MONITORAMENTO DAS AÇÕES E ESTRATÉGIAS CLIMÁTICAS DO RECIFE - MOCLIMA

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE

PREFEITO
João Henrique de Andrade Lima Campos

VICE-PREFEITA
Isabella Menezes de Roldão Fiorenzano

SECRETÁRIO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE
Carlos de Oliveira Ribeiro Filho

COORDENAÇÃO
Marcos Francisco de Araújo Silva

EQUIPE TÉCNICA
Diego Marcelino do Nascimento
Francisco de Assis de Lima Junior
Gabriela Ayane Chagas Felipe Santiago
Gabriela Costa de Almeida
Marcos Francisco de Araújo Silva
Marina Isabel Lima de Oliveira Reis
Patrícia Paula da Silva Siqueira

Cada secretaria municipal têm metas a serem cumpridas com o objetivo de construir uma trajetória de redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE) e melhorar a adaptação e a mitigação da cidade às mudanças do clima. As metas traçadas são de curto, médio e longo prazo para que a cidade possa cumprir o compromisso da neutralização do carbono até o ano de 2050, em conformidade com o Acordo de Paris.

PREFEITO DA CIDADE DO RECIFE
João Henrique de Andrade Lima Campos

VICE-PREFEITA DA CIDADE DO RECIFE
Isabella Menezes de Roldão Fiorenzano

Uma cidade com desenvolvimento urbano sustentável estabelece estratégias e executa ações para enfrentar a emergência climática, mas também monitora os processos para garantir os resultados necessários. Parabéns a todas e todos os envolvidos nesta publicação, que documenta os esforços da nossa prefeitura para fazer do Recife a capital da sustentabilidade no Brasil.

Esse monitoramento reforça o pioneirismo do Recife nesta pauta, colocando o município como referência nacional. A política climática é uma construção de articulações, e a capital pernambucana tem um trabalho bem consolidado nesse ponto, por meio de estratégias coletivas que envolvem todas as secretarias municipais. Quanto mais pessoas estiverem envolvidas, maiores serão as oportunidades de chegarmos a grandes e eficientes soluções para o enfrentamento às mudanças do clima.

SECRETÁRIO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DA CIDADE DO RECIFE
Carlos de Oliveira Ribeiro Filho

SUMÁRIO

Apresentação 1

Introdução 2

Metodologia 3

Eixos 5

Metas, Ações e Indicadores 7

- Energia 8
- Saneamento 24
- Mobilidade 39
- Resiliência 53

Dashboard 56

Glossário 59

Lista de Abreviaturas 64

Reduções de Emissões 72

Balanço de Compensação 73

Balanço Final 74

Referências 75

APRESENTAÇÃO

Fotografia: Reprodução/Unsplash/Weverton Silva

A Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SMAS) disponibiliza à cidade do Recife sua metodologia de Monitoramento das Ações e Estratégias Climáticas (MOCLIMA). Esse instrumento técnico/metodológico permite acompanhar o cumprimento das metas de redução do carbono atmosférico e os objetivos do combate à crise climática por meio de indicadores tangíveis com os status das ações de mitigação e adaptação da cidade. Todas as informações desenvolvidas e monitoradas estão armazenadas nos servidores e bancos de dados da própria Prefeitura do Recife, e disponibilizadas no site da SMAS por meio de *web services*, aplicativos e *dashboards*, facilitando o acompanhamento por parte dos cidadãos e tomadores de decisão. Esse instrumento é o mecanismo operacional e pragmático do Plano Local de Ação Climática da Cidade do Recife (PLAC), lançado no ano de 2020. O PLAC traz o planejamento estratégico que visa reduzir as emissões de gases de efeito estufa e adaptar a cidade às consequências da mudança climática, além de apresentar metas para resiliência. Este plano foi mais uma etapa da parceria do Recife com o ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade no âmbito do projeto *Urban-LEDS* II, financiado pela Comissão Europeia e implementado em parceria com a ONU Habitat. Neste sentido, o presente documento foi construído para incentivar o engajamento dos diferentes atores da sociedade e trazer transparência para a gestão das ações e estratégias climáticas do Recife, rumo ao carbono zero em 2050.

Marcos Araujo

Gerente de Geoprocessamento e Mudanças Climáticas

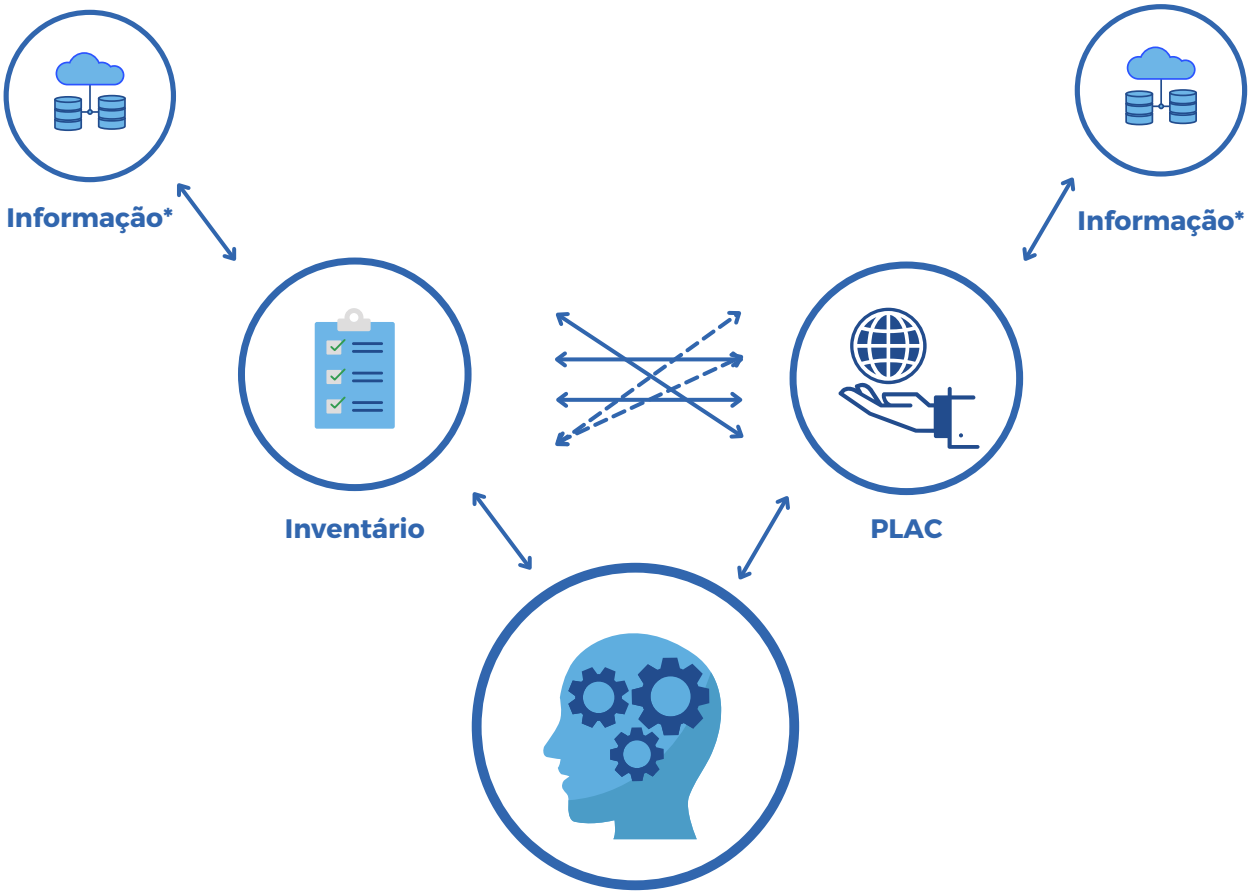
INTRODUÇÃO

A cidade do Recife tem como forte característica um alto índice de área verde por habitante, de 60,11 m², o que representa 41,3% do seu território (RECIFE, 2021a). Este aspecto apresenta uma oportunidade de direcionamento da cidade para um desenvolvimento sustentável e resiliente, com foco na conservação de suas belezas naturais e, juntamente, promoção das funções ecossistêmicas de mitigação das mudanças climáticas. Entretanto, o processo histórico de urbanização do Recife orientou a ocupação do território para o estabelecimento de áreas urbanas adensadas, bastante povoadas, permeadas por rios e muito próximas do litoral. Esse cenário fundamenta a classificação feita pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC (MAGRIN *et al.*, 2007), que aponta Recife como uma das regiões mais vulneráveis a variabilidade climática e a eventos hidrometeorológicos extremos. É evidente que os impactos climáticos que se projetam para a cidade provocam consequências ao ambiente urbano e afetam toda a população, principalmente os grupos mais vulneráveis. Deste modo, ser uma cidade carbono neutro se tornou um dos principais objetivos da gestão municipal. Essa trajetória climática da cidade começou a ganhar força no ano de 2014, com a Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento das Mudanças Climáticas do Recife (Lei Nº 18.011/2014) que estabelece instrumentos para a implementação, em nível municipal, de ações sustentáveis e de enfrentamento ao fenômeno do aquecimento global. Outro ponto de destaque foi a instituição dos Comitê e Grupo Executivo de sustentabilidade e Mudanças Climáticas - COMCLIMA e GECLIMA (RECIFE, 2013). Os grupos são compostos por representantes da Administração Pública Municipal, Estadual, Federal, setor privado, academia e sociedade civil, sendo um foro decisório que tem a finalidade de debater, compartilhar informações e subsidiar o município na formulação e desenvolvimento das ações de sustentabilidade.

Desde então, a cidade do Recife tem sido protagonista nas questões relacionadas às mudanças climáticas por seu pioneirismo e efetividade de políticas públicas na área de sustentabilidade. Para tanto é fundamental que a cidade continue realizando periódicas avaliações de suas emissões de gases efeito estufa (GEE). Desde 2015 o Recife elabora inventários de emissões de GEE que servem para estruturação de estratégias voltadas a amenização do clima como análises de vulnerabilidades e planos de baixo carbono. Foi a partir desse histórico de enfrentamento às mudanças climáticas que a cidade desenvolveu o Plano Local de Ação Climática (PLAC), em 2020. Após anos de estudos, avaliações e perícias sobre os possíveis impactos causados pelo clima e os riscos iminentes à população, foi desenvolvido este plano estratégico de atualização das metas e ações que orientam o desenvolvimento sustentável da cidade. Nesse âmbito, os cenários de emissões traçados pelo PLAC para 2030, 2037 e 2050 expõem que a neutralidade de carbono da cidade só será alcançada com um amplo e ambicioso processo de articulação entre o poder público, o setor privado, o terceiro setor, as agências de financiamento e a sociedade civil. A cidade do Recife compreende que seu protagonismo no combate à crise climática deve garantir o efetivo cumprimento de suas metas, e que, para isso, deve possuir uma gestão transparente e comprometida com o monitoramento das ações previstas em seus planos e decretos. Nesse contexto, a cidade do Recife, por meio deste documento, pretende divulgar a metodologia dos atuais instrumentos de monitoramento das suas metas, ações e estratégias climáticas.

METODOLOGIA

Fluxos de Monitoramento



Monitoramento das Ações e Reduções Anuais de tCO_2e

É fundamental o atendimento das estratégias e metas apontadas pelo Plano Local de Ação Climática (PLAC), pois existe uma busca de relação direta com os valores encontrados no inventário. Entretanto, em alguns casos essa relação entre as ações do PLAC e os valores do inventário tem uma relação indireta e particionada. Isto ocorre devido principalmente a diferença metodológica entre a forma de se inventariar uma cidade (Fong et al, 2018) e a forma de se definir estratégias para ações de enfrentamento às mudanças climáticas, sendo esta última geralmente subdivida em eixos estratégicos de atuação.

*Dados Originais, Transformações de dados, Fontes de informação

EIXOS

EIXOS

Fotografia: Reprodução/Unsplash/Nat Belfort

ENERGIA

Para o Eixo Energia, o PLAC define metas e ações que objetivam promover o fornecimento de eletricidade de origem 100% renovável, minimizar e neutralizar as emissões dos combustíveis de origem fóssil (GLP, gás natural e óleo diesel) e reduzir o consumo energético da cidade por meio de medidas de eficiência energética (RECIFE, 2020).

SANEAMENTO

Para o Eixo Saneamento, o PLAC define metas e ações que objetivam promover o tratamento dos resíduos sólidos, além de implementar tecnologias de minimização de emissões de GEE e universalizar o serviço de esgotamento sanitário com soluções que reduzam as emissões (RECIFE, 2020).

MOBILIDADE

Para o Eixo Mobilidade, o PLAC define metas e ações que objetivam promover a priorização dos meios de transporte coletivo e ativo, o incentivo ao uso de combustíveis renováveis e a compensação das emissões residuais de GEE do setor de transporte até 2050 (RECIFE, 2020).

RESILIÊNCIA

Para o Eixo Resiliência, o PLAC define metas e ações que objetivam promover a preparação da cidade para o enfrentamento das principais ameaças climáticas à cidade. Trilhar um caminho de desenvolvimento resiliente implica em ter a habilidade de se antecipar, prevenir, absorver e se recuperar de choques e eventos extremos (RECIFE, 2020).

METAS, AÇÕES E INDICADORES

ENERGIA

META 1. Garantir que, até 2037, 100% da eletricidade fornecida à cidade do Recife tenha origem renovável.

META 2. Tornar neutras as emissões de GEE geradas pelo consumo de combustíveis fósseis estacionários da cidade do Recife até 2050.

META 3. Reduzir o consumo de energia de todos os setores econômicos do Recife em 20% até 2050 em relação ao cenário *Business As Usual* (BAU).

Fotografia: Reprodução/Canva

AÇÃO E1

GARANTIR JUNTO A CELPE E CONSUMIDORES DO MERCADO LIVRE DE ENERGIA QUE A ELETRICIDADE DISTRIBUÍDA NO RECIFE PROVENHA 50% DE FONTE RENOVÁVEL ATÉ 2030 E 100% ATÉ 2037.

Meta 1: Garantir que, até 2037, 100% da eletricidade fornecida à cidade do Recife tenha origem renovável.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{CONSUMIDORES DE ENERGIA DE FONTE RENOVÁVEL}}{\text{TOTAL DE CONSUMIDORES DE ENERGIA}} \times 100$$

CONSUMIDORES DE ENERGIA DE FONTE RENOVÁVEL: Consumidores cativos e de mercado livre de energia de fonte renovável.

TOTAL DE CONSUMIDORES DE ENERGIA: Total de consumidores cativos e de mercado livre de energia de todas as fontes.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de consumidores cativos e de mercado livre de energia de fonte renovável em relação ao total de consumidores no ano de análise.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: Neoenergia.

DETALHAMENTO:

- As informações dos consumidores de energia por tipo da fonte e o total de consumidores obtidos através de oficio encaminhado à empresa de distribuição de energia elétrica da cidade do Recife, a Neonergia Pernambuco (antiga CELPE).

AÇÃO E1

GARANTIR JUNTO A CELPE E CONSUMIDORES DO MERCADO LIVRE DE ENERGIA QUE A ELETRICIDADE DISTRIBUÍDA NO RECIFE PROVENHA 50% DE FONTE RENOVÁVEL ATÉ 2030 E 100% ATÉ 2037.

Meta 1: Garantir que, até 2037, 100% da eletricidade fornecida à cidade do Recife tenha origem renovável.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \text{ X } 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: Neoenergia e MCTI.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2e:

1°) Redução de Emissão = (Consumo anual de energia de fonte renovável (MWh) x Fator de emissão (tCO_2/MWh)) - Redução de emissão das metas de mitigação (E2+E3+E6+E7);

2°) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (1° passo).

DETALHAMENTO:

- Como premissa ficou definido que a energia distribuída na cidade que vem de fonte renovável, a emissão associada é zero (RECIFE, 2020);
- A unidade do consumo de energia utilizada é MWh;
- A informação do consumo anual de energia de fonte renovável foi obtido da Neonergia;
- O fator de emissão de tCO_2/MWh anual foi obtido do Sistema de Registro Nacional de Emissões - SIRENE, no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (BRASIL, 2021);
- Para evitar duplicidade nas reduções de emissões de tCO_2e em energia, foram reduzidos os valores de redução de emissões das ações de mitigação E2, E3, E6 e E7.

AÇÃO E2

EXPANDIR O USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS (PRINCIPALMENTE ENERGIA SOLAR) NAS EDIFICAÇÕES E SERVIÇOS PÚBLICOS, INCLUINDO AS OBRAS PÚBLICAS.

Meta 1: Garantir que, até 2037, 100% da eletricidade fornecida à cidade do Recife tenha origem renovável.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{UNIDADES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA}}{\text{META DE NOVAS UNIDADES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA}} \times 100$$

UNIDADES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: Total de unidades de geração de energia solar. São consideradas apenas as classes de consumo: residencial e comercial.

META DE NOVAS UNIDADES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: É a quantidade que se espera expandir de novas unidades de geração de energia solar.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de unidades de geração distribuída (UG) de energia solar (residencial e comercial) em relação a meta de expansão.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: ANEEL e PLAC.

DETALHAMENTO:

- A informação de unidades de geração distribuída foi obtida do *Dashboard* de Geração Distribuída no site da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (ANEEL, 2021);
- Para a ação E2 foram considerados apenas as classes de consumo: residencial e comercial;
- Foi considerado o acumulado de conexões;
- A estimativa do crescimento de unidades de geração distribuída é de 22.714 unidades de geração distribuída até 2050 (RECIFE, 2020);
- O crescimento de novas conexões da classe de consumo poder público será considerada na ação E3.

AÇÃO E2

EXPANDIR O USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS (PRINCIPALMENTE ENERGIA SOLAR) NAS EDIFICAÇÕES E SERVIÇOS PÚBLICOS, INCLUINDO AS OBRAS PÚBLICAS.

Meta 1: Garantir que, até 2037, 100% da eletricidade fornecida à cidade do Recife tenha origem renovável.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \times 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: ANEEL e MCTI.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2e:

1°) Geração de energia solar (MWh) = (Potência instalada de energia solar (kW) x 8.760)/1.000;

2°) Redução de Emissão = Geração de energia solar (MWh) x Fator de emissão (tCO_2/MWh);

3°) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (2º passo).

DETALHAMENTO:

- Como premissa ficou definido que para a energia distribuída na cidade que vem de fonte renovável, a emissão associada é zero (RECIFE, 2020);
- A informação de potência instalada de energia solar (kW) foi obtida do *Dashboard* de Geração Distribuída (ANEEL, 2021);
- Foi somado o potencial de energia que podem ser gerados pelas unidades de geração distribuída (Classe de consumo: residencial e comercial);
- A unidade do consumo de energia utilizada é MWh;
- Para a conversão de kW para MWh, leva-se em conta a quantidade de horas em um ano (8.760h) e divide-se por 1.000 para a conversão de quilowatt para megawatt;
- O fator de emissão de tCO_2/MWh anual foi obtido do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (BRASIL, 2021).

AÇÃO E3

IMPLEMENTAR PROJETO RECIFE CIDADE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (30% ATÉ 2030; 70% ATÉ 2037 E 100% ATÉ 2050).

Meta 1: Garantir que, até 2037, 100% da eletricidade fornecida à cidade do Recife tenha origem renovável.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{MWh DE ENERGIA SOLAR NO PODER PÚBLICO}}{\text{META DE MWh DE ENERGIA SOLAR NO PODER PÚBLICO}} \times 100$$

MWh DE ENERGIA SOLAR NO PODER PÚBLICO: Total de MWh gerados pelo poder público.

META DE MWh DE ENERGIA SOLAR NO PODER PÚBLICO: É a quantidade de MWh que deverá ser gerada, pelo poder público, com energia solar por ano até 2050.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de geração de energia solar no poder público em relação a meta de geração no setor.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: ANEEL e PLAC.

DETALHAMENTO:

- A informação de energia solar da classe poder publico foi obtida do *Dashboard* de Geração Distribuída (ANEEL, 2021);
- Foi considerado o acumulado de Potência instalada de energia solar;
- A unidade do consumo de energia utilizada é MWh;
- Para a conversão de kW para MWh, leva-se em conta a quantidade de horas em um ano (8.760h) e divide-se por 1.000 para a conversão de quilowatt para megawatt;
- A meta da ação é gerar no poder público - Energia solar (RECIFE, 2020):
  2030 - 8.475,30 MWh
  2037 - 19.775,70 MWh
  2050 - 28.251,00 MWh

AÇÃO E3

IMPLEMENTAR PROJETO RECIFE CIDADE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (30% ATÉ 2030; 70% ATÉ 2037 E 100% ATÉ 2050).

Meta 1: Garantir que, até 2037, 100% da eletricidade fornecida à cidade do Recife tenha origem renovável.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \times 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: ANEEL e MCTI.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2e:

1°) Geração de energia solar (MWh) = (Potência instalada de energia solar (kW) x 8.760)/1.000;

2°) Redução de Emissão = Geração de energia solar (MWh) x Fator de emissão (tCO_2/MWh);

3°) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (2° passo).

DETALHAMENTO:

- Como premissa ficou definido que a energia distribuída na cidade que vem de fonte renovável, a emissão associada é zero (RECIFE, 2020);
- A informação de potência instalada de energia solar (kW) foi obtida do *Dashboard* de Geração Distribuída (ANEEL, 2021);
- O potencial de energia é da classe de consumo - Poder Público;
- A unidade do consumo de energia utilizada é MWh;
- Para a conversão de kW para MWh, leva-se em conta a quantidade de horas em um ano (8.760h) e divide-se por 1.000 para a conversão de quilowatt para megawatt;
- O fator de emissão de tCO_2/MWh anual foi obtido do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (BRASIL, 2021).

AÇÃO E4

IMPLEMENTAR, A PARTIR DE 2025, A EXIGÊNCIA DE COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES AOS SETORES RELEVANTES

Meta 2: Tornar neutras as emissões de GEE geradas pelo consumo de combustíveis fósseis estacionários da cidade do Recife até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

BOOLEANO: SIM OU NÃO

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

As ações E4 e E5 foram mensuradas em conjunto. Por essa razão, os resultados de redução de emissão serão calculados apenas na ação E5 e, consequentemente, não é apresentado indicador de redução nesta ação.

Como será feito:

- Estabelecer o regramento jurídico com os critérios e exigências de inventários e compensação de emissões de GEE, em especial, para atividades intensivas, no uso de combustíveis fósseis na cidade.

AÇÃO E5

REDUÇÃO E OU/COMPENSAÇÃO DE ATÉ 30% DAS EMISSÕES DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS DE ENERGIA ESTACIONÁRIA ATÉ 2030; 50% ATÉ 2037 E 100% ATÉ 2050.

Meta 2: Tornar neutras as emissões de GEE geradas pelo consumo de combustíveis fósseis estacionários da cidade do Recife até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{ÁRVORES ESTABELECIDAS}}{\text{META DE PLANTIO}} \times 100$$

ÁRVORES ESTABELECIDAS: Total de árvores estabelecidas com menos de 30 anos de plantio.
META DE PLANTIO: Meta de árvores que devem ser plantadas para compensar as emissões de CO_2e.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de árvores estabelecidas em relação a meta plantio.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: SMAS.

DETALHAMENTO:

- A variável árvores estabelecidas são todas as árvores plantadas e estabelecidas nos últimos 30 anos. São consideradas as árvores de arborização urbana e as localizadas nas áreas verdes da cidade;
- A Arborização urbana é toda a vegetação arbórea e/ou arbustiva existente na cidade (RECIFE, 2017b), disponível na plataforma de arborização da Cidade do Recife, ESIG Caju;
- Área verde é definida pela junção das classes de formação vegetal Floresta Aberta, Floresta Inicial, Floresta Densa e Vegetação Herbácea e mangue (RECIFE, 2021a);
- Foi adotado o método desenvolvido pelo Laboratório de Silvicultura Tropical da ESALQ (MANFRINATO *et al.*, 2016);
- Como premissa do método, considerando o período de crescimento da árvore é mais intenso nos primeiros 30 anos, o valor estocado por árvore resulta em aproximadamente 0,13 tCO_2e para as árvores na Mata Atlântica, então a cada ano uma árvore sequestra 0,00433 tCO_2e ao ano;
- Cada classe de cobertura da terra terá sua densidade, ou seja, número de árvores por unidade de área. Por exemplo: para a classe de cobertura floresta densa, consideramos 2.000 árvores por hectare (MANFRINATO *et al.*, 2016), ou seja, cada árvore ocuparia uma área de 5 m², com espaçamento de 2,24 m. As demais classes (Floresta Aberta, Floresta Inicial e Vegetação Herbácea e mangue) terão seus espaçamentos definidos;
- A meta de plantio é estabelecida através da meta de redução de emissão.

AÇÃO E5

REDUÇÃO E OU/COMPENSAÇÃO DE ATÉ 30% DAS EMISSÕES DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS DE ENERGIA ESTACIONÁRIA ATÉ 2030; 50% ATÉ 2037 E 100% ATÉ 2050.

Meta 2: Tornar neutras as emissões de GEE geradas pelo consumo de combustíveis fósseis estacionários da cidade do Recife até 2050.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \times 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: SMAS.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2:

1°) Compensação da Arborização urbana = Nº de árvores com menos de 30 anos x 0,00433 tCO_2e;

2º) Cálculo número de árvores no cálculo das áreas verdes:
NAAV = Densidade (Indivíduos/ha) x Área de cobertura (ha) x $FF_{arv<30}$);

3º) Compensação da Área verde = NAAV x 0,00433 tCO_2e;

4º) Redução de emissão (tCO_2e) = Compensação da arborização urbana + Compensação da Área Verde;

5º) Cálculo de Redução de emissão de **E5** para 2030 (tCO_2e) = Redução de emissão (tCO_2e) x 0,1287;

6º) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (5º passo).

DETALHAMENTO:

- Na Mata Atlântica, a cada ano uma árvore sequestra 0,00433 tCO_2e ao ano (MANFRINATO *et al.*, 2016);
- As classes de área verde utilização são: Floresta Aberta, Floresta Inicial e Vegetação Herbácea e mangue (RECIFE, 2021);
- A densidade para cada classe de cobertura ainda serão definidas;
- Para cada classe área verde serão definidos um fator de correção para o calculo do número estimado de árvores com menos de 30 anos ($FF_{arv<30}$);
- O balanço final das compensações foi apresentado na Tabela 13.

AÇÃO E6

ADOTAR ILUMINAÇÃO PÚBLICA 100% LED ATÉ 2021 (ILUMINA RECIFE).

Meta 3: Reduzir o consumo de energia de todos os setores econômicos do Recife em 20% até 2050 em relação ao cenário *Business As Usual* (BAU).

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{LÂMPADAS LED NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA}}{\text{TOTAL DE LÂMPADAS NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA}} \times 100$$

LÂMPADAS LED NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA: Quantidade de lâmpadas LED nos pontos de iluminação públicas.

TOTAL DE LÂMPADAS NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA: Quantidade de lâmpadas, independente do tipo, nos pontos de iluminação públicas.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de pontos de iluminação pública com lâmpadas LED em relação ao total.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: EMLURB.

DETALHAMENTO:

- O número de lâmpadas, por tipo, nos pontos de iluminação pública da cidade foram obtidos da memória de cálculo que a EMLURB submete à Neoenergia Recife.

AÇÃO E6

ADOTAR ILUMINAÇÃO PÚBLICA 100% LED ATÉ 2021 (ILUMINA RECIFE).

Meta 3: Reduzir o consumo de energia de todos os setores econômicos do Recife em 20% até 2050 em relação ao cenário *Business As Usual* (BAU).

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \times 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: EMLURB, PLAC e MCTI.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2:

1°) Redução de Emissão = (Consumo da iluminação pública no cenário BAU - Consumo real no ano) x fator de emissão (tCO_2e/MWh);

2°) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (1° passo).

DETALHAMENTO:

- A estimativa de redução de emissão tem uma relação indireta com a ação, pois foi utilizado a variável consumo de energia e não número de lâmpadas;
- A unidade de consumo de energia utilizada é MWh;
- Para a conversão de kW para MWh, leva-se em conta a quantidade de horas em um ano (8.760h) e divide-se por 1.000 para a conversão de quilowatt para megawatt;
- O consumo de energia por setores, no cenário BAU, foi estimado conforme projeções de consumo de energia da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2016; EPE, 2020);
- A iluminação pública segue a mesma projeção do setor comercial, institucional e PCR com aumento anual de 3,72% (RECIFE, 2020);
- O ano base da projeção do cenário BAU foi 2017;
- O consumo real de iluminação pública da cidade foi obtido da memória de cálculo que a EMLURB submete à Neoenergia Recife;
- O fator de emissão de tCO_2e/MWh anual foi obtido do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (BRASIL, 2021).

AÇÃO E7

FORTALECER O PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL DO MUNICÍPIO (DECRETO 29.573/2016), VINCULANDO, ATÉ 2022, A CONCESSÃO DA LICENÇA URBANÍSTICA AOS CRITÉRIOS PREVISTOS NO SELO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.

Meta 3: Reduzir o consumo de energia de todos os setores econômicos do Recife em 20% até 2050 em relação ao cenário *Business As Usual* (BAU).

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{NOVOS EMPREENDIMENTOS COM CERTIFICAÇÃO}}{\text{META DE CERTIFICAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL}} \times 100$$

NOVOS EMPREENDIMENTOS COM CERTIFICAÇÃO: Quantidade de novos empreendimentos com Certificação em Sustentabilidade Ambiental.

META DE CERTIFICAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: Quantidade projetada de novos empreendimentos com Certificação em Sustentabilidade Ambiental até 2050.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de novos empreendimentos imobiliários que aderiram ao Programa de Certificação Sustentável do Município (Decreto 29.573/2016) em relação a projeção de adesão.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: PLAC.

DETALHAMENTO:

- Foi projetado que 53.874 novos empreendimentos receberão a Certificação em Sustentabilidade Ambiental até 2050 (RECIFE, 2020);
- A quantidade de empreendimento certificados foi obtida no Sistema de Controle de Certificação Ambiental (RECIFE, 2021b).

AÇÃO E7

FORTALECER O PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL DO MUNICÍPIO (DECRETO 29.573/2016), VINCULANDO, ATÉ 2022, A CONCESSÃO DA LICENÇA URBANÍSTICA AOS CRITÉRIOS PREVISTOS NO SELO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.

Meta 3: Reduzir o consumo de energia de todos os setores econômicos do Recife em 20% até 2050 em relação ao cenário *Business As Usual* (BAU).

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \times 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: Recife e MCTI.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2:

1°) Redução de Emissão = (Novos empreendimentos com certificação x 115,63 kWh x 0,25) x Fator de emissão (tCO_2e/MWh);

2°) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (1° passo).

DETALHAMENTO:

- A média de consumo de energia mensal por unidade (kWh) é de 115,63 kWh (ELETROBRAS, 2019);
- Considerou-se uma meta média de 25% de redução no consumo de energia. A meta foi estabelecida a partir das faixas de redução, consideradas no quadro de pontuação do Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental da cidade do Recife, no Anexo do Decreto nº 29.573, de 11 de abril de 2016 (RECIFE, 2016);
- A quantidade de empreendimento certificados foi obtido no Sistema de Controle de Certificação Ambiental (RECIFE, 2021e);
- O fator de emissão de tCO_2/MWh anual foi obtido do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (BRASIL, 2021).

AÇÃO E8

REDUZIR 5% DO CONSUMO DE ELETRICIDADE DA CIDADE ATÉ 2030; 10% ATÉ 2037; E 20% ATÉ 2050 EM RELAÇÃO AO CENÁRIO BAU (DESCONTADAS AS MEDIDAS DO CENÁRIO DE MITIGAÇÃO).

Meta 3: Reduzir o consumo de energia de todos os setores econômicos do Recife em 20% até 2050 em relação ao cenário *Business As Usual* (BAU).

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE CONSUMO DE ELETRICIDADE}}{\text{PROJEÇÃO DE CONSUMO DO CENÁRIO BAU DO ANO}} \times 100$$

REDUÇÃO DE CONSUMO DE ELETRICIDADE: É a diferença entre o valor projetado no cenário BAU e o total de eletricidade consumida na cidade.
PROJEÇÃO DE CONSUMO DO CENÁRIO BAU DO ANO: Projeção de eletricidade consumida na cidade no cenário BAU.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção do consumo de eletricidade em relação a projeção de consumo do cenário BAU no ano de análise.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: Neoenergia.

DETALHAMENTO:

- O consumo de energia por setores, no cenário BAU, foi estimado conforme projeções de consumo de energia da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2016; EPE, 2020). Essas projeções consideram perspectivas sociodemográficas, macroeconômicas no contexto nacional e internacional, e perspectivas econômicas setoriais (RECIFE, 2020);
- A redução de consumo é a diferença entre o valor projetado de consumo do cenário BAU e o consumo de eletricidade do ano.
- Setores:

Residencial - 4,14% a.a.
Comercial, Institucional e PCR - 3,72% a.a.
Industrial - 2,8% a.a.
Fontes não especificadas - 4,4% a.a.

- O ano base, para a projeção do cenário BAU, do consumo de energia da cidade do Recife foi 2017 (NEOENERGIA, 2021) obtido da Base de dado do Estado;
- O consumo de eletricidade do ano foi obtido da Base de dado do Estado.

AÇÃO E8

REDUZIR 5% DO CONSUMO DE ELETRICIDADE DA CIDADE ATÉ 2030; 10% ATÉ 2037; E 20% ATÉ 2050 EM RELAÇÃO AO CENÁRIO BAU (DESCONTADAS AS MEDIDAS DO CENÁRIO DE MITIGAÇÃO).

Meta 3: Reduzir o consumo de energia de todos os setores econômicos do Recife em 20% até 2050 em relação ao cenário *Business As Usual* (BAU).

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \times 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: Neoenergia e MCTI.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2e:

1°) Redução do consumo de energia (MWh) = Projeção de consumo do cenário BAU do ano - Consumo de eletricidade do ano;

2°) Redução de Emissão = (Redução do consumo de energia (MWh) x Fator de emissão (tCO_2/MWh)) - Redução de emissão das ações de mitigação (E2+E3+E6+E7));

3°) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (2° passo).

DETALHAMENTO:

- A redução do consumo de energia é a diferença entre o valor de MWh projetado do ano no cenário BAU e o consumo do mesmo ano, disponibilizado pela Neoenergia obtido da Base de dado do Estado (RECIFE, 2020);
- A unidade do consumo de energia é MWh;
- O fator de emissão de tCO_2/MWh anual foi obtido do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (BRASIL, 2021);
- Para evitar duplicidade nas reduções de emissões de tCO_2e em energia, foram reduzidos os valores de redução de emissões das ações de mitigação E2, E3, E6 e E7.

SANEAMENTO

META 1. Reduzir, até 2050, a disposição de resíduos em aterro em até 50%.

META 2. Garantir que o tratamento de resíduos da cidade seja neutro em emissões GEE até 2050.

META 3. Garantir que o tratamento de efluentes da cidade não tenha emissões de GEE até 2050.

Fotografia: Reprodução/Canva

AÇÃO S1

REDUZIR A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ATERRO SANITÁRIO EM 32% ATÉ 2030, 39% ATÉ 2037 E 50% ATÉ 2050, PROJETADA CONFORME PLANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA REGIÃO DE DESENVOLVIMENTO METROPOLITANO DE PERNAMBUCO.

Meta 1: Reduzir, até 2050, a disposição de resíduos em aterro em até 50%.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{REDUÇÃO MEDIDA}}{\text{META DE REDUÇÃO}} \times 100$$

REDUÇÃO MEDIDA: É a diferença entre o valor projetado de resíduo e o valor real de resíduos sólidos no aterro por ano.

META DE REDUÇÃO: É a redução mínima esperada em relação à projeção do plano de resíduos sólidos do período da meta.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de redução de resíduos sólidos (Resíduo Sólido Urbano - RSU e Poda e Varrição) no aterro em relação a meta de redução esperada.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: EMLURB.

DETALHAMENTO:

- A projeção da geração de resíduos sólidos (GRS) para os anos de 2030 e 2037 foram obtidos do Plano de Resíduos Sólidos - RDM/PE (PERNAMBUCO, 2018). A Projeção de geração de resíduos para 2050 foi realizada a partir a estimativa da população (RECIFE,2020):

Projeção GRS 2030 = 1.065.774 toneladas/ano
Projeção GRS 2037 = 1.147.784 toneladas/ano
Projeção GRS 2050 = 1.146.641 toneladas/ano

- A meta de redução foi estabelecida em relação aos valores de resíduos projetados:

32% x Projeção GRS 2030 = 341.048 t de redução
39% x Projeção GRS 2037 = 447.622 t de redução
50% x Projeção GRS 2050 = 573.321 t de redução

- Foram considerados apenas os tipos de resíduos: RSU e Poda e Varrição;
- A cidade do Recife representa 48,42% dos resíduos da RMR (PERNAMBUCO, 2018);
- A redução medida é a diferença entre o valor projetado (PERNAMBUCO, 2018) e o valor real de resíduos sólidos destinado ao aterro;
- A quantidade de resíduos sólidos no aterro por ano foi obtida por meio da Diretoria de Limpeza Urbana (DLU) e Diretoria Executiva Praças e Áreas Verdes (DPA) da Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana - EMLURB.

AÇÃO S1

REDUZIR A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ATERRO SANITÁRIO EM 32% ATÉ 2030, 39% ATÉ 2037 E 50% ATÉ 2050, PROJETADA CONFORME PLANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA REGIÃO DE DESENVOLVIMENTO METROPOLITANO DE PERNAMBUCO.

Meta 1: Reduzir, até 2050, a disposição de resíduos em aterro em até 50%.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \text{ X } 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: EMLURB, ICLEI e IPCC.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2e:

1°) Redução Medida (t) = Projeção de resíduos destinado ao aterro - Resíduos destinado ao aterro;

2°) Emissão Evitada por Reciclagem por tipo de material (tCO_2e) (Tipo) = (Redução Medida x (F1 + F2));

3°) Emissão Evitada por Reciclagem (tCO_2e) = Soma de reduções de todos os tipos;

4°) Emissão da compostagem (tCO_2e) = ((t material compostado x FE CH_4) x 25) + ((t material compostado x FE N_2O) x 298);

5°) Redução de Emissão (tCO_2e) = Emissão evitada por Reciclagem + Emissão da compostagem;

6°) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (5° passo).

DETALHAMENTO:

- Resíduos sólidos não destinados ao aterro (Redução Medida) é a diferença entre o valor projetado e o valor real de resíduos sólidos destinado ao aterro;
- Como premissa ficou definido que os resíduos sólidos não destinados ao aterro sanitário são reciclados ou compostados (RECIFE, 2020);
- Foi utilizada para calcular as reduções de emissões de reciclagem a metodologia *Recycling and Composting Emissions Protocol*, desenvolvido pelo ICLEI (2013);
- Foi considerado que o tipo de instalação do aterro é o com coleta de gás, mas sem recuperação de energia (RECIFE, 2020);

AÇÃO S1

- Foram considerados os seguintes tipos de resíduos: Orgânico, papel/papelão, vidro, plástico, metal e rejeito;
- A composição gravimétrica é a proporção de cada um dos componentes dos resíduos domiciliares, para Recife os percentuais por tipo de resíduo foram baseados nos dados disponibilizados pelo CTR Candeias do 2012* (PERNAMBUCO, 2018):

Tabela 01 - Composição dos resíduos domiciliares no Recife

Papel/Papelão	5,0%
Plástico	11,4%
Vidro	0,7%
Metais	1,5%
Orgânico	72,9%
Rejeito	8,5%

- Os dados dos fatores de emissão por tipo de resíduo (F1 e F2) foram obtidos da tabela 3.2 do método desenvolvido pelo ICLEI (2013);

Tabela 02 - Fatores de emissão por tipo de resíduo

	F1	F2
Papel/Papelão	-3,52	-0,57
Plástico	-0,98	-0,04
Vidro	-0,28	-0,04
Metais	-3,97	-0,04

- Ambos os fatores apresentam os valores em tonelada curta de CO_2 equivalente, no entanto, para facilitar o cálculo foi adotado que os valores em toneladas curtas são equivalente a tonelada métrica;
- Para as emissões de compostagem foi utilizado as diretrizes do IPCC para inventário nacional de gases de efeito estufa (EGGLESTON *et al.*, 2006).

Tabela 03 - Fatores de emissão em gases de efeito estufa

	FE
CH_4	0,0040
N_2O	0,0003

- Para o cálculo de emissões de toneladas de CO_2 equivalente da compostagem é preciso converter o metano (25) e o óxido nitroso (298) ao dióxido de carbono equivalente;
- Para o cálculo das emissões evitadas e emissão de compostagem ver o exemplo a seguir:

Uma cidade recicla 2.000 toneladas de plástico e, 10.000 toneladas de vidro. Se não fossem reciclados, os resíduos teriam sido enviados para um aterro sanitário com coleta de gás, mas sem recuperação de energia. Realizou-se também a compostagem de 1.000 toneladas de material orgânico:

Emissão Evitada por Reciclagem (tCO_2e) = 2.000 toneladas x (- 0,98 + (-0,04) tCO_2e/ton) + 10.000 toneladas x (-0,28) + (-0,04) tCO_2e/ton
= 2.000 toneladas x (-1,02 tCO_2e/ton) + 10.000 toneladas x (-0,32 tCO_2e/ton)
= -2.004 tCO_2e + (-3.200 tCO_2e)
= -5.204 tCO_2e

Emissão da compostagem (tCO_2e) = ((1.000 toneladas x 0,004) x 25) + ((1.000 toneladas x 0,0003) x 298)
= 100 + 89,4
= 189,4 tCO_2e

Redução de Emissão (tCO_2e) = -5.204 tCO_2e + 189,4 tCO_2e
= -5014,6 tCO_2e

*É importante fazer revisão periódica da composição gravimétrica e, se necessário, atualizar para o ano de análise.

AÇÃO S2

ATENUAR OS PROBLEMAS RELACIONADOS AO DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM LOCAL INADEQUADO E QUE PODEM GERAR PROBLEMAS DIVERSOS, COMO A SOBRECARGA EM BARREIRAS E ACÚMULO DE ÁGUA, ENTUPIMENTO DE SISTEMAS DE DRENAGEM E A PROLIFERAÇÃO DE VETORES DE DOENÇAS ATÉ 2030.

Meta 1: Reduzir, até 2050, a disposição de resíduos em aterro em até 50%.

INDICADOR DA AÇÃO

BOOLEANO: SIM OU NÃO

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

A ação S2 não apresenta redução de emissão de tCO_2e, portanto não é apresentado indicador de redução nesta ação.

Como será feito:

- Realizar diagnóstico sobre os pontos recorrentes de descarte inadequado para priorização de atendimento;
- Articular a EMLURB com secretarias de Educação, Meio Ambiente, Defesa Civil e Saúde;
- Instalar infraestruturas e ampliar sistema de coleta comum e de recicláveis;
- Estimular a economia local e circular, com incentivo à compostagem, reciclagem e reúso de materiais.

AÇÃO S3

GARANTIR QUE O METANO EMITIDO PELA DECOMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS EM ATERRO SEJA QUEIMADO OU APROVEITADO ENERGETICAMENTE EM 60% ATÉ 2030 E EM 100% A PARTIR DE 2037.

Meta 2: Garantir que o tratamento de resíduos da cidade seja neutro em emissões GEE até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{METANO APROVEITADO/QUEIMADO}}{\text{METANO EMITIDO}} \times 100$$

METANO APROVEITADO/QUEIMADO: É a quantidade de metano que foi aproveitado ou queimado pelo aterro.

METANO EMITIDO: É a quantidade de metano que foi emitido pelo resíduo disposto no aterro.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de metano queimado ou aproveitado em relação ao metano emitido pela decomposição dos resíduos em aterro no ano.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: EMLURB.

DETALHAMENTO:

- A informação de metano emitido foi obtida através dos passos (1º até 3º passo - tCO_2e emitido) do método de cálculo do indicador de redução de emissão (Pág. 30);
- As informações da quantidade de resíduos sólidos no aterro por ano e a quantidade de metano aproveitado ou queimado foram obtidas por meio da Diretoria de Limpeza Urbana (DLU) e Diretoria Executiva Praças e Áreas Verdes (DPA) da Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana - EMLURB.

AÇÃO S3

GARANTIR QUE O METANO EMITIDO PELA DECOMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS EM ATERRO SEJA QUEIMADO OU APROVEITADO ENERGETICAMENTE EM 60% ATÉ 2030 E EM 100% A PARTIR DE 2037.

Meta 2: Garantir que o tratamento de resíduos da cidade seja neutro em emissões GEE até 2050.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \text{ X } 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: EMLURB, GHG Protocolo para as cidades, PLAC e Plano de Resíduos Sólidos.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2e:

1º) Utilizar a fórmula para a estimativa da emissão de metano (CH_4) de resíduos sólidos em aterro disponível no GHG Protocolo para as cidades (FONG *et al.*, 2018):

$$\text{Emissão } CH_4 = MSW_x \times L_o \times (1-F_{rec}) \times (1-OX)$$

2º) Cálculo das variáveis:

Quadro 01 - Significado das variáveis na equação de redução

Emissões de CH_4	Total de emissões de CH_4
MSW_x	Massa de resíduos sólidos enviada para aterro no ano de inventário
L_o	Potencial de geração de metano
F_{rec}	Fração de metano recuperada no aterro
OX	Fator de oxidação

Para o cálculo do L_o existe mais duas etapas de formulações descritas no GHG Protocolo para as cidades.

3º) Conversão de metano emitido para o equivalente em dióxido de carbono, para isso a emissão de metano é multiplicada por 25:

GWP de metano (tCO_2e) = (Emissão CH_4/1000) x 25

4º) Redução de Emissão (tCO_2e) = GWP de metano (F_{rec}=1) - GWP de metano (F_{rec}= fração de metano recuperado);

5º) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (4º passo).

AÇÃO S3

DETALHAMENTO:

- O fator de oxidação (OX), adotado no cálculo de emissão de CH_4 foi o valor "0", ou seja, foi considerado que o aterro sanitário não tem manejo (RECIFE, 2020);
- Para o cálculo do Potencial de geração de metano (L_o) consideramos os seguintes valores e procedimentos:
  - Fração de CH_4 do gás gerado em aterro sanitário (F) foi utilizado o valor "0,5";
  - O fator de correção de metano (MCF) foi utilizado o valor "1";
  - Para o cálculo do Carbono orgânico degradável (DOC) foi utilizada a participação (%) dos seguintes tipos de resíduos:

Tabela 04 - Carbono orgânico degradável por tipo de resíduo

Alimento (A)	65,6%	x 15% =	**9,84%**
Poda (B)	1,8%	x 20% =	**0,36%**
Papel (C)	0%	x 40% =	**0%**
Madeira (D)	0%	x 43% =	**0%**
Têxtil (E)	0%	x 24% =	**0%**
Industrial (F)	0%	x 15% =	**0%**
		DOC =	**0,1020**

- A quantidade de resíduos sólidos no aterro por ano foi obtida por meio da Diretoria de Limpeza Urbana (DLU) e Diretoria Executiva Praças e Áreas Verdes (DPA) da EMLURB;
- A fração de metano recuperado no aterro (F_{rec}) foi obtida da EMLURB.

AÇÃO S4

COMPENSAR AS EMISSÕES RELACIONADAS A TODOS OS TRATAMENTOS DE RESÍDUOS (INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS DE SAÚDE; COMPOSTAGEM ETC.) EM 30% ATÉ 2030; 50% ATÉ 2037; E 100% ATÉ 2050.

Meta 2: Garantir que o tratamento de resíduos da cidade seja neutro em emissões GEE até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{ÁRVORES ESTABELECIDAS}}{\text{META DE PLANTIO}} \times 100$$

ÁRVORES ESTABELECIDAS: Total de árvores estabelecidas com menos de 30 anos de plantio.

META DE PLANTIO: Meta de árvores que devem ser plantadas para compensar as emissões de CO_2e.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de árvores estabelecidas em relação a meta plantio.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: SMAS.

DETALHAMENTO:

- A variável árvores estabelecidas são todas as árvores plantadas e estabelecidas nos últimos 30 anos. São consideradas as árvores de arborização urbana e as localizadas nas áreas verdes da cidade;
- A Arborização urbana é toda a vegetação arbórea e/ou arbustiva existente na cidade (RECIFE, 2017a), disponível na plataforma de arborização da Cidade do Recife, ESIG Caju;
- Área verde é definida pela junção das classes de formação vegetal (Floresta Aberta, Floresta Inicial, Floresta Densa e Vegetação Herbácea e mangue (RECIFE, 2021a);
- Foi adotado o método desenvolvido pelo Laboratório de Silvicultura Tropical da ESALQ (MANFRINATO *et al.*, 2016);
- Como premissa do método, considerando o período de crescimento da árvore é mais intenso nos primeiros 30 anos, o valor estocado por árvore resulta em aproximadamente 0,13 tCO_2e para as árvores na Mata Atlântica, então a cada ano uma árvore sequestra 0,00433 tCO_2e ao ano;
- Cada classe de cobertura da terra terá sua densidade, ou seja, número de árvores por unidade de área. Por exemplo: para a classe de cobertura floresta densa, consideramos 2.000 árvores por hectare (MANFRINATO *et al.*, 2016), ou seja, cada árvore ocuparia uma área de 5 m², com espaçamento de 2,24 m. As demais classes (Floresta Aberta, Floresta Inicial e Vegetação Herbácea e mangue) terão seus espaçamentos definidos;
- A meta de plantio é estabelecida através da meta de redução de emissão.

AÇÃO S4

COMPENSAR AS EMISSÕES RELACIONADAS A TODOS OS TRATAMENTOS DE RESÍDUOS (INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS DE SAÚDE; COMPOSTAGEM ETC.) EM 30% ATÉ 2030; 50% ATÉ 2037; E 100% ATÉ 2050.

Meta 2: Garantir que o tratamento de resíduos da cidade seja neutro em emissões GEE até 2050.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \times 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: SMAS.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2:

1°) Compensação da Arborização urbana = Nº de árvores com menos de 30 anos x 0,00433 tCO_2e;

2º) Cálculo número de árvores no cálculo das áreas verdes:
NAAV = Densidade (Indivíduos/ha) x Área de cobertura (ha) x $FF_{arv<30}$);

3º) Compensação da Área verde = NAAV x 0,00433 tCO_2e;

4º) Redução de emissão (tCO_2e) = Compensação da arborização urbana + Compensação da Área Verde;

5º) Cálculo de Redução de emissão de **S4** para 2030 (tCO_2e) = Redução de emissão (tCO_2e) x 0,1287;

6º) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (5º passo).

DETALHAMENTO:

- Na Mata Atlântica, a cada ano uma árvore sequestra 0,00433 tCO_2e ao ano (MANFRINATO *et al.*, 2016);
- As classes de área verde utilização são: Floresta Aberta, Floresta Inicial e Vegetação Herbácea e mangue (RECIFE, 2021);
- A densidade para cada classe de cobertura ainda serão definidas;
- Para cada classe área verde serão definidos um fator de correção para o calculo do número estimado de árvores com menos de 30 anos ($FF_{arv<30}$);
- O balanço final das compensações foi apresentado na Tabela 13.

AÇÃO S5

IMPLEMENTAR TECNOLOGIAS DE QUEIMA OU APROVEITAMENTO DO METANO NAS ETES COM APROVEITAMENTO DE 10% ATÉ 2030, 40% ATÉ 2037 E 100% ATÉ 2050.

Meta 3: Garantir que o tratamento de efluentes da cidade não tenha emissões de GEE até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{METANO APROVEITADO OU QUEIMADO}}{\text{METANO EMITIDO}} \times 100$$

METANO APROVEITADO OU QUEIMADO: É a quantidade de metano que é aproveitado ou queimado pelas estações de tratamento de esgoto.

METANO EMITIDO: É a quantidade de metano emitido pelas estações de tratamento de esgoto.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de metano queimado ou aproveitado em relação ao metano emitido pela estações de tratamento de esgoto no ano.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: COMPESA.

DETALHAMENTO:

- A informação de metano emitido pelas estações de tratamento será obtida através dos passos (1º até 3º passo - tCO_2e emitido) do método de cálculo do indicador de redução de emissão (Pág. 35);
- Os dados de metano aproveitado ou queimado serão solicitados a empresa que detém a concessão do saneamento básico no Estado, a Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA.

AÇÃO S5

IMPLEMENTAR TECNOLOGIAS DE QUEIMA OU APROVEITAMENTO DO METANO NAS ETES COM APROVEITAMENTO DE 10% ATÉ 2030, 40% ATÉ 2037 E 100% ATÉ 2050.

Meta 3: Garantir que o tratamento de efluentes da cidade não tenha emissões de GEE até 2050.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \text{ X } 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: IPCC, IBGE e BRASIL.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE TCO_2e:

1°) Utilizar a fórmula para a estimativa da emissão de metano (CH_4) das estações de tratamento de esgoto disponível no IPCC (EGGLESTON et al. 2006):

$$\text{Emissão de } CH_4 = \left[\sum_{i,j} (U_i \times T_{ij} \times FE_j)\right] (TOW - S) - R$$

2°) Cálculo das variáveis:

Quadro 02 - Significado das variáveis na equação de redução

FE_j	Fator de Emissão
TOW	Total de orgânicos em águas residuais no ano de inventário
U_i	Fração de população no grupo de resíduo
R	Quantidade de CH_4 recuperado no ano
S	Componente orgânico removido como lodo no ano
T_{ij}	Grau de utilização do sistema de tratamento para cada grupo de resíduo

3°) Emissão de tCO_2e = (Emissão de CH_4/ 1000) x 25;

4°) Redução de emissão (tCO_2e) = Emissão de tCO_2e (R = 0) - Emissão de tCO_2e (R = fração de metano recuperado no ano);

5°) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (4° passo).

DETALHAMENTO:

- A metodologia utilizada para o cálculo de emissão foi a sugerida pelo IPCC (V.5, C.06) (EGGLESTON *et al.* 2006);
- O dado de população anual da cidade foi obtido do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE;
- A demanda bioquímica de oxigênio (DBO per capita) teve como fonte Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (BRASIL, 2015, p. 40);

AÇÃO S5

- Para a capacidade máxima de produção de CH_4 (B_0) foi utilizado o valor padrão sugerido pela tabela 6.2 do IPCC (0.6) (EGGLESTON *et al.* 2006, p. 12);
- Os fatores de correção de metano usados (MCF) foram obtidos a partir do Inventário Nacional, 2019;
- Os valores de MCF usados foram para os tipos de tratamento "Anaeróbio (UASB)" e "Outro";
- No T_j foi considerado os tratamentos "Anaeróbico" e "Outros", as emissões devem ser calculadas separadamente;
- A fonte dos valores de T_j é o Inventário de Emissões de GEE - Recife (RECIFE, 2017a);
- O j em MCF_j e T_j é referente ao tipo de tratamento.

AÇÃO S6

ESTABELECER POLÍTICA DE COMPENSAÇÃO PARA EMISSÕES RESIDUAIS RELACIONADAS A TRATAMENTOS DE EFLUENTES (CH_4 E N_2O), COM 30% DE COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE ATÉ 2030; 50% ATÉ 2037; E 100% ATÉ 2050.

Meta 3: Garantir que o tratamento de efluentes da cidade não tenha emissões de GEE até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{ÁRVORES ESTABELECIDAS}}{\text{META DE PLANTIO}} \times 100$$

ÁRVORES ESTABELECIDAS: Total de árvores estabelecidas com menos de 30 anos de plantio.

META DE PLANTIO: Meta de árvores que devem ser plantados para compensar as emissões de CO_2e.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de árvores estabelecidas em relação a meta plantio.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: SMAS.

DETALHAMENTO:

- A variável árvores estabelecidas são todas as árvores plantadas e estabelecidas nos últimos 30 anos. São consideradas as árvores de arborização urbana e as localizadas nas áreas verdes da cidade;
- A Arborização urbana é toda a vegetação arbórea e/ou arbustiva existente na cidade (RECIFE, 2017d), disponível na plataforma de arborização da Cidade do Recife, ESIG Caju;
- Área verde é definida pela junção das classes de formação vegetal (Floresta Aberta, Floresta Inicial, Floresta Densa e Vegetação Herbácea e mangue (RECIFE, 2021a);
- Foi adotado o método desenvolvido pelo Laboratório de Silvicultura Tropical da ESALQ (MANFRINATO *et al.*, 2016);
- Como premissa do método, considerando o período de crescimento da árvore é mais intenso nos primeiros 30 anos, o valor estocado por árvore resulta em aproximadamente 0,13 tCO_2e para as árvores na Mata Atlântica, então a cada ano uma árvore sequestra 0,00433 tCO_2e ao ano;
- Cada classe de cobertura da terra terá sua densidade, ou seja, número de árvores por unidade de área. Por exemplo: para a classe de cobertura floresta densa, consideramos 2.000 árvores por hectare (MANFRINATO *et al.*, 2016), ou seja, cada árvore ocuparia uma área de 5 m², com espaçamento de 2,24 m. As demais classes (Floresta Aberta, Floresta Inicial e Vegetação Herbácea e mangue) terão seus espaçamentos definidos;
- A meta de plantio é estabelecida através da meta de redução de emissão.

AÇÃO S6

ESTABELECER POLÍTICA DE COMPENSAÇÃO PARA EMISSÕES RESIDUAIS RELACIONADAS A TRATAMENTOS DE EFLUENTES (CH_4 E N_2O), COM 30% DE COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE ATÉ 2030; 50% ATÉ 2037; E 100% ATÉ 2050.

Meta 3: Garantir que o tratamento de efluentes da cidade não tenha emissões de GEE até 2050.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \times 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: SMAS.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2:

1°) Compensação da Arborização urbana = Nº de árvores com menos de 30 anos x 0,00433 tCO_2e;

2º) Cálculo número de árvores no cálculo das áreas verdes:
NAAV = Densidade (Indivíduos/ha) x Área de cobertura (ha) x $FF_{arv<30}$);

3º) Compensação da Área verde = NAAV x 0,00433 tCO_2e;

4º) Redução de emissão (tCO_2e) = Compensação da arborização urbana + Compensação da Área Verde;

5º) Cálculo de Redução de emissão de **S6** para 2030 (tCO_2e) = Redução de emissão (tCO_2e) x 0,1287;

6º) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (5º passo).

DETALHAMENTO:

- Na Mata Atlântica, a cada ano uma árvore sequestra 0,00433 tCO_2e ao ano (MANFRINATO *et al.*, 2016);
- As classes de área verde utilização são: Floresta Aberta, Floresta Inicial e Vegetação Herbácea e mangue (RECIFE, 2021a);
- A densidade para cada classe de cobertura ainda serão definidas;
- Para cada classe área verde serão definidos um fator de correção para o calculo do número estimado de árvores com menos de 30 anos ($FF_{arv<30}$);
- O balanço final das compensações foi apresentado na Tabela 13.

MOBILIDADE

META 1. Prover a infraestrutura e condições necessárias para que 20% ou menos do volume de tráfego do Recife seja via transporte motorizado individual como meio principal de deslocamento até 2050.

META 2. Garantir que a frota de transporte público seja composta por 100% de veículos elétricos até 2050.

META 3. Compensar as Emissões Residuais de Transporte em 100% até 2050.

Fotografia: Reprodução/Canva

AÇÃO M1

IMPLANTAÇÃO DE 355 KM DE INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA ATÉ 2037 (PLANO DIRETOR + PARQUE CAPIBARIBE).

Meta 1: Prover a infraestrutura e as condições necessárias para que 20% ou menos do volume de tráfego do Recife seja via transporte motorizado individual como meio principal de deslocamento até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{ROTA CICLOVIÁRIA IMPLANTADA}}{\text{META DE IMPLANTAÇÃO DE ROTA CICLOVIÁRIA}} \times 100$$

ROTA CICLOVIÁRIA IMPLANTADA: Quilômetros de rota cicloviária implantada na cidade.

META DE IMPLANTAÇÃO DE ROTA CICLOVIÁRIA: Meta de quilômetros de rota cicloviária a ser implantadas.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de implantação de rotas cicloviária em relação a meta de implantação.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: CTTU e PLAC.

DETALHAMENTO:

- Foi definido como meta a implantação de 355 quilômetros de rota cicloviária até 2037 (RECIFE, 2020);
- A informação de quilômetros de rota cicloviária implantada em Recife foi obtida da Autarquia de trânsito e Transporte Urbano do Recife - CTTU, no banco de dados da Prefeitura do Recife;
- Foram considerados todos os tipos de faixa cicloviária.

AÇÃO M1

IMPLANTAÇÃO DE 355 KM DE INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA ATÉ 2037 (PLANO DIRETOR + PARQUE CAPIBARIBE).

Meta 1: Prover a infraestrutura e as condições necessárias para que 20% ou menos do volume de tráfego do Recife seja via transporte motorizado individual como meio principal de deslocamento até 2050.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \text{ X } 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: ICPS, Grande Recife e GHG Protocol Brasil.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2e:

1°) Transporte Motorizado Individual:
Carro: (Nº Viagens com carro e aplicativo x (1+% Aumento da POP) x DMPTI x 365 x FE/1.000) x taxa de deslocamento de usuários (Carro);

Motocicleta: (Nº Viagens com motocicleta x (1+% Aumento da POP) x DMPTI x 365 x FE/1.000) x taxa de deslocamento de usuários (Motocicleta);

Ônibus: ((Passageiros catracados/ano x (1+% Aumento da POP) x DMPTC (km)) x FE) 1.000 x taxa de deslocamento de usuários (Ônibus);

2°) Redução de Emissão = Carro + Motocicleta + Ônibus.

3°) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão 2º passo).

DETALHAMENTO:

- É premissa que com o aumento de rotas cicloviárias haverá migração dos usuários de ônibus, veículos particulares e motocicletas para o transporte ativo (bicicletas e pedestrianismo). Percentuais de migração: 1% até 2030, 3% até 2037 e 5% até 2050 (RECIFE, 2020);
- Foi considerado, de forma conservadora, que todos os veículos individuais utilizam gasolina, considerando que mais de 85% dos automóveis da cidade são movidos à gasolina ou *flex* à gasolina (DETRAN-PE, 2020);
- O número de viagens com carro, aplicativos e motocicletas foram obtidos da pesquisa Origem Destino - RMR 2018 (ICPS, 2018). Foram utilizados o volume de tráfego por origem, motivo, trabalho e educação;

AÇÃO M1

- Passageiros Catracados/ano foi obtido do Consórcio Grande Recife (GRANDE RECIFE, 2017);
- A distância média percorrida por transporte individual - DMPTI (km/dia) e distância média percorrida por transporte coletivo - DMPTC (km/dia) foram obtidos da pesquisa Origem Destino - RMR 2018 (ICPS, 2018);

Tabela 05 - Distâncias médias percorridas por tipos de transportes

	Km/Dia
DMPTI	13,27
DMPTC	8,64

- A taxa de deslocamento de usuários para cada tipo de transporte vai variar de acordo com a quantidade de quilômetros de infraestrutura cicloviária implantada na cidade;
- Os fatores de emissão utilizados foram disponibilizados pelo GHG Protocol Brasil, para os anos seguintes os fatores devem ser revisados e atualizados para o ano de análise.

Tabela 06 - Fatores de emissão dos veículos com base em sua fonte de energia

	FE
Veículos Flex a Gasolina ($kgCO_2e/km$)	0,138
Motocicletas ($kgCO_2e/km$)	0,045
Ônibus Municipal ($kgCO_2e/p.km$)	0,086

AÇÃO M2

IMPLANTAÇÃO DE FAIXAS EXCLUSIVAS DE ÔNIBUS.

Meta 1: Prover a infraestrutura e as condições necessárias para que 20% ou menos do volume de tráfego do Recife seja via transporte motorizado individual como meio principal de deslocamento até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{FAIXA EXCLUSIVA IMPLANTADA}}{\text{META DE IMPLANTAÇÃO DE FAIXA EXCLUSIVA}} \times 100$$

FAIXA EXCLUSIVA IMPLANTADA: Quilômetros de faixai exclusiva implantada na cidade.

META DE IMPLANTAÇÃO DE FAIXA EXCLUSIVA: Meta de quilômetros de faixa exclusiva a ser implantadas.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de implantação de faixa exclusiva de ônibus em relação a meta de implantação.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: CTTU e PLAC.

DETALHAMENTO:

- Em Faixas exclusivas são consideradas as faixas azuis e outras faixas exclusivas;
- Foi definido como meta a implantação de 40,18 quilômetros de faixas exclusivas até 2030, mais 5% (42,2 km) para 2037 e mais 10% (46,4 km) para 2050 (RECIFE, 2020);
- Foram consideradas apenas as faixas exclusivas implantadas a partir de dezembro de 2017 (RECIFE, 2020);
- A informação de faixa exclusiva implantada por ano foi obtida do relatório: Relatório Faixa Azul e Outras Faixas Exclusivas, disponível no site da Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife - CTTU.

AÇÃO M2

IMPLANTAÇÃO DE FAIXAS EXCLUSIVAS DE ÔNIBUS.

Meta 1: Prover a infraestrutura e as condições necessárias para que 20% ou menos do volume de tráfego do Recife seja via transporte motorizado individual como meio principal de deslocamento até 2050.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \text{ X } 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: ITDP e CTTU.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2e:

1°) Redução de emissão = Faixa exclusiva (Km) x 1.468,54 (tCO_2e anual/km implantado);

2º) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (1° passo).

DETALHAMENTO:

- Foi utilizado o Modelo "*Transport Emissions Evaluation Model for Projects* (TEEMP) – BRT", utilizando o método "*Sketch Analysis Tool*" (ITDP, 2012);
- O modelo apresenta o fator de emissão anual de tCO_2e por cada quilômetro de faixa BRT. O fator é uma média do impacto direto por quilômetros de faixas BRTs as emissões de tCO_2e em algumas cidades mundiais;
- A informação de faixa exclusiva implantada por ano foi obtida do relatório: Relatório Faixa Azul e Outras Faixas Exclusivas.

AÇÃO M3

REDUZIR O PERCENTUAL DE TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO NO VOLUME DE TRÁFEGO DA CIDADE DE 33% PARA 20% ATÉ 2050.

Meta 1: Prover a infraestrutura e as condições necessárias para que 20% ou menos do volume de tráfego do Recife seja via transporte motorizado individual como meio principal de deslocamento até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{VOLUME DE TRÁFEGO COM TRANSPORTE INDIVIDUAL}}{\text{VOLUME DE TRÁFEGO}} \times 100$$

VOLUME DE TRÁFEGO COM TRANSPORTE INDIVIDUAL: É considerado a soma do volume dos modos: Carro + Motocicleta + Aplicativo e Taxi.

VOLUME DE TRÁFEGO: É a soma de todos os modos.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual do volume de transporte individual motorizado em relação ao volume total de tráfego.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: ICPS.

DETALHAMENTO:

- O volume de tráfego de cada modo foi obtido da pesquisa de origem-destino desenvolvida pelo Instituto da Cidade Pelópidas Silveira - ICPS (2018). As próximas pesquisas serão solicitadas à Secretaria de de Política Urbana e Licenciamento;
- Transporte individual motorizado: Carro, Carro Aplicativo, Motocicleta e Táxi;
- O volume do transporte individual deverá reduzir em relação ao volume total de tráfego de 2018 (RECIFE, 2020).

AÇÃO M3

REDUZIR O PERCENTUAL DE TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO NO VOLUME DE TRÁFEGO DA CIDADE DE 33% PARA 20% ATÉ 2050.

Meta 1: Prover a infraestrutura e as condições necessárias para que 20% ou menos do volume de tráfego do Recife seja via transporte motorizado individual como meio principal de deslocamento até 2050.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \times 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: ICPS.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2e:

1°) Estimativa de km anual por modal = volume no tráfego x km média/dia x (365 - 52)
Metrô/l = volume no tráfego x km média/dia x (365 - 52) x 0,45
Metrô/passageiro = (nº passageiros x km média/dia x (365 - 52)) x 0,55
2°) Consumo de combustível por modal (Cenário Mitigação) = Estimativa de km anual por modal / rendimento energético do veículo (km/l ou kWh/l);
3°) O consumo total (Cenário Mitigação) = Somatório por tipo de combustível: gasolina, diesel e eletricidade;
4°) Consumo de combustível por modal (Cenário Ambicioso) = (% Distribuição de veículos x Estimativa de km anual) / Rendimento (km/l ou kWh/l)
5°) O consumo total (Cenário Ambicioso) = Somatório por tipo de combustível: gasolina, diesel e eletricidade
6°) Consumo real = O consumo total (Cenário Ambicioso) - O consumo total (Cenário Mitigação)
7°) Emissão = (Consumo real x Fator de emissão);
8°) Soma-se todas as emissões. Resultado negativo = redução; Resultado positivo = emissão;
9°) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (8º passo).

DETALHAMENTO:

- A redução de emissão da ação M3 e M5 foram calculadas em conjunto (RECIFE, 2020);

AÇÃO M3

- Para obter a redução de emissão é necessário calcular a diferença entre o consumo do cenário ambicioso e do cenário de mitigação;
- O volume de tráfego de cada modal foi obtido da pesquisa origem destino desenvolvida pelo Instituo da Cidade Pelópidas Silveira - ICPS (2018). As próximas pesquisas serão desenvolvidas pela CTTU.
- Foi considerado que o transporte individual percorre uma distância média de 13,27 km/dia e o transporte coletivo 8,64 km/dia (ICPS, 2018);
- Não espera-se mudanças no volume de tráfego do metrô. Foi considerado que 55% das linhas de metrô/VLT são elétricas e 45% são a diesel (CBTU, 2021);
- O número de passageiros que circularam no metrô foi obtido da pesquisa origem destino desenvolvida pelo Instituto da Cidade Pelópidas Silveira - ICPS (2018);
- Como premissa foi definido que o volume de tráfego é constante apenas 6 dias por semana (RECIFE, 2020);
- Como premissa foi considerado que carros, aplicativos e táxis utilizam gasolina em veículos flex e que o fretado apresenta a mesma eficiência dos ônibus urbanos (RECIFE, 2020);
- O rendimento por combustível do metrô a diesel foi obtido do MetroREC e os demais da MMA, 2014:

Tabela 07 - Rendimento de combustível

	km/litro
Automóvel flex a gasolina	12,2
Motocicleta flex a gasolina	43,2
Ônibus urbano a diesel	2,1
Metrô a diesel	1,99

- O cenário ambicioso consiste na expectativa do avanço de veículos híbridos e elétricos na frota, a meta desses veículos para 2030, 2037 e 2050 foi baseada na projeção de D'agosto et al. (2018);

Tabela 08 - Projeção da proporção da frota de veículos por tipo de fonte de energia

	2030	2037	2050
Ônibus Diesel	90%	65%	0%
Ônibus Elétrico (Plug-In)	10%	35%	100%
Moto Gasolina	90%	65%	30%
Moto Elétrica	10%	35%	70%
Auto. Elétricos Plug In	10%	35%	60%
Auto. Híbridos (Flex Elé. - Gaso.)	20%	50%	40%
Automóvel Flex Fuel	70%	15%	0%

- Os rendimentos energéticos dos veículos elétricos foram obtidos a partir de D'Agosto *et al.* (2018);

Tabela 09 - Rendimento dos diferentes veículos elétricos

Tipo	Rendimento
Automóvel híbrido flex-elétrico (Gasolina) (km/l)	16,6
Automóvel Elétrico Plug-in (km/kwh)	3,5
Ônibus Elétrico Plug-in (km/kWh)	1
Moto Elétrica (km/kWh)	12,3

- Como premissa, foi adotado apenas veículos híbridos: *Flex* Elétrico-Gasolina. Os híbridos utilizarão em todos os cenários 50% combustível/50% energia e o componente eletricidade do híbrido o mesmo rendimento do automóvel elétrico *plug in* (RECIFE, 2020);
- O rendimento da moto elétrica é o mesmo do automóvel elétrico *plug in* e o automóvel *flex* (RECIFE, 2020);
- Os fatores de emissão dos combustíveis foram obtidos a partir do EPE (2019) e o fator de emissão de energia foi obtido do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), (BRASIL, 2021).

Tabela 10 - Fatores de emissão

	FE
Gasolina Comercial (27% etanol ANIDRO)	0,001688
Óleo Diesel (20% de biodiesel)	0,0021

AÇÃO M4

FORTALECER A RESILIÊNCIA DO TRANSPORTE PÚBLICO FRENTE A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS.

Meta 1: Prover a infraestrutura e as condições necessárias para que 20% ou menos do volume de tráfego do Recife seja via transporte motorizado individual como meio principal de deslocamento até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

BOOLEANO: SIM OU NÃO

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

A ação não apresenta meta de redução de emissão de tCO_2e, portanto não apresenta indicador.

Como será feito:

- Formar grupo de trabalho com instâncias estaduais, municipais e da sociedade civil para definir, até 2022, os projetos prioritários de mobilidade urbana, caracterizando as contribuições para a redução de emissões de GEE e levando em conta os riscos climáticos;
- Definir, em conjunto com os atores relevantes, até 2023, o plano de melhoria do transporte coletivo da cidade do Recife;
- Estabelecer plano de ação com as medidas necessárias para evitar a interrupção do transporte público em eventos climáticos extremos.

AÇÃO M5

IMPLEMENTAR A ELETRIFICAÇÃO DA FROTA DE TRANSPORTE PÚBLICO, GARANTINDO QUE SEJA COMPOSTA POR VEÍCULOS ELÉTRICOS EM 20% ATÉ 2030; 35% ATÉ 2037; E 100% ATÉ 2050.

Meta 2: Garantir que a frota de transporte público seja composta por 100% de veículos elétricos até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{N° DE ÔNIBUS ELÉTRICO}}{\text{N° TOTAL DA FROTA}} \times 100$$

N° DE ÔNIBUS ELÉTRICO: Quantidade de ônibus elétricos na frota da cidade.

N° TOTAL DA FROTA: Quantidade de ônibus na frota da cidade.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de ônibus elétricos em relação ao total da frota.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: DETRAN-PE, Grande Recife.

DETALHAMENTO:

- O número de ônibus da frota foi obtido no Departamento Estadual de Trânsito de Pernambuco (DETRAN-PE, 2020) disponível na base de dados do Estado;
- O número de ônibus elétricos será obtido no da Secretaria de Políica Urbana e Licenciamento e Grande Recife Consórcio de Transporte.

AÇÃO M5

IMPLEMENTAR A ELETRIFICAÇÃO DA FROTA DE TRANSPORTE PÚBLICO, GARANTINDO QUE SEJA COMPOSTA POR VEÍCULOS ELÉTRICOS EM 20% ATÉ 2030; 35% ATÉ 2037; E 100% ATÉ 2050.

Meta 2: Garantir que a frota de transporte público seja composta por 100% de veículos elétricos até 2050.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

A redução de emissão já foi calculada na ação M3 nas páginas 46 e 47.

AÇÃO M6

COMPENSAR AS EMISSÕES RESIDUAIS DE TRANSPORTES EM 30% ATÉ 2030; 50% ATÉ 2037; E 100% ATÉ 2050.

Meta 3: Compensar as Emissões Residuais de Transporte em 100% até 2050.

INDICADOR DA AÇÃO

$$\frac{\text{ÁRVORES ESTABELECIDAS}}{\text{META DE PLANTIO}} \times 100$$

ÁRVORES ESTABELECIDAS: Total de árvores estabelecidas com menos de 30 anos de plantio.

META DE PLANTIO: Meta de árvores que devem ser plantadas para compensar as emissões de CO_2e.

DESCRIÇÃO:
Indica o percentual de árvores estabelecidas em relação a meta plantio.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: SMAS.

DETALHAMENTO:

- A variável árvores estabelecidas são todas as árvores plantadas e estabelecidas nos últimos 30 anos. São consideradas as árvores de arborização urbana e as localizadas nas áreas verdes da cidade;
- A Arborização urbana é toda a vegetação arbórea e/ ou arbustiva existente na cidade (RECIFE, 2017b), disponível na plataforma de arborização da Cidade do Recife, ESIG Caju;
- Área verde é definida pela junção das classes de formação vegetal (Floresta Aberta, Floresta Inicial, Floresta Densa e Vegetação Herbácea e mangue (RECIFE, 2021a);
- Foi adotado o método desenvolvido pelo Laboratório de Silvicultura Tropical da ESALQ (MANFRINATO *et al.*, 2016);
- Como premissa do método, considerando o período de crescimento da árvore é mais intenso nos primeiros 30 anos, o valor estocado por árvore resulta em aproximadamente 0,13 tCO_2e para as árvores na Mata Atlântica, então a cada ano uma árvore sequestra 0,00433 tCO_2e ao ano;
- Cada classe de cobertura da terra terá sua densidade, ou seja, número de árvores por unidade de área. Por exemplo: para a classe de cobertura floresta densa, consideramos 2.000 árvores por hectare (MANFRINATO *et. al.*, 2016), ou seja, cada árvore ocuparia uma área de 5 m², com espaçamento de 2,24 m. As demais classes (Floresta Aberta, Floresta Inicial e Vegetação Herbácea e mangue) terão seus espaçamentos definidos;
- A meta de plantio é estabelecida através da meta de redução de emissão.

AÇÃO M6

COMPENSAR AS EMISSÕES RESIDUAIS DE TRANSPORTES EM 30% ATÉ 2030; 50% ATÉ 2037; E 100% ATÉ 2050.

Meta 3: Compensar as Emissões Residuais de Transporte em 100% até 2050.

INDICADOR DA REDUÇÃO DE tCO_2e

$$\frac{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO}}{\text{REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA}} \times 100$$

REDUÇÃO DE EMISSÃO: É o valor, em toneladas de CO_2 equivalente, evitado pela ação.

REDUÇÃO DE EMISSÃO ESPERADA: É a meta de redução de emissões, em toneladas de CO_2 equivalente, pactuada no PLAC.

DESCRIÇÃO:
Indica a proporção da redução de emissão de tCO_2e em relação a meta de emissão pactuada no PLAC.
RESPONSÁVEL PELA APURAÇÃO: SMAS/PCR.
FREQUÊNCIA DE APURAÇÃO: Anual.
FONTE: SMAS.

PASSOS PARA A REDUÇÃO DE tCO_2:

1°) Compensação da Arborização urbana = Nº de árvores com menos de 30 anos x 0,00433 tCO_2e;

2º) Cálculo número de árvores no cálculo das áreas verdes:
NAAV = Densidade (Indivíduos/ha) x Área de cobertura (ha) x $FF_{arv<30}$;

3º) Compensação da Área verde = NAAV x 0,00433 tCO_2e;

4º) Redução de emissão (tCO_2e) = Compensação da arborização urbana + Compensação da Área Verde;

5º) Cálculo de Redução de emissão de **M6** para 2030 (tCO_2e) = Redução de emissão (tCO_2e) x 0,1287;

6º) Cálculo do Indicador de Redução de tCO_2e a partir das variáveis: Redução de Emissão Esperada (Tabela 11) e Redução de Emissão (5º passo).

DETALHAMENTO:

- Na Mata Atlântica, a cada ano uma árvore sequestra 0,00433 tCO_2e ao ano (MANFRINATO *et al.*, 2016);
- As classes de área verde utilização são: Floresta Aberta, Floresta Inicial e Vegetação Herbácea e mangue (RECIFE, 2021a);
- A densidade para cada classe de cobertura ainda serão definidas;
- Para cada classe área verde serão definidos um fator de correção para o cálculo do número estimado de árvores com menos de 30 anos ($FF_{arv<30}$);
- O balanço final das compensações foi apresentado na Tabela 13.

RESILIÊNCIA

META 1. Reduzir em 100% as áreas de risco muito alto de deslizamentos e inundações de acordo com o Plano Municipal de Redução de Riscos, bem como a proliferação de vetores de doenças relacionadas às dinâmicas de drenagem até 2050.

META 2. Requalificar urbanisticamente as áreas de risco com o intuito de trazer segurança, qualidade de vida e possibilitar o enfrentamento de ameaças climáticas até 2037.

META 3. Revisar, até 2025, o Sistema Municipal de Unidades Protegidas (SMUP), incluindo Unidades de Conservação, e outras tipologias, públicas e privadas.

META 4. Definir estratégias mais apropriadas de adaptação ao avanço do nível do mar até 2024.

META 5. Elaborar os Planos Setoriais de Adaptação até 2022.

META 6. Tornar a Educação para Sustentabilidade uma agenda de todos os órgãos da administração municipal até 2023.

Fotografia: Reprodução/Andréa Rêgo Barros

RESILIÊNCIA

A cidade do Recife tem sido protagonista nas questões relacionadas às mudanças climáticas por seu pioneirismo e efetividade de políticas públicas na área de sustentabilidade. Devido à combinação de suas características geográficas e seu processo histórico de urbanização, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC (MAGRIN *et al.*, 2007) classificou a cidade como uma das cidades mais vulneráveis do mundo aos efeitos da mudança do clima.

REDUZIR EM 100% AS ÁREAS DE RISCO MUITO ALTO DE DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES DE ACORDO COM O PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS, BEM COMO A PROLIFERAÇÃO DE VETORES DE DOENÇAS RELACIONADAS ÀS DINÂMICAS DE DRENAGEM ATÉ 2050.

Ação R1: Garantir o acesso e abastecimento de água potável a toda a população do Recife até 2025.

Ação R2: Identificar corpos d'água que podem passar pelos processos de revitalização e renaturalização até 2023.

Ação R3: Requalificar 100% das infraestruturas de macro e microdrenagem, incluindo medidas de Soluções baseadas na Natureza (SbN), até 2037.

Ação R4: Realizar ações estruturantes de obras de contenção de encostas de acordo com as prioridades elencadas pelo mapeamento de risco da cidade.

Ação R5: Realizar ações não estruturantes de prevenção, preparação e mitigação para redução de risco e desastre.

Ação R6: Garantir que, até 2030, todos os projetos executivos para os locais de inundações/deslizamentos estejam elaborados e incluam princípios de SbN.

REQUALIFICAR URBANISTICAMENTE AS ÁREAS DE RISCO COM INTUITO DE TRAZER SEGURANÇA, QUALIDADE DE VIDA E POSSIBILITAR O ENFRENTAMENTO DE AMEAÇAS CLIMÁTICAS ATÉ 2037.

Ação R7: Elaborar um diagnóstico identificando áreas prioritárias para receberem obras e melhorias urbanísticas sustentáveis, além de promover a ecoeficiência das construções, levando em consideração as áreas definidas no índice de risco da cidade do Recife, até 2025.

Ação R8: Promover iniciativas de agricultura urbana, integradas ao uso múltiplo das áreas verdes.

REVISAR, ATÉ 2025, O SISTEMA MUNICIPAL DE UNIDADES PROTEGIDAS (SMUP), INCLUINDO UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, E OUTRAS TIPOLOGIAS, PÚBLICAS E PRIVADAS.

Ação R9: Expandir e atualizar o SMUP para incluir outras tipologias de áreas verdes, tais como praças, parques urbanos, canteiros centrais, nascentes, hortas comunitárias e áreas costeiras, que sejam relevantes para o enfrentamento da mudança do clima.

Ação R10: Renovar o convênio entre a Prefeitura e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), até 2021, para prosseguimento do Projeto Parque Capibaribe, e realizar a busca contínua por fontes de financiamento para esse fim.

DEFINIR ESTRATÉGIAS MAIS APROPRIADAS DE ADAPTAÇÃO AO AVANÇO DO NÍVEL DO MAR ATÉ 2024.

Ação R11: Formar grupo de trabalho multiatores, até 2022, para discussão sobre os parâmetros de monitoramento e medidas de adaptação mais apropriadas ao enfrentamento do avanço do mar, no contexto da cidade do Recife, incluindo adaptação baseada em ecossistemas, como conservação e restauração de manguezais, restingas e recifes de corais.

Ação R12: Implantar, até 2025, o sistema de monitoramento do nível do mar e rios da cidade.

ELABORAR OS PLANOS SETORIAIS DE ADAPTAÇÃO ATÉ 2022.

Ação R13: Aprofundar e detalhar as medidas setoriais de adaptação à mudança do clima.

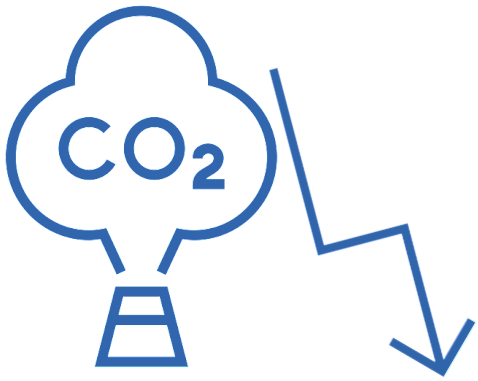
TORNAR A EDUCAÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE UMA AGENDA DE TODOS OS ÓRGÃOS DA ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL ATÉ 2023.

Ação R14: Dar continuidade e fortalecer o Programa Educação para Sustentabilidade, com foco nos aspectos multidisciplinares do tema mudança climática.

DASHBOARD

DASHBOARD DE MONITORAMENTO

A Prefeitura da Cidade do Recife desenvolveu um *Dashboard* de Monitoramento que utiliza indicadores de desempenho para monitorar, em tempo real, as ações do Plano Local de Ação Climática (PLAC) e as reduções de gases efeito estufa associadas. Com esta ferramenta, a gestão pública pode acompanhar o alcance das metas, perceber avanços e identificar possíveis necessidades de mudança nas suas estratégias climáticas. O *Dashboard* está disponível online, para que o progresso das ações promovidas pelo PLAC seja acompanhado por qualquer parte interessada. O *Dashboard* acompanha as ações e reduções previstas para os três anos-meta do PLAC (2030, 2037 e 2050).



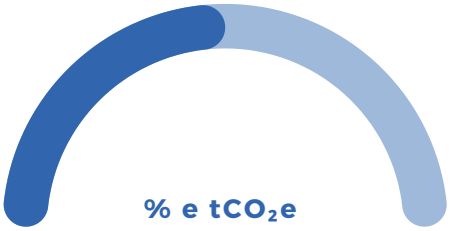
Acesse o *Dashboard* em:

http://meioambiente.recife.pe.gov.br/agenda-climatica-do-recife

6 milhões

de toneladas de CO_2 reduzidos até 2050

CO_2e REDUZIDO

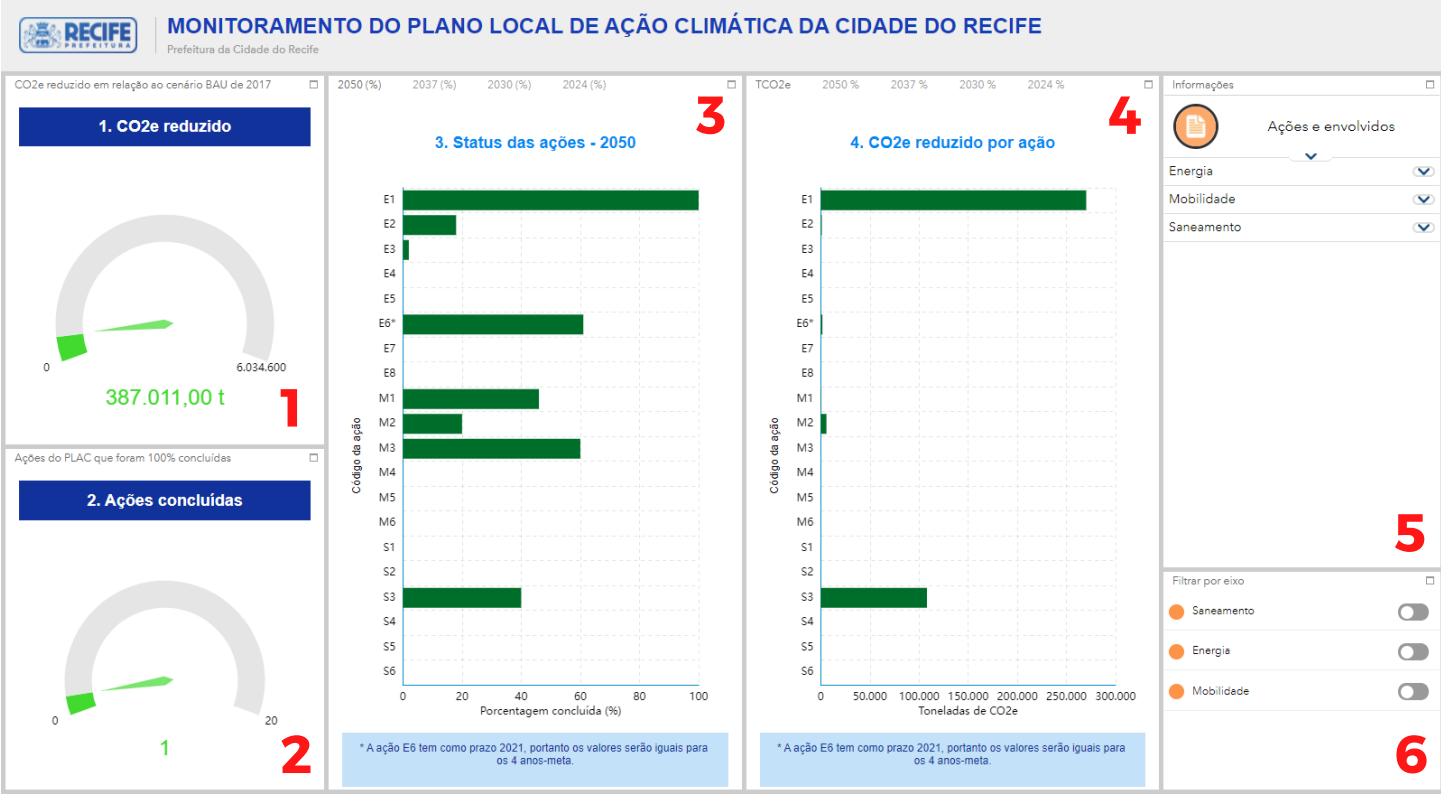


AÇÕES MONITORADAS

ações monitoradas por indicadores distintos

ENTENDENDO O DASHBOARD

Com o *Dashboard* é possível consultar o status das ações que compõem o Plano Local de ação climática da cidade do Recife e a redução de emissão de CO_2e (gás carbônico equivalente) resultante de cada ação.



1 **CO_2e REDUZIDO:** O gráfico 1 mostra o quanto de tCO_2e foi reduzido em relação à meta do total a ser reduzido.

2 **AÇÕES CONCLUÍDAS:** O gráfico 2 mostra quantas ações foram 100% concluídas em relação ao total de ações.

3 **STATUS DAS AÇÕES:** No gráfico 3, é exibida a porcentagem concluída de cada ação para a meta de 2050. Se o usuário preferir consultar metas de 2030 ou 2037, este deve alterar a aba do ano em cima do gráfico.

4 **CO_2e REDUZIDO POR AÇÃO:** No gráfico 4, é exibido o quanto de tCO_2e foi reduzido. O usuário pode visualizar quantos por cento esse valor representa da meta de redução, para cada ano, alterando a aba do ano em cima do gráfico.

5 **INFORMAÇÕES:** Na ferramenta de informações, O usuário pode consultar quais são as ações, de acordo com seus respectivos códigos e quem são os responsáveis/envolvidos no cumprimento da ação.

6 **FILTRAR POR EIXO:** Na ferramenta "Filtrar por eixo", é possível escolher qual eixo aparecerá nos gráficos, selecionando o botão ao lado do eixo escolhido (é possível escolher mais de um). Se nenhum filtro for selecionado, o *Dashboard* mostrará todos os eixos.

GLOSSÁRIO

Alagamento: É o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem.

Arborização urbana: A Arborização urbana é toda a vegetação arbórea e/ ou arbustiva existente na cidade (RECIFE, 2017b), disponível na plataforma de arborização da Cidade do Recife, ESIG CAJU.

Área verde: Área verde é definida pela junção das classes de formação vegetal (Floresta Aberta, Floresta Inicial, Floresta Densa e Vegetação Herbácea e mangue (RECIFE, 2021).

Aterro sanitário: Local de destinação de resíduos sólidos provenientes da cidade (residenciais, comerciais, industriais e de construção).

Booleano: É um dado que só possibilita duas opções de resposta: verdadeiro ou falso.

BRT: É um sistema de transporte público com ônibus articulados e climatizados, onde o embarque se dá por meio de estações climatizadas e unificadas (ambos os sentidos) ao longo de grandes corredores da cidade e com faixas exclusivas diminuem o tempo da viagem.

Carbono estocado: É a remoção e fixação do CO_2 da atmosfera na biomassa das plantas. É obtido por meio da fotossíntese e faz parte do processo de crescimento da planta.

Carbono zero: É o equilíbrio entre a emissão de CO_2 e a retirada do mesmo da atmosfera por de medidas de mitigação.

Classes de cobertura da terra: É a categorização do uso de determinado território por meio de imagens de satélite.

Combustíveis fósseis: São combustíveis produzidos a partir de fontes não renováveis (resultantes da decomposição de restos animais e vegetais soterrados).

Compensação/neutralização de CO_2: São ações adotadas para compensar a emissão de GEE cujo o impacto não pôde ser mitigado.

Composição gravimétrica: É a proporção dos diferentes tipos de resíduos sólidos em relação ao peso total de uma amostra.

Compostagem: É um processo natural de decomposição da matéria orgânica de origem animal ou vegetal por meio da ação de micro-oganismos.

Consórcio Grande Recife: É a empresa responsável pelo gerenciamento do transporte por ônibus na Região Metropolitana de Recife.

Consumidores cativos: É o consumidor que só obtém energia da distribuidora detentora da concessão permissão na área onde está localizado.

Dashboard: É um painel visual que contém informações, métricas e indicadores de maneira centralizada, utilizado como ferramenta dinâmica de gestão.

Decomposição aeróbia: Decomposição de matéria orgânica que ocorre na presença de oxigênio, produzindo o gás carbônico CO_2, água e resíduo líquido rico em sais minerais.

Decomposição anaeróbia: Decomposição de matéria orgânica que ocorre na ausência de oxigênio gerando o biogás e um resíduo líquido rico em minerais.

GNV: É um combustível gasoso proveniente da degradação de matéria orgânica, rico em metano e comprimido em até 200x para ser armazenado em cilindros.

Hectare: É uma unidade de medida agrária, equivalente a 10.000 metros quadrados, um hectare também pode ser comparado à extensão de um campo de futebol.

Incineração: É um processo de queima em altas temperaturas (de 900°C a 1.250°C) que é utilizado para eliminar resíduos perigosos (como resíduos hospitalares, agrícolas e industriais), reduzindo-os à cinzas.

Inundação: É o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea.

Demanda bioquímica de oxigênio: É a quantidade de oxigênio necessária para ocorrer a oxidação da matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas.

Densidade de cobertura da terra: Consiste na relação percentual entre a área ocupada pela classe cobertura vegetal e a área total.

Deslizamento: É o fenômeno de escorregamento de solos, rochas, material de construção e outros, ao longo de terrenos inclinados.

Dióxido de carbono: Gás que é emitido em processos de combustão. É o principal gás causador do efeito estufa.

Dióxido de carbono equivalente: É o resultado da multiplicação das toneladas emitidas de gases de efeito estufa pelo seu potencial de aquecimento global. Forma de padronizar a unidade dos principais gases de efeito estufa.

Efluentes: Materiais líquidos ou gasosos produzidos pela ação humana e descartados na natureza, como processos industriais e rede de esgoto.

Emergência climática global: Estado em que se encontra a humanidade frente a séria ameaça que a mudança climática representa à estabilidade global e à existência humana no planeta.

Enchente: É a elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem transbordamento.

Energia estacionária: Energia armazenada que pode ser liberada sob a forma de eletricidade quando for necessário. Seu sistema possui baterias, sistema de controle eletrônico, inversor e sistema de gerenciamento térmico dentro de um compartimento.

Energia não-renovável: São energias extraídas de fontes que se esgotam. Como por exemplo: Carvão mineral, o petróleo, o gás natural e a energia nuclear.

Energia renovável: São energias extraídas de fontes que não se esgotam. Como por exemplo: Sol, ventos, chuvas, marés.

Enxurrada: É o escoamento de águas em grande quantidade e de forma violenta, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais.

ESIG Caju: Aplicativo online de gerenciamento de informações geográficas da arborização urbana da Prefeitura do Recife.

Faixa azul: Faixas exclusivas para transporte público em grandes corredores.

Fator de emissão: É um valor que define o quanto de um determinado gás de efeito estufa determinada atividade emite, por unidade utilizada na atividade.

Gases de efeito estufa: São compostos gasosos que podem aprisionar calor por meio da absorção de radiação. Desta forma, favorecem a ampliação do efeito estufa.

Geração distribuída: É a geração de energia próxima dos consumidores, como por exemplo: cidadão que possui uma placa solar em casa e oferece a energia excedente para a concessionária, que vai repassar para outros consumidores.

Inventário de emissão de gases efeito estufa: É um documento identifica as fontes de emissão de gases de efeito estufa, quantificando-os em um período determinado, sendo utilizado como ferramenta de gestão para ações de mitigação ou compensação.

Macroeconômicas: Área de conhecimento da economia que estuda como diversos fatores juntos se comportam de uma forma mais ampla.

Mercado livre de energia: É o conjunto de consumidores de energia que compra de empresas de distribuidoras alternativas à concessionária local.

Metano: É um gás proveniente principalmente da fermentação anaeróbica durante o processo de decomposição da matéria orgânica. É um dos gases causadores do efeito estufa, e pode ser usado como combustível.

Mitigação: Forma de reduzir algo. Ações de mitigação do efeito estufa são ações que visam diminuir ou neutralizar a emissão de gases que aceleram esse processo.

Mitigação de CO_2: São medidas implementadas para minimizar ao máximo a emissão de CO_2.

Oxidação: É um processo de perda de elétrons por um átomo, grupo ou espécie iônica durante uma reação química.

Óxido nitroso: Gás emitido em processos industriais, agricultura e tratamento de esgoto. É um dos gases causadores do efeito estufa.

Pioneirismo: Indivíduo ou instituição que realiza algum tipo de descoberta ou ação que não existia.

Premissa: São informações essenciais que servem de base para um raciocínio.

Programa de certificação sustentável: É um programa da Prefeitura da Cidade de Recife que certifica construções que adotam medidas sustentáveis para diminuir o impacto ambiental e as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) em diferentes categorias, é uma medida de adesão voluntária e abrange empreendimentos habitacionais e comerciais.

Reciclagem: Transformação de um material de um antigo produto em um novo produto.

Redução de emissão de CO_2: São mudanças de ações que emitem muito CO_2 para ações que emitem menos ou nem mesmo emitem.

Resíduos de serviços de saúde: São resíduos resultantes de serviços de saúde humana ou animal. Possuem risco elevado pela presença de material biológico, objetos perfurantes-cortantes potencial ou efetivamente contaminados, produtos químicos perigosos, e mesmo rejeitos radioativos.

Resíduos sólidos: São materiais sólidos resultantes da ação humana na natureza.

Resíduos sólidos urbanos: São materiais sólidos gerados em aglomerações humanas em áreas urbanas.

Resiliência: É a capacidade de um sistema recuperar seu equilíbrio após ter sofrido uma perturbação.

Sociodemográfico: São dados referentes à interação entre aspectos demográficos e sociais, se referindo a um lugar e às pessoas que nele habitam.

Transporte ativo: Meios de transporte movidos à força humana, como bicicleta e caminhada.
Unidades de conservação: São espaços territoriais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, que têm como objetivo a conservação da natureza. Cada uma delas recebe uma classificação diferente de acordo com suas características e objetivos a serem atingidos.

Veículos flex: São veículos que utilizam como fonte de energia mais de um tipo de combustível, como gasolina e etanol por exemplo.

Veículos híbridos: São veículos alimentados por dois tipos de motores: combustão (gasolina, etanol ou diesel) e eletricidade.

VLT: Sistema de metrô de superfície.

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
B_0	Capacidade máxima de produção de CH_4
BAU	Business As Usual
BRT	Bus Rapid Transit
CBTU	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CH_4	Metano
CO_2	Dióxido de carbono
CO_2e	Dióxido de carbono equivalente
COMCLIMA	Comitê e Grupo Executivo de sustentabilidade e Mudanças Climáticas
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CTR Candeias	Centro de Tratamento de Resíduos Candeias
CTTU	Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DETRAN-PE	Departamento Estadual de Trânsito de Pernambuco
DLU	Diretoria de Limpeza Urbana
DMPTC	Distância média percorrida por transporte coletivo
DMPTI	Distância média percorrida por transporte individual
DPA	Diretoria Executiva de Praças e Áreas Verdes
EE	Eficiência Energética
EMLURB	Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
F	Fração de CH_4 do gás gerado em aterro sanitário
F1	Fator do uso de insumos reciclados em vez de insumos virgens
F2	Fator para os tipo de de materiais que seriam depositados no Aterro com coleta de gás, mas sem recuperação de energia
$FF_{arv<30}$	Fator de correção para árvores com idade menor que 30 anos
F_{rec}	Fração de metano recuperada no aterro
FE_j	Fator de Emissão
GECLIMA	Grupo Executivo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas
GEE	Gases de Efeito Estufa
GRS	Global Warming Potential (Geração de Resíduos Sólidos)
GWP	Potencial de Aquecimento Global

h	Hora
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICLEI	*International Council for Local Environmental Initiatives* (Governos Locais pela Sustentabilidade)
ICPS	Instituto da Cidade Pelópidas Silveira
IPCC	*Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
kg	Quilogramas
kg/m³	Quilogramas por metros cúbicos
km	Quilômetros
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt-hora
LED	*Light-Emitting Diode* (diodo emissor de luz)
m²	Metros quadrados
MCF_j	Fator de correção de metano
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MetroREC	Metrô do Recife
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MWh	Megawatt-hora
N_2O	Óxido nitroso
ONU	Organização das Nações Unidas
OX	Fator de oxidação
P	Passageiros
PCR	Prefeitura da Cidade do Recife
PE	Estado de Pernambuco
PLAC	Plano Local de Ação Climática da Cidade do Recife
POP	População
RDM	Região de Desenvolvimento Metropolitano
RMR	Região Metropolitana do Recife
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SbN	Soluções Baseadas na Natureza
SIRENE	Sistema de Registro Nacional de Emissões
SMAS	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SMUP	Sistema Municipal de Unidades Protegidas
t	Tonelada

T	Fração da população
tCH_4	Toneladas de metano
tCO_2e	Toneladas de dióxido de carbono equivalente
TEEMP	*Transport Emissions Evaluation Model for Projects* (Modelo de Avaliação de Emissões de Transporte para Projetos)
TOW	Material orgânico totalmente degradável em efluentes domésticos
UASB	*Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (reator anaeróbio de fluxo ascendente de alta eficiência)
U_i	Fração de população no grupo de resíduo
UG	Unidades de Geração
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos

REDUÇÕES DE EMISSÕES

Tabela 11 - Reduções de emissões de CO_2e (mil tCO_2e)

			2030	2037	2050
Energia	Meta 1	E1	-186,0	-426,0	-575,0
		E2	-16,0	-42,0	-73,0
		E3	-1,0	-2,0	-2,0
	Meta 2	E4 E5	-110,0	-206,0	-512,0
		% Biodiesel no Diesel*	-3,0	-4,0	-5,0
	Meta 3	E6	-0,4	-0,5	-0,8
		E7	-0,2	-0,5	-0,9
		E8	-20,0	-47,0	-144,0
		EE*	-51,0	-81,0	-184,0
			2030	**2037**	**2050**
Saneamento	Meta 1	S1	-84,0	-110,0	-141,0
	Meta 2	S3	-182,0	-435,0	-434,0
		S4	-74,2	-0,4	-0,9
	Meta 3	S5	-10,0	-77,0	-261,0
		S6	-83,0	-106,0	-28,0
			2030	**2037**	**2050**
Mobilidade	Meta 1	M1	-4,0	-12,0	-20,0
		M2	-59,0	-62,0	-68,0
		M3 M5	0	-20,0	-115,0
	Meta 2	M3 M5	0	-20,0	-115,0
		% Biodiesel no Diesel*	-25,0	-31,0	-44,0
		EE Motores Rodoviários*	-106,0	-185,0	-393,0
		EE Motores Aeroviários*	-137,0	-253,0	-601,0
		Impacto da Ação E1*	-2,0	-11,0	-24,0
	Meta 3	M6	-588,0	-1062,0	-2408,0

O Anexo apresenta as metas de redução de emissão de gás carbônico equivalente por ação, ao todo a cidade precisará reduzir 6.034.600 tCO_2e até 2050.

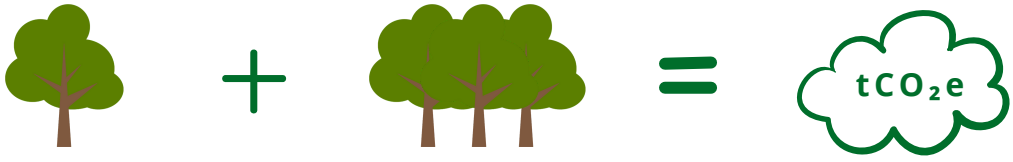
*São ações as quais não está associada uma ação, portanto, serão monitoradas de outra forma.

BALANÇO DE COMPENSAÇÃO

Com a realização das ações propostas para os eixos de energia, saneamento e mobilidade a gestão municipal passou a cumprir as metas de reduções de gases de efeito estufa. No entanto, os esforços de mitigação dos eixos não são suficientes para garantir a neutralização de emissões até 2050 (RECIFE, 2020). Dessa forma, ações de compensação de emissões foram previstas, considerando o objetivo de compensar 30% das emissões até 2030, 50% até 2037 e 100% até 2050.

O método utilizado para o cálculo da compensação foi o mesmo para todas as ações, considerando que a arborização urbana e as áreas verdes são ativos ambientais que fazem a captação do CO_2 atmosféricos. Para cada ação foi adotado o valor proporcional das metas das ações (Tabela 12). Em seguida os valores foram aplicados nos indicadores das ações e no indicador de redução de tCO_2e, conforme apresentado no exemplo:

Meta de Compensação 2030 | 885,2 mil tCO_2e



Arborização Urbana **Área Verde** **tCO_2e Compensada**

Compensação 2030 = (tCO_2e compensada X E5%) + (tCO_2e compensada X S4%) + (tCO_2e compensada X S6%) + (tCO_2e compensada X M6%)

Tabela 12 - Distribuição da compensação de CO_2e (mil tCO_2e)

		2030	%	2037	%	2050	%
Energia	E5	-110,0	12,86	-206,0	14,99	-512,0	17,36
Saneamento	S4	-74,2	8,68	-0,4	0,03	-0,9	0,03
	S6	-83,0	9,70	-106,0	7,71	-28,0	0,95
Mobilidade	M6	-588,0	68,76	-1.062,0	77,27	-2.408,0	81,66
Total		-855,2	100,00	-1.374,4	100,00	-2.948,9	100,00

Os valores das metas para os anos de 2030, 2037 e 2050 estão em mil tCO_2e

BALANÇO FINAL

Tabela 13 - Metas e reduções de CO_2e (mil tCO_2e)

			2030	2030	2037	2037	2050	2050
Energia	Meta 1	E1	-186,0		-426,0		-575,0	
		E2	-16,0		-42,0		-73,0	
		E3	-1,0		-2,0		-2,0	
	Meta 2	E4 E5	-110,0		-206,0		-512,0	
		% Biodiesel no Diesel*	-3,0		-4,0		-5,0	
	Meta 3	E6	-0,4		-0,5		-0,8	
		E7	-0,2		-0,5		-0,9	
		E8	-20,0		-47,0		-144,0	
		EE*	-51,0		-81,0		-184,0	
			2030	**2030**	**2037**	**2037**	**2050**	**2050**
Saneamento	Meta 1	S1	-84,0		-110,0		-141,0	
	Meta 2	S3	-182,0		-435,0		-434,0	
		S4	-74,2		-0,4		-0,9	
	Meta 3	S5	-10,0		-77,0		-261,0	
		S6	-83,0		-106,0		-28,0	
			2030	**2030**	**2037**	**2037**	**2050**	**2050**
Mobilidade	Meta 1	M1	-4,0		-12,0		-20,0	
		M2	-59,0		-62,0		-68,0	
		M3 M5	0		-20,0		-115,0	
	Meta 2	M3 M5	0		-20,0		-115,0	
		% Biodiesel no Diesel*	-25,0		-31,0		-44,0	
		EE Motores Rodoviários*	-106,0		-185,0		-393,0	
		EE Motores Aeroviários*	-137,0		-253,0		-601,0	
		Impacto da Ação E1*	-2,0		-11,0		-24,0	
	Meta 3	M6	-588,0		-1062,0		-2408,0	

Os valores das metas para os anos de 2030, 2037 e 2050 estão em mil tCO_2e

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Geração Distribuída**, Brasil, 2021. Disponível em: <link>. Acesso em: 16 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Sistema de Registro Nacional de Emissões:** Fatores de Emissão, Brasil, 2021. Disponível em: <link>. Acesso em: 16 mar. 2021.

BRASIL. **Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Brasil, 2015. Disponível em: <link>. Acesso em: 20 abr. 2021

CBTU. **Relatórios de Gestão**. Disponível em: <link>. Acesso em: 22 out. 2021.

D'AGOSTO, M. A.; SCHMITZ, D. N.; GOES, G. V. **Cenários de Emissão de Gases de Efeito Estufa até 2050 no Setor de Transportes:** Referência e 1,5°C, in Rovere, E. L.L.; Wills, W.; Dubeux, C. B. S; Pereira Jr, A. O.; D'Agosto, M. A; Walter, M. K. C; Grottera, C.; Castro, G.; Schmitz, D.; Hebeda, O.; Loureiro, S. M.; Oberling, D; Gesteira, C.; Goes, G.V.; Zicarelli, I.F.; e Oliveira, T.J.P (2018). Implicações Econômicas e Sociais dos Cenários de Mitigação de GEE no Brasil até 2050: Projeto IES-Brasil, Cenário1.5 ° C. COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <link>. Acesso em: 10 jul. 2021.

DETRAN-PE. **Frota de veículos 2020**. Disponível em: <link>. Acesso em: 25 ago. 2021.

EGGLESTON, H. S. et al. **IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories**. Kanagawa (JPN), 2006. Disponível em: <link>. Acesso em: 14 mai. 2021.

ELETROBRAS. **Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial, Estado de Pernambuco**. Brasil, 2019. Disponível em: <link>. Acesso em: 02 jul. de 2021.

EPE. **Balanço Energético Nacional**: ano base 2018. 2019. Disponível em: <link>. Acesso em: 26 jun. 2021.

EPE. **Nota técnica DEA 13/15**: Demanda de Energia 2050, Brasil, 2016. Disponível em: <link>. Acesso em: 18 jun. de 2021.

EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029**, Brasil, 2020. Disponível em: <link>. Acesso em: 23 mai. 2020.

FONG, W. K et al. **Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories**: an accounting and reporting standard for cities version 1.1. 188 p. Disponível em: <link>. Acesso em: 12 set. 2021.

REFERÊNCIAS

GRANDE RECIFE. **Plano de Resíduos Sólidos:** Região de Desenvolvimento Metropolitana de Pernambuco - RDM/PE. Pernambuco (BRA), 2018. Disponível em: <link>. Acesso em: 12 mar. 2021.

ICLEI. **Recycling and Composting Emissions Protocol:** For Estimating Greenhouse Gas Emissions and Emissions Reductions. California (USA), 2013. Disponível em: <link>. Acesso em: 24 jun. 2021.

ICPS. **Pesquisa de Origem-Destino Metropolitana**. Recife, 2018. Disponível em: <link>. Acesso em: 14 de jun. 2021.

ITDP. **Transport Emissions Evaluation Model for Projects (TEEMP) BRT**. 2012. New York (USA), 2012. Disponível em: <link>. Acesso em: 15 ma. 2021.

MAGRIN, G. et al. Latin America. In: PARRY, Martin et al (ed.). **Climate Change 2007:** impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 4. ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. Cap. 13, p. 586. Disponível em: <link>. Acesso em: 13 jul. 2021.

MANFRINATO, W. VIDAL, E. BRANCALION, P. **Como compensar suas emissões no transporte do dia a dia**, São Paulo, 2016. Disponível em: <link>. Acesso em: 06 mar. 2021.

NEOENERGIA. **Energia elétrica**, Brasil, 2021. Disponível em: <link>. Acesso em: 30 mar. 2021.

PERNAMBUCO. **Plano de Resíduos Sólidos:** Região de Desenvolvimento Metropolitana de Pernambuco - RDM/PE. Pernambuco (BRA), 2018. Disponível em: <link>. Acesso em: 19 mai. 2021.

RECIFE. **3º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Recife, 2017. Disponível em: <link>. Acesso em: 23 de jul. 2021.

RECIFE. **Decreto Nº 29.573, de 11 de abril de 2016**. Dispõe sobre a regulamentação da Certificação em Sustentabilidade Ambiental, prevista no capítulo IV da Lei Municipal Nº 18.011 de 28 de abril de 2014. Disponível em: <link>. Acesso em: 03 mar. 2021.

RECIFE. **Decreto Nº 27.343 de 06 de setembro de 2013**. Institui o Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas do Recife - COMCLIMA e o Grupo Executivo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas - GECLIMA. Disponível em: <link>. Acesso em 19 mar. 2021.

REFERÊNCIAS

RECIFE. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Manual de Arborização Urbana:** Orientações e procedimentos técnicos básicos para implantação e manutenção da arborização na cidade do Recife, Recife, 2017. Disponível em: <link>. Acesso em: 15 out. 2021.

RECIFE. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Manual Técnico de Classificação da Cobertura da Terra para a Cidade do Recife**, Recife, 2021a. Disponível em: <link>. Acesso em: 13 out. 2021.

RECIFE. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Plano Local de Ação Climática da Cidade do Recife**, Recife, 2020. Disponível em: <link>. Acesso em: 20 set. 2021.

RECIFE. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Programa de Certificação em Construções Sustentáveis da Cidade do Recife**, Recife, 2021b. Disponível em: <link>. Acesso em: 16 mar. 2021.

RECIFE
PREFEITURA