

GUIA DE DESCARBONIZAÇÃO DE MASSACHUSETTS ATÉ 2050



Um relatório comissionado pelo Massachusetts Executive Office of Energy and Environmental Affairs para identificar estratégias econômicas e equitativas para assegurar que Massachusetts atinja as emissões Net Zero de gases de efeito estufa até 2050.



Índice

1. Visão geral e missão do projeto	1
2. Abordagem	5
Abordagem analítica.....	6
Considerações sobre equidade para descarbonização ampla.....	8
Envolvimento das partes interessadas.....	9
3. Transição para Net Zero em 2050	10
4. Estratégias para atingir Net Zero	18
Transporte leve.....	21
Transporte de carga média e pesada, aviação e remessas.....	22
Edifícios residenciais e comerciais.....	23
Eletricidade e energia.....	24
Não energético e não industrial.....	25
Captura de carbono natural.....	26
Remoção adicional do dióxido de carbono.....	27
5. Atingindo Net Zero: implicações para políticas e medidas	29

Capítulo 1

Visão geral



Visão geral e missão do projeto

Na administração Baker-Polito, e conforme o âmbito da Global Warming Solutions Act (GWSA), o estado de Massachusetts se comprometeu a atingir as emissões Net Zero de gases de efeito estufa (GEE) até 2050.¹ Comissionado pelo Executive Office of Energy and Environmental Affairs (EEA), o Estudo do roteiro de descarbonização de 2050 (Roadmap Study) foi elaborado para auxiliar o estado neste objetivo e resultou neste Relatório do roteiro de descarbonização de 2050 (Roadmap Report). O objetivo do Estudo do roteiro foi prover ao estado uma compreensão abrangente das estratégias e transições necessárias de curto e longo prazo para atingir Net Zero até 2050 usando a melhor ciência e metodologia de pesquisa disponíveis. Também buscou-se compreender as compensações por meio de formas distintas para atingir os níveis de descarbonização amplos exigidos por esse limite. O Estudo do roteiro fornecerá informações para a determinação do EEA do limite provisório de emissões de 2030 do estado, além do próximo Plano climático e de energia limpa para 2030 (2030 CECP), o plano de medidas da política do estado para atingir o limite de 2030 de forma equitativa e econômica ao maximizar a capacidade de Massachusetts de atingir Net Zero até 2050.

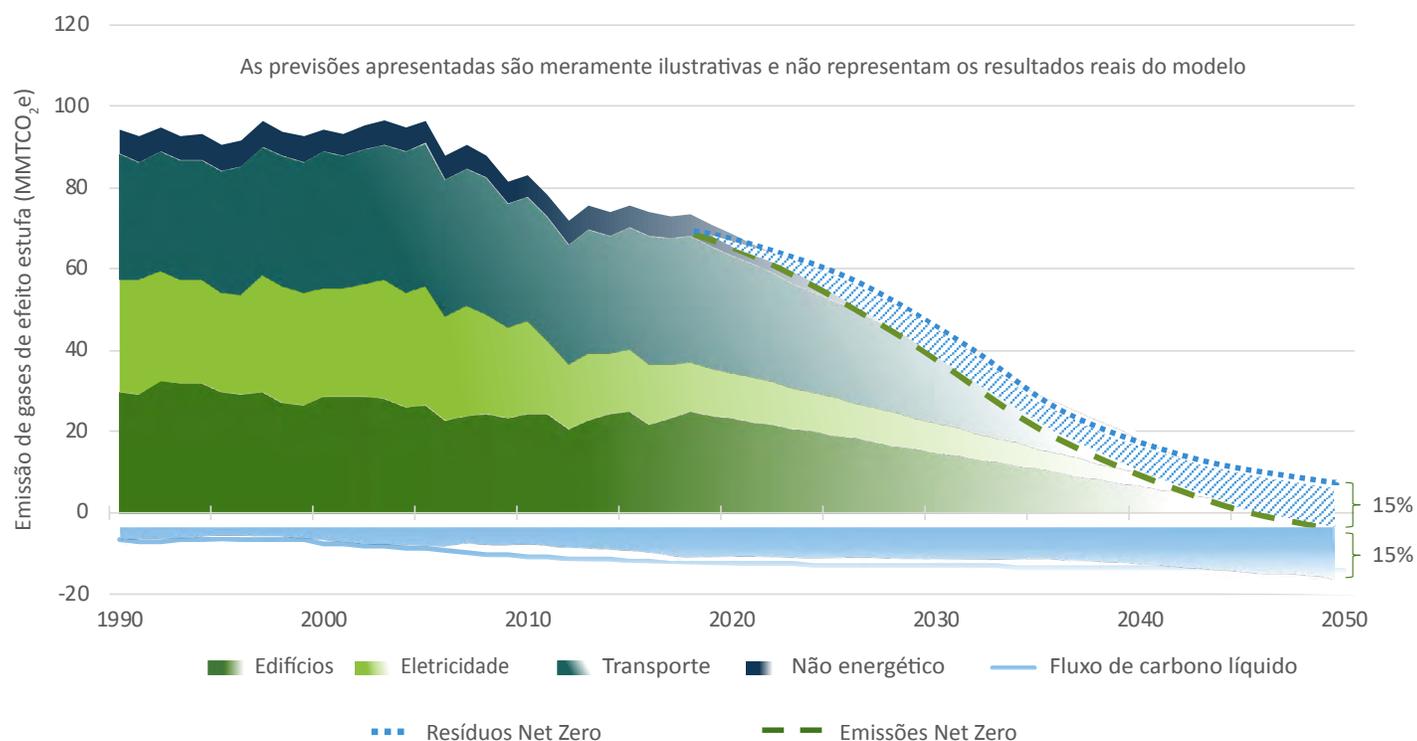
O Estudo do roteiro foi elaborado para abordar muitas questões complexas relacionadas à descarbonização ampla em todo o estado, porém, manteve o foco em uma questão central para orientar a análise:

Como o estado pode atingir Net Zero e manter uma economia viável, justa e próspera?

¹ Conforme a declaração de Net Zero do Governador durante o discurso sobre o estado em 21 de janeiro de 2020, e de acordo com a autoridade outorgada pela GWSA, o Executive Office of Energy and Environmental Affairs definiu o limite de emissões de 2050 em todo o Estado para exigir o cumprimento das emissões de Net Zero até 2050, e foi estabelecido: "Um nível de emissões de gases de efeito estufa em todo o estado que corresponda à quantidade de dióxido de carbono ou que seja equivalente ao que for removido da atmosfera e armazenado anualmente, ou atribuído ao estado; contudo desde que em nenhum caso o nível de emissões seja superior a 85% abaixo do nível de 1990." Consulte a Figura 1 para visualizar uma ilustração.

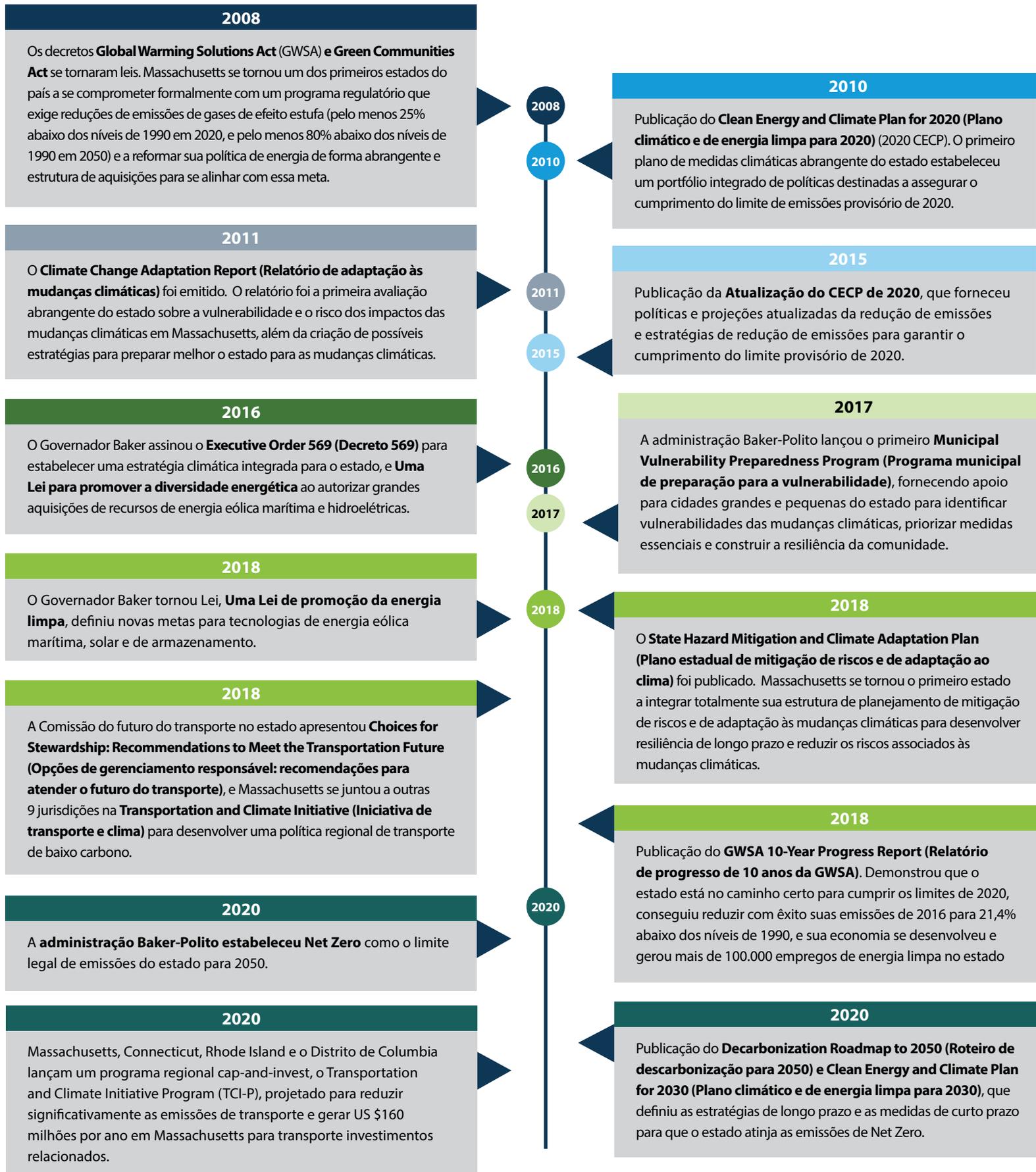
Para responder a essa pergunta, este Relatório do roteiro resume o grande esforço analítico do Estudo do roteiro. O Estudo do roteiro completo incluiu uma análise integrada e intersetorial do sistema de energia, e explorou oito “formas” distintas de redução de emissões até 2050, cada uma com a capacidade de auxiliar na obtenção do nível de emissões Net Zero em todo o estado em 2050. Também consistiu em quatro análises específicas do setor focadas em edifícios, meios de transporte, emissões não energéticas e o potencial de captura de carbono de habitats naturais e de terras utilizadas para a agricultura em Massachusetts, além de uma análise separada do impacto econômico e na saúde. Os relatórios técnicos e anexos que acompanham cada um desses itens do Estudo do roteiro fornecem detalhes, contexto e análises adicionais que servem de base para as informações apresentadas aqui.

Figura 1. Net Zero exige reduções de emissões mais amplas do que a meta anterior de “80% até 2050” do estado, além de um novo requisito para equilibrar as emissões restantes com a mesma quantidade de remoção de carbono da atmosfera.



SOBRE UMA DÉCADA DE MEDIDAS CLIMÁTICAS INTEGRADAS

O estado possui um histórico de medidas dedicadas a abordar, adaptar-se e mitigar as mudanças climáticas, incluindo:



Capítulo 2

Abordagem



Abordagem analítica

O Estudo do roteiro foi elaborado para proporcionar uma compreensão abrangente das necessidades da transição geral de descarbonização de longo alcance ao estado; este permitirá que o estado compreenda melhor as implicações e os requisitos da transição, especialmente no curto prazo. A abordagem analítica, a consideração da equidade e as atividades de envolvimento das partes interessadas do Estudo do roteiro estão descritas abaixo.

A análise técnica realizada para o Estudo do roteiro foi elaborada para atingir os seguintes objetivos:



Começar com a parte técnica para possibilitar a política e a implementação – a análise deve buscar compreender os requisitos físicos fundamentais e as opções tecnológicas para atingir Net Zero. Isso é necessário para permitir que o projeto de políticas inteligentes cumpra às metas de descarbonização e que, mantenha, ao mesmo tempo, uma economia viável, justa e próspera.



Explorar várias formas para Net Zero para apoiar o desenvolvimento de estratégias sólidas e resilientes de descarbonização – a análise deve testar diversas formas técnicas e economicamente viáveis com a finalidade de obter uma visão sobre a dinâmica do sistema de baixo carbono e as interdependências intersetoriais. Essa abordagem permitirá que o estado progrida continuamente e significativamente em direção a Net Zero, focando em medidas “sem arrependimentos” ao longo de 30 anos de mudanças e de incerteza.



Criar múltiplas opções para o estado – a análise deve ser criada para manter a maior flexibilidade e avaliar o máximo possível de técnicas de descarbonização para desenvolver diversas opções para os elaboradores de políticas e as partes interessadas averiguarem e considerarem.



Usar o modelo de “previsões” para entender melhor as transformações necessárias para chegar em 2050 – a análise deve ser baseada na obtenção bem-sucedida dos índices de Net Zero em 2050 e avaliar formas de atingir essa meta. Essa abordagem tem o benefício adicional de poder identificar possíveis “situações sem solução” que ao reduzir as emissões ou os custos no curto prazo, poderiam impedir que o estado atinja Net Zero ou aumentar consideravelmente os custos no futuro para mantê-lo.



Gerar dados granulares para possibilitar e permitir a implementação de políticas e ações do mercado – a análise deve fornecer constatações baseadas em dados que possam orientar a formulação de políticas e programas do estado, serviços públicos, comunidade empresarial e público para cumprir as metas de descarbonização.

Para atingi-las, duas abordagens de modelos distintas contribuíram para as descobertas apresentadas neste Relatório do roteiro, que são mais detalhadas nos seis relatórios técnicos complementares. As abordagens foram resumidas abaixo e estão ilustradas na Figura 2:

- Uma análise de meios do sistema de energia integrada, regional e intersetorial que consistiu nos resultados de oito formas diferentes de alto nível (o *Relatório de caminhos de energia*);
- Análises específicas de Massachusetts por setor para os setores de edifícios, transporte, itens não energéticos e terras (mais detalhes são fornecidos no *Relatório técnico do setor de edifícios*, no *Relatório técnico do setor de transporte*, no *Relatório técnico do setor não energético*, e no *Relatório técnico do setor de terras*, respectivamente) e em uma análise dos impactos econômicos e de saúde (detalhada no *Relatório técnico de análise de impactos econômicos e de saúde*).

Enquanto o limite de emissões Net Zero de 2050 especifica a redução de pelo menos 85% das emissões brutas, as análises quantitativas do Estudo do roteiro exploraram os custos, os requisitos e a dinâmica do sistema para atingir as reduções de emissões do sistema de energia comparáveis a 90% abaixo do nível de 1990 até 2050 em todo o estado. Isso foi feito para maximizar as opções futuras do estado em relação aos níveis ideais de reduções de emissões em 2050 em comparação com a captura de carbono em 2050, especificamente o custo de margem de cada um, que juntos atingirão Net Zero.



Considerações sobre equidade para descarbonização ampla

Atingir Net Zero nos próximos trinta anos é um objetivo importante do compromisso formal e contínuo do estado de garantir que todas as pessoas em Massachusetts sejam protegidas da poluição ambiental e sejam capazes de viver e desfrutar de um ambiente limpo e benéfico.² Na realidade, muitas pessoas suportaram por muito tempo as consequências ambientais e de saúde associadas à nossa economia energética atual. Isso se aplica ainda mais para aqueles que vivem em comunidades de Justiça Ambiental (EJ), tanto rurais quanto urbanas,³ que tiveram índices mais altos do que a média de impactos adversos à saúde relacionados ao meio ambiente devido à sua proximidade aos impactos cumulativos e à degradação ambiental de longo prazo associada à combustão de combustíveis fósseis, além de outros fatores. Além de melhorar a qualidade do ar em todo o estado, a descarbonização promete reduzir drasticamente muitas das consequências dos danos ambientais atualmente, específicos de cada local. Também trará trinta anos de uma nova atividade econômica sustentada com o potencial de revitalizar comunidades em Massachusetts que foram desfavorecidas e às vezes devastadas por mudanças históricas nas economias regional, nacional e global.

Contudo, apesar dos efeitos positivos de longo alcance da descarbonização, a capacidade dos residentes de Massachusetts de participar dessa transição de trinta anos será diferente em função do nível de renda, capacidade de acesso e de se beneficiar dos recursos disponíveis, localização em ambientes urbanos e rurais, proficiência em inglês e marginalização prévia. Essa consideração é importante especificamente ao levar em conta estratégias de curto e de longo prazo para atingir Net Zero, uma vez que a análise do Estudo do roteiro mostra que a descarbonização em toda a economia somente pode ter êxito quando todos nós – em todo o estado e em todas as comunidades – fazemos parte da solução. Como resultado, o envolvimento amplo e constante do público e durante o desenvolvimento de políticas e programas, particularmente nas comunidades de EJ e por parte de residentes de baixa renda, não apenas será necessário para evitar resultados injustos, como será uma etapa fundamental para atingir o futuro Net Zero.



² Proteções conforme estabelecido no Artigo 97, Constituição do estado.

³ Conforme definido na Política de EJ de 2017 do EEA, 33% dos residentes do estado que viviam em 7% das terras residiam em uma comunidade de EJ. Há comunidades de EJ em todos os condados do estado.

Envolvimento das partes interessadas

A contribuição das partes interessadas internas e externas foi incorporada ao Estudo do roteiro ao longo do período do estudo e incluiu atualizações e consultas com o Implementation Advisory Committee (IAC) da GWSA e seus Grupos de trabalho, com um Comitê Técnico de Orientação (TSC) e funcionários representantes de agências estaduais e do Massachusetts Clean Energy Center (MassCEC).⁴ O EEA também organizou uma série de reuniões públicas para obter feedback sobre algumas partes do relatório, coletou comentários públicos por meio de um portal on-line sobre o estudo e promoveu um período dedicado para comentários públicos sobre a definição do limite de Net Zero de 2050.

O IAC foi estabelecido originalmente pela GWSA e se reúne regularmente para debater e aconselhar o EEA sobre a implementação da Lei, especificamente sobre as estratégias para atingir as reduções de emissões necessárias. Os membros incluem representantes de muitos setores, incluindo comercial, industrial e de produção; transporte; consumidores de baixa renda e comunidades de EJ; geração, distribuição e eficiência de energia; proteção e conservação ambiental; e governo local e instituições acadêmicas. O IAC também tem vários Grupos de trabalho reconhecidos, incluindo o Grupo de trabalho de justiça climática, que foi criado recentemente em janeiro de 2020 para assessorar diretamente na criação de políticas que podem beneficiar as populações de EJ e outras comunidades historicamente marginalizadas. Além de reuniões públicas frequentes com o IAC sobre o desenvolvimento do Estudo do roteiro, os grupos de trabalho do IAC participaram de uma conferência com o EEA e compartilharam experiência externa significativa para o Estudo do roteiro.



O TSC foi criado especificamente para este Estudo do roteiro para auxiliar nas recomendações ao EEA e a equipe do projeto sobre os elementos técnicos da análise, incluindo suposições, ferramentas de modelos, medição e aspectos críticos. O TSC foi formado por pesquisadores universitários do estado com experiência em diversos tópicos, incluindo economia, transporte, igualdade social, biologia, construções, saúde pública, políticas e sistemas de energia.

O EEA também envolveu um número maior de partes interessadas no início do Estudo do roteiro, antes da intervenção das medidas de saúde e de segurança relacionadas a COVID. Em novembro de 2019, mais de 100 participantes se reuniram em um exercício de visão para compreender os fatores que provavelmente

influenciarão os esforços do estado para atingir Net Zero. Os tópicos principais abordados durante o exercício foram usados para fornecer informações para as formas e aspectos principais do modelo do sistema de energia e para ajudar a determinar as contribuições e prioridades do Estudo do roteiro.

⁴ Dentre estas agências estão: EEA, Department of Energy Resources, Department of Transportation, Department of Environmental Protection e Department of Public Utilities; o MassCEC é uma agência de desenvolvimento econômico quase pública, financiada pelo contribuinte, com a função de promover a inovação da energia limpa e de ampliar a economia de energia limpa no estado.

Capítulo 3

Transição para Net Zero em 2050



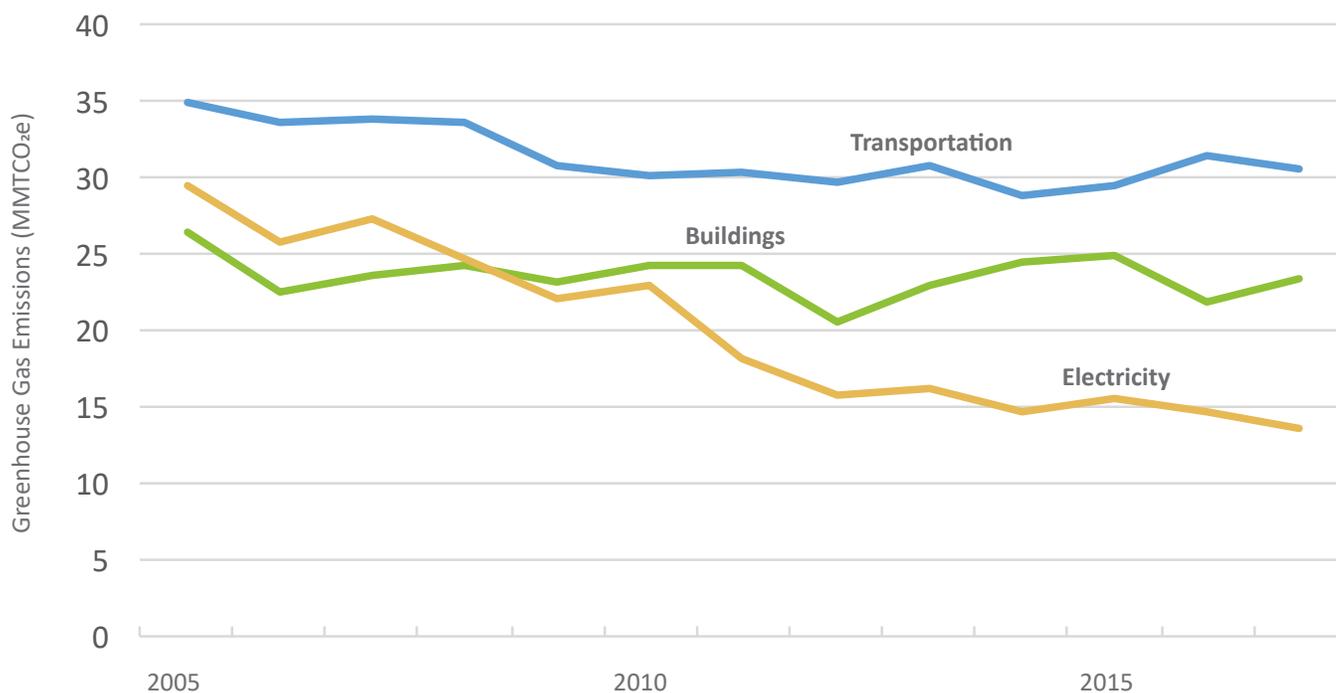
O Estudo do roteiro estabeleceu que há várias formas viáveis pelas quais o estado pode atingir Net Zero e que existem várias estratégias sólidas de descarbonização que juntas permitirão que Massachusetts atinja essa meta de forma acessível ao continuar a crescer e manter uma economia local e regional dinâmica. Porém, a análise também indicou que a forma como Massachusetts e os estados vizinhos estão buscando atingir suas metas climáticas – a opção escolhida de possíveis caminhos – pode afetar grandemente os custos e riscos, além de poder ocorrer impactos ambientais mais amplos associados à profunda transformação de descarbonização. Independentemente disso, além de atingir as metas climáticas do estado, todos os cenários de Net Zero proporcionarão benefícios econômicos e de saúde significativos em todo o estado.

O desafio principal para atingir Net Zero não é técnico, mas sim, prático. As principais tecnologias e técnicas de que Massachusetts necessita para atingir Net Zero são conhecidas e comercializadas, na maior parte, embora existam algumas barreiras significativas à implementação que devem ser gerenciadas e reduzidas ativamente. Atingir Net Zero exigirá que Massachusetts e os estados vizinhos implementem de forma colaborativa várias estratégias para transformar a forma como a energia é produzida e consumida e como os recursos terrestres são gerenciados. Um resumo dessas transformações fundamentais e uma discussão curta de algumas de suas implicações serão apresentados a seguir.

Perspectiva de emissões do estado

A maioria das emissões de GEE do estado vem da queima de combustíveis fósseis que suprem o fornecimento de energia para vários usos finais – combustíveis para veículos; aquecimento e resfriamento de residências e empresas; e fornecimento de iluminação, computadores e máquinas industriais.

Figura 2. Emissões anuais de GEE em Massachusetts.⁵

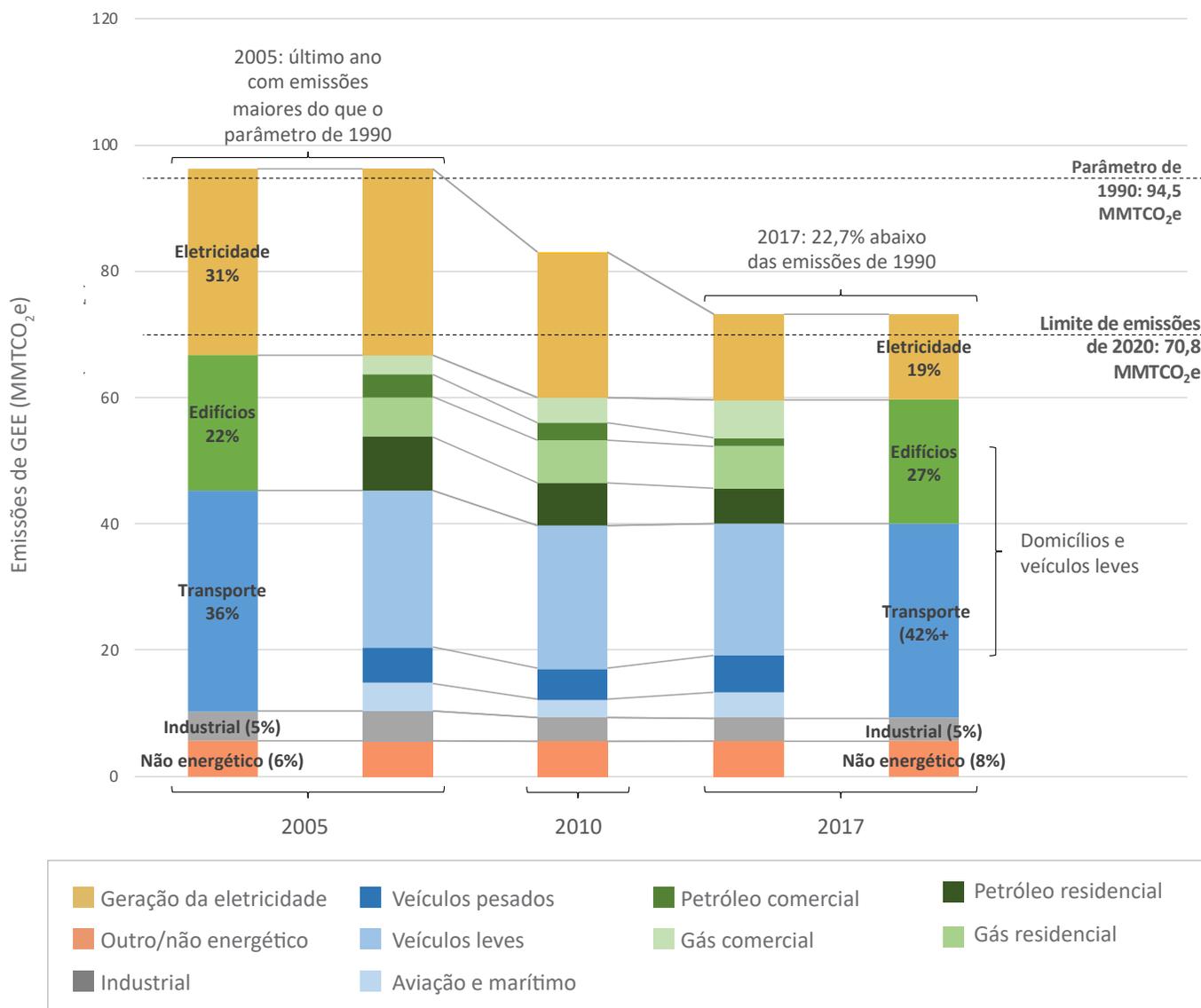


Durante a última década e meia, os esforços de descarbonização de Massachusetts estiveram focados na redução das emissões associadas ao fornecimento de eletricidade, e apresentaram um grande resultado: desde 2005, as emissões relacionadas à eletricidade do estado foram reduzidas em cerca de 50% (Figura 2).

Embora o fornecimento de eletricidade do estado deva ser mais de energia limpa a cada ano para se atingir Net Zero, atualmente cerca de metade das emissões que devem ser eliminadas até 2050 vêm de famílias e de microempresas: 60% das emissões do setor de transporte vêm de automóveis leves de passageiros, caminhões e veículos utilitários esportivos (SUVs) e 60% das emissões do setor de edifícios vêm de fornos, caldeiras e aquecedores de água de residências e escritórios.

O restante das emissões estaduais representa uma combinação da indústria e do setor não energético; esses setores apresentam desafios e limitações de descarbonização únicos.

Figura 3. Distribuição das emissões atuais e históricas de GEE.

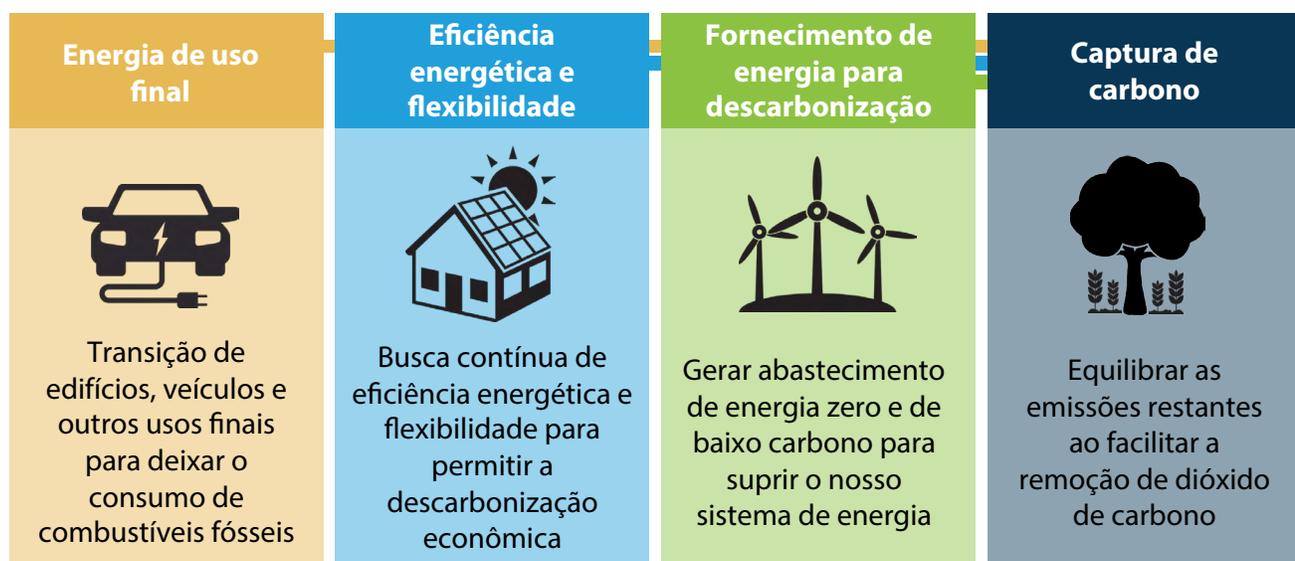


Estratégias para a redução de emissões

Reduzir as emissões para se alinhar com Net Zero exigirá uma abordagem holística dos sistemas de medidas complementares e integradas (Figura 4. Quatro principais “pilares da descarbonização” para o Estado.). Para descarbonizar com êxito e tornar acessível, o estado deverá: fazer a transição quase completa dos “usos finais” de energia dos combustíveis fósseis; implementar níveis mais elevados de eficiência energética e flexibilidade; descarbonizar rapidamente o fornecimento de energia para se tornar predominantemente dependente da geração de eletricidade renovável; e eliminar o carbono

da atmosfera, preservar e melhorar os recursos naturais e outros recursos de captura. Esses “pilares de descarbonização” foram identificados em estudos anteriores de descarbonização ampla nos Estados Unidos e também internacionalmente.⁶ Esses elementos fundamentais se complementam; cada pilar aborda as limitações e maximiza as oportunidades associadas aos outros para assegurar que a descarbonização seja atingida de forma econômica e com baixo risco de insucesso em toda a economia.

Figura 4. Quatro principais “pilares da descarbonização” para o Estado.



Várias soluções predominadas pela eletricidade de fontes renováveis

Com tantas emissões do estado provenientes de residências e de empresas – veículos de passageiros e aquecimento de ambientes/serviços de edifícios – a descarbonização ampla exigirá a implementação de tecnologias alternativas acessíveis em grande escala. Reduzir essas fontes de emissões em “nível do consumidor” para quase zero até 2050 faz parte de uma estratégia econômica sólida e acessível, pois pode não ser viável descarbonizar alguns usos finais (aeronaves comerciais) ou eliminar todas as fontes não fósseis de GEEs (por exemplo, de tratamento de esgoto).

Embora já existam várias opções de energia limpa para transporte leve e para serviços de edifícios residenciais e de microempresas, a eletrificação tende a ser a mais econômica – tanto individualmente quanto em todo o sistema – e a mais fácil de ser implementada. A implementação da eletrificação neste contexto consistirá na implantação generalizada de EVs no lugar de motores a gasolina e a diesel e de sistemas de aquecimento eletrificados com base em bomba de calor no lugar de fornos e caldeiras a gás e a óleo.

⁶ Consulte, por exemplo, o Deep Decarbonization Pathways Project, que analisou 16 países desde 2014 (incluindo os EUA): <https://www.iddri.org/en/project/deep-decarbonization-pathways-project>; Rede de soluções de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas; 350 formas de PPM para os Estados Unidos (2019) <https://resources.unsdsn.org/350-ppm-pathways-for-the-united-states>; Roteiro de energia da União Europeia para 2050 (2011) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012_energy_roadmap_2050_en_0.pdf; e Formas de descarbonização da Eurelectric (2018): <https://www.eurelectric.org/decarbonisation-pathways/>.

Não é necessário eletrificar tudo para atingir Net Zero. Diversos combustíveis e estratégias de descarbonização desempenharão um papel importante em determinados setores e para certos usos finais que apresentam restrições de infraestrutura, de custo e viabilidade. Em todos os cenários avaliados, os combustíveis com baixo teor de carbono provavelmente permanecerão

relativamente escassos e caros, mesmo em grande escala. Com isso, os combustíveis com baixo teor de carbono devem ser usados estrategicamente, devem ser reservados para aplicações limitadas, não de consumidor, onde sejam mais necessários (ou quando houver uma necessidade técnica) para auxiliar o estado a atingir Net Zero.

Uma rede elétrica regional equilibrada predominada por energias renováveis

À medida que a eletrificação de edifícios e veículos aumentar drasticamente, Massachusetts terá que expandir significativamente seu fornecimento de eletricidade de fontes renováveis. Com base nos custos e na disponibilidade, a grande maioria dessa nova eletricidade virá de geração renovável, especificamente os recursos de energia eólica marítima de classe mundial na costa de New England, que poderá fornecer eletricidade “em grande volume” a baixo custo e livre de carbono na maioria das horas para toda a região e em toda a região Nordeste. Contudo, mesmo com um aumento exponencial de energia eólica marítima, não será o suficiente de geração de eletricidade sem carbono para atingir Net Zero. Para o funcionamento de uma rede elétrica baseada em geração renovável variável de forma econômica e viável, é necessário um portfólio equilibrado de tecnologias de geração limpa compartilhadas em uma região geográfica ampla. Juntamente com a energia eólica marítima, o estado precisará de um volume igualmente grande de geração solar implementada em telhados e nas terras,

armazenamento adicional de energia e várias novas linhas de transmissão de alta tensão para o Canadá e Nova York que permitirão o compartilhamento de energia limpa de baixo custo, incluindo energia hidrelétrica, com os estados vizinhos do estado na região Nordeste.

Os investimentos em eficiência energética e flexibilidade de carga elétrica são, e continuarão sendo, essenciais para reduzir os custos e melhorar a confiabilidade do sistema, porém não alteram fundamentalmente o caminho a ser seguido. Na verdade, devido à eficiência inerente de muitas tecnologias de eletrificação, especificamente sistemas de transmissão EV e bombas de calor para aquecimento e resfriamento, a eletrificação de usuários finais significa que menos energia poderá ser usada para fornecer o mesmo serviço. Entretanto, como os usos finais mudarão de tecnologias baseadas em combustíveis fósseis, a maioria atualmente, para tecnologias de eletricidade, é esperado que a demanda por eletricidade de fontes renováveis quase dobre até 2050.



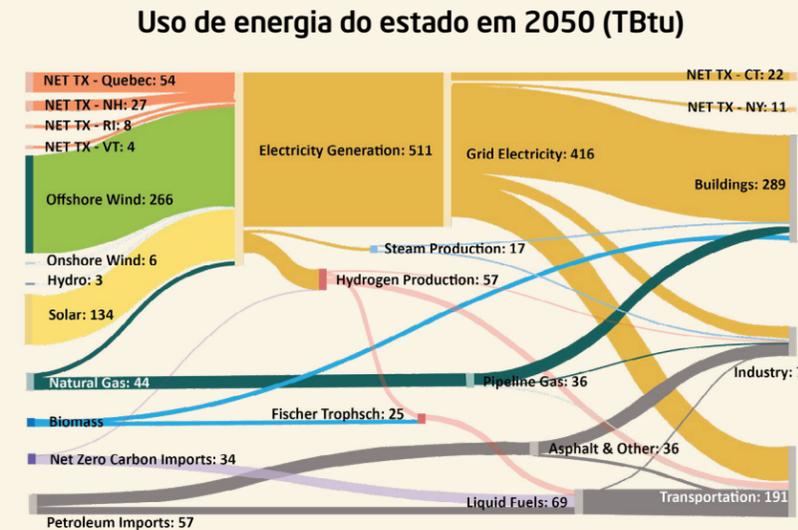
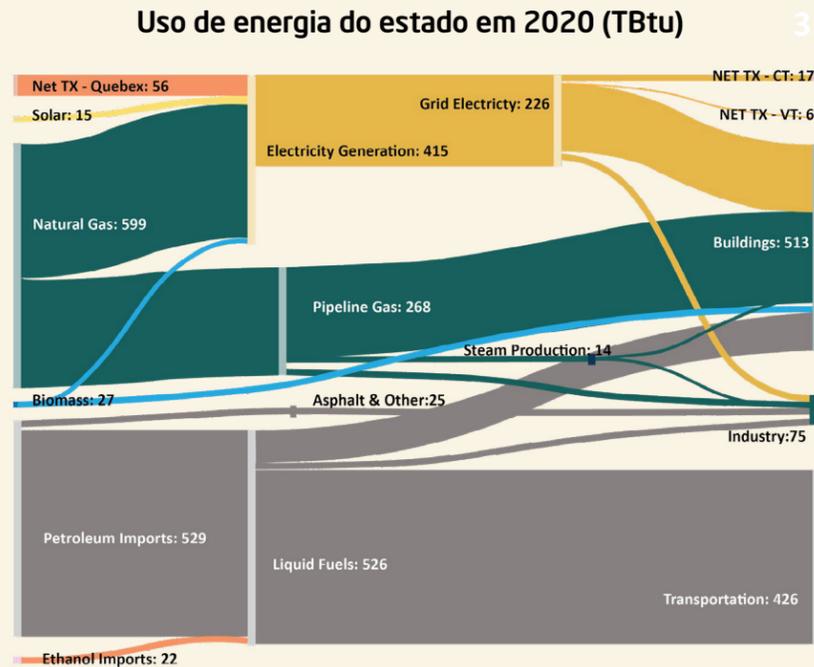
A transição do sistema de energia para 2050

Atingir a meta de Net Zero exigirá uma transformação dos sistemas de energia em todo o estado, com mudanças importantes a serem feitas no decorrer dos próximos trinta anos em fluxos de energia, alterações na oferta e demanda e impactos nos custos. Este documento de duas páginas realça a escala de mudanças necessárias para atingir esse objetivo, apresenta dois caminhos no Relatório de caminhos de energia: um caso de referência para 2050 e o caminho de Todas as opções para 2050.

Fluxos de energia

As duas imagens abaixo ilustram as principais mudanças no fornecimento de energia e uso final de 2020 a 2050. As fontes de energia estão à esquerda de cada figura. A posição da barra indica a quantidade relativa de energia usada. À direita de cada figura estão os setores de uso de energia indicados, como transporte e edifícios. O meio de cada figura exibe as transformações de energia.

1. O estado deixará de ser suprido por combustíveis fósseis, como ocorre em 2020, para ser suprido por recursos renováveis em 2050. As principais fontes de energia em 2050 serão: a energia eólica marítima, a energia solar e as importações de transmissão de eletricidade.
2. A eletrificação em muitos usos finais nos edifícios e setores de transporte resultará em melhor eficiência e na redução na demanda geral de energia.

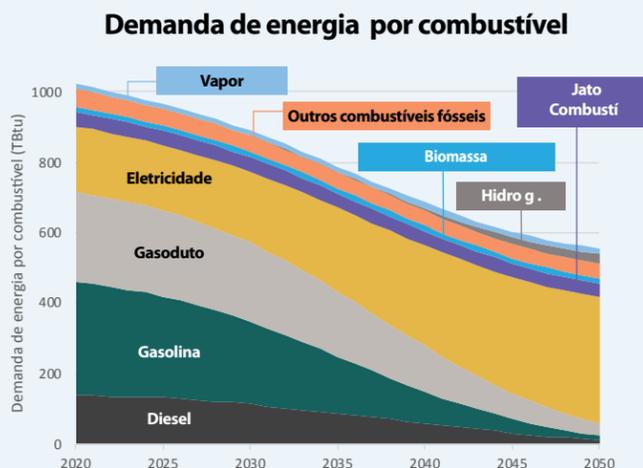


3. O uso do gás será reduzido significativamente de 2020 a 2050, porém ainda será usado em 2050 para alguma geração de eletricidade, em edifícios e para transporte.
4. A junção setorial com cargas industriais flexíveis (como produção de vapor e de hidrogênio) ajudará a equilibrar a eletricidade gerada por meio de altos níveis de energia renovável.

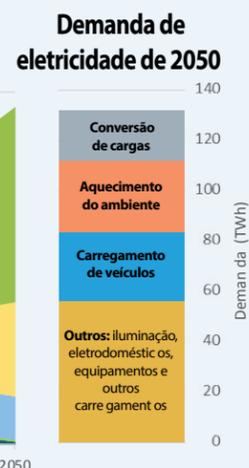
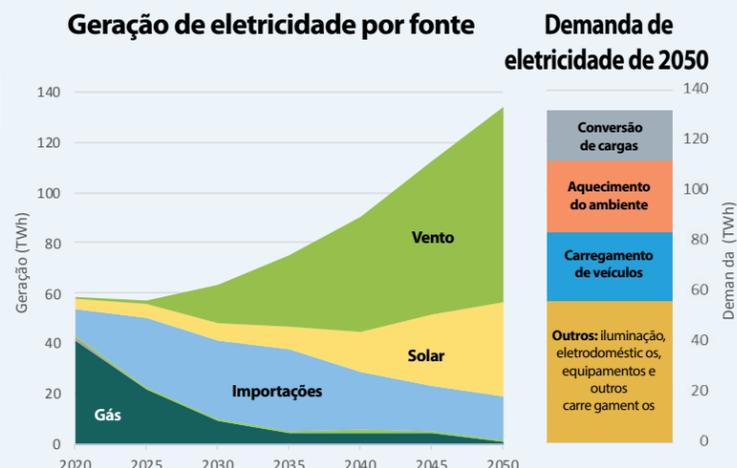
Demanda e fornecimento de energia

A transformação rápida do sistema de energia tem impactos diretos sobre os serviços e o fornecimento de energia.

5. Com o tempo, os usos finais nos edifícios e setores de transporte serão a base de eletricidade, o que resultará em uma economia de energia eficaz e na redução na demanda geral de energia.



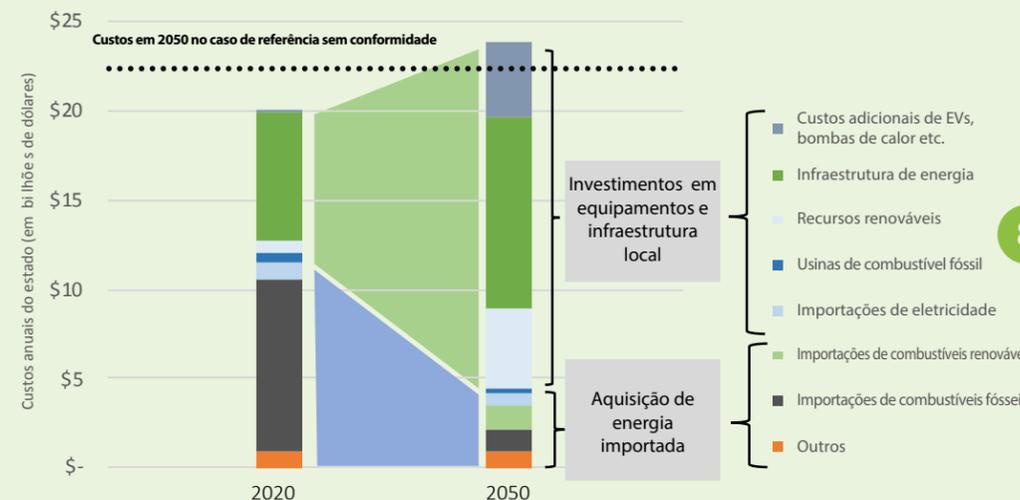
6. A eletrificação levará ao aumento da demanda por eletricidade e a geração de energia solar e eólica aumentará drasticamente de 2025 a 2050.



Impactos nos custos

Os custos do sistema de energia descarbonizada não serão significativamente maiores do que os custos associados a um sistema baseado em combustíveis fósseis em 2050

Energia anual em todo o estado



7. Aumento de investimentos em equipamentos e infraestrutura locais de 2020 a 2050, o que permitirá a redução dos custos operacionais.

8. A aquisição de energia importada reduzirá de 2020 a 2050 e os combustíveis fósseis importados serão substituídos por uma matriz energética diversificada.

Criação de emissões negativas em toda a região

Para atingir Net Zero, o estado também deverá desenvolver e manter sua capacidade de eliminar o dióxido de carbono da atmosfera e armazená-lo ou capturá-lo de forma duradoura. Mesmo após a transformação e descarbonização quase total do sistema de energia, as emissões residuais permanecerão nos setores energéticos e não energéticos do estado em 2050 – de resíduos do uso de combustíveis fósseis, alguns processos industriais, agricultura e silvicultura, eliminação de resíduos sólidos e tratamento de esgoto. Se gerenciadas e mantidas de forma adequada, as terras naturais e as usadas para a agricultura – principalmente os 3,3

milhões de acres de floresta em Massachusetts – terão uma função fundamental na absorção e armazenamento de uma grande parte (cerca de metade) dessas emissões. Entretanto, para atingir Net Zero até 2050, o estado precisará desenvolver e ter acesso a um novo mercado de captura de carbono e de outras “emissões negativas” que ajudará a impulsionar o desenvolvimento de fontes mecânicas de captura direta do ar e auxiliará e promoverá a ampliação dos recursos naturais do estado, e permitirá, ao mesmo tempo, que o estado apoie, desenvolva e tenha acesso aos recursos dos estados vizinhos em toda a região Nordeste.

Tornando Net Zero acessível para todos

A descarbonização dos sistemas de energia do estado exigirá investimentos substanciais nas próximas décadas, porém é um investimento que criará uma oportunidade econômica significativa e que fornecerá retornos a todo o estado nas próximas gerações. A cada ano, os residentes de Massachusetts gastam mais de \$15 bilhões de dólares em energia e equipamentos e infraestrutura relacionados à energia. A maior parte dessa quantia sai da região para os estados e países que produzem e refinam combustíveis fósseis. Investir uma parte significativa desse gasto anual em tecnologias limpas reduzirá e estabilizará as demandas gerais de energia e as despesas para as empresas e famílias, proporcionará benefícios econômicos e gerará aumento de emprego, melhorará a qualidade do ar e reduzirá os gastos com saúde. Estima-se que atingir Net Zero até 2050 levaria a uma redução nos índices de doenças cardíacas e respiratórias e evitaria 400 mortes e de 25.000 dias de trabalho perdidos anualmente. Esses benefícios foram avaliados em \$4,5 bilhões anualmente, excederem os custos previstos ao longo dos anos; aproximadamente 98% dos benefícios serão atribuídos a uma redução na mortalidade.

Além disso, os investimentos na produção local de energia reciclarão esse “custo” na forma de investimento direto na economia local do estado, gerando crescimento nas indústrias emergentes

de energia limpa e aproximadamente 15.000 empregos anuais nos próximos 30 anos ao tornar o estado e a região Nordeste mais autônomos, confiantes e resilientes.

O investimento total necessário para a descarbonização total – para indivíduos e para o estado como um todo – pode ser reduzido pela transição para tecnologias limpas, como nos casos em que o equipamento antigo atinge o fim da vida útil e deve ser substituído. Essa oportunidade também representa um obstáculo, uma vez que esses pontos de rotatividade ocorrem com pouca frequência: carros e caminhões, por exemplo, geralmente duram mais de dez anos, enquanto fornos e caldeiras podem durar várias décadas. Atingir Net Zero para evitar piores impactos do aquecimento global exigirá, portanto, um ritmo de transformação que não será fácil de se atingir e de manter; em alguns casos, esse ritmo poderá parecer rápido demais. As medidas políticas de Massachusetts podem e devem ajudar a assegurar não apenas que essa mudança tecnológica seja acelerada nos próximos anos, mas também que seja disponibilizada equitativamente juntamente com os benefícios conhecidos da descarbonização, evitando uma possível distribuição injusta de custos.

SE VEJA EM 2050

A transição para o Net Zero trará benefícios em todos os aspectos para a sociedade. Massachusetts se tornará um estado mais limpo, mais benéfico e mais resiliente.



O **ar** em ambientes internos e externos será mais limpo e melhor para os residentes de todo o estado.

A maioria das **residências** serão elétricas e eficientes, bombas de calor serão utilizadas para aquecimento e resfriamento.

Veículos elétricos mais limpos e mais silenciosos reduzirão a poluição do ar e sonora, especialmente em áreas urbanas.

Investimentos em energia limpa criarão novas **oportunidades de emprego**, especialmente relacionadas a energia solar, eólica marítima e eficiência de edifícios.

Capítulo 4

Estratégias para atingir Net Zero



O limite de Net Zero do estado exigirá reduções de emissões a um nível que seja pelo menos 85% abaixo do nível estadual de 1990. Embora esse limite permita reduções possivelmente mais amplas, atingir o limite de Net Zero exigirá que o estado não emita mais do que cerca de 14,2 milhões de toneladas métricas de CO₂ (MMTCO₂e), o equivalente dos GEEs em 2050, e que remova e armazene, ao mesmo tempo, anualmente uma quantidade equivalente de dióxido de carbono da atmosfera.

Uma grande variedade de estratégias coordenadas deve ser considerada simultaneamente ao longo das próximas três décadas para atingir esse nível: transição de edifícios, veículos e outros usos finais sem dependência de combustíveis fósseis; buscar persistentemente a eficiência energética e a flexibilidade da carga elétrica para permitir a descarbonização econômica; produção de suprimentos de energia zero e de baixo carbono; e facilitar a remoção do dióxido de carbono. Este capítulo aborda esses objetivos em três grupos abrangentes de estratégias:



Estratégias para reduzir as emissões da demanda de energia nos usos finais

por eletrificação, troca de combustível, eficiência e flexibilidade. Transformar os usos finais de energia do estado é principalmente um problema em grande escala que exigirá a substituição de milhões de peças de equipamento que são usadas diariamente por residentes e empresas de Massachusetts. O momento dessas substituições, principalmente em edifícios e veículos, é importante para que os custos e despesas sejam reduzidos e os benefícios econômicos maximizados.



Estratégias necessárias para fornecer recursos de energia de baixo a zero de carbono de forma confiável

para residentes de Massachusetts. Para auxiliar a eletrificação generalizada em toda a economia, grandes quantidades de novos recursos de geração de eletricidade de baixo custo e zero carbono – principalmente renováveis – devem ser implementados, complementados por vários novos recursos confiáveis. Devido às restrições físicas relacionadas a disponibilidade e a produção, além do alto custo, o uso de combustíveis com carbono zero deve ser priorizado para usos finais específicos difíceis de descarbonizar ou de eletrificar. O planejamento do sistema é fundamental para assegurar que os custos de energia permaneçam baixos para os consumidores.



Estratégias que minimizam as emissões residuais e maximizam a remoção e o armazenamento do dióxido de carbono com menor custo.⁷

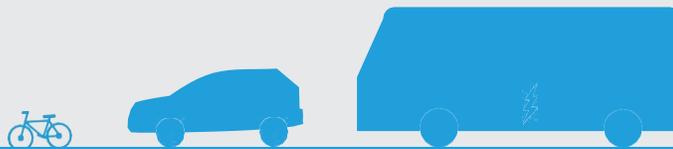
Essas estratégias incluem abordar as emissões não energéticas e industriais que podem ser extremamente caras ou praticamente impossíveis de serem mitigadas, além do desenvolvimento de uma estrutura sólida para uma grande variedade de “emissões negativas” por meio de métodos de remoção e de armazenamento de dióxido de carbono. Este Estudo do roteiro é o primeiro esforço abrangente do estado para compreender como suas terras naturais e as usadas para a agricultura – principalmente seus 3,3 milhões de acres de terras florestais – podem desempenhar uma função importante no fornecimento das emissões negativas exigidas pelo Net Zero. É importante enfatizar que esta análise mostra que mesmo com as melhores estratégias de gestão e de conservação de terras e madeira, os recursos naturais de Massachusetts por si só não são capazes de capturar a quantidade de carbono necessária para atingir Net Zero. Outros métodos de remoção de dióxido de carbono dentro e fora de Massachusetts deverão ser seguidos.

⁷ Remoção de dióxido de carbono (CDR) e captura e armazenamento de carbono (CCS) são termos usados para descrever a remoção do dióxido de carbono da atmosfera (produção de biomassa, captura direta do ar) e o armazenamento de longo prazo de carbono em reservatórios (solo, floresta, formações geológicas, áreas úmidas costeiras). CDR geralmente se refere ao processo de remoção enquanto o armazenamento ou captura se refere ao processo de colocar o carbono em um reservatório.

Transformação do sistema para 2050

- Carros, caminhões e ônibus serão livres de emissões e serão principalmente elétricos; os combustíveis utilizados serão zero carbono, como o hidrogênio, que ajudarão a fornecer energia ao restante do sistema de transporte.
- Um sistema de transporte público viável, ciclovias, calçadas e desenvolvimento voltado para o transporte público para complementar a eletrificação dos veículos e ajudar a reduzir o congestionamento.

TRANSPORTE



EDIFÍCIOS



- As bombas de calor de alto desempenho fornecerão aquecimento limpo com economia de energia e ar condicionado para a maioria das residências.
- Mais edifícios e eletrodomésticos com energia eficiente auxiliarão na redução das contas mensais de energia para a maioria das famílias e microempresas.

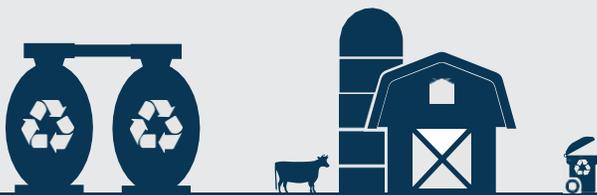
- As energias eólica e solar serão amplamente utilizadas para descarbonizar a rede e atender à demanda crescente de eletricidade limpa.
- Uma combinação diversificada de recursos de energia garantirá a confiabilidade durante todo o ano.
- Aprimoramento dos sistemas de transmissão e de distribuição aumentar o acesso a um conjunto diversificado de recursos de baixo custo e permitir que a energia eólica marítima ajude a abastecer New England.

FORNECIMENTO DE ENERGIA



NÃO ENERGÉTICO

- Resíduos orgânicos serão compostados em níveis maiores, o número de plásticos descartáveis será reduzido e estes serão reciclados, e a geração de resíduos será reduzida no geral.
- A agricultura e a indústria serão gerenciadas de forma responsável para reduzir as emissões.
- Os gases de efeito estufa industriais prejudiciais serão substituídos por alternativas ecológicas.



USO DA TERRA

- Florestas e outras áreas naturais e de agricultura serão administradas estrategicamente para aumentar a captura de carbono, manter e desenvolver a saúde e a resiliência do ecossistema.





Transporte leve

Contribuições para as emissões de Massachusetts:

- Os veículos leves (LDVs) são responsáveis por cerca de 27% das emissões em todo o estado atualmente.

Transição necessária para a descarbonização:

- Em 2050, as emissões do transporte leve precisarão ser reduzidas a praticamente zero.
- A principal estratégia para reduzir as emissões de transportes leves é substituir veículos movidos a combustíveis fósseis por veículos com emissões zero.
- Isso é auxiliado pela manutenção e suporte dos sistemas de transporte público existentes, redução do uso de veículos de ocupação única onde possível, tomar decisões adicionais sobre o uso do solo e apoiar a infraestrutura de transporte ativa, como ciclovias e calçadas.

Implicações de curto prazo:

- Devido ao ritmo esperado de todas as vendas de veículos novos, a necessidade de curto prazo para atingir reduções de emissões significativas e a vida útil média de menos de 15 anos da maioria dos LDVs, é fundamental que essa transformação seja acelerada para ser implementada e ampliada o mais rápido possível.
- A implantação de EVs exigirá o desenvolvimento da infraestrutura de carregamento confiável e acessível em todo o estado.

Áreas contínuas de pesquisas futuras e investigações adicionais nesta especialidade incluem:

- (1) desenvolvimento e implementação de políticas e de sistemas para permitir e assegurar o gerenciamento de carga, e
- (2) implementação de uma estratégia de infraestrutura de carregamento de veículos em todo o estado.

A adoção total de LDVs com emissões zero em 2050 traria benefícios para a saúde pública, incluindo um impacto anual estimado de:

27

MORTES EVITADAS

de doenças cardiovasculares e respiratórias;

1,700

dias de faltas evitadas no trabalho; e,

\$295 MILHÕES

em benefícios totais para a saúde.

QUASE 4,000 EMPREGOS

serão criados em 2050 para auxiliar a eletrificação de veículos e a implementação de infraestrutura de carregamento de frotas leves e pesadas.



Transporte de carga média e pesada, aviação e remessas

Contribuições para as emissões de Massachusetts:

- Veículos médios e pesados (MDHDVs), ferrovias e aviação são responsáveis por cerca de 14% das emissões atualmente em todo o estado.

Transição necessária para a descarbonização:

- A tecnologia de bateria elétrica surgiu como uma estratégia viável para muitas classes de MDHDVs. Devido a diversidade de ciclos de trabalho e de requisitos de desempenho, é provável que várias soluções, incluindo células de combustível de hidrogênio e combustíveis com zero de carbono, complementem a eletrificação.
- A implementação de veículos elétricos a bateria (BEVs) e de veículos elétricos de células de combustível (FCEVs) nas classes de MDHDVs exigirá remodelagem de depósitos e de postos de abastecimento para fornecer serviços de carregamento e/ou de hidrogênio.
- Devido as opções limitadas para descarbonizar a maior parte da aviação comercial, esse setor provavelmente será uma fonte de emissões residuais em 2050, a menos que os combustíveis de aviação com zero carbono sejam rapidamente ampliados, disponibilizados e se tornem econômicos.

Implicações de curto prazo:

- A descarbonização desse setor exigirá planejamento futuro devido às necessidades de infraestrutura e rotatividade/estoque limitado entre atualmente e 2050.
- É necessário abordar questões, incluindo de localização, permissão, interligação, projeção de valores e melhorias no sistema de distribuição para aumentar a adoção.

A adoção total de veículos médios e pesados com emissões zero em 2050 traria benefícios para a saúde pública, incluindo um impacto anual estimado de:

45
MORTES EVITADAS

de doenças cardiovasculares e respiratórias;

2,800

dias de faltas evitadas no trabalho; e,

\$490
MILHÕES

em benefícios totais para a saúde.

QUASE
4,000
EMPREGOS

serão criados em 2050 para auxiliar a eletrificação de veículos e a implementação de infraestrutura de carregamento de frotas leves e pesadas.



Edifícios residenciais e comerciais

Contribuições para as emissões de Massachusetts:

- A combustão local de combustíveis fósseis nos setores de edifícios residenciais e comerciais – principalmente para aquecimento de ambientes e água – é responsável atualmente por cerca de 27% das emissões de GEE em todo o estado.

Transição necessária para a descarbonização:

- A eletrificação do espaço e o aquecimento da água são uma estratégia econômica e de baixo risco para descarbonizar a maior parte do patrimônio imobiliário do estado.
- Investir em estruturas eficientes reduzirá os custos para os consumidores e para todo o sistema de energia.
- Atualmente, uma quantidade limitada de combustíveis descarbonizados pode estar disponível e pode não existir uma estratégia apropriada para alguns edifícios, porém para atingir Net Zero, o uso de gás para aquecimento de edifícios deve começar a ser reduzido no curto prazo.

Implicações de curto prazo:

- Edifícios existentes: as estratégias de eletrificação e de eficiência dependem de oportunidades raras de substituição de equipamentos de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (HVAC), como equipamentos que estão no fim da vida útil ou grandes reformas. Aproveitar essas oportunidades precocemente é fundamental para manter os custos baixos.
- Novas construções: Os edifícios que forem construídos após 2025 terão menos probabilidade de serem reformados ou de os equipamentos chegarem ao fim da vida útil, o que realça a importância de se aprovar um código de alto desempenho para novas construções.
- Edifícios residenciais pequenos (< 4 unidades) e residências individuais são relativamente fáceis de serem modificados e representam mais de 60% das emissões de residências em todo o estado. As residências construídas antes de 1950 têm o maior potencial de redução dos custos dos habitantes por meio de atualizações de eficiência energética.
- Tipos de construção maiores e mais complexos podem exigir mais flexibilidade em termos de tempo e soluções tecnológicas.

A eletrificação total do aquecimento em 2050 traria benefícios para a saúde pública incluindo um impacto anual estimado de:

200

MORTES EVITADAS

de doenças cardiovasculares e respiratórias;

12,400

dias de faltas evitadas no trabalho; e,

\$2.2 BILHÕES

em benefícios totais para a saúde.

MAIS DE 5,400 EMPREGOS

serão criados em 2050 para auxiliar a eletrificação e a eficiência de edifícios.



Eletricidade e energia

Contribuições para as emissões de Massachusetts:

- O sistema de eletricidade é responsável atualmente por cerca de 19% das emissões em todo o estado.

Transição necessária para a descarbonização:

- À medida que mais usuários finais dependam do sistema de eletricidade para obter energia, a **intensidade de carbono** das emissões do sistema de eletricidade precisará se aproximar de zero, uma vez que a capacidade de geração instalada será mais do que o dobro.
- A energia eólica marítima e a solar são os recursos de energia de baixo carbono de menor custo e consistirão na maior parte da geração de eletricidade do estado e da região em 2050; ambas devem ser implementadas em grande escala (15-20 GW de cada estrutura instalada) no estado ao longo dos próximos 30 anos.
- Uma grande variedade equilibrada de recursos e de tecnologias complementares será necessária, incluindo transmissão interestadual de alta tensão adicional para o funcionamento de forma confiável de uma rede elétrica de emissões ultrabaixas e de baixo custo baseada em recursos renováveis variáveis.
- Recursos específicos de confiabilidade (capacidade térmica raramente usada sem captura de carbono e/ou novo volume de armazenamento) serão necessários para manter a confiabilidade durante períodos infrequentes, potencialmente de vários dias, de geração de energia eólica muito baixa.

Implicações de curto prazo:

- A descarbonização exigirá um plano abrangente focado em uma implementação rápida de energias renováveis — a localização e a construção de estruturas de geração de energia eólica e solar montadas no solo em grande escala, equilíbrio confiável e planejamento para recursos limitados do solo e bioenergia.
- A coordenação em todo o Nordeste será necessária para a transição para um sistema de baixo carbono de energia limpa, acessível e confiável, rede do século XXI, incluindo o planejamento do sistema e o desenvolvimento de novos mercados pela operação da rede.

A adoção quase total de geração de eletricidade renovável em 2050 traria benefícios para a saúde pública incluindo um impacto anual estimado de:

18

MORTES EVITADAS

de doenças cardiovasculares e respiratórias;

1,000

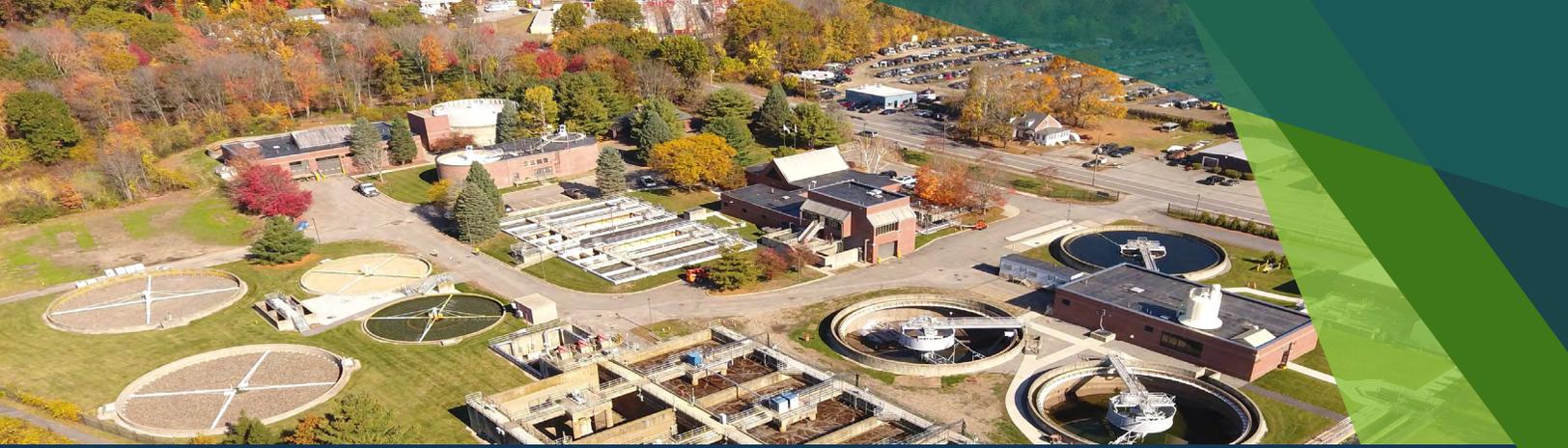
dias de faltas evitadas no trabalho; e,

\$190 MILHÕES

em benefícios totais para a saúde.

MAIS DE 10,000 EMPREGOS

adicionais serão criados anualmente para apoiar o desenvolvimento de uma rede de baixo carbono.



Não energético e não industrial

Contribuições para as emissões de Massachusetts:

Os subsetores mencionados como emissões não energéticas e industriais incluem:

- energia industrial e emissões de processo,
- gases fluorados com efeito de estufa (gases F),
- gestão de resíduos sólidos,
- tratamento de esgoto,
- transmissão e distribuição de gás natural, e
- pecuária e solos agrícolas.

As emissões não energéticas e não industriais representam cerca de 12,5% das emissões em todo o estado.

Transição necessária para a descarbonização:

- Embora seja uma fonte relativamente pequena de emissões coletivamente, as emissões de fontes industriais e não energéticas provavelmente serão uma parte significativa das emissões residuais do estado em 2050 (3-5 MMTCO₂e ou cerca de um terço das emissões de 2050 em todo o estado)
- Essas fontes estão entre as mais desafiadoras a serem descarbonizadas e suas emissões estão altamente ligadas à atividade econômica básica ou à população e, portanto, devem continuar a existir em 2050.

Implicações de curto prazo:

- Apesar da dificuldade de redução de emissões em alguns desses subsetores, a gestão ativa e melhores práticas são necessárias para atingir o Net Zero
- A eliminação progressiva dos gases fluorados com alto potencial de aquecimento global (GWP) reduzirá substancialmente as possíveis emissões não energéticas, mas exigirá uma ação precoce devido à dinâmica de estoque/rotatividade do equipamento, especificamente com o uso crescente de bombas de calor.



Captura de carbono natural

Contribuições para as emissões de Massachusetts:

Projeta-se que as florestas de Massachusetts tenham a capacidade de capturar cerca de 5 MMTCO₂ e por ano a partir de agora até 2050. Isso é equivalente a cerca de 7% das emissões atuais do estado e cerca da metade das emissões residuais permitidas em 2050.

Transição necessária para a descarbonização:

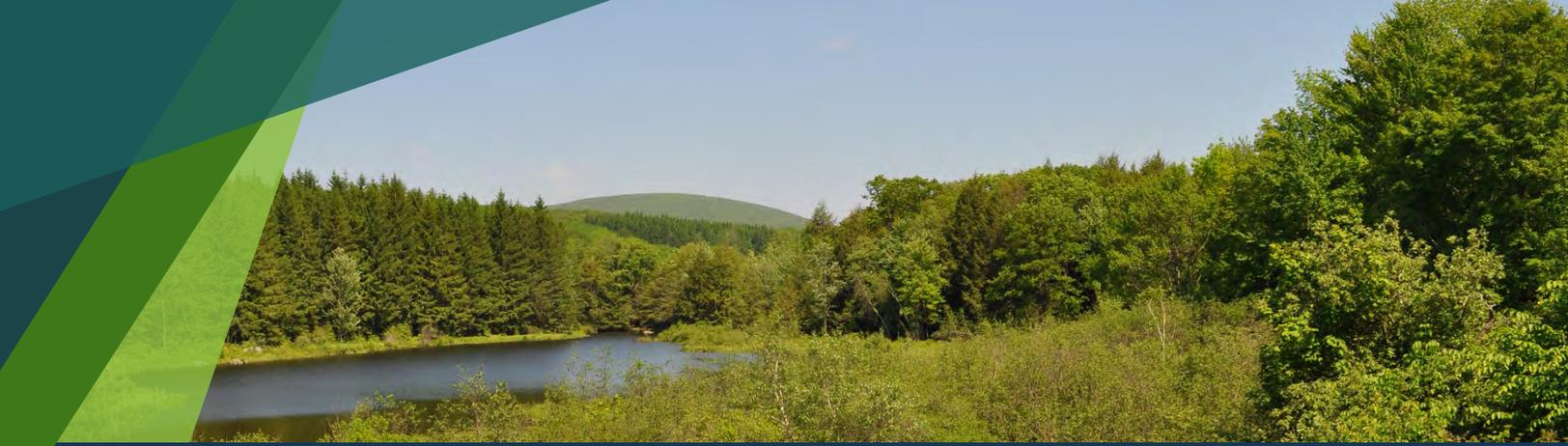
- Garantir a viabilidade e a preservação dos 3,3 milhões de acres de áreas florestais existentes atualmente é a principal estratégia para assegurar que seja possível fazer essa captura em 2050.

Implicações de curto prazo:

- O incentivo ao desenvolvimento das áreas florestais e melhores práticas de gerenciamento para a extração de madeira comercial podem aumentar a captura de carbono da floresta, porém apenas minimamente; nenhuma dessas alternativas tem o potencial de alterar significativamente a captura de carbono das florestas de Massachusetts em 2050.

Áreas contínuas de pesquisas e investigações adicionais nesta especialidade incluem:

1. Fazer uma contabilização mais completa dos impactos do uso da terra nos sistemas humanos e naturais para compreender os efeitos sistêmicos de longo prazo e o equilíbrio dos benefícios do ecossistema, e
2. Explorar os métodos de remoção de carbono da atmosfera além das fronteiras de Massachusetts.



Remoção adicional do dióxido de carbono

Contribuições para as emissões de Massachusetts:

- Em 2050, Massachusetts precisará ter desenvolvido e garantido pelo menos 4-9 MMTCO₂ e de serviços de captura anualmente, além daqueles que podem ser fornecidos pelas próprias terras e agricultura do estado.

Transição necessária para a descarbonização:

- Embora as tecnologias mecânicas e outras tecnologias de remoção de dióxido de carbono sejam provavelmente necessárias, a maior parte da captura exigida para o estado poderia provavelmente ser fornecida a baixo custo por estados e províncias vizinhos mediante um esforço regional para proteger e aumentar os estoques naturais de carbono e dissipadores.

Áreas contínuas de pesquisas e investigações adicionais nesta especialidade incluem:

1. Melhor compreensão do armazenamento de carbono florestal e aprimoramento das técnicas de medição, e
2. Avaliação adicional das estratégias de remoção de dióxido de carbono e os impactos mais amplos.

Capítulo 5

Atingindo Net Zero: implicações para políticas e medidas



Atingir Net Zero até 2050 exigirá transformações significativas em todo o estado. As estratégias e descobertas descritas neste Relatório do roteiro demonstram que Massachusetts possui uma variedade sólida, embora não ilimitada, de opções viáveis para a descarbonização ampla que permitirá atingir as metas de mitigação das mudanças climáticas a custos razoáveis e com tecnologias e soluções que são conhecidas e que estão disponíveis hoje, na maior parte. É importante ressaltar que essas descobertas também demonstraram que os esforços a serem feitos para atingir Net Zero também proporcionarão oportunidades econômicas amplas e substanciais e benefícios para a saúde pública para todos em Massachusetts.

Conforme mencionado aqui, existem compensações distintas em termos de custos, cobenefícios e riscos entre os meios de descarbonização de forma mais ampla e medidas de implementação específicas mais restritas. Porém, ao longo do processo, certas estratégias surgiram essencialmente como oportunidades “sem arrependimento” de curto prazo que podem fornecer as reduções de emissões necessárias e manter as opções futuras e reduzir os riscos futuros. Um aspecto fundamental dessas oportunidades é começar a potencializar o estoque/a rotatividade e as economias de custos inerentes, imediatamente, e acelerar a implementação das soluções compatíveis com 2050 hoje em todos os setores de edifícios, transporte e eletricidade. As formas mais econômicas (e talvez as únicas viáveis) para Massachusetts atingir as reduções de emissões exigidas de curto prazo incluem o aumento da coordenação regional – especificamente em relação aos combustíveis para transporte e planejamento do sistema de energia – e a eletrificação do aquecimento de edifícios residenciais, de microempresas e de veículos de passageiros e caminhões. Essas medidas de curto prazo também prepararão o estado para atingir índices de redução e remoção de carbono muito mais elevados do que o exigido para Net Zero no longo prazo.

**Decidimos não visar o que acreditamos ser possível,
mas sim, o que acreditamos ser necessário. Nosso
dever agora é tornar o necessário realidade.**

Dan Jørgensen, Ministro dinamarquês de Clima, Energia e Serviços Públicos

Mercados novos, transformados e expandidos desempenharão uma função essencial para atingir Net Zero. Muitos dos mercados existentes, se não a maioria deles, relacionados à energia do estado e da região precisarão ser remodelados diretamente por meio de uma reforma intencional ou indiretamente em resposta a limites de emissões obrigatórios cada vez mais rígidos. Os investimentos feitos hoje em tecnologias e abordagens novas e inovadoras para a descarbonização – especificamente nos setores de transporte e de edifícios, em que o êxito depende de milhões de ações individuais – podem ajudar o estado a atingir sua meta de emissões de Net Zero em um ritmo mais rápido e a um custo menor. A liderança ativa contínua do estado a respeito dessa questão será

fundamental para atingir Net Zero até 2050 e para torná-lo acessível; contudo, parece ser praticamente, senão tecnicamente, impossível para Massachusetts atingir essa meta geral isoladamente ou apenas por meio de políticas estaduais.

O ritmo e a grande escala de transformações que serão necessários para atingir Net Zero exigirá a atenção e o cuidado vigilante para mitigar qualquer impacto ou carga indevida ou evitável sobre os residentes de Massachusetts de toda diversidade econômica, social e geográfica do estado. Embora cuidado e atenção semelhantes também devam ser dados aos impactos e possíveis cargas sobre os recursos naturais do estado e sua comunidade de negócios que sustentam a economia, a maior preocupação e urgência está nas populações de EJ desproporcionalmente sobrecarregadas no estado.

Apesar da compreensão fornecida pelo Estudo do roteiro com relação às principais estratégias e dinâmicas que moldarão a obtenção de Net Zero no estado em 2050, muitos detalhes desta grande transição de longo prazo ainda devem ser cuidadosamente determinados com envolvimento público amplo e ativo. Entretanto, com um compromisso honesto com medidas pontuais e de curto prazo e colaboração contínua, o estado poderá e atingirá Net Zero e os benefícios ambientais, econômicos e de saúde abrangentes que proporcionará.