizonte 2050 (EPE, 2016c), a geração distribuída deve apresentar uma contribuição cada vez mais importante como parcela de atendimento à demanda de energia<sup>3</sup>.

Ressalte-se que, apesar dessa expectativa, o efeito líquido ao longo do tempo das ações combinadas de eficiência energética e de geração distribuída, além de bastante incerto, é condicionado por aspectos técnicos, econômicos e regulatórios, sobre os quais se associam incertezas quanto à trajetória futura. Além disso, a expansão crescente da quantidade de edificações, seja devido à expansão de moradias para atender à crescente população do país, seja pela expansão da atividade do setor de comércio e serviços, deverá ter um importante papel na aceleração do uso da GD para atender total ou parcialmente a demanda de energia elétrica das novas edificações.

Atualmente, as edificações residenciais somam aproximadamente 63 milhões de domicílios, e estima-se que nos próximos 10 anos sejam construídos 13 milhões de domicílios adicionais. Diante dessa perspectiva, a EPE estima que, no horizonte de 2050, “a geração distribuída de pequeno porte (em especial oriunda de energia solar fotovoltaica) deva permitir reduzir cerca de 9% de toda a carga de demanda existente no SIN, onde grande parte dessa contribuição virá do setor residencial e comercial” (EPE, 2016c).

Ainda de acordo com os cenários construídos para 2050, a renovação e a mudança da infraestrutura urbana apontam para maior descentralização dos sistemas energéticos, sobretudo com o surgimento de edificações cada vez mais integradas, com alto padrão de eficiência energética e grande penetração de tecnologias de geração distribuída. Somam-se a esse cenário a expectativa de penetração de novas tecnologias de mobilidade, bem como os veículos elétricos, que aumentam o grau de descentralização e requerem a introdução do armazenamento também distribuído.

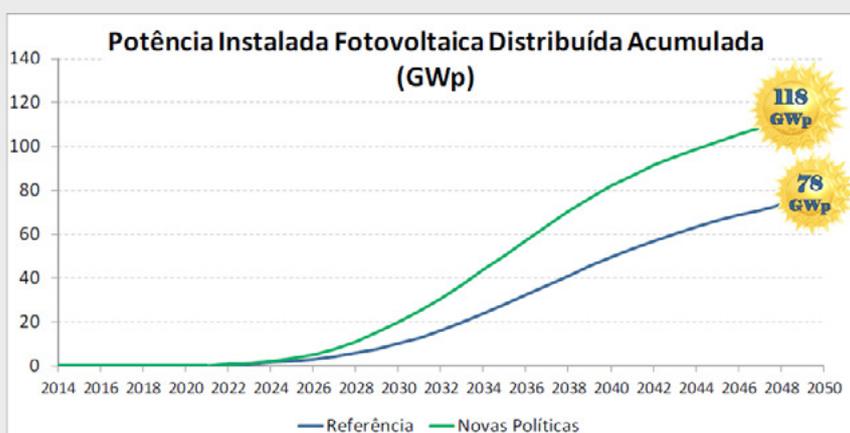
Observe-se que com essas projeções a EPE espera que, ao longo das próximas duas décadas, a tecnologia solar fotovoltaica distribuída se torne economicamente viável para um grande número de consumidores. Com efeito, estima-se que, em 2050, aproximadamente 78 GWp estejam instalados no Cenário de Re-

---

3 Para efeito do presente relatório, apenas a geração distribuída de pequeno porte vinculada à realidade dos setores residencial e comercial será considerada. A EPE considera, para efeito de projeção da demanda, o conceito de energia, a geração distribuída de grande porte, associada normalmente à lógica industrial.

ferência e que no cenário com novas políticas a capacidade instalada atinja 118 GWp. Essas projeções consideram que, sobretudo a partir de 2030, a geração distribuída fotovoltaica poderá dar um salto importante, quando ela estará mais consolidada no mercado, com baixos custos e acessível ao grande público, com o surgimento de diferentes modelos de negócios que viabilizem o financiamento para a instalação dos sistemas. A Figura 4.2 apresenta estes dois cenários de capacidade instalada.

**FIGURA 4.2:** PROJEÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA FOTOVOLTAICA DISTRIBUÍDA A LONGO PRAZO



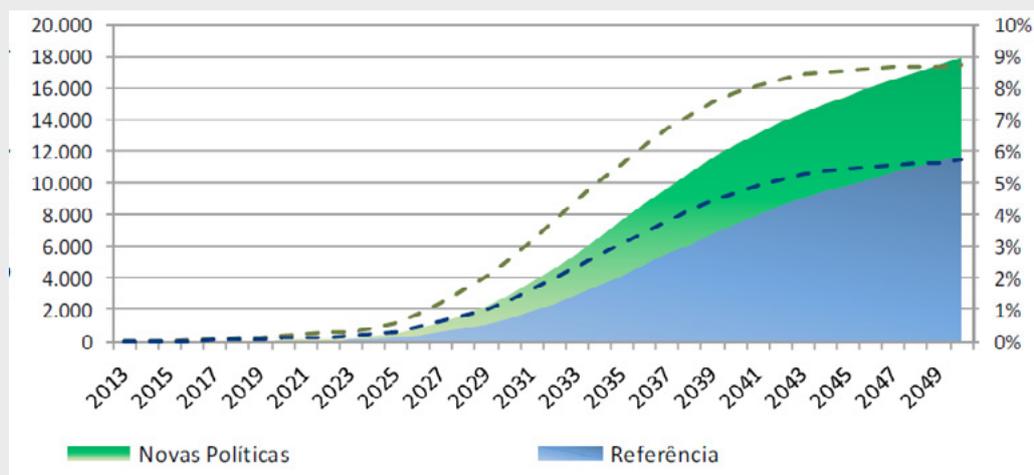
Fonte: EPE 2016c

Com a possibilidade de gerar 12 MWméd, em 2050, e considerando o Cenário de Referência, a GD fotovoltaica corresponderá a quase 6% da demanda de eletricidade do sistema interligado nacional (SIN), conforme mostra a Figura 4.3. Essa projeção é compatível com as expectativas projetadas em nível internacional que preveem que algo em torno de 6,5% da geração total de energia mundial seja via fotovoltaica distribuída em 2050.

Ainda de acordo com o estudo da EPE (2016), para que o cenário com novas políticas se concretize, ou seja, para atingir 118 GWp e 18 GWméd (Figura 4.3) de geração de eletricidade, é necessário o comprometimento dos governos, com a criação de um cardápio diversificado de mecanismos de estímulo a esse tipo de geração. Tais mecanismos, segundo Lucena, A. et al. (2016), passam pela adoção de instrumentos de políticas públicas regulatórios (auditorias, códigos e padrões), econômicos (investimento direto, esquemas especiais de financiamento, incentivos, mercado), tecnológicos (programas de pesquisa, implementação e difusão da

tecnologia, desenvolvimento tecnológico), educacionais e informativos (etiquetagem, treinamento, fornecimento de informações) e políticos e institucionais (criação de instituições, planejamento estratégico, projetos de demonstração).

**FIGURA 4.3:** PROJEÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA DISTRIBUÍDA



Fonte: EPE 2016c

#### 4.2.2. PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES NO BRASIL

No Brasil, de acordo com as informações divulgadas pelo Procelinfo<sup>4</sup>, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais e comerciais, de serviços e públicas, é bastante significativo, correspondendo a aproximadamente 50% do total da eletricidade consumida no país, representando, segundo a EPE (2015), 14% do consumo total da energia do Brasil.

O potencial de economia de energia desse setor é também bastante expressivo, uma vez que edificações novas construídas de acordo com os padrões instituídos pela Etiqueta PBE Edifica podem obter uma economia de até 50%; e as edificações existentes que sofrerem grandes reformas, uma economia de até 30%.

4 Consulta realizada no site do Procelinfo em março/2017. Disponível em: <[www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={82BBD82C-FB89-48CA-98A9-620D5F9DDBD04}](http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={82BBD82C-FB89-48CA-98A9-620D5F9DDBD04})>.

Basicamente as atividades que buscam implementar medidas de baixo carbono no setor de edificações podem ser agrupadas em seis grandes segmentos: eficiência energética, para reduzir a energia necessária ao atendimento de um mesmo serviço energético; troca de combustíveis, com a intensificação do uso de combustíveis com menor fator de emissão dos GEE; geração distribuída, utilizando mais fontes limpas e renováveis no local ou nas proximidades da edificação; tecnologia, com mudanças estruturais dos processos tecnológicos, processos e matérias-primas utilizadas; sistemas construtivos, especialmente em relação ao envoltório, parâmetros geográficos e materiais; e comportamentais, que envolvem hábitos de consumo de energia.

No entanto, a maioria das edificações não considera os importantes avanços ocorridos nas áreas de arquitetura bioclimática, materiais, equipamentos e tecnologias construtivas que permitam melhor uso da eletricidade, sem abrir mão do conforto dos usuários. Destacam que, para que esses avanços sejam efetivamente incorporados, as soluções devem ser providas desde a fase do projeto arquitetônico, passando pela construção, até a utilização final, ou ciclo de vida da edificação (Eletrobras/Procel Edifica, 2014).

As iniciativas relacionadas especificamente com a eficiência energética no setor de edificações são de natureza voluntária, exceto o Procel Edifica em prédios públicos, cujas exigências se tornaram obrigatórias a partir de agosto de 2014. No entanto, existe um extenso conjunto de normas técnicas de caráter obrigatório (previsto em leis e instrumentos regulatórios) incidente sobre as etapas de produção das edificações e *retrofit*<sup>5</sup>, que visam sobretudo a assegurar a isonomia técnica nas construções. Tal sistema normativo é periodicamente atualizado para incorporar e/ou alterar normas existentes, sendo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a instância nacional oficial de elaboração, controle e atualização do arcabouço normativo.

Com quase mil normas (CBIC, 2015), o arcabouço normativo cobre desde os critérios relacionados com a viabilidade, contratação e gestão (1,3%), passando pelos aspectos de desempenho, projeto e especificação de materiais e sistemas construtivos (58%), execução de serviços (6%), controle tecnológico (33,2%), manutenção (0,2%) e qualificação de pessoas (1,3%).

A título de exemplo, vale destacar as análises desenvolvidas por Lamberts R. et al. (2015) sobre a NBR 15220-3 (ABNT, 2005), observando a importância das recomendações técnico-construtivas em prol da otimização de desempenho técnico das edificações, cujas estratégias bioclimáticas são previamente

---

5 *Retrofit*: entendida como intervenções nas edificações que alterem os sistemas de iluminação, condicionamento de ar e/ou a envoltória por meio da remodelação ou atualização do edifício ou dos sistemas, através da incorporação de novas tecnologias e conceitos (Manual de Etiquetagem de Edificações Públicas, 2014).

estabelecidas e definem os limites das propriedades térmicas dos elementos construtivos (Fator Solar, Atraso Térmico e Transmitância Térmica). Nesse mesmo sentido, salienta-se a NBR 15575, que estabelece o desempenho mínimo exigido para os sistemas estruturais, de pisos, de vedações, de coberturas e hidrossanitários das novas edificações residenciais, além do desenvolvimento tecnológico de novos sistemas construtivos (CBIC, 2012).

Como o CBIC já destacava em 2013, quando da edição da NBR 15575 revisada, esta é a primeira norma “a definir como um edifício deve se comportar ao longo do tempo para atender as expectativas dos usuários (conforto e segurança no uso), conceitos já aplicados há muito tempo nos países desenvolvidos e que agora, com a sua vigência, passarão a ser implementados também no Brasil. A norma vai trazer, de fato, muitos avanços a toda a cadeia da indústria da construção e estabelecerá uma relação de corresponsabilidade entre projetistas, fabricantes, construtores, incorporadores e consumidores, criando uma linguagem unificada e transparente dentro da cadeia produtiva”.

A etiquetagem é aplicável a qualquer edificação, exceto às plantas industriais ou àquelas sem uso humano. No Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) foi estabelecido o calendário da obrigatoriedade do PBE Edifica nos seguintes prazos: até 2020 para prédios públicos, até 2025 para edificações comerciais e até 2030 para edificações residenciais. Entretanto, com a publicação da Instrução Normativa (IN) nº 2, de 4 de junho de 2014, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), a etiquetagem tornou-se compulsória para edificações públicas federais a partir de 5 de agosto de 2014.

#### 4.2.2.1. PROGRAMAS VOLUNTÁRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

Especificamente em relação às iniciativas voluntárias relacionadas com a eficiência energética nas edificações, os estudos desenvolvidos em âmbito nacional destacam os programas descritos a seguir.

##### **Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL EDIFICA)**

O Procel Edifica tem por objetivos desenvolver atividades com vistas à divulgação e ao estímulo à aplicação dos conceitos de eficiência energética em edificações, apoiar a viabilização da Lei de Eficiência Energética (nº 10.295/2001), bem como contribuir com a expansão, de forma energeticamente eficiente, do setor

de edificações do país, reduzindo os custos operacionais na construção, utilização e manutenção dos imóveis.

Em novembro de 2014, o Procel Edifica adotou o Selo Procel Edifica, que é um **instrumento de adesão voluntária** com objetivo de identificar as edificações que apresentem as melhores classificações de eficiência energética em dada categoria, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes<sup>6</sup>. Assim como a Etiqueta PBE Edifica, ele é outorgado tanto na etapa de projeto quanto na etapa da edificação construída. **Para obtenção do Selo Procel Edifica é necessário primeiramente obter a Etiqueta Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE Edifica) classe A para os três sistemas avaliados: envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar.**

Atualmente já foram emitidas 157 etiquetas em edificações comerciais, de serviços, sendo 58 relativas a edificações construídas. A distribuição por tipo de edificação residencial foi a seguinte: 3.060 etiquetas emitidas para unidades habitacionais autônomas, sendo 733 referentes a edificações construídas; 31 etiquetas emitidas para a categoria multifamiliar, sendo 5 referentes a edificações construídas, e 8 etiquetas emitidas para a categoria “áreas comuns”, sendo 2 referentes a edificações construídas<sup>7</sup>.

O processo de etiquetagem de edificações no Brasil ocorre de forma distinta para edifícios comerciais, de serviços e públicos e residenciais, RTQ-C e RTQ-R, respectivamente. Na fase de projeto, a etiqueta é concedida após uma avaliação pelo método prescritivo ou pelo método da simulação, enquanto, depois de construída, a edificação deve ser avaliada por meio de inspeção *in loco*. Nos edifícios comerciais, de serviços e públicos são avaliados três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Dessa forma, a etiqueta pode ser concedida de forma parcial, desde que sempre contemple a avaliação da envoltória. A seguir uma breve descrição dessas etiquetas, conforme descritas no referido manual.

### ***Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) Geral***

Inclui todos os sistemas possíveis de avaliação (envoltória, iluminação e condicionamento de ar). Pode ser fornecida para o edifício completo, para blocos de edifícios, para pavimentos ou conjuntos de salas.

---

6 Disponível em: <[www.procelinfo.com.br/main.asp?View={8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C}](http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C})>.

Acesso em: março/2017.

7 Resultados do PROCEL – ano-base 2015, publicado em 2016.

### ***ENCE parcial da envoltória***

Deve ser obtida para a envoltória completa e é obrigatória para a obtenção de qualquer outra ENCE parcial. A envoltória é composta pelas fachadas e cobertura, incluindo as aberturas envidraçadas e vãos.

### ***ENCE parcial da envoltória e do sistema de iluminação***

Pode ser fornecida para o edifício completo, para blocos de edifícios, para pavimentos ou conjuntos de salas.

### ***ENCE parcial da envoltória e do sistema de condicionamento de ar***

Pode ser fornecida para o edifício completo, para blocos de edifícios, para pavimentos ou conjuntos de salas.

Nos edifícios residenciais são avaliados: a envoltória e o sistema de aquecimento de água, além dos sistemas presentes nas áreas comuns dos edifícios multifamiliares, tais como iluminação, elevadores, bombas centrífugas, etc.

### ***Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE),***

de Unidade Habitacional Autônoma, incluindo avaliação dos sistemas da envoltória para verão, envoltória para inverno e aquecimento de água. Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), de Unidade Habitacional Autônoma, incluindo avaliação dos sistemas da envoltória para verão e aquecimento de água.

### ***Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), de Edificação Multifami***

***Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), de Área de Uso Comum,*** incluindo avaliação de áreas comuns de uso frequente e eventual.

Um aspecto bastante positivo da obtenção do Selo Procel Edifica é que ele pode ser utilizado para a comprovação do atendimento ao requisito de desempenho energético mínimo no processo de obtenção da certificação internacional de construções sustentáveis Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), desenvolvida pela ONG americana US Green Building Council e concedida no país pelo Green Building Council Brasil. O critério de equivalência é válido para edificações comerciais, públicas e de serviços localizadas em todo o território nacional, exceto as destinadas a assistência médica, data centers, instalações industriais, armazéns e laboratórios. O selo LEED está presente em cerca de 150 países, e o Brasil é um dos que possuem mais solicitações para certificação. Os projetos registrados no país podem utilizar o Selo Procel Edificações para comprovar a conformidade com as exigências do requisito EAp2, da dimensão de Energia e Atmosfera, uma das sete dimensões avaliadas antes da outorga do

certificado internacional, eliminando uma etapa e contribuindo para acelerar e facilitar o processo<sup>8</sup>.

Também a Etiquetagem via PBE Edifica é utilizada como referência pela Certificação AQUA para avaliação das edificações residenciais e não residenciais. O processo AQUA é uma certificação internacional da construção sustentável desenvolvida a partir da certificação francesa Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) e aplicada no Brasil exclusivamente pela Fundação Vanzolini. Os regulamentos RTQ-R e RTQ-C são utilizados como parâmetro para alguns requisitos a serem atendidos para os níveis de eficiência energética de edificações do AQUA conforme cada tipologia avaliada. Para os edifícios residenciais há equivalência nas categorias “Gestão de Energia”, “Conforto Higrotérmico” e “Qualidade Sanitária do Ar”. Já para as edificações comerciais, de serviços e públicas, a equivalência pode ser encontrada nas categorias “Gestão de Energia” e “Conforto Higrotérmico”<sup>9</sup>.

O BNDES oferece linhas de crédito para investimento em melhorias de processos, renovação ou substituição de equipamentos com vistas à eficiência energética. A seguir são descritas as linhas e os programas disponibilizados pelo BNDES.

### ***Apoio a Projetos de Eficiência Energética – PROESCO***

Podem usufruir desta linha de financiamento ESCOs e usuários finais de energia. Focos de atuação: iluminação, motores, otimização de processos, bombeamento, ar-condicionado e ventilação, refrigeração e resfriamento, produção e distribuição de vapor, aquecimento, automação e controle, distribuição de energia e gerenciamento energético. São financiáveis: estudos e projetos, obras e instalações, máquinas e equipamentos, serviços técnicos especializados, sistemas de informação, monitoramento, controle e fiscalização.

### ***BNDES AUTOMÁTICO***

Financiamento de até R\$ 10 milhões para projetos de implantação, expansão e modernização de empresas, incluindo a aquisição de máquinas e equipamentos novos, de fabricação nacional. O BNDES opera diretamente, caso o valor total do projeto seja superior a R\$ 10 milhões. Para valores inferiores, o financiamento é realizado através da extensa rede de instituições financeiras credenciadas.

---

8 Disponível em: <[www.procelinfo.com.br/main.asp?View={E85A0ACC-8C62-465D-9EBD-47FF3BAECDAAE}#2](http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={E85A0ACC-8C62-465D-9EBD-47FF3BAECDAAE}#2)>. Acesso em março/2017.

9 Idem.

## **FINAME**

Financiamentos, sem limite de valor, para aquisição isolada de máquinas e equipamentos novos, de fabricação nacional.

## **FINAME Leasing**

Financiamentos a sociedades arrendadoras para a aquisição de máquinas e equipamentos novos, de fabricação nacional, credenciados pelo BNDES, os quais serão simultaneamente arrendados à empresa usuária.

Oferece também o Cartão BNDES, que financia equipamentos às micro, pequenas e médias empresas. Na lista dos equipamentos financiados, informam se são eficientes, incluindo o logotipo do Selo Procel. Além disso, há diversos programas internacionais que disponibilizam recursos financeiros para o desenvolvimento de estudos e pesquisas na área de eficiência energética e energia<sup>10</sup>.

## **Selo Casa Azul CAIXA<sup>11</sup>**

O programa tem por objetivo incentivar o uso racional de recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais, reduzir o custo de manutenção dos edifícios e as despesas mensais de seus usuários, bem como promover a conscientização de empreendedores e moradores sobre as vantagens das construções sustentáveis. Busca reconhecer os empreendimentos que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações e do seu entorno.

Os empreendimentos são avaliados com base em critérios vinculados aos seguintes temas: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais. O método utilizado pela CAIXA para a concessão do selo consiste em verificar, durante a análise de viabilidade técnica do empreendimento, o atendimento aos critérios estabelecidos. A adesão ao selo é voluntária, e o proponente deve manifestar o interesse em obtê-lo.

A classificação do empreendimento que solicita o selo obedece à seguinte classificação de acordo com três níveis de sustentabilidade: bronze, prata e ouro. Para obter o selo bronze, que é a condição mínima necessária para que o empreendimento integre o programa, requer-se o atendimento a alguns critérios obrigatórios. Para a obtenção dos selos prata e ouro, além dos critérios mínimos obriga-

---

10 Mais detalhes e destinações específicas dos recursos desses programas encontram-se no site do Procelinfo. Disponível em: <[www.procelinfo.com.br/main.asp?View={9D124FD8-783C-4806-8896-342043A41AB1}](http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={9D124FD8-783C-4806-8896-342043A41AB1})>.

11 os conteúdos e informações sobre o Selo Casa Azul da CAIXA foram retirados do Guia Selo Casa Azul da CAIXA, 2010.

tórios, o empreendimento precisa que sejam acrescentados ao projeto mais seis itens para a obtenção do selo prata e doze itens para ouro, livremente escolhidos no âmbito da gestão do empreendimento. No que diz respeito à eficiência energética, são itens obrigatórios o uso de lâmpadas de baixo consumo nas áreas privadas, dispositivos economizadores nas áreas comuns e medição individualizada de gás. Sistemas de aquecimento solar e fontes alternativas de energia são listados como opções adicionais para obtenção dos selos prata e bronze. Espera-se que em um horizonte de curto prazo os sistemas de aquecimento solar sejam incorporados ao conjunto de itens de uso obrigatório; e, a médio prazo, as fontes ditas “alternativas” de energia, em particular os tetos solares com painéis fotovoltaicos.

### **Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL**

As empresas concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica devem aplicar pelo menos 0,5% de sua receita operacional líquida em projetos de eficiência energética. A legislação atual prevê, entre outros investimentos na área, que as empresas de energia também estão obrigadas a realizar seleção pública para projetos e oportunidades de eficientização, as denominadas “chamadas públicas de projetos”, que devem ser voltadas aos clientes industriais, comerciais, residenciais, rurais, poderes públicos e serviços públicos.

De acordo com o superintendente de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética da ANEEL<sup>12</sup>, 168 projetos encontravam-se em fase de execução cadastrados no sistema, somando um total de R\$ 634 milhões em investimentos. Os montantes que envolvem energia economizada e demanda evitada no horário de ponta são cerca de 700 GWh/ano e 202 MW, respectivamente. Ao longo dos 16 anos do programa, foram investidos R\$ 5,7 bilhões, 9.140 GWh/ano de energia economizada e 2.840 MW de demanda evitada<sup>13</sup>.

### **Outras iniciativas de construtoras**

As iniciativas das construtoras com a implementação de projetos que contemplam aspectos relacionados com a sustentabilidade nas edificações, embora ainda numericamente pouco significativas, apresentam resultados qualitativos de grande importância. Indicam, sobretudo, que há disposição do setor de constru-

---

12 Em entrevista concedida para a publicação *Ambiente Energia*, em março/2015.

13 *Ambiente Energia*, artigo publicado em 21/1/2015.

ção em propor e participar ativamente na formulação de políticas e ações que objetivam ampliar e tornar obrigatórios sistemas construtivos que considerem todo o ciclo de vida das edificações.

Destacam-se alguns dos projetos desenvolvidos voluntariamente por construtoras, cuja experiência na execução contribui para melhorar o entendimento sobre o impacto que as construções produzem sobre o meio ambiente e, mais especificamente, sobre o consumo de energia, identificando benefícios para o ambiente e como foram capazes de obter resultados positivos, a exemplo da redução do consumo dos energéticos e conseqüentemente da emissão dos GEEs, associados à edificação, ao longo da vida útil da edificação.

Os projetos foram desenvolvidos por construtoras individuais de diversos tamanhos pertencentes a distintos elos da cadeia produtiva da indústria da construção no Brasil e que se encontram em diferentes estágios de incorporação da sustentabilidade em seus negócios. Cada projeto desenvolveu um dos seguintes aspectos:

- Incorporação da sustentabilidade no processo de gestão da qualidade.
- Incorporação das recomendações da norma ISO 26000 ao sistema de gestão da empresa.
- Incorporação no Relatório de Sustentabilidade do padrão RGI.
- Critérios de sustentabilidade para empreendimentos.
- Elaboração de metodologia para inventário das emissões dos gases de efeito estufa, com a criação de um índice de emissão de CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> construído.
- Desenvolvimento da cadeia de fornecimento para a sustentabilidade.
- Apoio ao desenvolvimento local e relacionamento com vizinhos.
- Adoção do Building Information Modeling (BIM).
- Implantação da produção mais limpa em obras.
- Otimização do processo construtivo para minimizar geração de resíduos.
- Melhoria do desempenho ambiental e implantação da gestão dos resíduos nos canteiros.
- Obtenção do Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal.

- Eficiência Energética em Edificações – Etiqueta Procel Edifica.
- Plano de manutenção preventiva e *retrofit* em condomínios.

Todas as informações sobre objetivos, benefícios esperados, metodologia utilizada, desenvolvimento do projeto, agentes envolvidos, lições aprendidas e resultados encontram-se descritas no *Guia CBIC de Boas Práticas em Sustentabilidade na Indústria da Construção*, publicado em 2012.

Observe-se que, embora as iniciativas abarquem muitos aspectos associados a sustentabilidade nas construções, foram desenvolvidas com rigor metodológico e apresentaram resultados concretos e compatíveis com os objetivos pretendidos, especificamente em relação ao consumo de energia e emissões dos GEEs. Apenas um projeto propôs uma metodologia para inventariar as emissões e criar um índice de emissão de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> construído.

#### 4.2.2.2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA OBRIGATÓRIA: ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA FEDERAL DIRETA, AUTÁRQUICA E FUNDACIONAL

O consumo de energia elétrica do setor público é de cerca de 8% do total do país, representando um significativo gasto orçamentário. Em face dessa realidade, desde agosto de 2014 a Etiquetagem de Edificações **tornou-se obrigatória em edifícios da administração pública federal direta, autárquica e fundacional**, com a publicação da Instrução Normativa (IN) nº 2, de 4 de junho de 2014, do Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), que dispõe sobre as regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia e o uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam *retrofit*.

Segundo a IN nº 2/2014, para as edificações, os projetos devem ser desenvolvidos ou contratados visando obrigatoriamente à obtenção da ENCE Geral de Projeto classe A, assim como a construção da nova edificação deve ser executada ou contratada de forma a garantir a obtenção da ENCE Geral da Edificação Construída classe A. Para tanto devem ser atendidos todos os requisitos técnicos e de avaliação de conformidade definidos na RTQ-C e no RAC, estabelecidos no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

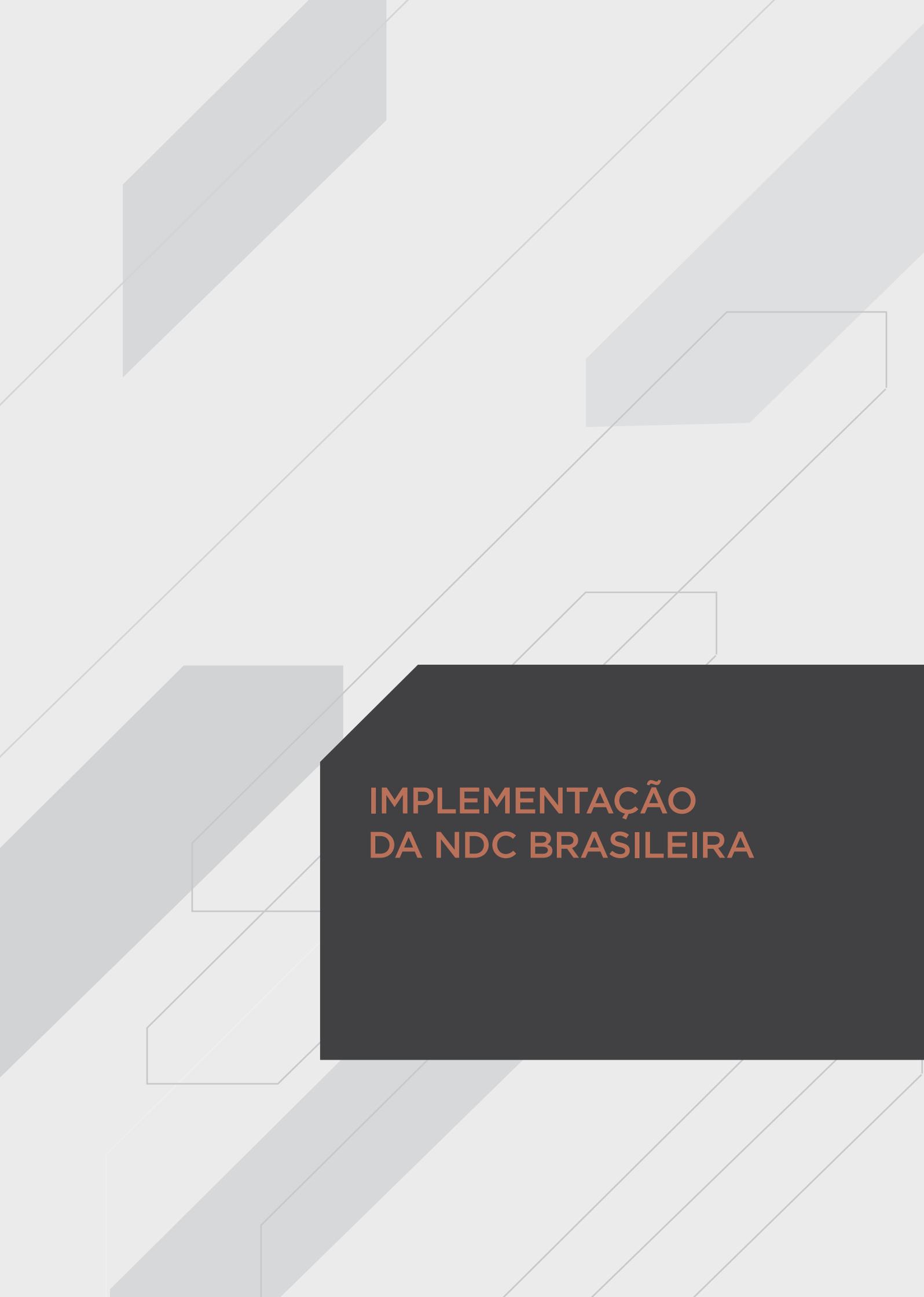
Ainda de acordo com a instrução, as obras de *retrofit* devem ser contratadas visando à obtenção da ENCE Parcial da Edificação Construída classe A para os sistemas individuais de iluminação e de condicionamento de ar, ressalvados os casos de inviabilidade técnica e econômica, devidamente justificados, devendo-se nesse caso atingir a maior classe de eficiência possível. Estão dispensadas da obtenção da ENCE as edificações com até 500 m<sup>2</sup> de área construída ou cujo

valor da obra seja inferior ao equivalente ao Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB Médio Brasil) atualizado, aplicado a uma edificação de 500 m<sup>2</sup>.

A referida instrução normativa também determina que os instrumentos convocatórios para aquisições ou locações de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional exijam classificação com classe de eficiência A na ENCE.

Encontram-se no site do ProceInfo ([www.proceinfo.com.br](http://www.proceinfo.com.br)) todas as informações relativas ao Procel Edifica: regulamentos, normas técnicas e seus respectivos manuais, guias, etc.





# IMPLEMENTAÇÃO DA NDC BRASILEIRA

## 5. IMPLEMENTAÇÃO DA NDC BRASILEIRA

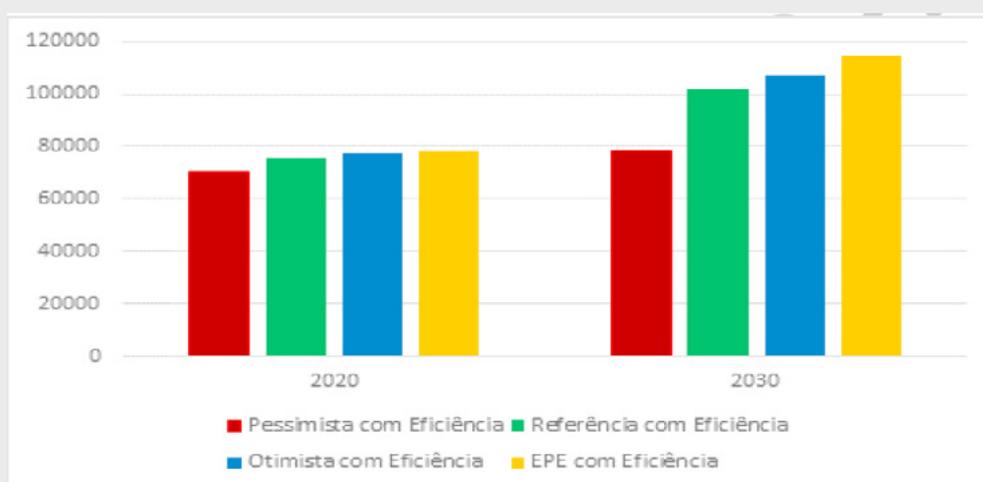
Conforme já visto em parte anterior do presente relatório, não há na Contribuição Nacional Determinada do Brasil ao Acordo de Paris (NDC, na sigla em inglês) compromisso de redução das emissões dos gases de efeito estufa dirigido especificamente para o setor de edificações. O que existe é uma proposta de redução das emissões do setor de energia, por meio da expansão das fontes de energias renováveis não convencionais na matriz energética nacional e nos usos domésticos, via geração distribuída (eólica, solar e biomassa) de 23%, em 2030, e a meta de alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030.

Para a implementação da NDA brasileira, foi desenvolvido um documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre a elaboração de uma estratégia para a implementação e o financiamento da NDA (MMA/BID, 2016). Esse documento-base, encomendado pelo Ministério do Meio Ambiente e desenvolvido no âmbito de um programa de cooperação técnica com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), encontra-se em consulta pública com prazo de encerramento até final de julho do presente ano. Espera-se que, a partir desse documento, novas contribuições e/ou reformulações sejam encaminhadas para aprimorá-lo, com o envolvimento nesse processo de outros órgãos governamentais, setores econômicos e segmentos sociais interessados.

### 5.1. PRODUÇÃO DE ENERGIA DE FONTES RENOVÁVEIS

Em relação ao setor elétrico, o documento-base considera três cenários da atividade econômica – referência, otimista e pessimista –, a partir dos quais projeta as cargas de energia elétrica entre 2016-2030. Com base nessas projeções, estima a oferta de energia necessária, observando-se a meta de eficiência energética, para o atendimento ao consumo de energia elétrica para cada cenário, as respectivas emissões dos gases de efeito estufa (GEE) e os investimentos necessários para o atendimento às metas da NDC. Na Figura 5.1, vê-se a previsão de carga para os três cenários construídos.

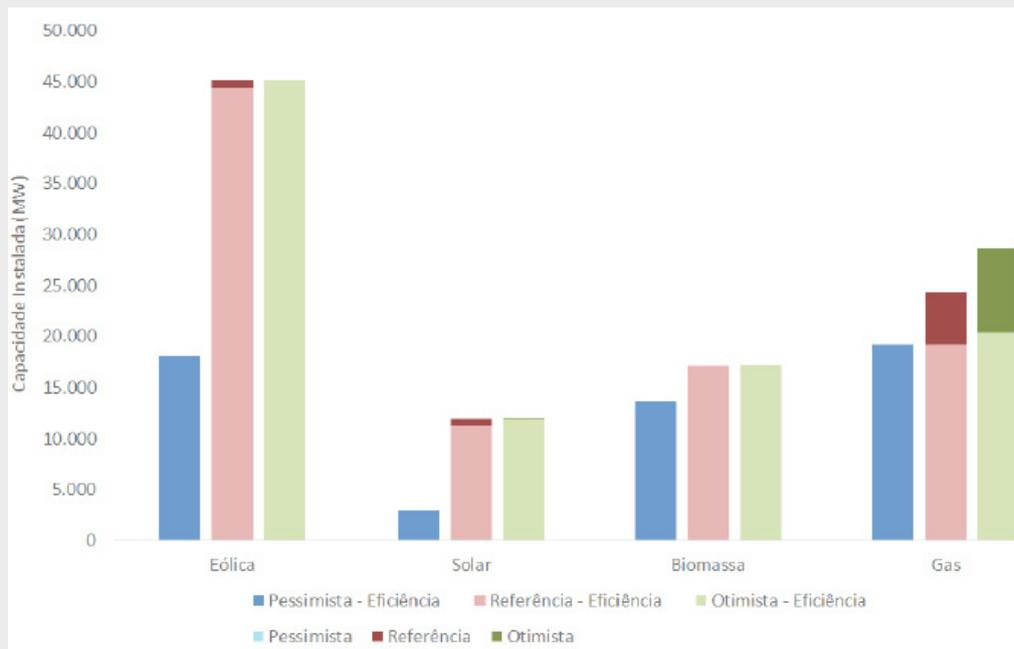
**FIGURA 5.1:** COMPARAÇÃO CARGA PROJETADA (MWM)



Fonte: MMA/BID, Documento-Base, 2016

A expansão da oferta de energia elétrica necessária para atender aos cenários de demanda projetados considera os compromissos assumidos pelo Brasil em sua NDC. O modelo de planejamento determina a expansão da matriz elétrica por cenário de carga, ou seja, para cada cenário de carga (otimista, referência e pessimista), foi construído um cenário com eficiência energética, que atinge uma redução de 10% da demanda ao final do período. Na Figura 5.2 encontra-se a capacidade instalada por fonte renovável, além da hídrica, e para cada cenário construído, em 2030.

**FIGURA 5.2:** CAPACIDADE INSTALADA POR FONTE E CENÁRIO EM 2030



Fonte: MMA/BID, Documento-Base, 2016

Os investimentos necessários para alcançar a matriz elétrica projetada totalizam, em reais, 214 bilhões no cenário pessimista sem e com eficiência energética; 448 bilhões e 404 bilhões no cenário otimista sem e com eficiência energética respectivamente; e 439 bilhões e 396 bilhões no cenário de referência sem e com eficiência energética respectivamente (MMA/BID, 2016).

O documento ressalta que a meta de 23% de geração com energias renováveis complementares definida pela NDC é ultrapassada nos cenários de referência e otimista com eficiência. Observa-se uma pequena diferença para menos no

valor esperado desse percentual no cenário otimista sem eficiência. A meta não é atingida nos cenários pessimistas. Entretanto, como nos cenários pessimistas os volumes de emissões são extremamente baixos em virtude da carga reduzida, esses resultados não comprometem a NDC brasileira. Na Tabela 5.1 encontram-se as participações das fontes renováveis com e sem hidrelétricas para cada cenário no final do horizonte de 2030.

**TABELA 5.1:** PARTICIPAÇÃO DAS FONTES RENOVÁVEIS NA MATRIZ ELÉTRICA COM E SEM AS HIDRELÉTRICAS - 2030

CENÁRIO DE CARGA	RENOVÁVEIS (%)	RENOVÁVEIS SEM UHE (%)
Pessimista	92,4	18,4
Pessimista-Eficiência	91,6	19,6
Referência	85,6	24
Referência-Eficiência	91,5	24,7
Otimista	81,2	22,6
Otimista-Eficiência	89,5	24,9

Fonte: MMA/BID – documento-base, 2016

As emissões de gases de efeito estufa associadas aos distintos cenários são apresentadas na Tabela 5.2.

**TABELA 5.2:** CENÁRIOS, EMISSÕES E FATORES DE EMISSÃO UTILIZADOS

CENÁRIO DE CARGA	EMISSÕES (MTCO <sub>2</sub> )	FATOR DE EMISSÃO (TCO <sub>2</sub> /MWH)
Pessimista	18,3	0,024
Pessimista-Eficiência	18,3	0,027
Referência	41,8	0,052
Referência-Eficiência	24,7	0,028
Otimista	61,7	0,072
Otimista-Eficiência	30,5	0,033

Fonte: MCTI, 2016, apud documento-base, 2016

Essas estimativas são compatíveis com os níveis de emissões esperados dentro das metas em praticamente todos os cenários. Isso se justifica pela expressiva redução da expectativa da carga estimada para o ano de 2030: como a carga é menor, a geração também é menor, e a maior participação do gás não leva a um aumento de níveis de emissões acima do desejado.

## 5.2. GANHOS DE EFICIÊNCIA NO SETOR ELÉTRICO

Na sua NDC, o Brasil se comprometeu a alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030. Para tanto pretende implementar ações que melhorem a eficiência dos equipamentos utilizados para uso final nos setores residencial, comercial, industrial e público, melhorias nos hábitos de consumo de eletricidade e políticas públicas de eficiência energética (EE) no setor elétrico. Mensurados os custos desses investimentos em EE, os meios para financiá-los e as emissões evitadas devido à implementação dessas medidas, o documento-base apresenta para todos os cenários construídos por uso final e classes de consumo (residencial, comercial, industrial e outros, que inclui o setor público) o potencial de eficiência energética.

Os resultados mostram que o maior potencial de conservação se encontra no uso final de força motriz, 37% do total; seguido de iluminação, com 36%; refrigeração e ar-condicionado, com 17%; aquecimento direto, com 6%; outros usos, com 2%; e eletroquímica, com 1% do potencial total de conservação (CEBDS, 2016, *apud* documento-base, 2016).

Com base no estudo desenvolvido pelo CEBDS e na base de dados de projetos cadastrados no Programa de Eficiência Energética (PEE), da ANEEL, o documento-base apresentou a sua proposta de ações de eficiência energética por classe de consumo e uso final, as projeções de emissões evitadas por ação e seus custos de implementação para o Cenário de Referência que se encontram nas Tabelas 5.3, para a classe residencial; e 5.4, para a classe comercial, onde está o foco do setor de construção.

**TABELA 5.3:** AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SEUS CUSTOS E USO FINAL PARA A CLASSE RESIDENCIAL - CENÁRIO DE REFERÊNCIA

CLASSE RESIDENCIAL			
AÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	USO FINAL	EMISSIONES EVITADAS POR AÇÃO (MILHÕES TCO <sub>2</sub> )	CUSTO POR AÇÃO R\$
Ação 1 – Substituição por equipamentos mais eficientes	Força motriz	0,06	75.489.660
Ação 2 – Substituição de boilers solares	Aquecimento direto	0,73	1.358.813.886
Ação 3 – Melhorar hábitos de uso de equipamentos (fechar porta e janelas, dimensionar velocidade e temperatura)	Refrigeração e AC	0,33	2.101.675.906
Ação 4 – Trocar lâmpadas fluorescentes por LED	Iluminação	0,31	1.063.419.563
Ação 5 – Desligar aparelhos em standby	Outros usos	0,11	446.373,64

Fonte CEBDS (2016), *apud* documento-base, 2016

**TABELA 5.4:** AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SEUS CUSTOS E USO FINAL PARA A CLASSE COMERCIAL - CENÁRIO DE REFERÊNCIA

CLASSE COMERCIAL			
AÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	USO FINAL	EMISSIONES EVITADAS POR AÇÃO (MILHÕES TCO <sub>2</sub> )	CUSTO POR AÇÃO R\$
Ação 1 –Substituição por equipamentos mais eficientes	Força motriz	0,04	89.712.350
Ação 2 –Substituição do combustível por um diferente da energia elétrica	Aquecimento direto	0,03	123.627.944
Ação 3 – Otimização do sistema de refrigeração	Refrigeração e AC	0,01	38.291.857
Ação 4 –Trocar lâmpadas fluorescentes por LED	Iluminação	0,01	45.950.228
Ação 5 –Redução do uso de equipamentos em modo standby de comportamento ou automação	Outros usos	0,11	446.373,64

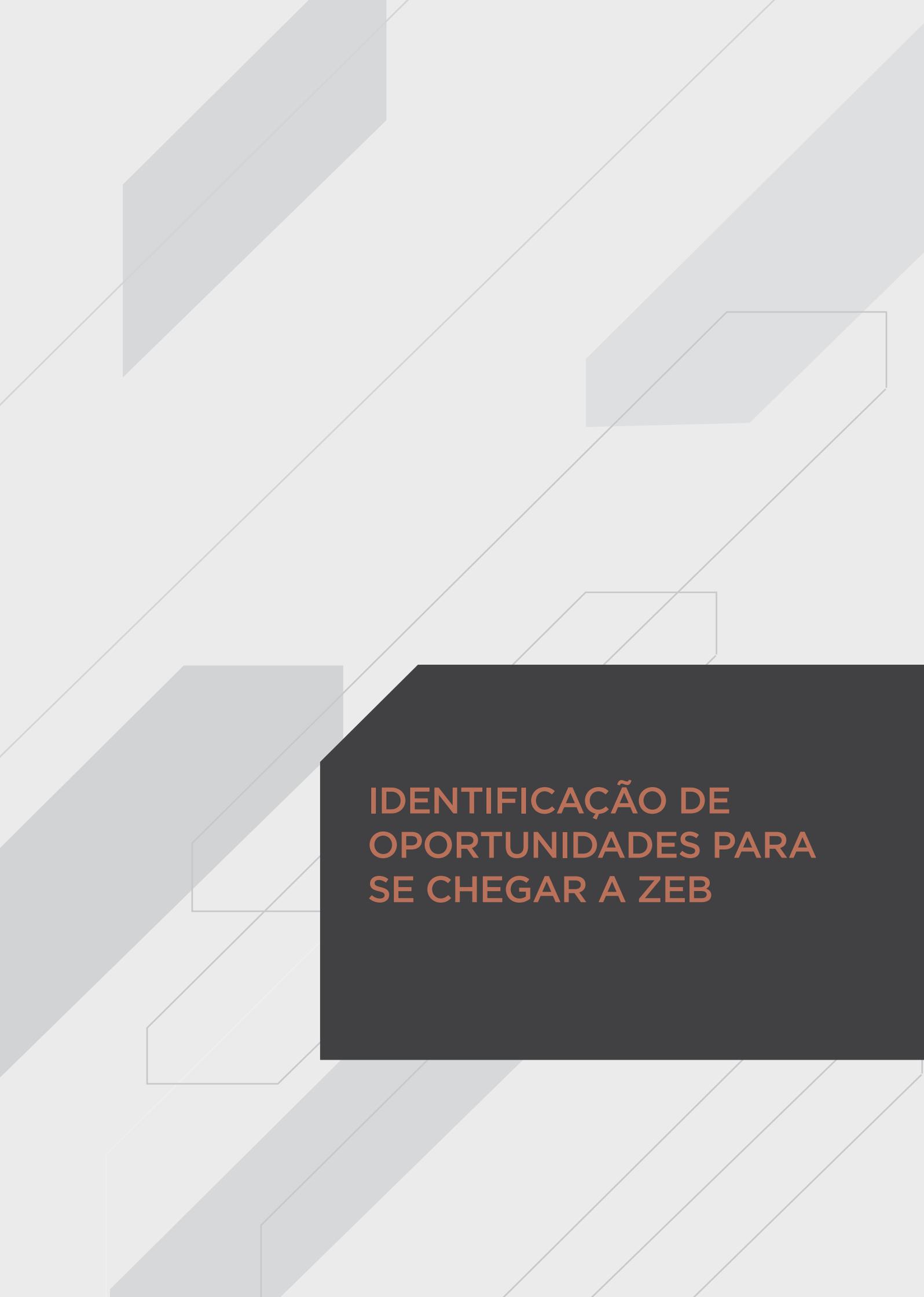
Fonte CEBDS (2016), apud documento-base, 2016

A análise dessa proposta de ações mostra que a realização da meta de 10% concentra-se na otimização e/ou substituição de equipamentos, aparelhos e processos associados ao uso final da energia e substituição de combustíveis. A depender da classe de consumo (residencial ou comercial), essas ações se concentram de forma distinta entre os diferentes usos finais. Chama atenção o volume de emissões evitadas por ação no caso da instalação de boilers solares: 0,73 MtCO<sub>2</sub>.

Em estudo elaborado pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (2016), ao abordar esse tema, chama a atenção para o fato de que a política nacional da mudança climática deixa em segundo plano a eficiência energética, em particular no que se refere aos padrões obrigatórios para instalações elétrica em prédios e residências; e que as exigências se aplicam a poucos aparelhos eletrônicos. Informa nesse sentido que o Brasil ocupa a penúltima colocação entre as 16 maiores economias do mundo, em um *ranking* divulgado pelo Conselho Americano para uma Economia Energeticamente Eficiente (ACEEE, na sigla em inglês).

Como a indústria da construção é uma das atividades econômicas que mais consomem energia e recursos naturais e, juntamente com a geração de resíduos (sólidos e líquidos), gera enormes impactos ambientais, dentre eles a emissão de parcela significativa dos gases de efeito estufa (GEE), é passível ao setor fazer uma contribuição significativa com o país para atingir seus NDCs e sobretudo para contribuir com as futuras revisões dessas NDCs em 2018, 2023 e 2028. Uma das contribuições efetivas é a introdução das construções de emissões líquidas zero, discutidas a seguir.





**IDENTIFICAÇÃO DE  
OPORTUNIDADES PARA  
SE CHEGAR A ZEB**

## 6. IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA SE CHEGAR A ZEB

### 6.1. CONCEITO DE ZEB

Em um contexto mundial e nacional de enorme necessidade de redução da quantidade de energia requerida pelas edificações e conseqüentemente de diminuição significativa das emissões dos gases do efeito estufa (GEE), o conceito de construções com emissões zero (Zero Energy Building – ZEB, na sigla em inglês) ganha uma enorme importância, tornando-se uma referência para a adoção de políticas e implementação de ações/medidas que buscam a redução e otimização do consumo de materiais e energia, dos resíduos gerados, da preservação ambiental e da melhoria da qualidade do ambiente construído.

De acordo com Lucena, A. et al. (2016), embora não exista uma definição precisa e universal sobre ZEB, ela deve considerar, “além dos conceitos de geração local, armazenamento e do uso de tecnologias energeticamente eficientes, o conceito de inovação em si mesmo”. Ou, conforme definem os autores, “uma edificação de alto desempenho energético requer: estratégias de design passivo (envoltória, orientação, parâmetros geométricos, entre outros), estratégias ativas (tecnologias eficientes para aquecimento, ventilação, iluminação, refrigeração, etc.) e outras iniciativas pelo lado da demanda (DSM), a exemplo do uso de controle remoto de aparelhos e equipamentos domiciliares por meio de smartphones, para ligar/desligar e programar o uso dos aparelhos e equipamentos de acordo com as condições climáticas externas. Deve também considerar a geração local/distribuída no processo construtivo ou de *retrofit*” (LUCENA, A. et al., 2016).

Conforme visto em parte anterior do presente relatório, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, o conceito de ZEB é utilizado para estabelecer prazos e condições que regulamentam as novas edificações e *retrofit* dos edifícios construídos.

No Brasil, embora não existam obrigações no sentido de zerar as emissões no setor de edificações, em artigo publicado no site do MMA sobre construção sustentável, as recomendações ali contidas ressaltam a necessidade de mudanças dos “conceitos da arquitetura convencional na direção da construção de projetos flexíveis capazes de se readequarem para futuras mudanças tecnológicas em equipamentos e aparelhos de uso final e atendimento de novas necessidades, redução das demolições, busca de soluções que potencializem o uso racional de

energia ou de energias renováveis no local da edificação ou próximo a ela; gestão ecológica da água; redução do uso de materiais com alto impacto ambiental”<sup>14</sup>.

Portanto, é nessa direção que se devem pautar as discussões e propostas para inserir o setor de edificações em um novo contexto mundial que enxerga a construção e/ou *retrofit* de edifícios públicos e privados como um espaço potencialmente significativo para o cumprimento das metas de redução dos gases de efeito estufa estabelecidas no Acordo de Paris.

## 6.2. CAPACIDADE INSTALADA E POTENCIAL DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES DOS GEES

### 6.2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Embora o setor de construção tenha características bastante heterogêneas, dado que a construção de edificações atende às necessidades de segmentos muito distintos das atividades humanas e por essa razão enfrenta desafios também muito diversos, tem, no entanto, como desafio comum e inadiável, a redução e otimização do consumo de materiais e energia, a redução dos resíduos gerados, preservação do ambiente natural e melhoria da qualidade do ambiente construído.

Trata-se nesta seção de identificar o potencial de redução das emissões e custo de abatimento dos gases de efeito estufa (GEE) no setor de edificações. Destaca-se, nesse sentido, o estudo sobre esse segmento desenvolvido no âmbito do Projeto Opções para Mitigação de Gases de Efeito Estufa (GEE) em Setores-Chave no Brasil<sup>15</sup>. O referido estudo, ainda não publicado e na sua versão preliminar para discussão, estimou o potencial e o custo de abatimento das emissões de GEE para o segmento de edificações no período 2012-2050. Após caracterizar o consumo de energia e emissões associadas aos distintos usos e suas respectivas fontes energéticas por classe de consumo (residencial, comercial, serviços e setor público), faz uma exaustiva análise das tecnologias utilizadas e das melhores tecnologias disponíveis (MTD) por uso final e analisa a geração distribuída,

---

14 Para mais detalhes, ver artigo completo publicado no site do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

15 Coordenado pela COPPE, o projeto tem por objetivo ajudar o governo brasileiro a reforçar sua capacidade técnica de apoiar as ações de mitigação de emissões dos GEES nos principais setores econômicos nacionais, de acordo com a Política e o Plano Nacional sobre a Mudança do Clima. Os setores considerados são: indústria, energia, transporte, residencial, serviços, desmatamento e uso do solo, gestão de resíduos e alternativas intersetoriais.

considerando as distintas tecnologias a partir do uso das fontes eólica e solar fotovoltaica e termossolar, bem como o custo de abatimento dessas tecnologias e da eficiência de equipamentos e aparelhos de usos finais nas edificações.

Outro estudo analisado, desenvolvido no âmbito do projeto IES-Brasil e Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (LA ROVERE, E. L. et al., 2016a), identificou as implicações econômicas e sociais de cenários de mitigação de gases de efeito estufa no Brasil até 2030, horizonte de definição de limitação das emissões na COP21/UNFCCC. Com base nos cenários construídos, são identificados os potenciais de mitigação e custo de abatimento associados a cada um deles até 2030. Posteriormente o referido estudo foi atualizado com projeções até 2050 (LA ROVERE, E. L. et al., 2016b).

No presente relatório, apenas os potenciais de emissões evitadas dos GEEs e os custos de abatimento relacionados com a geração distribuída de fontes renováveis, além da fonte hídrica, apresentados nos dois trabalhos serão considerados. Para tanto, apresenta-se primeiramente a metodologia utilizada e os resultados encontrados no estudo sobre opções de mitigação no setor de edificações no Brasil, e na sequência são apresentados os resultados e o custo de abatimento do estudo do IES-Brasil.

## **6.2.2. CAPACIDADE INSTALADA DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD)**

### **6.2.2.1. ESTUDO 1: OPÇÕES DE MITIGAÇÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA EM SETORES-CHAVE NO BRASIL - EDIFICAÇÕES DOS SETORES RESIDENCIAL, COMERCIAL, DE SERVIÇOS E PÚBLICO (LUCENA, A. ET AL., 2016)**

De acordo com as projeções elaboradas no estudo, a capacidade instalada no final do período, em 2050, será de 47 GWp, sendo 28 GWp (59%) no setor residencial e 19,4 GWp (41%) no setor comercial, com geração total de energia de 65 TWh, representando quase 4% da demanda de energia prevista para 2050 em todo o país.

Foi definida uma linha de base<sup>16</sup> para geração distribuída baseada em energia solar fotovoltaica com dados de radiação de 20 cidades brasileiras. Deve-se ressaltar que a competitividade da GD depende da tarifa praticada pela distribuidora local e dos custos de investimentos a ela associados. Nessas condições,

---

<sup>16</sup> Linha de base refere-se ao cenário de emissão tendencial, considerando-se que não foram tomadas medidas específicas para viabilizar o cenário de baixo carbono.

as linhas de base são construídas, considerando também a viabilidade da penetração da tecnologia no mercado nacional (evolução do número de domicílios no meio urbano e rural divididos por faixa de renda domiciliar e consumo de energia) e aplicados fatores de redução para modelar aspectos importantes relacionados com a escolha do consumidor.

A capacidade instalada com GD fotovoltaica na linha de base atinge 47 GWp em 2050, representando 3,9% do consumo total do país projetado para esse ano. A GD eólica mostrou-se insignificante.

No cenário de baixo carbono (BC), os resultados, considerando-se todas as premissas e limitações associadas às projeções, a capacidade instalada potencial no setor residencial e demais setores (não residencial), atingem 66 GWp, em 2050, já subtraída a linha de base, sendo que, desse total, 55,5 GWp alocados no setor residencial e 14,5 GWp no setor não residencial. Esse valor representa um crescimento mais que dobrado em relação à linha de base.

Dado que a geração fotovoltaica não emite GEE, a instalação desse potencial ao longo do período evita emissões correspondentes ao valor do que seria emitido pelo SIN, caso essa geração fotovoltaica não tivesse ocorrido. Portanto o potencial de mitigação, assim como o custo do abatimento por tonelada de CO<sub>2</sub>, é função do fator de emissão da rede elétrica do SIN, durante o período no qual o sistema se encontra em operação.

Na metodologia adotada no estudo, embora o potencial de abatimento associado ao sistema fotovoltaico (tCO<sub>2</sub>) seja ponderado pelo fator de emissão da rede elétrica do SIN durante todo o período, o custo de abatimento US\$/tCO<sub>2</sub> é definido no ano de entrada do sistema fotovoltaico.

Contabilizando-se todo o potencial fotovoltaico estimado para o país, com a entrada dos sistemas fotovoltaicos distribuída ao longo de todo o período do estudo, estima-se um potencial total de mitigação de 281 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, a um custo que varia de US\$ 379/tCO<sub>2</sub> até US\$ 33.400/tCO<sub>2</sub>. Destaque-se que esses custos não se encontram em valor presente, mas na vigência do momento em que o potencial estará disponível.

O procedimento metodológico geral para o cálculo do custo do abatimento no setor de edificações enxerga as opções de mitigação pelo lado da demanda de duas maneiras: eficiência e gerenciamento da curva de carga. No primeiro caso há redução de consumo sem perda de quantidade ou qualidade do serviço energético, seja pela melhoria da eficiência do equipamento, seja porque houve mudanças estruturais ou de comportamentos dos consumidores. O segundo refere-se ao deslocamento da curva de carga do segmento mais elevado para horários de menor carga, ou de baixa demanda. Embora sejam medidas importantes para a redução de consumo e de expansão da capacidade de produção, reduzindo o investimento e mitigando o impacto ambiental, são apenas consideradas de eficiência energética.

No estudo essa metodologia foi aplicada para os principais usos finais com o objetivo de avaliar a penetração de opções de baixo carbono no setor de edificações brasileiras, avaliando os ganhos de eficiência pela troca de equipamentos e pela troca de combustíveis. Os autores do estudo concentraram a análise nos ganhos de eficiência pela troca de equipamentos pelo fato de que a troca de combustíveis tem pouco a ver com decisões tomadas pelo agente individual. Depende do acesso ou não a determinado combustível mais eficiente. Por essa razão, a opção foi manter fixa a participação das diferentes fontes, exceto a penetração do aquecimento solar, substituindo chuveiros elétricos nas residências.

O estudo adotou premissas referentes ao preço da energia, fator de emissão da rede elétrica e taxa de desconto. Os resultados mostraram que cerca de 30% do potencial técnico de abatimento, de 1.229 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, entre 2015 e 2050, tem custo de redução negativo ou próximo a zero, geralmente ligadas à cocção ou ainda iluminação de interiores comercial de serviços e público (-US\$ 263/tCO<sub>2</sub>). As medidas de utilização de energia solar têm custos positivos, mais elevados, mas constituem uma tendência que traz benefícios adicionais para o setor elétrico, para o setor de construção, para o ambiente de negócios e para o consumidor, que pode reduzir seus custos operacionais, em particular financiando o equipamento como parte do custo da construção. A seguir são apresentadas as medidas relacionadas ao uso de fontes renováveis em ordem crescente de custo de abatimento: FV Nordeste (US\$ 1.633/tCO<sub>2</sub>), substituição de chuveiros elétricos por SAS (US\$ 1.933/tCO<sub>2</sub>), Sudeste FV (US\$ 2.092/tCO<sub>2</sub>), iluminação pública (US\$ 2.590/tCO<sub>2</sub>), iluminação de interiores residencial (US\$ 2.655/tCO<sub>2</sub>), Sul FV (US\$ 2.908/tCO<sub>2</sub>), Norte FV (US\$ 7.120/tCO<sub>2</sub>), Centro-Oeste FV (US\$ 10.199/tCO<sub>2</sub>).

Uma das principais razões para o alto custo de abatimento para grande parte das medidas de mitigação se deve ao baixo fator de emissão do sistema elétrico nacional (SIN), que faz com que o MWh evitado na rede elétrica promova uma pequena quantidade de CO<sub>2</sub> abatido. No setor residencial a análise mostra que o alto custo de abatimento se deve, em grande parte, à premissa da taxa de desconto, da ordem de 24% a.a., adotada para o setor residencial, reduzindo a atratividade das medidas.

O estudo destaca que uma comparação com o custo da energia na ponta e não na média, como foi feito, poderia trazer resultados mais atrativos para um conjunto maior de medidas de mitigação, na medida em que tanto o custo das usinas que usam combustíveis fósseis despachadas quanto o fator de emissão do SIN nesse horário são mais elevados.

No que se refere à adoção de medidas de mitigação no setor de edificações, o estudo aponta como principais barreiras a fragmentação do setor em um grande número de pequenos agentes, informação imperfeita, custo de

transação, agente principal, altas taxas de desconto e dificuldades de acesso a fontes de financiamento, subsídios energéticos, *lock-in* tecnológico, etc.

Além disso, destaca as diferentes óticas/motivações relacionadas com a ação dos agentes comerciais e de serviços e dos consumidores residenciais. Enquanto os primeiros tendem a tomar decisões motivados por critérios que objetivam o retorno financeiro das iniciativas de redução dos GEEs, ou seja, passam pela função “lucro”, os consumidores residenciais ou as famílias passam pela função “utilidade” ou “de preferências”, cuja motivação é bastante subjetiva e de difícil estimação. No setor público, o problema do agente principal é crucial. Nesse caso o agente que consome energia não é o mesmo que paga por ela, inibindo o incentivo de preço ao agente consumidor. Investimento de energia no setor público necessariamente passa pelo planejamento e gestão do administrador.

#### 6.2.2.2. ESTUDO 2: IMPLICAÇÕES ECONÔMICAS E SOCIAIS DE CENÁRIOS DE MITIGAÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL ATÉ 2030 E 2050: CENÁRIOS DE MITIGAÇÃO DO SETOR DE OFERTA DE ENERGIA (LA ROVERE, E. L. ET AL., 2016B)

O segundo estudo apresenta a evolução da Oferta de Energia e as respectivas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil, no período 2010 a 2030, considerando três possíveis cenários futuros: Cenário do Plano Governamental (CPG), que considera a continuidade das políticas de mitigação existentes, Cenário de Mitigação Adicional 1 (MA1) e Cenário de Mitigação Adicional 2 (MA2). Esses dois últimos cenários permitem comparar o impacto de iniciativas que vão além daquelas contempladas pelo CPG. No cenário menos ambicioso (MA1), inclui medidas de mitigação de mais fácil implementação, com custo estimado até o valor de US\$ 20/MtCO<sub>2</sub>e evitado, e o cenário mais ambicioso (MA2) inclui todas as medidas de mitigação identificadas com custo até o valor-limite de US\$ 100/MtCO<sub>2</sub>e evitado.

Conforme mencionado anteriormente, o Cenário do Plano Governamental (CPG) baseou-se, sempre que possível, em planos oficiais do governo brasileiro em vigor no momento, tais como o Plano Nacional de Energia (PNE), os Planos Decenais de Energia (PDE) e o Balanço Energético Nacional (BEN), publicados, ou em vias de publicação, pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

O CPG já considera uma ampla gama de atividades de mitigação, conforme definido pela Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Do lado da geração de energia elétrica, a PNMC considera a meta de expansão da hidroeletricidade, das energias complementares, como também ações de

eficiência energética com o objetivo agregado de reduzir as emissões entre 117 e 147 milhões de tCO<sub>2</sub>.

A geração solar no cenário CPG alcança 3 GW em 2020 e mais que dobra entre 2020 e 2025, atingindo 6,5 GW, mantendo-se estável até 2030. Neste cenário a fonte solar se refere especificamente a solar fotovoltaica concentrada. Estima-se que 10 MW sejam instalados com a geração distribuída com solar fotovoltaica, em todos os cenários. A Figura 6.1 apresenta este cenário. Percebe-se que o cenário CPG é bastante conservador por zerar o crescimento da energia solar entre 2025 e 2030. O foco da análise é no aumento constante das hidrelétricas.

**TABELA 6.1:** EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA DAS FONTES RENOVÁVEIS NO CENÁRIO CPG (MW)

FONTES	2010	2015	2020	2025	2030
Hidrelétricas	88.419	95.760	114.573	129.400	134.086
PCH	5.038	9.923	7.449	7.909	11.407
Biomassa	8.966	9.923	12.140	13.820	17.170
Eólica	1.981	9.274	15.240	17.640	24.325
Solar	-	-	3.000	6.500	6.500
Total	104.404	124.880	152.402	175.269	193.488

Fonte: La Rovere, E. L. et al., 2016a

Os Cenários de Mitigação Adicional, MA1 e MA2, incluíram medidas de mitigação adicionais ao CPG, tanto pelo lado da oferta quanto pelo lado da demanda de energia, com custo marginal de abatimento de até US\$ 20/tCO<sub>2</sub>e evitado no MA1 e US\$ 100/tCO<sub>2</sub>e no MA2 (mais ambicioso). As medidas adotadas pelo lado da oferta são apresentadas na Tabela 6.2.

**TABELA 6.2:** MEDIDAS DE MITIGAÇÃO PARA OS CENÁRIOS MA1 E MA2

MEDIDAS DE MITIGAÇÃO PELO LADO DA OFERTA	NÍVEL MA1 (VARIAÇÃO EM RELAÇÃO AO CPG)	NÍVEL MA2 (VARIAÇÃO EM RELAÇÃO AO CPG)
Redução de expansão de usinas termelétricas a combustíveis fósseis	Carvão Mineral: menos 1000 MW Gás Natural: menos 5000 MW	Carvão Mineral: menos 1.000 MW Gás Natural: menos 10.200 MW
Expansão da geração a bagaço de cana	Adição de 10.000 MW, chegando a 21.170 MW em 2030	Igual ao MA1
Expansão da geração eólica	Adição de 7.000 MW, chegando a 31.325 MW em 2030	Adição de 5000 MW, atingindo 29.325 MW em 2030
Expansão da geração solar PV concentrada	Mantém CPG	Expansão adicional de 2.000 MW, atingindo 8.500 MW em 2030
Expansão da geração hidrelétrica	Mantém CPG	Adição de 10.000 MW de UHEs, atingindo 144.086 MW em 2030
Melhorias em refinarias	Mantém CPG	Ganhos de eficiência energética de todas as refinarias existentes de 3% até 2025

Fonte: La Rovere, E. L. et al., 2016a

Em termos de fontes renováveis, exceto a hídrica, apenas a geração eólica expande a capacidade instalada, em 7 GW, no MA1, e adiciona mais 5 GW no MA2, na comparação com o cenário CPG.

No tocante ao setor elétrico, de acordo com o estudo apresentado pelo IES-Brasil, as diferenças na Oferta Interna de Energia (OIE) entre o CPG e os cenários MA1 e MA2 “se devem em parte à significativa redução do consumo, graças às medidas de efficientização da demanda. Outro fator foi a expressiva alteração na estrutura do parque gerador de energia elétrica nos três cenários em 2030” na comparação com a estrutura da oferta observada em 2010.

Com o objetivo de apresentar a evolução da Oferta de Energia e as respectivas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil, entre 2015 e 2050, o IES 1-Brasil foi atualizado apenas para o Cenário de Plano Governamental (CPG), que assume uma continuidade a longo prazo das políticas de mitigação já existentes.

A metodologia utilizada no projeto IES 2-Brasil 2050 é basicamente a mesma que foi utilizada no projeto IES-Brasil 2030, introduzindo apenas alguns aperfeiçoamentos no que se refere aos modelos computacionais utilizados de cálculo da Oferta de Energia para dada projeção da demanda final de energia (LA ROVERE, E. L. et al., 2016b).

Os resultados mostram mudanças importantes na estrutura do parque gerador, alterando significativamente a proporção relativa entre fontes convencionais de geração térmica e fontes renováveis, com a participação das fontes renováveis crescendo de 86% para 92% da potência instalada total entre 2015 e 2050. Observa-se que a estrutura interna das fontes renováveis também se altera substancialmente, com a participação da fonte hidrelétrica reduzindo de 71% para 48%, mas sendo substituída gradativamente pelas fontes eólica, biomassa e solar, cujas participações crescem de 14% para 44% da capacidade total instalada entre 2015 e 2050. A Tabela 6.3 apresenta a evolução da geração de energia elétrica por fonte ao longo do horizonte.

**TABELA 6.3:** EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA NO CPG (MW)

MW	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
hidrelétricas	97044	115260	115260	115260	125643	129654	135136	139665
Nuclear	1990	3340	3340	3340	3340	3340	4695	4695
Gás natural	10938	13286	13286	13286	14290	14388	14388	14388
Carvão Nacional	1644	1981	1981	1981	1065	2765	3625	3625
Carvão Importado	1445	1445	1445	1445	1445	3325	3325	3325
Óleo combustível	3051	3051	2745	2405	332	0	0	0
Óleo Diesel	1124	1124	108	0	0	0	0	0
Outros não renováveis	703	703	703	703	776	789	810	810
PCH	5000	6600	6650	8000	8000	10000	12000	14000

Bagaço	10500	12717	12717	14397	14397	14397	15852	15852
Biomassa	1547	2102	2302	3721	4719	5716	6714	8709
Eólica	8700	14300	16694	19953	23943	27933	33919	39904
Solar FV (distribuída)	20	300	4200	8330	12120	15920	19720	23520
Solar FV (centralizada)	0	2653	3451	3950	4449	14449	24448	29448
Solar heliotérmica	0	0	998	2095	6085	12070	18055	25038
Total:	143.706	178.865	185.883	197.509	220.604	255.104	292.687	322.979

Fonte: La Rovere, E. L. et al., 2016b

Em relação à geração solar fotovoltaica distribuída, estima-se que a capacidade instalada com esse tipo de geração, de 23,5 GW, seja quase três vezes superior àquela prevista para ser instalada em 2030, de apenas 8,3 GW<sup>17</sup>.

Vale destacar que já em abril de 2017 a capacidade instalada com GD no Brasil, considerando-se as fontes solar, eólica e biomassa, atingiu 108 MW. A fonte solar fotovoltaica distribuída contribuiu com 74 MWp desse total. Tais números apontam para um crescimento muito mais significativo nos próximos anos, sendo muito provável que a estimativa do CPG para 2020, de 300 MWp, seja alcançada muito antes da data prevista.

Comparando-se as estimativas realizadas no estudo sobre opções de mitigações no setor de edificações (LUCENA, A. et al., 2016) e as projeções apresen-

17 No estudo do IES 1-Brasil, a previsão para a capacidade instalada com a geração solar fotovoltaica distribuída era de 10 MW, em 2030.

tadas pelo IES 2-Brasil, observa-se que há grande divergência entre essas estimativas. Enquanto no primeiro estudo a expectativa da capacidade instalada com fonte solar fotovoltaica atinge 47 GWp em 2050, na linha de base, e 66 GWp no cenário de baixo carbono (CB), nas projeções do IES-Brasil 2050 (LA ROVERE et al., 2016), a capacidade instalada prevista é de apenas 23,5 GW.

Resultados tão divergentes, evidentemente, podem ser plenamente justificados, em função dos diferentes objetivos a que se propunham os referidos estudos, das distintas metodologias utilizadas e do horizonte dos estudos de longo prazo, que, em se tratando de tecnologias disruptivas, como é o caso da solar fotovoltaica distribuída, se tornam bastante imprevisíveis e de difícil convergência. De qualquer modo, apesar dessas divergências, eles indicam que haverá uma tendência de crescimento da GD fotovoltaica, sobretudo a partir de 2020.

## **6.3. TECNOLOGIAS PROMISSORAS ATRELADAS ÀS CONSTRUÇÕES**

### **6.3.1. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD)**

Geração distribuída é a geração de energia, “incluindo eletricidade e outros energéticos, localizada próxima ao consumidor final, cuja instalação objetiva seu atendimento prioritário, podendo ou não gerar excedentes energéticos comercializáveis para além das instalações do consumidor final” (EPE, 2015). Já o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE) conceitua GD como “uma expressão usada para designar a geração elétrica realizada junto ou próxima do(s) consumidor(es) independentemente da potência, tecnologia e fonte de energia. As tecnologias de GD têm evoluído para incluir potências cada vez menores”, incluindo, o que é de particular interesse desta publicação, painéis fotovoltaicos.

### **6.3.2. AQUECIMENTO SOLAR**

O aquecimento solar faz uso da chamada “energia solar térmica” e usa o calor obtido para o aquecimento de água. O sistema de aquecimento solar é a tecnologia termosolar mais difundida no país e usa a radiação solar para obter calor, em coletores solares planos, e assim realizar o aquecimento de água. No setor residencial, geralmente os coletores solares planos reduzem o uso do chuveiro elétrico no processo de aquecimento de água, dessa forma a eletricidade é conservada, podendo ser utilizada para fins mais nobres do que a conversão em

calor. Os coletores solares são aquecedores de fluidos e classificados em planos ou concentradores (CBIC, 2016).

### **6.3.3. ARMAZENAMENTO DE ENERGIA**

Tal como o aumento da penetração das fontes renováveis, tais como a solar e a eólica, fontes naturalmente intermitentes, adiciona-se insegurança e imprevisibilidade ao suprimento de energia elétrica. Neste contexto aparecem as tecnologias de armazenamento, que podem compensar a intermitência dessas fontes, além de eventualmente evitar a entrada em operação de fontes que tendem a emitir gases de efeito estufa quando acionadas, sobretudo no horário de pico.

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2016), citando a Agência Internacional de Energia, classifica as tecnologias de armazenamento de acordo com a fonte de energia utilizada, a saber:

- Eletromecânicos: armazenamento em potenciais mecânicos ou gravitacionais.
- Eletromagnéticos: armazenamento em campos elétricos e/ou magnéticos.
- Eletroquímicos: armazenamento em potencial eletroquímico entre dois reagentes contidos em um recipiente.
- Células a combustível: armazenamento de energia em um combustível, por exemplo hidrogênio.
- Térmicos: armazenamento potencial térmico.
- Químicos: armazenamento em substâncias químicas para posterior conversão em eletricidade.
- Outros: armazenamento com base em outros princípios físicos e/ou sistemas híbridos de armazenamento.

### **6.3.4. VEÍCULOS ELÉTRICOS (VE)**

Veículos elétricos (VE) são acionados por pelo menos um motor elétrico, contrapondo-se aos veículos automotivos acionados exclusivamente por motores de combustão interna (MCI). VEs podem reduzir consideravelmente desperdícios evitáveis de combustíveis sobretudo de origem fóssil, reduzindo emissões de poluentes locais e de GEE, barulho e vibrações; e, pela sua alta eficiência energética,

proporcionam custos operacionais inferiores aos convencionais. Os VEs precisam de baterias que podem ser recarregadas nas edificações.

Segundo o INEE ([www.inee.org.br](http://www.inee.org.br)), os VEs podem ser classificados em cinco famílias, de acordo com a forma como a energia elétrica é disponibilizada a bordo:

1. VE a bateria (VEB): baterias recarregadas na rede elétrica.
2. VE híbrido (VEH): MCI e sistemas de bateria e capacitores para acumular energia elétrica.
3. VE de célula a combustível (VECC): células a combustível transformam a energia do hidrogênio diretamente em eletricidade.
4. VE ligado à rede ou trólebus: energia é fornecida pela rede elétrica.
5. VE solar (VES): energia é fornecida por painéis fotovoltaicos.

A **Associação Brasileira de Veículos Elétricos – ABVE** ([www.abve.org.br](http://www.abve.org.br)), que tem por objetivo divulgar os benefícios dos veículos elétricos e promover seu uso, agrega os membros da entidade em cinco grandes classes: componentes, infraestrutura, leves, levíssimos e pesados.

## 6.4. INCENTIVOS EXISTENTES PARA PROMOVER A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

- Caixa Econômica Federal

O Construcard é uma linha de crédito para compra de material de construção em lojas credenciadas pela CAIXA. Por meio dessa linha de crédito, aquecedores solares, aerogeradores e equipamentos de energia fotovoltaica podem ser adquiridos de forma simples e acessível e têm até seis meses para ser comprados com o cartão. A taxa de juros mensal varia de 1,4% + TR a 2,33% + TR, e o financiamento é composto de duas fases. A primeira fase de utilização destina-se à compra dos equipamentos, que pode ser realizada entre dois e seis meses, e apenas são cobrados os juros dos valores utilizados. O tomador do financiamento tem até 2 anos, contados a partir do prazo definido para a compra dos equipamen-

tos. O sistema de amortização utilizado é a Tabela Price. As informações sobre o volume financiado até a presente data associado à compra de equipamentos como aerogeradores, aquecedores solares e sistemas fotovoltaicos, bem como os números de pessoas que optaram por esse tipo de financiamento, não se encontram disponíveis.

No entanto, ao que tudo indica, esse tipo de financiamento, em face do alto custo do investimento inicial e das incertezas quanto às vantagens da aquisição desse tipo de sistema, certamente não mobilizou um número significativo de pessoas interessadas em utilizá-lo. O prazo para a quitação da dívida é extremamente curto na comparação com a expectativa de retorno do investimento (*pay-back*), calculado entre 6 e 8 anos, a depender do tamanho do sistema instalado e da geração esperada com a instalação e operação do sistema, na modalidade de *net-metering*.

- Banco do Nordeste (BNB)

O BNB, por meio do Programa de Financiamento à Conservação e Controle do Meio Ambiente (FNE VERDE), disponibiliza linha de crédito para promover o desenvolvimento de empreendimentos e atividades econômicas que propiciem a preservação, a conservação, o controle e/ou a recuperação do meio ambiente, incluindo o financiamento de sistemas para a micro e a minigeração de energia elétrica.

Exceto essas duas iniciativas de bancos públicos e uma iniciativa do Banco Santander de financiar a geração distribuída, não existem outras iniciativas com o objetivo de financiar a baixo custo a instalação da energia solar fotovoltaica em unidades consumidoras.



**CONCLUSÃO:  
CONTRIBUIÇÕES  
DA INDÚSTRIA DA  
CONSTRUÇÃO AO  
DIÁLOGO PARA A  
IMPLEMENTAÇÃO DA  
NDC BRASILEIRA**

## 7. CONCLUSÃO: CONTRIBUIÇÕES DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO AO DIÁLOGO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA NDC BRASILEIRA

Nesta seção conclusiva, sintetizam-se inicialmente as principais recomendações para o setor de construção dos organismos internacionais estratégicos que trabalham com a questão energética e com as mudanças climáticas, além de ressaltar os compromissos nacionais para com o Acordo de Paris. Em seguida arrematam-se as discussões desta publicação em relação à situação nacional do setor de construções e suas potenciais contribuições para as áreas de eficiência energética e fontes renováveis de energia, por onde o setor pode fazer efetivas contribuições para ajudar o Brasil a cumprir seus compromissos com o Acordo de Paris. Encerra-se com um conjunto de sugestões ao governo para contribuir com o setor na aceleração de suas iniciativas.

### 7.1. SÍNTESE DAS RECOMENDAÇÕES PARA O SETOR DE CONSTRUÇÕES DOS ORGANISMOS INTERNACIONAIS

#### IPCC:

- As intervenções políticas regulatórias, a exemplo de códigos de construção e padrões para equipamentos, estão entre as políticas mais efetivas, sobretudo se “se fortalecer substancialmente esses códigos, adotá-los em outras jurisdições e estendê-los a mais tipos de edifícios e de eletrodomésticos”.
- Outros instrumentos de política: programas de rotulagem para edifícios eficientes; certificados negociáveis para melhorias na eficiência energética; subsídios ou isenções fiscais para investimentos em edifícios eficientes, *retrofit*; empréstimos subsidiados; mandatos para as distribuidoras de energia para ajudar os clientes a investirem na eficiência energética; compras públicas de edifícios e equipamentos eficientes.

### **IEA:**

- Governos nacionais e regionais precisam desenvolver códigos de energia rigorosos e exequíveis para as construções e critérios de desempenho para as edificações novas e existentes.
- Viabilizar incentivos políticos e financeiros efetivos para alavancar ações agressivas de eficiência energética nas construções e assim estabelecer uma demanda de mercado; viabilizar programas educativos; reforçar as capacidades existentes; e melhorar a resolução dos dados energéticos das edificações para ajudar a informar e melhorar a concepção, adoção e aplicação da política; e finalmente promover as edificações energia-zero ou muito próximo disto.

### **GABC:**

- Eficiência energética em primeiro lugar: reduzir a demanda de energia do setor de construção para seu nível mínimo.
- Estabelecimento de metas de desempenho progressivas, alinhadas com normas de longo prazo.
- Atingir uma grande penetração de edificações com emissões operacionais de quase-zero, nas novas edificações, antes de 2030, nos países de climas quentes.
- Reduzir os riscos relacionados com as alterações climáticas nos edifícios.

### **PBMC:**

- Metodologia única de avaliação do desempenho térmico dos sistemas construtivos.
- Definição de limites de zona de conforto térmico para diferentes regiões do país.
- Preenchimento das principais lacunas de conhecimento em relação às edificações no Brasil:
  - *Trabalhos que correlacionem tipologia, localização geográfica e outras variáveis com o consumo de energia.*
  - *Estudos de economia de energia e envoltórias.*

- *Trabalhos que determinem parâmetros para a integração de iluminação natural e artificial.*
- *Dados climáticos digitais disponíveis para um maior número de cidades brasileiras.*

#### **NDC Brasileira:**

- Expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de eólica, biomassa e solar.
- Alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030.

## **7.2. SÍNTESE DA SITUAÇÃO NACIONAL DO BINÔMIO ENERGIA NAS CONSTRUÇÕES E REDUÇÕES DE EMISSÕES DE GEE**

Apesar do entendimento quase consensual sobre a importância e o impacto ambiental das edificações em termos de geração de resíduos, uso do espaço urbano e da água, consumo de energia, emissões de GEE, etc., as iniciativas mandatórias relacionadas com o desempenho energético nas edificações são voluntárias e ainda pouco significativas no Brasil, exceto para as novas construções de prédios públicos federais, para as quais o Selo Procel Edifica é obrigatório.

O arcabouço normativo brasileiro visa principalmente a estabelecer a isonomia técnica e a segurança jurídica relacionadas com a etapa de produção da edificação, embora normas técnicas como NBR 15575 promovam alguns avanços no sentido de induzir uma melhoria da qualidade das construções, reforçando novos conceitos, tais como desempenho acústico, desempenho térmico e vida útil. A NBR 15575 foi a primeira norma a definir como um edifício deve se comportar ao longo da vida útil, para atender as expectativas dos usuários, em termos de conforto e segurança no uso (CBIC, 2013).

Os programas existentes no Brasil especificamente associados à eficiência energética nas edificações, além de serem voluntários, concentram-se na utilização de instrumentos de políticas públicas de informação e educação, 56% do total, segundo Lucena A. et al. (2016). Em menor grau, com 11%, são utilizados os instrumentos econômicos e de pesquisa e desenvolvimento. No

grupo de informação/educação, podem ser classificados o Procel Edifica e o Selo Procel Edifica, basicamente destinados a etiquetagem, treinamento e fornecimento de informações. O Programa Casa Azul da CAIXA e alguns programas de financiamento do BNDES são de natureza econômica. O Programa de Eficiência Energética (PEE) da Aneel pode ser classificado como tecnológico, focado na pesquisa e na implementação e difusão da tecnologia. Apenas o Procel Edifica em Prédios Públicos tem caráter obrigatório e, portanto, resulta da aplicação de um instrumento de política pública regulatória.

Em relação à geração distribuída com fontes renováveis não hídricas, a realidade mostra que esse tipo de geração ainda é muito incipiente no país, apesar dos recentes avanços no arcabouço regulatório, com a publicação da RN nº 687/2015, da ANEEL, que revisou profundamente a RN nº 482/2012. Com efeito, em pouco mais de um ano após a publicação da RN nº 687, as unidades consumidoras com sistemas de micro e minigeração cresceram quase dez vezes, e a perspectiva é que esse crescimento seja bastante significativo ao longo das próximas décadas. Os estudos mais recentes desenvolvidos no âmbito do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) e da EPE sobre esse tema, analisados no corpo do presente relatório, mostram que para todos os cenários construídos há tendência de elevação acentuada desse tipo de geração na capacidade instalada do Sistema Interligado Nacional (SIN), apesar das barreiras existentes.

No entanto, em que pesem as dificuldades para realizar projeções sobre a evolução do mercado, em se tratando de tecnologias disruptivas, como é o caso da geração solar fotovoltaica distribuída, constata-se que de fato as estimativas tendem a ser muito conservadoras. Há uma evidente tendência, nos estudos, de adoção de premissas extremamente rigorosas quanto às hipóteses de penetração da geração distribuída de pequeno porte no mercado nacional de energia elétrica, apesar do enorme potencial da fonte solar em grande parte do território nacional, em particular na região Nordeste do país.

Em parte, esse posicionamento conservador se deve ao fato de que não se identifica um propósito firme e ambicioso do poder público em propor políticas públicas de natureza econômica, regulatória, fiscal, educacional e tecnológica que promovam a mobilização e a adesão das forças de mercado, consumidores e empresas privadas, no esforço de realizar o potencial da GD solar fotovoltaica no país. Como se sabe, em nenhum país onde essas tecnologias passaram a ocupar um papel relevante nas suas respectivas matrizes elétricas isso foi possível acontecer sem a aplicação de políticas públicas de forma continuada e com metas ambiciosas de penetração desse tipo de tecnologia. A cultura do fornecimento por meio de grandes empreendimentos, utilizando extensas redes elétricas de transmissão e distribuição, ainda é he-

gemônica entre os profissionais, dirigentes e instituições do setor público, sobretudo em face dos enormes *gaps* existentes em relação à produção e uso de tecnologias mais avançadas e que exigem participação decisiva do consumidor demandante de eletricidade.

O setor de edificações poderá contribuir para romper esse ciclo e afastar importantes barreiras, propondo um plano de ações/medidas para realizar grande parte do potencial de uso da geração distribuída, nas novas construções. Nos edifícios já construídos, poderá propor planos de *retrofit* para uma parte dessas construções.

Entre as ações que a CBIC toma como ponto de partida para contribuir com o diálogo para a implementação da NDC brasileira, destacam-se:

1. O desenvolvimento desta publicação para sensibilização dos seus membros e identificação de oportunidades de elaboração de uma agenda para início do diálogo entre os setores público e privado, com vistas à implementação da NDC.
2. Criação de um grupo de trabalho, formado por especialistas do setor, para identificar os nichos de mercado com maior potencial para eficiência energética e geração distribuída nas edificações e mecanismos de alavancagem.
3. Fomento à utilização de mecanismos de certificação mais disseminados no setor, a exemplo do EDGE, que vem sendo testado por um conjunto diversificado de construtoras.
4. Avaliação dos custos e benefícios das medidas de efficientização nas novas edificações e do uso da geração distribuída nesses edifícios, criando um padrão para nortear decisões e avaliação da possibilidade de extensão e aprofundamento das medidas.
5. Discussão de horizonte e escopo de um código de energia para o setor de construções.
6. Aplicação, em âmbito nacional, de uma pesquisa entre as construtoras para identificar o perfil do mercado consumidor com potencial de absorver novas construções com áreas especificamente preparadas para receber sistemas de geração distribuída.
7. Proposição para que em todas as novas construções de edifícios públicos (municipal, estadual e federal), a partir de 2025, se aplique o conceito

de quase-ZEB, ou seja, que essas edificações consumam no máximo 30% da sua demanda de energia com o fornecimento da rede elétrica, convergindo para que em 2030 produzam 100% das suas necessidades de energia elétrica.

8. Simulação de cenários com vistas à introdução progressiva do conceito de edificações com emissões convergindo para zero.
9. Articulação com o Congresso Nacional, Governo Federal, entidades congregando governos municipais, empresariais e organizações da sociedade civil para um amplo debate sobre como alcançar o objetivo das edificações convergindo para emissões quase-zero.

### **7.3. OPÇÕES DE INCENTIVOS ADICIONAIS PARA APROFUNDAMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E USO DA ENERGIA RENOVÁVEL NAS EDIFICAÇÕES**

1. Criação de mecanismos de financiabilidade, especialmente de longo prazo, quer através de bancos públicos nacionais e estaduais, a despeito de sua limitada disponibilidade de recursos atual, mas sobretudo de mecanismos para crédito privado, incluindo securitização de *hedges* cambiais.
2. Campanhas específicas de conscientização para esclarecer e incentivar os consumidores a utilizarem os mecanismos de eficiência energética e de geração distribuída.
3. Revitalização dos programas habitacionais sociais contemplando esforços na direção da eficiência energética, aquecimento solar e geração distribuída.
4. Montagem de um programa de *retrofit* em prédios públicos para adaptá-los, criando espaços para a instalação de micro e minigeradores e abrindo perspectivas para a consolidação deste mercado.
5. Revisão do arcabouço vigente no setor elétrico com a incorporação de novos modelos de negócios, garantindo segurança jurídica aos incumbentes, com

a permissão de expansão do leque dos serviços prestados (permissão de financiamento através das contas de energia), e aos novos agentes setoriais, com incorporação de novos modelos como PPA e *leasing* para GD, quotas de empresas remotas de geração, financiamento com posse de terceiros, dentre outros mecanismos.

6. Alocação de uma parte dos recursos disponíveis para CT&I, P&D dos fundos nacionais e estaduais para avanços com tecnologias para promissoras de baixo carbono para construção ou integração às construções, a exemplo do armazenamento de energia e carros elétricos.
7. Articulação com os órgãos de normatização e regulação do setor elétrico e de construção para montagem de um código de energia para construções com quotas específicas para aquecimento solar e produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis.
8. Promoção de um regime de incentivos para a cadeia de valor da indústria da construção, contemplando a reavaliação dos métodos construtivos, com foco na redução dos resíduos em todo o ciclo de vida da edificação; promoção da pesquisa e fomento à utilização de materiais eficientes; utilização de tecnologias alternativas como o aproveitamento da luz natural, sombreamento, ventilação natural, aquecimento da água com energia solar e utilização de vidros de alto desempenho; geração local de energia elétrica com fontes renováveis; e uso distrital de aquecimento e refrigeração.
9. Incorporação paulatina com incentivos, e posteriores mandatos, de mudanças estruturais para o setor com a substituição de processos tecnológicos e alterações no processo de produção das matérias-primas utilizadas, revisão dos padrões de construção, especificamente em relação ao envoltório, orientação, posição geográfica e materiais e, a longo prazo, a imposição de ZEBs, inclusive com *retrofit* do parque existente.
10. Atuar nos aspectos comportamentais da população no sentido de alterar aspectos culturais do uso da energia por parte do consumidor.







## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. Resolução Normativa (RN) nº 482/2012. 2012.

ANEEL. Resolução Normativa (RN) nº 687/2015. 2015.

ANEEL. **Cadernos Temáticos da ANEEL** – Micro e Minigeração Distribuída – Sistemas de Geração Distribuída. 2ª edição. 2016.

ANEEL. **Chamada no 21/2016** – Projeto Estratégico: Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia no Setor Elétrico Brasileiro. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Brasília: ANEEL, 2016.

BUENO, A. F. M.; BRANDÃO, C. A. L. **Visão Geral de Tecnologia e Mercado para os Sistemas de Armazenamento de Energia Elétrica no Brasil**. Associação Brasileira de Armazenamento e Qualidade de Energia (ABAQUE).

CA ENERGY COMMISSION. **Building Energy Efficiency Standards for Residential and Nonresidential Buildings**. California: California Energy Commission, 2016.

CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CBIC. **Gestão Eficiente da Energia na Indústria da Construção** – Energia Solar Fotovoltaica em Condomínios Oportunidades, Aplicações e Boas Práticas. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília: CBIC, 2016.

CEBDS, 2016. **Financiamento a Energia Renovável**: Entraves, desafios e oportunidades. 90 p. Disponível em: <<http://tinyurl.com/lwywazd>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

CBIC/SINDUSCON-MG. **Principais Normas Técnicas Edificações**. 2015.

CBIC. **Guia de Boas Práticas em Sustentabilidade**. 2012.

CAIXA. **Guia Caixa Sustentabilidade Ambiental**. Selo Casa Azul, 2010. Boas Práticas para Habitação mais Sustentável. 2010.

ELETROBRAS/PROCEL. **Edifica/INIMETRO/CB3E, 2014**: Manual de Etiquetagem de Edificações Públicas. 2010.

EPE. **Balanco Energético Nacional 2016**: Ano-base 2015. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

EPE. **Nota Técnica DEA 12/16** – Avaliação da Eficiência Energética e Geração Distribuída para os próximos 10 anos (2015-2024). Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2015.

EPE. **Nota Técnica DEA 26/14** – Avaliação da Eficiência Energética e Geração Distribuída para os próximos 10 anos (2014-2023). Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2014.

EPE. **Nota Técnica DEA 13/15** – Demanda de Energia 2050. Série Estudo da Demanda de Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

GARAFFA, R., 2016. **Potenciais Custos de Abatimento para setores-chave da Economia Brasileira** – Setor de Edificações. jun. 2016

IPCC. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. FIELD, C. B. et al. (eds.). Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2014. 1132 p.

IPCC. Climate Change 2014 Mitigation of Climate Change Summary for Policymakers and Technical Summary. In: **Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Disponível em: <[www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WGIII-AR5\\_SPM\\_TS\\_Volume.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WGIII-AR5_SPM_TS_Volume.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2017. 2015.

IEA. **Energy Technology Perspectives 2016**. Paris: International Energy Agency, 2016.

IEA. **Tracking Clean Energy Progress 2016**. Disponível em: <[www.iea.org/etp/tracking2016](http://www.iea.org/etp/tracking2016)>. Acesso em: 22 mar. 2017. 2016.

IRENA. **Rethinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation**. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2017.

IRENA. **REmap: Roadmap for a Renewable Energy Future**. 2016 Edition. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency (IRENA), 2016.

LA ROVERE, E. L. et al. **Implicações Econômicas e Sociais de Cenários de Mitigação de Gases de Efeito Estufa no Brasil até 2030**. 2016.

LA ROVERE, E. L. et al. **Implicações Econômicas e Sociais de Cenários de Mitigação de Gases de Efeito Estufa no Brasil até 2050**. 2016.

LAMBERTS, R. et al. **Desempenho Técnico de Edificações**. Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. LabEEE, 2015.

LUCENA, A. et al. **Ciclo de Workshops Setoriais das Opções de Mitigação dos Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil**. Setor de Edificações. set. 2016.

MMA/BID. **Documento-Base para Subsidiar os Diálogos Estruturados sobre a Elaboração de uma Estratégia de Implementação e Financiamento da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil ao Acordo de Paris**. 2016.

PBMC. **Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. ASSAD, E. D.; MAGALHÃES, A. R. (eds.). Rio de Janeiro: COPPE – UFRJ, 2014. 414 p.

PBMC. **Mudanças Climáticas e Cidades**. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. RIBEIRO, S. K.; SANTOS, A.S. (Eds.) Rio de Janeiro: COPPE – UFRJ, 2016. 116 p. (ISBN: 978-85-285-0344-9).

PBMC. **Mitigação das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 3 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. BUSTAMANTE, M. M. C.; ROVERE, E. L. L. (Eds.). Rio de Janeiro: COPPE – UFRJ, 2014. 463 p.

UNEP. **Towards zero-emission efficient and resilient buildings** – Global Status Report 2016. United Nations Environment Programme (UN Environment). 2016.

UN Environment. **Global Roadmap** – Towards Low-GHG and Resilient Buildings. United Nations Environment Programme (UN Environment). 2016.

UNFCCC. **Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update**. UNFCCC/CP/2016/2. United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2016/cop22/eng/02.pdf>>. 2016.

U.S. **Energy Independence and Security Act**. Public Law 110–140. 19 dez. 2007.

### **Sites citados:**

Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE): [www.inee.org.br](http://www.inee.org.br)

Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE): [www.abve.org.br](http://www.abve.org.br)

Associação Brasileira de Armazenamento e Qualidade de Energia (ABAQUE): [www.abaque.com.br/index.php/pt-BR](http://www.abaque.com.br/index.php/pt-BR).

Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG): <http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/residuos>.

1 Geração de benefícios privados que mais do que compensam os custos de implementação.







**INFORMAÇÕES  
ADICIONAIS**

# CONHEÇA OUTRAS PUBLICAÇÕES CBIC

Acesse o site da CBIC ([www.cbic.org.br/publicacoes](http://www.cbic.org.br/publicacoes)) e baixe os livros gratuitamente. Disponível em português, inglês e espanhol.

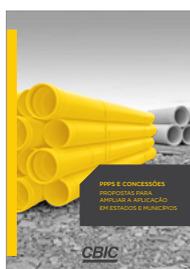
## INFRAESTRUTURA (OBRAS PÚBLICAS E CONCESSÕES)



PPPs e Concessões - Propostas para Ampliar a Participação de Empresas (2ª Edição)  
Ano: 2016



PPPs e Concessões - Guia sobre Aspectos Jurídicos e Regulatórios  
Ano: 2016  
Disponível também em inglês e espanhol



PPPs e Concessões - Propostas para Ampliar a Aplicação em Estados e Municípios  
Ano: 2016  
Disponível também em inglês e espanhol



PPPs e Concessões - Guia para Organização de Empresas em Consórcios  
Ano: 2016  
Disponível também em inglês e espanhol



PAC - Radiografia dos Resultados 2007 a 2015  
Ano: 2016



PAC - Avaliação do Potencial de Impacto Econômico  
Ano: 2016



Um Debate Sobre Financiamento de Longo Prazo para Infraestrutura  
Gargalos e Perspectivas  
Ano: 2016



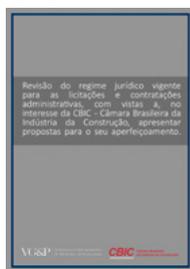
Ciclo de Eventos Regionais Concessões e PPPs - Volumes I e II  
Ano: 2015/2016



Investimento em Infraestrutura e Recuperação da Economia  
Ano: 2015



Report International Meeting Infrastructure and PPPs  
Ano: 2015



Propostas para Reforma da Lei de Licitações  
Ano: 2015



Diálogos CBIC | TCU Contribuição da CBIC para o Manual "Orientações para Elaboração de Planilhas Orçamentárias de Obras Públicas"  
Ano: 2014

## RESPONSABILIDADE SOCIAL E EMPRESARIAL



Plataforma Liderança Sustentável  
Ano: 2016  
[cbic.org.br/liderancasustentavel](http://cbic.org.br/liderancasustentavel)



Guia de Ética e Compliance para Instituições e Empresas do Setor da Construção  
Ano: 2016  
Disponível também em inglês e espanhol



Código de Conduta Concorrencial  
Ano: 2016  
Disponível também em inglês e espanhol



Ética & Compliance na Construção Civil: Fortalecimento do Controle Interno e Melhoria dos Marcos Regulatórios & Práticas  
Ano: 2016  
Disponível também em inglês e espanhol

## MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE



Guia de Compra Responsável na Construção  
Ano: 2015



Mapeamento de Incentivos Econômicos para construção Sustentável  
Ano: 2015



Guia de Orientação para Licenciamento Ambiental  
Ano: 2015



Manual de Implantação do Conselho de Desenvolvimento da Cidade  
Ano: 2014

## TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



Coletânea Implementação  
do BIM - Volumes I a V  
Ano: 2016



Catálogo de Inovação  
na Construção Civil  
Ano: 2016



Catálogo de  
Normas Técnicas  
Edificações  
Ano: 2016



Análise dos Critérios  
de Atendimento à  
Norma de Desempenho  
ABNT NBR 15.575  
Ano: 2016



Boas Práticas para Entrega  
do Empreendimento  
Desde a sua Concepção  
Ano: 2016

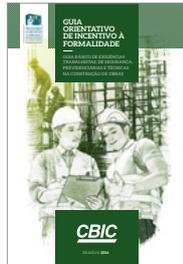


Guia Nacional para a  
Elaboração do Manual  
de Uso, Operação e  
Manutenção das Edificações  
Ano: 2014

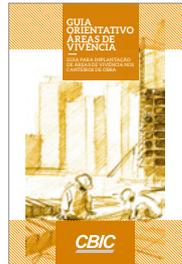


Guia Orientativo para  
Atendimento à Norma  
NBR 15.575/2013  
Ano: 2013

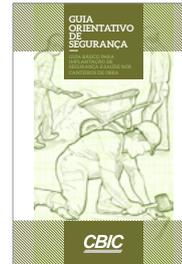
## RELAÇÕES TRABALHISTAS



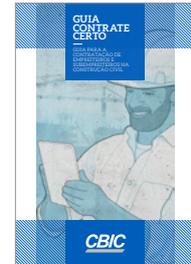
Guia Orientativo de Incentivo à Formalidade  
Ano: 2016



Guia Orientativo de Áreas de Vivência  
Ano: 2015



Guia Orientativo de Segurança  
Ano: 2015

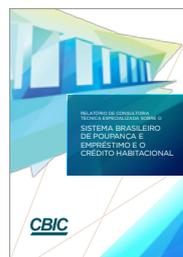


Guia Contrate Certo - Guia para a Contratação de Empreiteiros e Subempreiteiros na Construção Civil  
Ano: 2014

## MERCADO IMOBILIÁRIO



Perenidade dos Programas Habitacionais - PMCMV: Sua Importância e Impactos de uma Eventual Descontinuidade  
Ano: 2016



Melhorias no Sistema de Crédito Imobiliário - O Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo e o Crédito Habitacional  
Ano: 2015



I Encontro Nacional sobre Licenciamentos na Construção  
Ano: 2014



O Custo da Burocracia no Imóvel  
Ano: 2014

correalização



Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

realização





CORREALIZAÇÃO



Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

REALIZAÇÃO

