



環境保護局
Direcção dos Serviços
de Protecção Ambiental

Estratégia de Descarbonização a Longo Prazo de Macau



Índice

PREFÁCIO		1
Capítulo 1	CONHEÇA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	3
	AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS TÊM UMA RELAÇÃO ÍNTIMA CONNOSCO	4
	MUDANÇAS CLIMÁTICAS, PREOCUPAÇÃO GLOBAL	5
	O PAÍS E MACAU RESPONDEM ACTIVAMENTE ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS	7
Capítulo 2	EMISSÕES DE CARBONO DE MACAU	8
	EMISSÕES DIRECTAS LOCAIS	9
	EMISSÕES INDIRECTAS	10
Capítulo 3	META DE DESCARBONIZAÇÃO A LONGO PRAZO DE MACAU	11
Capítulo 4	ESTRATÉGIA DE DESCARBONIZAÇÃO A LONGO PRAZO DE MACAU	14
	CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE ENERGIA DE BAIXO CARBONO	15
	TRANSFORMAÇÃO VERDE DOS TRANSPORTES TERRESTRES	19
	CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E SUBSTITUIÇÃO POR ENERGIA LIMPA	22
	REDUÇÃO DE RESÍDUOS A PARTIR DA FONTE, TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS EM ENERGIA	26
	O PÚBLICO PRÁTICA, EM CONJUNTO, A VIDA DE BAIXO CARBONO	29
	INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E COOPERAÇÃO REGIONAL	32
CONCLUSÃO		34
ANEXO - SÍNTESE DA ESTRATÉGIA DE DESCARBONIZAÇÃO A LONGO PRAZO DE MACAU		36

Prefácio

As mudanças climáticas são um grande desafio enfrentado por toda a humanidade hoje em dia, e a necessidade de enfrentar as mudanças climáticas já atingiu um consenso em todo o mundo. Na septuagésima quinta sessão da assembleia geral das Nações Unidas, o presidente Xi Jinping anunciou que a China aumentará, intensamente, as suas contribuições determinadas nacionalmente, adoptará políticas e medidas mais poderosas, esforçar-se-á para atingir o pico de emissões de dióxido de carbono antes de 2030 e esforçar-se-á para alcançar a neutralidade de carbono antes de 2060 (Dupla Meta de Carbono). Para isto, o «Segundo Plano Quinquenal de Desenvolvimento Socioeconómico da Região Administrativa Especial de Macau (2021-2025)» propõe fazer um bom trabalho para o pico de carbono e a neutralidade carbónica, e apresenta o objectivo do esforço para se atingir o pico de carbono até 2030 ou antes. Tendo em conta que o respectivo trabalho precisa de um planeamento a longo prazo, o «Planeamento da Protecção Ambiental de Macau (2021-2025)» apresenta ainda mais planos de acções para elaboração de estratégias de longo prazo para a redução das emissões de gases com efeito de estufa, no sentido de estabelecer as estratégias e metas de redução de emissões adequadas à própria situação de Macau, atingindo-se uma descarbonização profunda o quanto antes.

Combinando os resultados de estudos das instituições profissionais, experiência nacional e estrangeira e análise da situação real em Macau, em articulação com a “Dupla Meta de Carbono” nacional, o Governo da RAEM concluiu a «Estratégia de Descarbonização a Longo Prazo de Macau», sendo elaboradas as estratégias no âmbito de electricidade, transportes terrestres, conservação de energia em edifícios, substituição por energia limpa e tratamento de resíduos, de forma a levar todos os sectores relevantes a terem em consideração os benefícios da redução de emissões ao formular políticas, bem como orientar o público a participar na promoção do desenvolvimento social verde.

O presidente Xi Jinping salientou que, atingir o pico de carbono e a neutralidade carbónica é uma mudança económica e social ampla e profunda. A tarefa é bastante difícil, pois significa a transformação verde para toda a sociedade, pelo que é necessário que os cidadãos e os sectores participem na mudança, mudem comportamentos de vida e adotem novos métodos e tecnologias na produção e operação. A indústria terciária de Macau representa mais de 90% do total, e a indústria e a construção civil menos de 10%, embora tenha vantagens na promoção da descarbonização, é necessário construir um novo sistema energético e mudar o estilo de vida original das pessoas e, ainda, é necessário ultrapassar as limitações em muitos aspectos. O Governo da RAEM espera que a «Estratégia de Descarbonização a Longo Prazo de Macau» atraia a atenção de todos os sectores da sociedade, assuma as alterações climáticas como uma responsabilidade comum, participe nesta transformação verde e prepare-se bem para a transformação que vai chegar.

01

**CONHEÇA AS
MUDANÇAS
CLIMÁTICAS**

As mudanças climáticas têm uma relação íntima connosco

Nos últimos anos **as mudanças climáticas globais intensificaram-se**, as pessoas estão cada vez mais conscientes do impacto do aquecimento global na vida quotidiana, e a ocorrência mais frequente de eventos climáticos extremos e os desastres que eles trazem também trouxeram graves e incomensuráveis impactos para a sociedade.

Macau é também afectado pelas mudanças climáticas, incluindo o aumento da temperatura média anual, impactos mais frequentes de ciclones tropicais, aumento do número de dias extremamente quentes, etc. De acordo com os dados estatísticos da Direcção dos Serviços Meteorológicos e Geofísicos (DSMG), a média das temperaturas máximas e a temperatura média ao longo dos anos tem vindo a aumentar (vide a Figura 1). Além disso, entre 1968 e 2022, Macau emitiu um total de 7 sinais de tufão n.º 10, três dos quais foram emitidos entre 2017 e 2020, indicando que Macau tem sido mais frequentemente afectado por supertufões nos últimos anos e o número correspondente de tempestades e o número de inundações registadas também aumentou comparativamente com períodos anteriores.

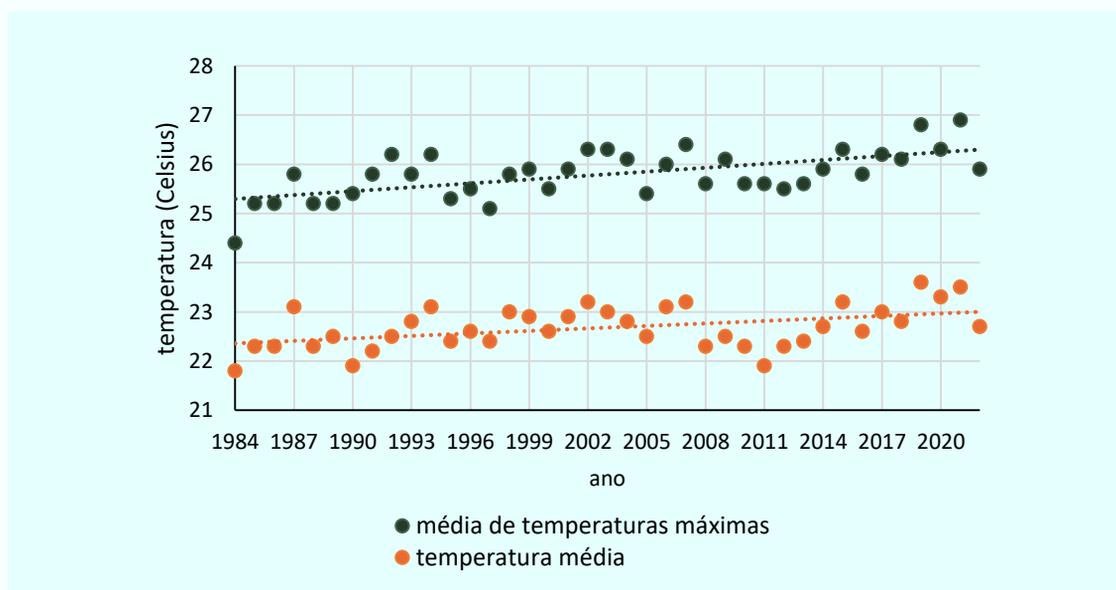


Figura 1 Tendência da mudança de temperatura em Macau entre 1984 e 2022
(Fonte: DSMG - «Relatório anual das observações meteorológicas»; DSEC - «Anuário estatístico»)

Mudanças climáticas, preocupação global

As mudanças climáticas tornaram-se uma importante questão ambiental de preocupação global. Para isso, vários países adoptaram o **Acordo de Paris** na Conferência dos Estados Partes do “Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas”, realizada em Paris, que tem como principal objectivo “controlar a amplitude do aumento da temperatura média global num nível bem abaixo de **2°C** acima dos níveis pré-industriais e desenvolver esforços para limitar a amplitude do aumento da temperatura a **1,5°C**, acima dos níveis pré-industriais”.

Para concretizar o objectivo acima referido, o Acordo de Paris propõe-se alcançar um equilíbrio entre as emissões antrópicas de fontes de gases com efeito de estufa e as remoções por sumidouros na segunda metade deste século, ou seja, a “neutralidade carbónica”. Especificamente, refere-se à redução das emissões de gases com efeito de estufa (ou seja, emissões de carbono), através da substituição de combustíveis fósseis, conservação energética e plantação de árvores em determinado período de tempo, ou através da aquisição de certificação de reduções de emissões ou negócio de carbono para compensar as suas emissões, de modo a alcançar zero emissões líquidas de gases com efeito de estufa.

Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas

O Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas é o tratado pai do Acordo de Paris de 2015, e tem como objectivo “estabilizar a concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera num nível que impeça uma perigosa interferência antrópica no sistema climático”.

Para alcançar a neutralidade de carbono, a importância é a **transição energética**, incluindo o aumento da proporção de energia não fóssil na matriz energética e a melhoria da eficiência energética, como, por exemplo, aumentar a proporção de produção de electricidade através de energia renovável no aspecto da energia eléctrica, evitar o uso de combustíveis fósseis no aspecto dos transportes, melhorar a eficiência energética dos equipamentos prediais, etc.

Combustíveis fósseis e energia não fóssil

Combustíveis fósseis: Os combustíveis fósseis são formados a partir de plantas e animais em decomposição, são encontrados na crosta terrestre e são queimados para obter energia. Incluem carvão, gasóleo, gasolina, gás de petróleo, gás natural, e outros, entre eles, o gás natural tem emissões de carbono relativamente baixas e é uma energia mais limpa.



Diagrama das emissões de carbono por unidade de valor calorífico do combustível
(Fonte: IPCC¹)

Energia não fóssil: Energias renováveis, como energia solar, energia eólica, energia hídrica, energia geotérmica e energia biomassa, bem como energia nuclear. Em comparação com os combustíveis fósseis, as emissões de carbono por todo o ciclo de vida da geração de energia não fóssil são muito baixas.

De acordo com as informações disponibilizadas pelas Nações Unidas, dois terços das emissões globais de CO₂ vêm do sistema de energia, e os combustíveis fósseis respondem por 80% da demanda global de energia primária.²

¹ IPCC é o Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change, nome em Inglês)

² Website das Nações Unidas: <https://www.un.org/en/chronicle/article/role-fossil-fuels-sustainable-energy-system>

O país e Macau respondem activamente às alterações climáticas

Na septuagésima quinta sessão da assembleia geral das Nações Unidas, o presidente Xi Jinping declarou:

“ **A China aumentará a intensidade das contribuições determinadas nacionalmente, adoptará políticas e medidas mais poderosas, esforçar-se-á para atingir o pico de emissões de dióxido de carbono antes de 2030 e esforçar-se-á para alcançar a neutralidade carbónica antes de 2060.**

”

O Presidente
Xi Jinping

O Governo da RAEM tem vindo a promover activamente os trabalhos face às mudanças climáticas, tendo em 2011 definido a meta de redução da taxa de emissão de carbono³ em 40%-45% em 2020 em relação ao ano de 2005, e a meta foi alcançada. Em 2021, o Governo da RAEM emitiu o «Segundo Plano Quinquenal de Desenvolvimento Socioeconómico da Região Administrativa Especial de Macau (2021-2025)» (adiante designada por “Segundo Plano Quinquenal”), e definiu ainda que a meta de redução da taxa de emissão de carbono será mais de 55% em 2025 relativamente ao ano de 2005, bem como propôs fazer um bom trabalho para o pico de carbono e a neutralidade carbónica.

³ A proporção entre o consumo de energia fóssil (emissões de carbono) e o PIB de Macau em várias actividades sociais em Macau.

02

EMISSÕES DE CARBONO DE MACAU

As fontes de emissão de carbono em Macau incluem, principalmente, electricidade, transportes terrestres, outros consumos de combustível (incluindo doméstico, comercial, industrial) e tratamento de resíduos, entre outros.⁴ Entre eles, na área da electricidade, a aquisição de electricidade no exterior de Macau representou cerca de 90% do volume total de electricidade de Macau nos últimos anos, portanto, ao considerar as emissões de carbono, além das emissões directas locais, as emissões indirectas da electricidade adquirida no exterior de Macau também são consideradas.

Emissões directas locais

A produção de electricidade local, os transportes terrestres, o consumo de outros combustíveis (incluindo doméstico, comercial, industrial) e tratamento de resíduos são fontes locais de emissões directas de carbono, nomeadamente, os três primeiros itens estão directamente relacionados à estrutura energética, sendo a situação estimada de cada fonte das emissões de carbono em 2019⁵ apresentada na Figura 2, onde os transportes terrestres e a produção de electricidade local representam a maior proporção.

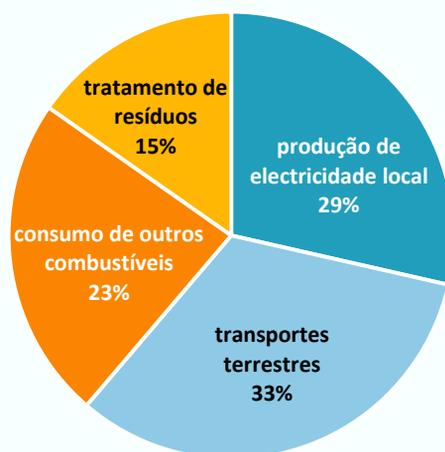


Figura 2 Taxa de participação das principais fontes de emissão de carbono em 2019 (excluindo as emissões indirectas da aquisição de electricidade no exterior de Macau)

⁴ Como as emissões de carbono de transporte marítimo e aéreo internacional são da responsabilidade da Organização Marítima Internacional e da Organização da Aviação Civil Internacional, as emissões de carbono discutidas no Acordo de Paris não incluem as áreas acima referidas, portanto não são aqui consideradas.

⁵ Para excluir o impacto da epidemia do Covid-19, usa-se as emissões de dióxido de carbono em 2019 para fazer a análise no presente texto.

Emissões indirectas

Se também forem consideradas as emissões indirectas da aquisição de electricidade no exterior de Macau, o volume estimado das emissões de carbono locais representam cerca de 40% das emissões totais, e as emissões de carbono estimadas da aquisição de electricidade no exterior de Macau representam cerca de 60%. Dividindo-se por sectores, a electricidade representa cerca de 70% das emissões totais, os transportes terrestres representam 13% e o uso de outros combustíveis e tratamento de resíduos representa 16% dos restantes. Veja a Figura 3 para detalhes.

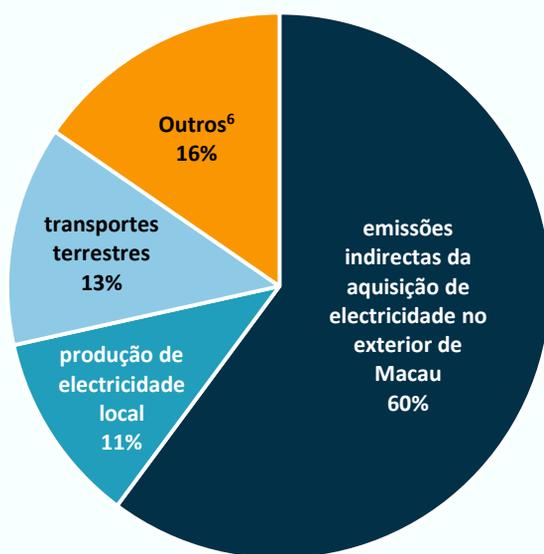


Figura 3 Taxa de participação das principais fontes de emissão de carbono em 2019 (incluindo as emissões indirectas da aquisição de electricidade no exterior de Macau)

⁶ Outros incluem as emissões provenientes do consumo industrial, comercial e doméstico de combustíveis e do tratamento de resíduos

03

**META DE
DESCARBONIZAÇÃO
LONGO PRAZO DE
MACAU**

Com a finalidade de alcançar a neutralidade carbónica em Macau e aproveitar a oportunidade do desenvolvimento de baixo carbono, Macau deve elaborar uma estratégia de descarbonização a longo prazo e planear um caminho de neutralidade carbónica adequado à situação actual de Macau. Para isso, o Governo da RAEM encomendou a uma organização profissional a realização de pesquisas para analisar cientificamente o potencial e as estratégias de descarbonização de Macau e, em seguida, elaborar a estratégia de descarbonização de longo prazo de Macau com base no progresso internacional, nas experiências regionais e nas condições reais locais.

→ Direcção geral

Implementar activamente medidas de descarbonização em diferentes áreas e fases.

🎯 Objectivo geral

Atingir o pico de emissões de carbono antes de 2030 e promover as duas principais áreas de emissão de carbono de electricidade e transportes terrestres para alcançar uma descarbonização profunda antes de 2050 e atingir emissões quase zero.

Na «Estratégia de Descarbonização a Longo Prazo de Macau», são estabelecidas **seis** estratégias principais:

Construção de um sistema de energia de baixo carbono



Conservação de energia e substituição por energia limpa



O público pratica, em conjunto, a vida de baixo carbono



Transformação verde dos transportes terrestres



Redução de resíduos a partir da fonte, transformação de resíduos em energia



Inovação tecnológica e cooperação regional

Ao fortalecer a promoção da participação do público em geral na conservação de energia e redução de resíduos, e implementar activamente a transformação e redução profunda de emissões nos sectores de electricidade e transportes, bem como explorar a aplicação de novas tecnologias, entre outras medidas, prevê-se atingir o pico de carbono e a neutralidade carbónica em Macau (vide a Figura 4).

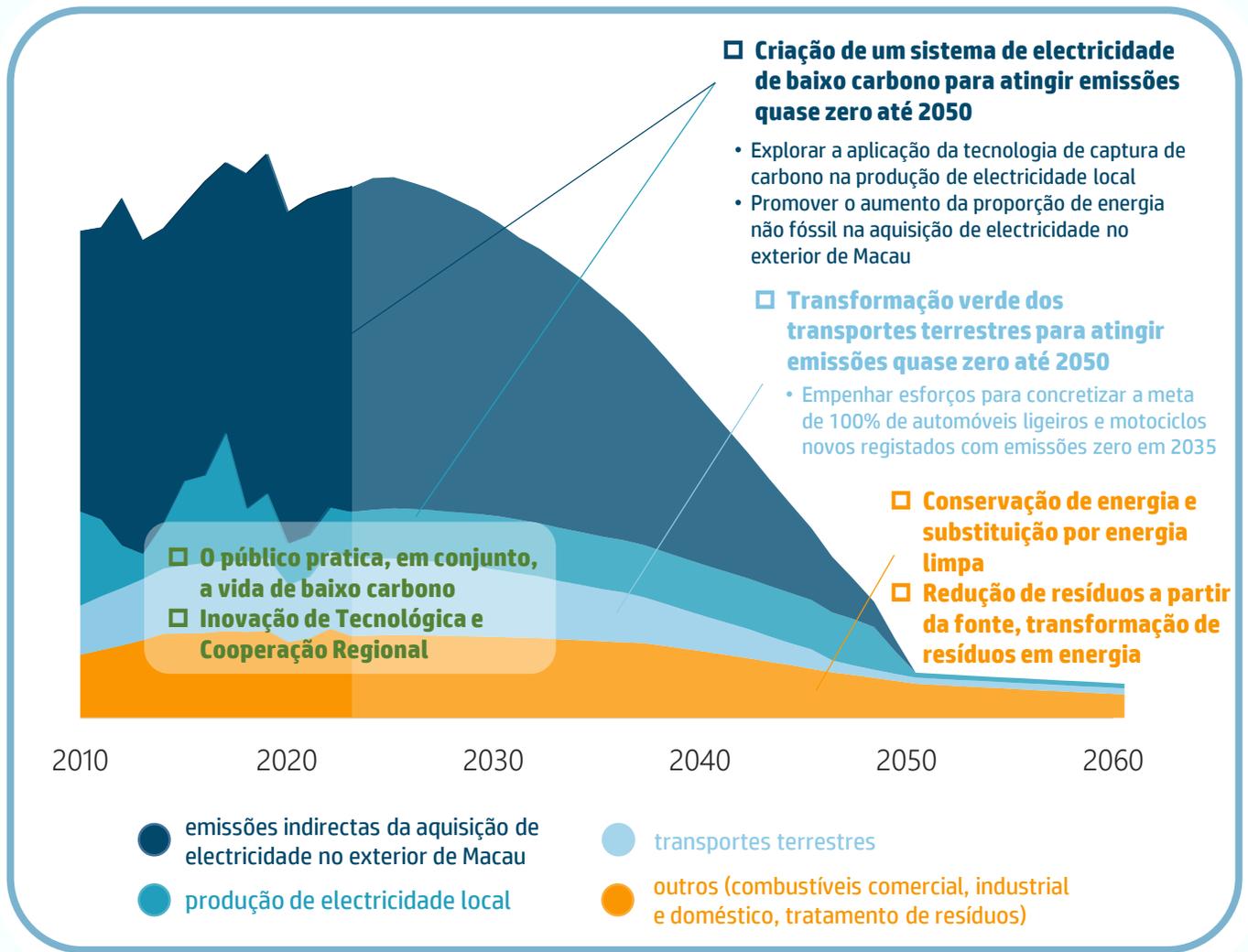


Figura 4 Mapa de previsão de tendências de emissão de carbono em Macau

04

**ESTRATÉGIA DE
DESCARBONIZAÇÃO
A LONGO PRAZO DE
MACAU**



Construção de um sistema de energia de baixo carbono

A fonte de electricidade de Macau é composta por produção de electricidade local e electricidade adquirida no exterior, que é uma das principais fontes de emissões de carbono em Macau.

Progresso do trabalho



No aspecto da produção de electricidade local, nos últimos anos, através do aumento da proporção de gás natural e da redução da proporção da produção de electricidade a combustível para diminuir as emissões de carbono, o volume da produção de electricidade a combustível das centrais térmicas foi reduzida de 100% em 2012 para 6,6% em 2022, representando cerca de 0,5% do consumo total anual de electricidade em 2022. No aspecto da promoção das energias renováveis, o Governo da RAEM elaborou o «Regulamento de segurança e instalação das interligações de energia solar fotovoltaica» e definiu o regime de tarifas feed-in, para incentivar à instalação do sistema de produção de electricidade por energia solar fotovoltaica. No «Segundo Plano Quinquenal» é exigido que a área ocupada com sistemas de produção de electricidade através de energia solar fotovoltaica ou com vegetação nas coberturas de edifícios de novas habitações públicas não deve ser inferior a 30% da área descoberta, para aumentar, gradualmente, a percentagem de utilização de energias renováveis em Macau. Para além disso, nos últimos anos, o Governo da RAEM também tem instalado sucessivamente sistemas de produção de electricidade por energia solar fotovoltaica em locais condicionados, como no parque de estacionamento da Ponte-Cais do Pac On e no Museu do Grande Prémio de Macau, entre outros, e também está em andamento o projecto de instalação do sistema de produção de electricidade por energia solar fotovoltaica na Estação de Tratamento de Águas Residuais no Parque Industrial Transfronteiriço, prevendo-se a conclusão da instalação e a sua entrada em funcionamento em 2024.

No aspecto da aquisição de electricidade no exterior, o contrato actual com a *China Southern Power Grid* já exigiu que a proporção do uso de energia não fósseis para a produção de electricidade exceda 40%. Vide a Figura 5 e a Figura 6 para informações sobre a estrutura de energia eléctrica de Macau e os benefícios da redução de emissões.

Nas figuras pode constatar-se que o consumo de electricidade tem vindo a aumentar nos últimos dez anos em Macau e, por sua vez, as emissões de gases com efeito de estufa relacionadas com a electricidade têm vindo a diminuir, verificando-se uma redução nas emissões de gases com efeito de estufa por cada quilowatt-hora de electricidade produzido.

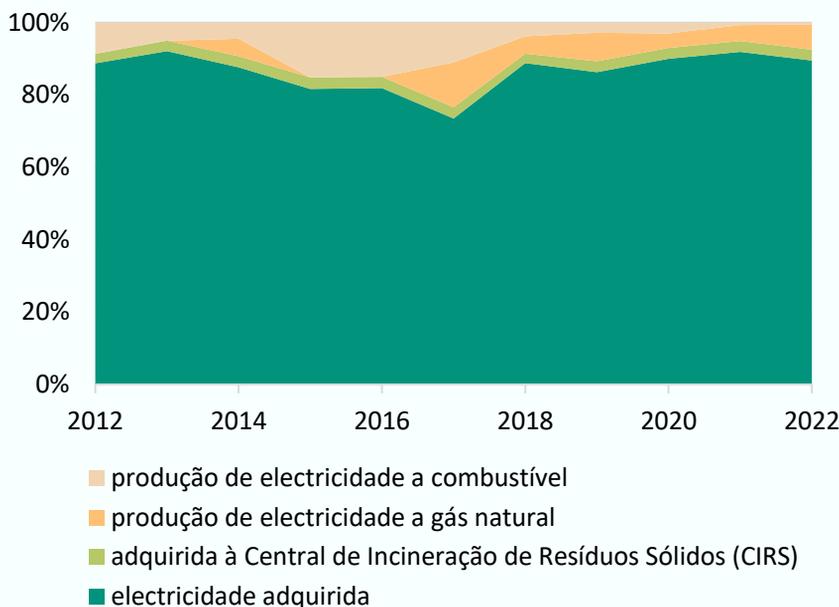


Figura 5 Estrutura de energia eléctrica entre 2012 e 2022

(Fonte: DSPA)

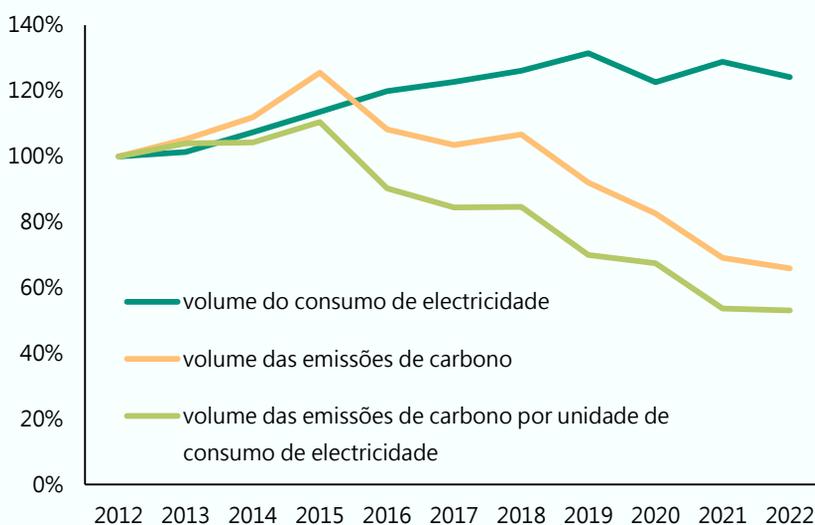


Figura 6 Tendência de mudança relativa ao consumo de electricidade, ao volume das emissões de carbono e às emissões de carbono por unidade de consumo de electricidade em Macau entre 2012 e 2022 (Índice baseado em 2012)

(Fonte: CEM; DSEC - «Estatísticas energéticas»)



Objectivo

Impulsionar o sector de energia eléctrica a atingir emissões próximas de zero até 2050



Estratégia de descarbonização

No aspecto da produção de electricidade local, o Governo da RAEM aumentará ainda mais a proporção da produção de electricidade a gás natural nas centrais térmicas locais para chegar finalmente a 100% e explorará a aplicação da tecnologia de captura e armazenamento de carbono (*Carbon Capture and Storage* em nome inglês) para alcançar uma descarbonização profunda, explorando a longo prazo a viabilidade da produção de electricidade a energia de hidrogénio. Ao mesmo tempo, instalará o sistema de produção de electricidade a energia solar fotovoltaica em mais locais adequados, promoverá a aplicação da tecnologia de transformação de resíduos para energia e promoverá o desenvolvimento de redes inteligentes, entre outros, para otimizar a estrutura de fornecimento de energia de Macau.

No aspecto da aquisição de electricidade no exterior, o Governo da RAEM seleccionará uma proporção da aquisição de electricidade apropriada em resposta às emissões da produção de electricidade local e da aquisição de electricidade no exterior, e negociará com fornecedores para aumentar ainda mais a proporção de produção de electricidade a energia não fóssil, a meta é atingir 100% de produção de electricidade a energia não fóssil até 2050 ou antes.



Tabela 1
Principais políticas na área de energia eléctrica

Produção de electricidade local	Aumentar ainda mais a proporção da produção de electricidade a gás natural nas centrais térmicas locais para chegar finalmente a 100% até 2025
	Instalar o sistema de produção de electricidade a energia solar fotovoltaica em mais locais adequados
	Promover o desenvolvimento de redes inteligentes
	Explorar a viabilidade da aplicação da tecnologia de captura e armazenamento de carbono, e da produção de electricidade a energia de hidrogénio
Aquisição da electricidade no exterior	Empenhar esforços para aumentar ainda mais a proporção de produção de electricidade a energia não fóssil, a meta é atingir 100% de produção de electricidade a energia não fóssil até 2050 ou antes



Figura 7 Sistema de produção de electricidade a energia solar fotovoltaica no parque de estacionamento da Ponte-Cais do Pac On



Transformação verde dos transportes terrestres

Os transportes terrestres são o sector que consome uma grande quantidade de combustível e também são uma das principais fontes de emissões de carbono em Macau.

Progresso do trabalho



O Governo da RAEM incentiva a mobilidade verde, inclusive tem vindo a otimizar o sistema pedestres, a melhorar os transportes públicos e ferroviário, entre outros, orientando o público a escolher mais os transportes públicos e as deslocações a pé, para reduzir a emissão de carbono produzida pelo uso de veículos particulares.

Com a finalidade de reduzir o nível geral de emissão de carbono dos veículos, o Governo da RAEM está a assumir a liderança no uso de veículos eléctricos e continua a promover o uso de veículos de nova energia por meio de várias medidas, e as medidas específicas incluem: fornecer incentivos fiscais e lançar o Plano de concessão de apoio financeiro ao abate de motociclos obsoletos e a sua substituição por motociclos eléctricos novos; reservar capacidade e infra-estrutura de carregamento de electricidade para todos os lugares de estacionamento em novos parques de estacionamento públicos e novos edifícios públicos; promover a adição de instalações de carregamento de electricidade nos parques de estacionamento públicos nos bairros antigos, até ao final de 2022, tendo já sido instalados mais de 2.000 carregamentos públicos de electricidade para os veículos ligeiros e 500 carregamentos de electricidade para os motociclos e ciclomotores eléctrico nos parques de estacionamento públicos; incentivar as empresas hoteleiras e de entretenimento a utilizar veículos de novas energias no transporte de passageiros; promover a aplicação de autocarros de novas energias, entre outros.



Figura 8 Travessia pedonal ao longo da Avenida de Guimarães na Taipa



Objectivo

Impulsionar os transportes terrestres a atingir emissões próximas de zero até 2050



Estratégia de descarbonização

O Governo da RAEM continuará a construir uma rede de transportes verdes, enfatizando a orientação de “prioridade de transporte público”, melhorando os transportes públicos e os sistemas pedestres e promovendo a construção do sistema de transporte de metro ligeiro para incentivar a mobilidade verde e reduzir o uso de veículos particulares.

No aspecto do uso dos veículos, cada país ou região vem adoptando, em função da sua própria realidade, políticas de fixação de uma data a partir da qual cesse a execução de novos registos de automóveis ligeiros movidos a combustível ou de determinação da percentagem das vendas de automóveis ter de ser 100% de automóveis ligeiros eléctricos (vide a Figura 9). A fim de acelerar a electrificação dos veículos em Macau, a Direcção dos Serviços de Protecção Ambiental (DSPA) elaborou o “Plano de Promoção de Veículos Eléctricos em Macau”, que apresenta uma série de medidas para promover a electrificação dos transportes e melhorar as instalações e infra-estruturas de carregamento de electricidade, entre outros, promovendo de forma abrangente e a longo prazo a popularização e o uso de veículos eléctricos, esforçando-se por concretizar, em 2035, a meta de 100% de automóveis ligeiros, motociclos e ciclomotores novos registados de emissão zero (veículos eléctricos ou outras tecnologias). Está, ainda, a estudar e a definir o ano que será suspensa a execução de novos registos de veículos movidos a combustível, para promover gradualmente a transformação verde dos vários tipos de veículos (incluindo autocarros e veículos comerciais, entre outros).



Tabela 2 Principais políticas na área de transportes terrestres	
Promoção de veículos eléctricos e controlo de veículos a combustíveis	Através do “Plano de Promoção de Veículos Eléctricos em Macau”, acelerar a electrificação dos veículos em Macau (ou usar outras tecnologias de emissão zero)
	Empenhar esforços para concretizar a meta de 100% de automóveis ligeiros e motociclos novos registados com emissões zero (veículos eléctricos ou outras tecnologias) em 2035
	Estudar e definir o ano em que será suspensa a execução de novos registos de automóveis movidos a combustível
Rede de transporte verde	Sendo a orientação de “prioridade de transporte público”, melhorando o transporte público e os sistemas pedestres e promovendo a construção do sistema de transporte de metro ligeiro

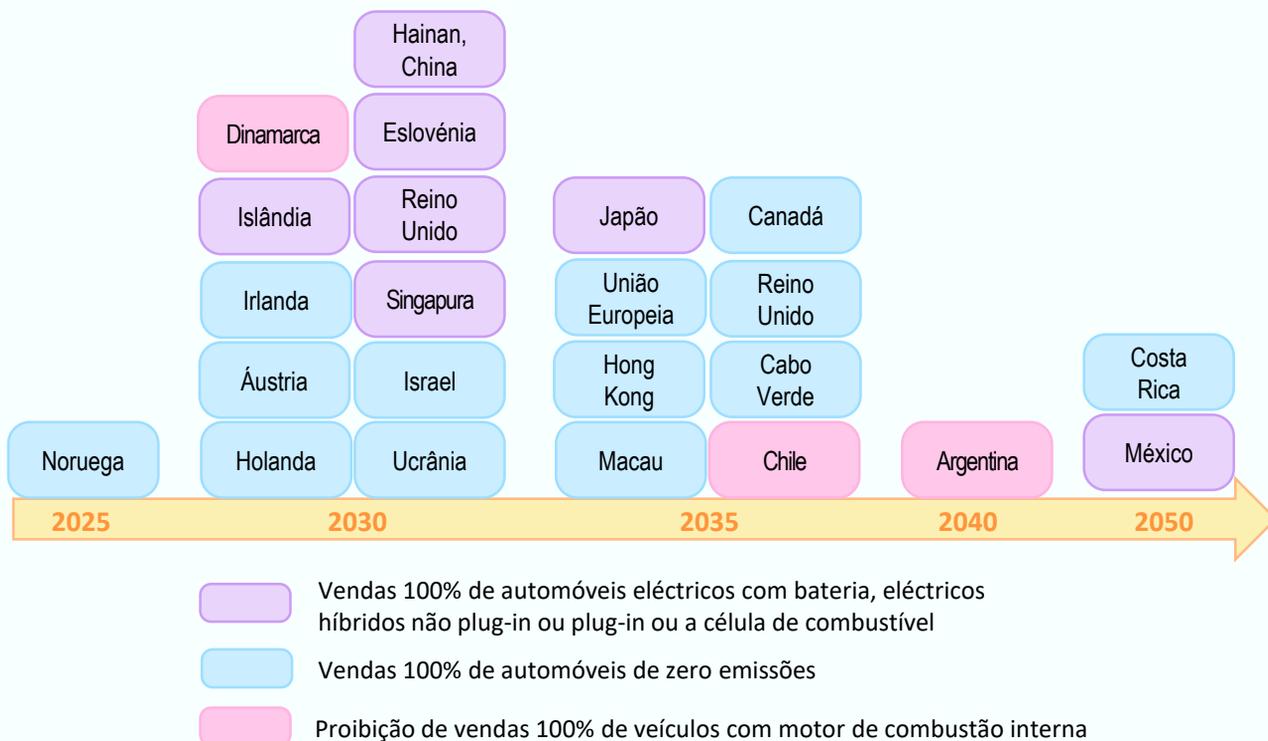


Figura 9 Horizonte temporal da política de vendas de veículos ligeiros nos vários países ou regiões

(Fonte: Agência Internacional de Energia (AIE), excepto Hong Kong e Macau)



Conservação de energia e substituição por energia limpa

Além dos combustíveis usados para a produção de electricidade e transportes terrestres, vários utentes industriais, comerciais e domésticos também usam combustíveis fósseis gerando emissões de carbono, como o gásóleo usado na indústria e construção, o gás de petróleo de uso doméstico e comercial, entre outros.

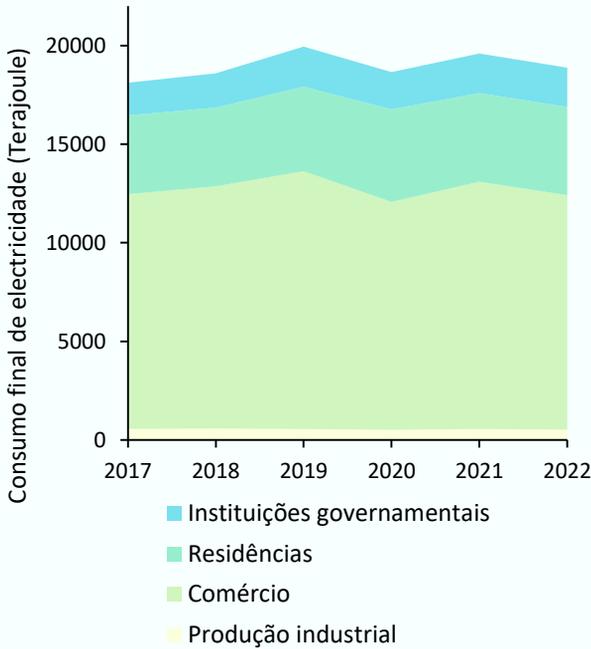
Progresso do trabalho



O Governo da RAEM continua a melhorar a rede de gasodutos de gás natural para promover o uso mais amplo do gás natural. Actualmente, a rede de gasodutos de gás natural cobre a área principal do Cotai e continua a expandir a cobertura da Península de Macau. Os projectos públicos darão prioridade ao uso de gás natural, nomeadamente as habitações públicas de Seac Pai Van de Coloane, de Mong Há e de Tói San já podem usar gás natural. Nas futuras habitações públicas, como as da Zona A dos Novos Aterros, também irão usar o gás natural. Ao mesmo tempo, promove e incentiva o sector das instalações de turismo e entretenimento a mudar ou expandir o uso de gás natural.

A conservação de energia com baixo teor de carbono é um dos princípios importantes dos edifícios verdes. Nos últimos anos, o Governo da RAEM tem promovido activamente a utilização de elementos de construção verde nos novos edifícios públicos e adicionou requisitos relevantes nos documentos de concurso para elevar a eficiência energética dos edifícios. O Governo da RAEM publicou em 2022 as «Instruções para a Construção Verde em Macau – Capítulo relativo à Habitação Pública» e as «Instruções para a Construção Verde em Macau – Capítulo relativo às Edificações Públicas», para referência dos sectores públicos e da indústria nos projectos de concepção, construção e operação de edifícios.

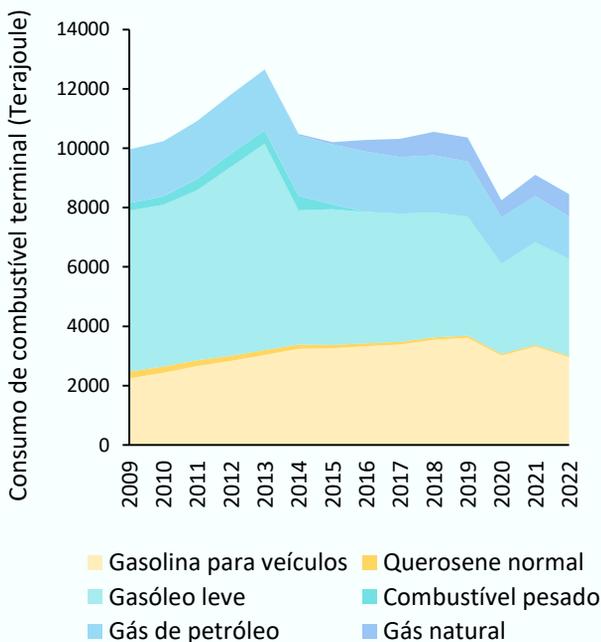
Mudanças no consumo final de electricidade pela indústria, comércio, residências e instituições governamentais



A Figura 10 revela que o consumo de electricidade registado entre 2017 e 2019 apresentou uma tendência crescente, e o consumo de electricidade comercial oscilou entre 2020 e 2022 durante a pandemia, o que levou a uma mudança na tendência de consumo de electricidade em geral. A maior parte do consumo de energia eléctrica é comercial, seguindo-se o residencial e o de instituições governamentais, representando estas três partes mais de 90%, enquanto a indústria representa uma percentagem do consumo de electricidade relativamente baixa.

Figura 10 Consumo final de electricidade pela indústria, comércio, residências e instituições governamentais em anos anteriores
(Fonte: DSEC - «Estatísticas Energéticas»)

Mudanças na estrutura de uso de combustível pela indústria, comércio, residências e instituições governamentais



Com o aumento da proporção de energia eléctrica na estrutura de energia geral, o volume total do uso de combustível está em declínio. Nomeadamente, o uso de gás natural tem aumentado gradualmente nos últimos dez anos, mas a proporção de gasolina para veículos ainda é alta, enquanto o volume do uso de gasóleo leve e gás de petróleo liquefeito diminuiu e o fuelóleo com altas emissões de carbono não foi usado nos últimos anos.

Figura 11 Consumo de combustível pela indústria, comércio, residências e instituições governamentais em anos anteriores
(Fonte: DSEC - «Estatísticas Energéticas»)



Estratégia de descarbonização

O Governo da RAEM aumentará a taxa de utilização do gás natural na indústria, comércio e residências a curto e médio prazo, incluindo a continuidade da expansão da cobertura das redes de gasodutos de gás natural e a promoção do uso prioritário ou a conversão para gás natural em grandes hotéis, instalações turísticas e comércio, de modo a substituir gradualmente o gás de petróleo liquefeito para o aquecimento e cocção de alimentos. Ao mesmo tempo, o Governo da RAEM defenderá o uso de produtos eléctricos de alta eficiência na indústria, comércio e residências, aumentará o nível de electrificação dos equipamentos dos utentes e reduzirá ainda mais o uso de combustíveis fósseis.

Para além disso, mais de 90% da electricidade de Macau é consumida em edifícios, por isso, promove-se a conservação de energia nos edifícios, o que pode reduzir a procura de energia termina e concretizar, assim, a redução das emissões. O Governo da RAEM está a começar nos projectos públicos, adicionando elementos de construção verde nos novos edifícios e a estudar o plano piloto para a renovação de edifícios existentes com conservação de energia, com o objectivo de melhorar a eficiência energética dos edifícios, através da melhoria das suas capacidades de isolamento térmico e a usar produtos de alta eficiência, fornecendo a prática e a experiência à indústria, para que continue a incentivar todos os tipos de edifícios, públicos e privados, a obter a certificação de construção verde.



Gás natural e suas vantagens

- **O gás natural** é composto principalmente por metano (CH_4), incolor e inodoro, pelo que as empresas de gás natural adicionam um agente odorante para detecção.
- **Mais limpo e favorável à descarbonização**
Quando queima, o gás natural produz dióxido de carbono e poluentes atmosféricos numa quantidade inferior à produzida por outros combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo.
- **Seguro**
Em Macau existem normas de segurança relativas às instalações e aos aparelhos a gás, bem como o sistema de fiscalização. Por outro lado, como o gás natural é mais leve do que o ar e dissipa-se facilmente no ar, por isso é um gás relativamente seguro.

Tabela 3

Políticas principais relacionadas à conservação de energia e substituição por energia limpa

Substituição por energia limpa	Aumentar a taxa de utilização do gás natural na indústria, comércio e residências a curto e médio prazo
	Aumentar o nível de electrificação dos equipamentos dos utentes e reduzir ainda mais o uso de combustíveis fósseis
Conservação energética dos edifícios	Adicionar elementos de construção verde nos novos edifícios
	Estudar um plano piloto para a renovação de edifícios existentes com conservação de energia
	Continuar a incentivar todos os tipos de edifícios públicos e privados a obter a certificação de construção verde



Figura 12 Obra da rede de gasodutos de gás natural



Redução de resíduos a partir da fonte, transformação de resíduos em energia

As emissões de carbono também são geradas durante o processo de tratamento de resíduos, principalmente pela combustão de matéria orgânica (como resíduos alimentares, plástico). A redução de resíduos é a principal tarefa para alcançar a redução de emissões neste campo, seguida pela reutilização e reciclagem de resíduos.

Progresso do trabalho



O Governo da RAEM continua a promover a redução de resíduos a partir da fonte e a reciclagem selectiva para reduzir as emissões de carbono no processo de tratamento de resíduos. Através do «Planeamento de Gestão de Resíduos Sólidos de Macau (2017 - 2026)», elaborou o plano decenal para o tratamento de resíduos sólidos em Macau. Nos últimos anos, várias medidas foram lançadas para expandir os tipos de recolha, melhorar a rede de recolha, auxiliar o sector de reciclagem, otimizar as instalações de recolha de recursos e instalações de infra-estrutura de protecção ambiental, entre outros aspectos, por exemplo, criou mais Centros Ambientais Alegria, lançou o Programa de Reciclagem de Equipamentos Electrónicos e Eléctricos, iniciou o “Plano de Apoio Financeiro à Aquisição de Equipamentos e Veículos para o Sector de Recolha de Resíduos”, entre outros. Ao mesmo tempo, o Governo da RAEM também aprovou legislação para limitar o abuso de sacos de plástico e implementou gradualmente a política de controlo de utensílios de mesa descartáveis de plástico em diferentes fases para aumentar a consciencialização sobre a redução do plástico na sociedade.

Tabela 4
Políticas principais relacionadas ao tratamento de resíduos

Redução de resíduos a partir da fonte e a reciclagem selectiva	Implementar os planos do poluidor-pagador e de responsabilidade do produtor
	Estudar mais medidas restritivas para outros produtos descartáveis de plástico
	Continuar a melhorar as redes de reciclagem, elevar a consciência pública de reciclagem e práticas comportamentais
Transformação de resíduos para energias	Construir o Centro de Recuperação de Resíduos Orgânicos



Estratégia de descarbonização

O Governo da RAEM continuará a tomar medidas em vários níveis para promover a redução de produção de resíduos e a reciclagem selectiva, nomeadamente: com base nas “Restrições ao fornecimento de sacos de plástico”, no “Regime de gestão de resíduos de materiais de construção” e de acordo com o princípio do poluidor-pagador, implementará, faseada e ordenadamente, outros planos do poluidor-pagador e de responsabilidade do produtor para outros tipos de resíduos, sendo o próximo passo o lançamento do “Sistema Tarifário da Estação de Tratamento de Resíduos Especiais e Perigosos”, bem como um estudo sobre o regime de responsabilidade dos produtores de produtos electrónicos e eléctricos usados; estudará mais medidas restritivas para outros produtos descartáveis de plástico; continuará a melhorar as redes de reciclagem, incluindo os postos de recolha do Programa de Pontos “Verdes”, os Centros Ambientais Alegria, os postos de reciclagem limpa instalados na rua no âmbito do Programa de Pontos “Verdes” e as viaturas de recolha itinerante, entre outros, para melhorar e facilitar a prática de reciclagem e efectuar várias actividades de redução de resíduos e recolha, e para elevar a consciência pública de reciclagem e práticas comportamentais.

De acordo com o «Relatório do Estado do Ambiente de Macau», mais de 30% dos resíduos sólidos urbanos são matéria orgânica, por isso, o Governo da RAEM continuará a expandir o trabalho de redução e reciclagem de resíduos alimentares e está a intensificar a construção do Centro de Recuperação de Resíduos Orgânicos para tratar os resíduos alimentares de maneira mais ecológica e, ao mesmo tempo, alcançar uma escala maior de transformação de resíduos para energia. A entrada em funcionamento do Centro de Recuperação de Resíduos Orgânicos está prevista em 2027. A capacidade diária de processamento da primeira fase será de 150 toneladas de resíduos alimentares, e prevê-se a recuperação de energia equivalente a 136.000 quilowatts-hora de electricidade para uso próprio e para fornecimento.



Recuperação de resíduos orgânicos

- De acordo com o resultado de análise de composição de resíduos constante no «Relatório do Estado do Ambiente de Macau», nos últimos cinco anos mais de 30% de resíduos orgânicos são, na sua maioria, resíduos alimentares. A DSPA tem vindo a promover a recuperação de resíduos alimentares e instalou, sucessivamente, máquinas de tratamento de resíduos alimentares na Central de Incineração de Resíduos Sólidos de Macau e na habitação pública de Seac Pai Van, e os fertilizantes orgânicos daí produzidos podem ser utilizados para arborização.
- O Centro de Recuperação de Resíduos Orgânicos que se planeia construir utiliza a tecnologia de decomposição anaeróbia para produzir biogás destinado à produção de electricidade, a fim de criar condições para alcançar uma escala maior de recuperação de resíduos alimentares e de transformação em energia.

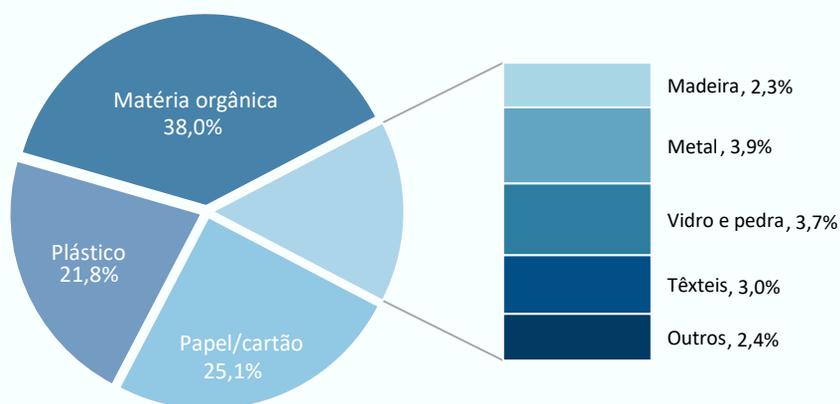


Figura 13 Composição física dos resíduos sólidos urbanos em 2022

(Fonte: DSPA, «Relatório do Estado do Ambiente de Macau 2022»)



Figura 14 Projecto do Centro de Recuperação de Resíduos Orgânicos



O público pratica, em conjunto, a vida de baixo carbono

Todos os sectores e o público em geral podem reduzir as emissões de carbono através da prática da conservação de energia, mobilidade verde, redução e recolha de resíduos, entre outras acções, ao mesmo tempo, também podem prestar atenção e apoiar as políticas e actividades que promovem a vida com baixo carbono.

Progresso do trabalho



O Governo da RAEM promove, activamente, o conceito de vida verde e de baixo carbono por meio de actividades diversificadas de sensibilização e educação, por exemplo, continua a lançar as actividades “Desligar as luzes durante 1 hora”, “Vestuário Informal de Verão, vamos todos conservar energia!” e uma série de actividade do Dia Mundial do Ambiente, para incentivar o público a adoptar medidas de conservação de energia para reduzir as emissões de carbono. Além disso, através do Plano de Parceria “Eco-Escolas”, promove a educação sobre a protecção ambiental, orientando as escolas a praticar a conservação de energia na gestão das instalações e incentiva professores e alunos a participar na redução de resíduos e conservação de energia.

No aspecto dos sectores, através do “Prémio Hotel Verde Macau”, promove a participação dos hotéis no trabalho da conservação de energia e descarbonização. Em 2022, existia um total de 54 hotéis premiados (válido por três anos), representando 40% do total de hotéis em Macau, e o número de quartos em hotéis premiados representa mais de 80 % do número total de quartos de hotel em Macau, continuando a ser melhorado o desempenho de cada hotel em termos de conservação de energia, poupança de água, redução de resíduos e recolha. Ao mesmo tempo, a DSPA também estabeleceu um mecanismo abrangente de comunicação regular com as empresas hoteleiras e de entretenimento para promover, conjuntamente, várias medidas de conservação de energia e redução de emissões.



Estratégia de descarbonização

Para empresas e instituições, o Governo da RAEM continuará a promover a participação dos sectores na conservação de energia e redução de emissões através de vários programas (como o Prémio Hotel Verde Macau, o Plano de Parceria “Eco-Escolas”, o Plano de Reconhecimento de Supermercados Ecológicos e o Programa de Avaliação da Eficiência Energética dos Serviços e Organismos Públicos, entre outros). Ao mesmo tempo, incentivará as grandes empresas a cumprir suas responsabilidades sociais, motivando-as a realizar auditorias de carbono, a elaborar os seus próprios planos de neutralidade de carbono e a divulgar informações de baixo carbono ao público, entre outros, de forma a promover a atmosfera de descarbonização de empresas e instituições.

Para os cidadãos, o Governo da RAEM continuará a fortalecer a divulgação e educação da protecção ambiental e a estudar e elaborar mais medidas encorajadoras, incluindo incorporar mais informações de baixo carbono em várias actividades, melhorar a compreensão dos professores e alunos sobre as mudanças climáticas e as condições climáticas extremas e fortalecer a divulgação e promoção nos média e plataformas sociais, entre outros, para orientar os cidadãos a cumprir as suas obrigações de conservação de energia e redução de emissões.





Utilização de electricidade

- Desligue sempre os aparelhos electrónicos quando não estiverem em uso
- Use ventoinha em vez de ar condicionado
- Seleccione a temperatura do ar condicionado para não inferior a 25°C
- Compre aparelhos eléctricos eficientemente
- Substitua as lâmpadas por LED
- Seque a roupa ao sol, não use máquina de secar roupa

Todos os aspectos da vida quotidiana emitem carbono

Cada pessoa pode reduzir a sua pegada carbónica desta forma



Deslocações

- Ande a pé e opte por usar as escadas
- Utilize sempre os transportes públicos
- Invista num carro eléctrico
- Partilhe a viagem (carpool)
- Desligue o motor quando estiver parado



Estilo de vida de baixo carbono

- Coma mais vegetais e menos carne
- Use itens em segunda mão
- Evite as compras desnecessárias
- Dê os objectos que não utiliza a outras pessoas
- Evite comprar fast fashion



Uso de fornos

- Use dispositivos de cocção a gás natural
- Use forno eléctrico e esquentador eléctrico



Redução de resíduos

- Reduza o desperdício alimentar
- Recicle resíduos alimentares
- Evite usar talheres de utilização única
- Evite embalagem desnecessária
- Pratique a reciclagem selectiva
- Use sempre a sua própria garrafa
- Faça as suas compras com sacos reutilizáveis
- Racione água
- Reduza o uso de papéis



As empresas e organizações podem realizar a descarbonização desta forma

- Efectue a auditoria de carbono para tomar conhecimento dos seus potenciais de descarbonização
- Estabeleça os seus próprios planos de gestão de carbono (neutralidade carbónica)
- Incorpore as referidas medidas de descarbonização na operação diária, encorajando a participação dos seus empregados/sócios
- Faculte aos empregados acções de formações de gestão relevantes
- Crie postos de gestão ambiental
- Adopte a construção ecológica
- Introduza um mecanismo de aquisição amigo do ambiente
- Promova a electronização
- Participe nos diversos programas de reciclagem

Participação de toda a população





Inovação de Tecnológica e Cooperação Regional

O mundo está constantemente a explorar e a estudar tecnologias de neutralidade de carbono, e a pesquisa e aplicação de tecnologias de descarbonização podem fornecer a possibilidade de avanços nas dificuldades de redução de emissões. Por isso, a longo prazo, a aplicação de novas tecnologias é uma das chaves para alcançar zero emissões de carbono em Macau, pelo que o Governo da RAEM continuará a prestar atenção às novas tecnologias, especialmente, o desenvolvimento da tecnologia de captura e armazenamento de carbono e da tecnologia de energia do hidrogénio, estando, nesta fase, a ser estudada a viabilidade de aplicação da tecnologia de captura e armazenamento de carbono às unidades geradoras de Macau e, no futuro, também serão estudadas as perspectivas de aplicação da energia do hidrogénio nos transportes terrestres e na produção de energia eléctrica. Ao mesmo tempo, também incentiva as grandes empresas ou unidades que reúnam condições a tomarem a iniciativa de explorar e aplicar tecnologia de baixo carbono ou tecnologia verde, e a se tornarem pioneiras em acções de descarbonização.

O que significa CCS?

A captura e armazenamento de dióxido de carbono (CO₂) (*Carbon Capture and Storage*, CCS, nome em inglês) refere-se ao processo de isolamento constante de CO₂ com a atmosfera. Para isso, o CO₂ é separado do processo industrial, da utilização de energia ou da atmosfera, e o CO₂ capturado é submetido a meios técnicos de engenharia, guardando-o em formações geológicas em profundidade.

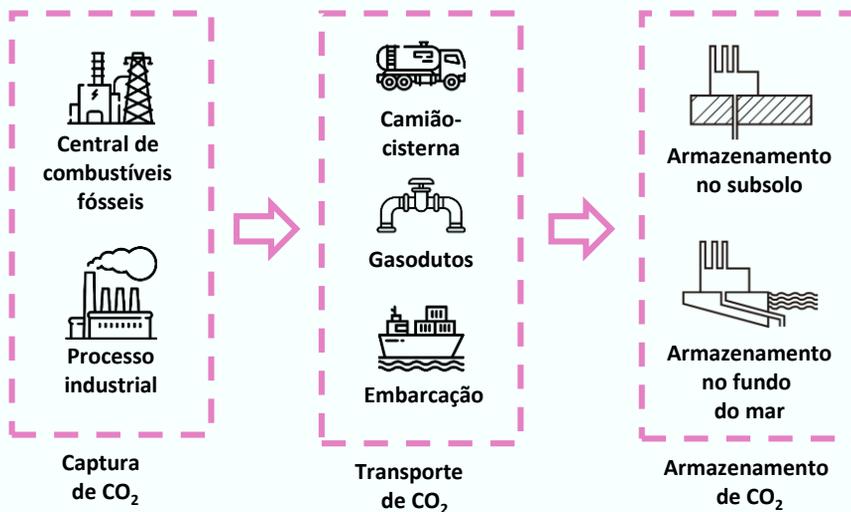


Figura 15 Diagrama da captura e armazenamento de dióxido de carbono (CO₂)

(Fonte: Relatórios Anuais da Captura, Utilização e Armazenamento de Dióxido de Carbono da China (2021, 2023))

A introdução de novas tecnologias requer um investimento na fase inicial para a pesquisa e construção ou transformação de infra-estrutura. Para isso, o Governo da RAEM está a intensificar os esforços para promover o desenvolvimento das finanças verdes, introduzir canais de financiamento para o futuro desenvolvimento de novas energias e outros projectos verdes e apoiar o desenvolvimento de baixo carbono de Macau.

Com as limitações pelas condições de terra, é actualmente difícil para Macau compensar as emissões locais de carbono através da florestação. No entanto, através do investimento no sumidouro de carbono florestal do exterior ou em projectos de energia renovável, pode-se obter certificação de reduções de emissões para compensar uma certa quantidade de emissões de carbono, e algumas empresas tentaram o mecanismo relevante. O Governo da RAEM irá trabalhar, conjuntamente, com o sector para praticar a conservação de energia e a redução de emissões e, ao mesmo tempo, prestar atenção a projectos de investimento e actividades de interesse público relacionadas com a compensação de emissões de carbono e, em conjunto, acelerar a realização da neutralidade de carbono.

Para além disso, devido aos recursos limitados de terra e de pessoal técnico em áreas relevantes em Macau, Macau enfrenta grandes desafios no desenvolvimento das energias renováveis, florestação, inovação tecnológica de baixo carbono e indústrias verdes, entre outros, pelo que o Governo da RAEM promoverá activamente as cooperações local, internacional e regional através de vários mecanismos de cooperação e plataformas de intercâmbio, aprenderá com a experiência e tecnologia avançada de cada região e aumentará a capacidade de Macau para enfrentar os desafios. Ao mesmo tempo, também incentiva o sector a se referenciar à experiência avançada de diferentes regiões no processo de transformação verde, introduzir activamente tecnologias inovadoras e aproveitar as oportunidades de transformação.

Como a plantação de árvores pode reduzir o carbono?



As árvores absorvem dióxido de carbono da atmosfera, através de fotossíntese, libertando oxigénio. As árvores transformam elementos de carbono em matéria orgânica, armazenam-nos nas plantas, ramos mortos e folhas caídas à medida que crescem. As raízes das árvores também ajudam a armazenar carbono nos solos, o que permite reduzir o carbono.

De acordo com o «Relatório de Avaliação Global dos Recursos Florestais» publicado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura em 2020, o armazenamento florestal de carbono foi de 662.000.000.000 toneladas em 2020.

Conclusão

A crise climática está a aproximar-se, e agora é o momento crítico, pelo que deve-se agir imediatamente e acelerar o ritmo de redução das emissões de carbono. Através da elaboração da «Estratégia de Descarbonização a Longo Prazo de Macau» e da implementação dos trabalhos de descarbonização de acordo com as condições locais, o Governo da RAEM dará o seu próprio contributo para a realização antecipada de descarbonização profunda e mitigação das mudanças climáticas.

A descarbonização é um trabalho abrangente que envolve todos os aspectos da sociedade. Além de energia, transportes e construção, também se devem envolver a educação, o turismo e as finanças, entre outros, e todos os sectores da sociedade e o público em geral também são participantes principais nas acções de descarbonização, pois o grau da prática de todas as partes no trabalho de descarbonização está intimamente relacionado com o efeito global de descarbonização em Macau. A descarbonização também é uma tarefa de longo prazo que abrange duas ou três gerações. Devemos dar o exemplo, dar o exemplo para a próxima geração com um estilo de vida verde e promover Macau para se tornar uma cidade sustentável de baixo carbono que seja habitável e turística.

O processo de descarbonização profunda enfrentará muitos desafios, sendo necessário superar a transformação dos modelos de desenvolvimento socioeconómico e dos modelos de vida quotidiana, a incerteza das tecnologias de baixo carbono e os custos e despesas adicionais causados pela descarbonização, entre outros. Por isso, em primeiro lugar, deve ser definida uma direcção clara através da «Estratégia de Descarbonização a Longo Prazo de Macau», centrar-se na transformação de energia e realizar trabalhos de descarbonização em vários campos. Ao mesmo tempo, durante o processo de implementação, o Governo da RAEM também absorverá novas tecnologias e experiências, reverá regularmente e actualizará as estratégias relevantes acompanhando o tempo, a fim de encontrar o caminho de redução de carbono mais adequado para Macau e acelerar a transformação de baixo carbono.

Este é um novo processo para Macau enfrentar as mudanças climáticas, pelo que o Governo da RAEM irá seguir os objectivos e estratégias da «Estratégia de Descarbonização a Longo Prazo de Macau» para enfrentar as dificuldades e levar a sociedade a avançar na direcção do desenvolvimento de baixo carbono. Espera-se que todos os sectores sociais e todos os cidadãos participem, adiram ao modelo de vida e produção de baixo carbono, aproveitem as vantagens de Macau, busquem inovação e oportunidades para o desenvolvimento verde e construam em conjunto

um Macau de baixo carbono!

Estratégia de Descarbonização a Longo Prazo de Macau



Objectivo

antes de **2030**

Pico de emissões de carbono

antes de **2050**

Atingir quase zero emissões nos sectores de electricidade e de transportes terrestres

CO₂
@2019

60%

Emissões indirectas da aquisição de electricidade no exterior de Macau

40%

Emissões directas locais

29%

Produção de electricidade local

33%

Transportes terrestres

23%

Consumo de outros combustíveis

15%

Tratamento de resíduos

Construção de um sistema de energia de baixo carbono

Produção de electricidade local

- Aumentar a proporção de gás natural na produção de electricidade
- Promover a instalação do sistema de produção de electricidade por energia solar fotovoltaica

Aquisição de electricidade

Aumentar a proporção de energia não fóssil na matriz energética



2050

Atingir **100%** de produção de electricidade a energia não fóssil

Transformação verde dos transportes terrestres



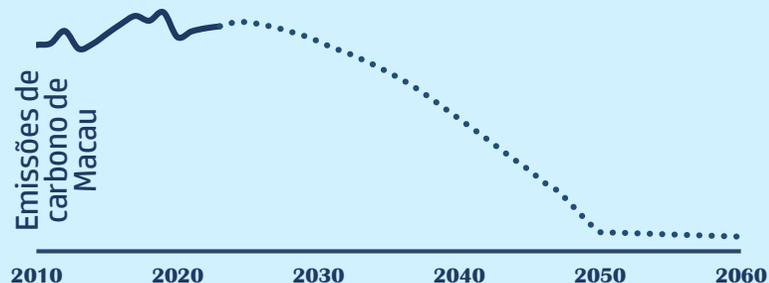
Lançar o **Plano de Promoção de Veículos Eléctricos em Macau**

Empenhar esforços para concretizar a meta de **100%** de automóveis ligeiros e motociclos novos registados com emissões zero (veículos eléctricos ou outras tecnologias)



2035

- Estabelecer uma rede de transporte **verde**



Participação do público em geral

- Incentivar a participação das empresas e instituições através de vários planos
- Nortear o público a racionar energia e reduzir emissões



Inovação de tecnologia

- Abordar a aplicação da tecnologia de captura e armazenamento de carbono (CCS)
- Estudar as perspectivas de aplicação da energia a hidrogénio nos transportes terrestres e na produção de energia eléctrica



Redução de resíduos a partir da fonte, transformação de resíduos em energia

- Planos do poluidor-pagador e de responsabilidade do produtor
- Melhorar as redes de reciclagem
- Construir o Centro de Recuperação de Resíduos Orgânicos



Substituição por energia limpa

- Aumentar a taxa de utilização do gás natural na indústria, no comércio e nas residências a curto e médio prazo
- Aumentar o nível de electrificação dos equipamentos dos utentes



Conservação energética dos edifícios

- Adicionar elementos de construção verde nos novos edifícios
- Estudar a viabilidade de projecto-piloto para a renovação de edifícios existentes com conservação de energia
- Promover a obtenção de certificação de construção verde

Cooperação regional

Promover activamente as cooperações local, internacional e regional através de vários mecanismos de cooperação e plataformas de intercâmbio

