

PROJETO PEGADA DE CIDADES

INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES
DE EFEITO ESTUFA (2012-2015) E
PEGADA HÍDRICA (2015) DO RECIFE



RESULTADO DO

PROJETO PEGADA DE CIDADES

Cálculo da Pegada de Carbono e
Pegada Hídrica, Cidade do Recife, Brasil

Novembro 2017



Relatório de Avaliação da Pegada de Carbono e Pegada Hídrica da cidade do Recife

O presente documento foi elaborado de maneira conjunta entre a equipe técnica da Prefeitura do Recife e a equipe da *Servicios Ambientales S.A. (SASA)*, no âmbito do Projeto Pegada de Cidades.

O projeto Pegada de Cidades (Fase III) foi financiado pelo Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF) facilitado pela Fundação Futuro Latino-americano (FFLA) e executado pela *Servicios Ambientales S.A. (SASA)*.

Equipe da SASA, La Paz – Bolívia

Resumo Técnico

Prefeitura da Cidade do Recife	Equipe da SASA
Prefeito da Cidade do Recife Geraldo Julio de Mello Filho	Gerente Geral Gisela Ulloa
Vice-Prefeito da Cidade do Recife Luciano Roberto Rosas de Siqueira	Gerente Técnica Valeria Revilla
Secretário Municipal de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente Arthur Bruno Schwambach	Assessor Externo Miguel Rodríguez
Secretário-Executivo de Meio Ambiente Carlos Maurício da Fonseca Guerra	Especialista em Pegada de Carbono Marcelo Álvarez
Gerente Geral de Sustentabilidade Alexandre Sávio Pereira Ramos	Especialista em Pegada Hídrica Leandra Díaz
Gestor de Políticas Sustentáveis e Clima Nilo Sérgio Moreira da Rocha	
Chefe de Setor de Gestão de Baixo Carbono e Resiliência Leta Vieira de Sousa	
Chefe de Setor de Gestão das Unidades Protegidas Hugo Alves Mariz de Moraes	

Grupo Executivo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (GECLIMA)

Coordenação

Carlos Maurício da Fonseca Guerra
Secretário-Executivo de Meio Ambiente

Leta Vieira de Sousa
Chefe de Setor de Gestão de Baixo Carbono e Resiliência

Composição

Carlos Maurício da Fonseca Guerra
Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
Leta Vieira de Sousa
Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
Nilo Sérgio Moreira da Rocha
Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
Hugo Alves Mariz de Moraes
Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente

Composição (cont.)

Maria do Socorro Cavalcanti de Souza

Secretaria de Planejamento Urbano

Leonardo Bacelar de Araújo

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Fabrcio Antnio Couto

Autarquia de Urbanização do Recife

Liliane Aleixo de Sousa

Secretaria de Planejamento, Administração e Gestão de Pessoas

Raphael Ferraz Almeida de Melo

Secretaria de Mobilidade e Controle Urbano

Inamara Mélo

Secretaria da Mulher

Marcelo Cordeiro C. S. Cursino

Secretaria de Saneamento

Mônica Moreira Vieira

Secretaria-Executiva de Defesa Civil

Cezar Augusto Saraiva de Menezes Lopes

Instituto da Cidade do Recife - Engenheiro Pelópidas Silveira

Amanda Maria da Conceição

Companhia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife

Agradecimentos

Ubirajara Paz

Gestor de Projetos Sustentáveis

Verônica Falcão

Gestora da Unidade de Cidadania e Educação Ambiental

Alessandra Carvalho

Chefe do Setor de Arborização e Planejamento Verde Urbano

Cidney Ribeiro Vieira

Chefe de Divisão de Projetos Sustentáveis

Ludmila Prado de Campos Lopo Ogando

Chefe de Divisão de Projetos Sustentáveis

Simone Maria de César

Chefe da Divisão de Administração do Jiquiá

Erica Paula Elias Vidal de Negreiros

Chefe de Divisão de Educação Ambiental

Daniela Albuquerque

Chefe do Setor de Arte e Educação Ambiental

Cátia Caetano de Melo

Apoio Técnico Administrativo

Gilberto Beduschi

Apoio Técnico Administrativo

Walkíria Prado

Analista de Desenvolvimento Ambiental - Bióloga

Paulo César dos Santos Silva

Arquiteto Urbanista

Zenaide Nunes Magalhães de Araújo

Gerente Geral de Unidades Protegidas

Maira Alessandra Rodrigues de Souza Melo

Designer Gráfico

Índice de Quadros

Quadro	Página
Quadro 1. Exclusão de fontes de emissão (Fonte: elaboração própria).	26
Quadro 2. Fontes de informações utilizadas na avaliação da Pegada Hídrica do Recife (Fonte: elaboração própria).	55
Quadro 3. Parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade dos dados obtidos (Fonte: elaboração própria com base no Global Protocol for Community-Scale GHG Emission Inventories).	58
Quadro 4. Avaliação da qualidade dos dados (Fonte: elaboração própria).	59

Índice de Tabelas

Tabela	Página
Tabela 1. Fatores de emissão empregados para o cálculo da Pegada de Carbono da cidade do Recife (Fonte: elaboração própria).	28
Tabela 2. Inventário de emissões 2012 – Recife em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria com base no relatório do 1º Inventário de Emissões de GEE da cidade do Recife).	39
Tabela 3. Inventário de emissões 2013 Recife em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria).	41
Tabela 4. Inventário de emissões 2014 Recife em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria).	43
Tabela 5. Inventário de emissões 2015 Recife em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria).	45
Tabela 6. Resumo dos dados dos volumes de água utilizados no cálculo da Pegada Hídrica do Recife (Fonte: elaboração própria).	56
Tabela 7. Resumo de parâmetros de qualidade utilizados no cálculo da PH Cinza (Fonte: elaboração própria com base na Resolução CONAMA nº 20/1986).	57
Tabela 8. Comparativo entre variáveis de Recife e Cali (Colômbia) em relação à Pegada Hídrica (Fonte: elaboração própria).	61
Tabela 9. Consumo de água, custos e valores da Pegada Hídrica da cidade do Recife por setor para o ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).	67

Índice de Figuras

Figura	Página
Figura 1. Emissões de GEE, população e emissões per capita no período 2012 – 2015 (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).	30
Figura 2. Emissões de GEE por setor no período 2012 – 2015 no Recife em toneladas de CO ₂ e (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).	31
Figura 3. Emissões de GEE por escopo no Recife no período de 2012 a 2015 (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).	32
Figura 4. Emissões de GEE por fonte de emissão no Recife no período de 2012 a 2015 (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).	33
Figura 5. Consumo de eletricidade, emissões de GEE e fatores de emissão empregados (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).	34
Figura 6. Emissões de GEE por combustíveis fósseis de forma estacionária em toneladas de CO ₂ e (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).	35
Figura 7. Emissões de GEE por combustíveis em fontes móveis terrestres por fonte de emissão em toneladas de CO ₂ e (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).	35
Figura 8. Consumo de combustíveis em transporte terrestre (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).	36
Figura 9. Emissões de GEE por combustíveis em fontes móveis aéreas por fonte de emissão em toneladas de CO ₂ e (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).	37
Figura 10. Emissões de GEE por resíduos por fonte de emissão em toneladas de CO ₂ e no período de 2012 a 2015 (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).	38
Figura 11. Emissões por setor em porcentagem – Inventário Recife 2012 em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria com base no relatório do 1º Inventário de Emissões de GEE da cidade do Recife).	40
Figura 12. Emissões por setor e por fonte – Inventário Recife 2012 em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria com base no relatório do 1º Inventário de Emissões de GEE da cidade do Recife).	40
Figura 13. Emissões por setor em porcentagem – Inventário Recife 2013 em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria).	42
Figura 14. Emissões por setor e por fonte – Inventário Recife 2013 em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria).	42
Figura 15. Emissões por setor em porcentagem – Inventário Recife 2014 em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria).	44
Figura 16. Emissões por setor e por fonte – Inventário Recife 2014 em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria).	44
Figura 17. Emissões por setor em porcentagem – Inventário Recife 2015 em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria).	46
Figura 18. Emissões por setor e por fonte – Inventário Recife 2015 em ton CO ₂ e (Fonte: elaboração própria).	46
Figura 19. Fases da avaliação da Pegada Hídrica (Fonte: Water Footprint Network, 2010)	50

Figura	Página
Figura 20. Tipos e dimensões da Pegada Hídrica (Fonte: Water Footprint Network, 2010 - adaptado).	51
Figura 21. Pegada Hídrica total da cidade do Recife para o ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).	60
Figura 22. Pegada Hídrica total por tipo e setor em m ³ no Recife no ano de 2015 (Fonte:Elaboração própria).	62
Figura 23. Pegada Hídrica direta por setor em relação ao volume de água faturada na cidade do Recife no ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).	62
Figura 24. Pegada Hídrica do setor residencial da cidade do Recife no ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).	63
Figura 25. Pegada Hídrica do setor comercial da cidade do Recife no ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).	64
Figura 26. Pegada Hídrica do setor industrial da cidade do Recife no Ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).	64
Figura 27. Pegada Hídrica do setor público municipal da cidade do Recife no ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).	65
Figura 28. Pegada Hídrica dos serviços municipais detalhada para o ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).	66
Figura 29. Composição da PH Indireta do setor residencial, segundo informações da OMS sobre o consumo de alimentos presentes na cesta básica para o Estado de Pernambuco e para o Brasil (Fonte: elaboração própria).	68





Sumário

Apresentação	15
Introdução	18
Características do Recife	21
Pegada de Carbono do Recife (2012-2015)	22
Metodologia	23
Escopos	24
Exclusão de fontes de emissão	26
Fontes de informação	27
Observações sobre a metodologia empregada para os anos de 2014 e 2015	28
Fatores de emissão empregados	29
Resultados da Pegada de Carbono do Recife (2012-2015)	33
Análise das emissões de GEE por fonte de emissão	38
Dados dos inventários anuais	47
Conclusões da Pegada de Carbono do Recife	49
Pegada Hídrica da Cidade do Recife (2015)	50
Metodologia	52
Exclusão de tipos e dimensões da Pegada Hídrica	52
Mecanismos de quantificação da Pegada Hídrica	53
Fontes de informação e instrumentos empregados para o levantamento de dados	59
Qualidade dos dados	61
Resultados da Pegada Hídrica do Recife (2015)	61
Pegada Hídrica Total	61
Pegada Hídrica por setor	64
Relação consum-custo-pegada hídrica	68
Conclusões da Pegada Hídrica do Recife	70



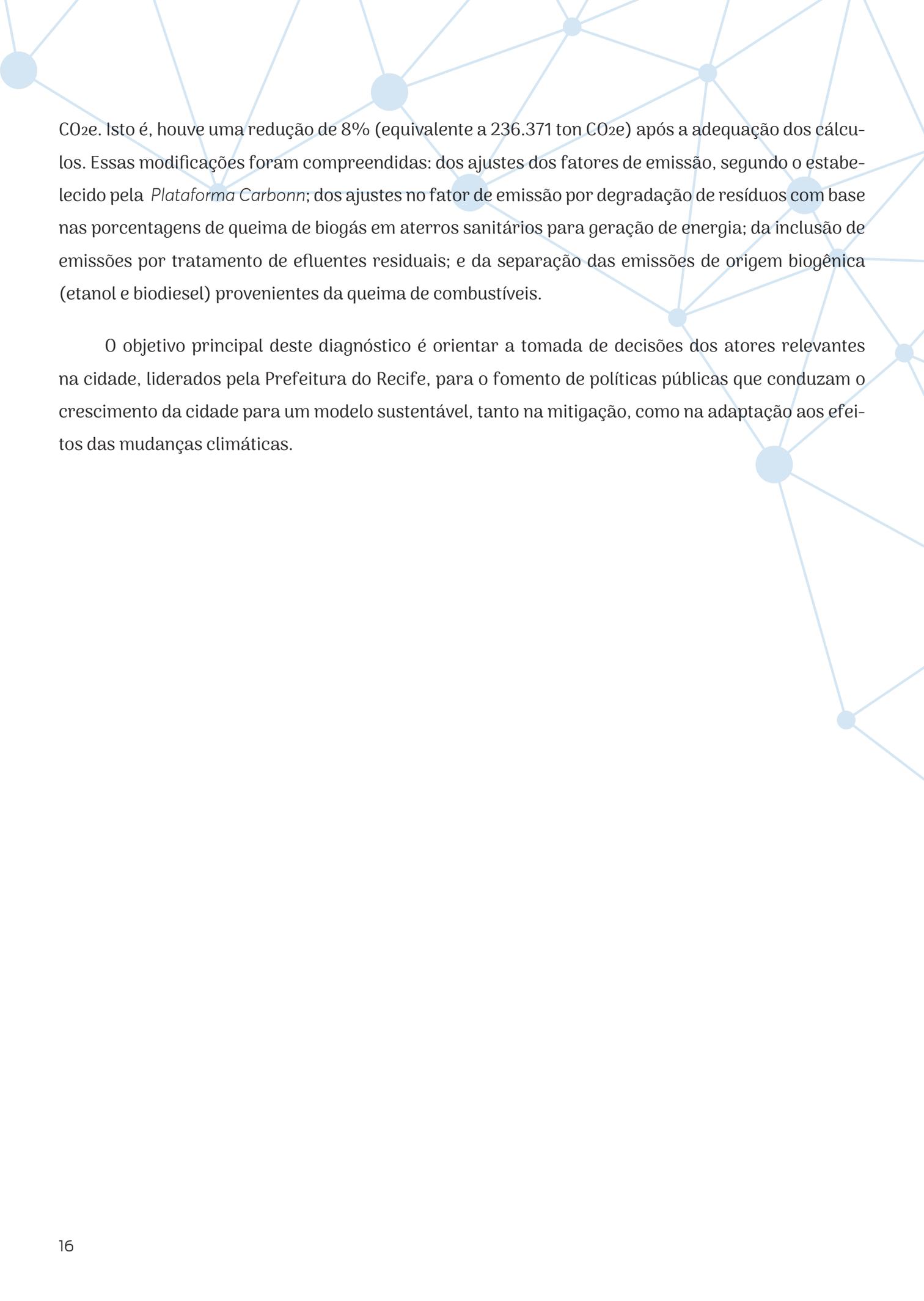
Apresentação

Este documento é um produto do Projeto Pegada de Cidades, apoiado pela CAF (Banco de Desenvolvimento da América Latina), facilitado pela FFLA (Fundação Futuro Latino-americano) e executado pela SASA (*Servicios Ambientales S.A.*). O projeto tem como objetivo geral complementar e apoiar as iniciativas municipais relacionadas à mitigação e adaptação às mudanças do clima através da avaliação da Pegada de Carbono e Pegada Hídrica a nível de Governo Municipal Local e a nível de cidade, utilizando os resultados e conclusões obtidos para promover ações de redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), no âmbito da mitigação, e gestão da água, no âmbito da adaptação, a nível municipal.

Na primeira fase do projeto participaram as cidades de La Paz, Quito e Lima. Na segunda fase, foram Santa Cruz de la Sierra, Guayaquil e Fortaleza. O Recife uniu-se ao projeto, junto com Tarija, Cali, Loja e Santa Cruz de Galápagos, na terceira fase de sua implementação, ainda em 2016. A execução do projeto na cidade teve uma duração de 12 meses (março de 2016 a março de 2017) e mostrou-se extremamente relevante, pois, dentre outros resultados produzidos, permitiu a realização do primeiro cálculo da Pegada Hídrica da cidade para a gestão 2015 e o cálculo da Pegada de Carbono para as gestões 2014 e 2015.

Este documento corresponde à avaliação da Pegada de Carbono do Recife no período de 2012 a 2015, além da Pegada Hídrica da cidade para o ano de 2015. Nele, estão reunidas: as análises do primeiro inventário de GEE da Cidade do Recife realizado com apoio do ICLEI (Governos Locais Pela Sustentabilidade) e da ONU Habitat no âmbito do Projeto Urban-LEDS; os dados das emissões de GEE do ano de 2013 agregados pela equipe técnica da Prefeitura do Recife; e o relatório da Pegada de Carbono no Recife para os anos de 2014 e 2015, bem como a Pegada Hídrica da cidade para 2015, realizados pela SASA em conformidade ao Projeto Pegada de Cidades.

Para poder realizar a presente análise comparativa, a equipe do Projeto Pegada de Cidades revisou os cálculos e resultados dos inventários de emissões GEE de 2012 e 2013. Como resultado desta revisão, esses inventários foram ajustados e atualizados para que a comparação pudesse ser metodologicamente correta, de acordo com o estabelecido pelo *Global Protocol for Community-Scale GHG Emission Inventories (GPC)* versão 1.0. Desta forma, as emissões informadas no primeiro inventário lançado pelo Recife referente ao ano de 2012 diminuíram de 3.120.426 ton CO_{2e} para 2.884.055 ton



CO₂e. Isto é, houve uma redução de 8% (equivalente a 236.371 ton CO₂e) após a adequação dos cálculos. Essas modificações foram compreendidas: dos ajustes dos fatores de emissão, segundo o estabelecido pela *Plataforma Carbonn*; dos ajustes no fator de emissão por degradação de resíduos com base nas porcentagens de queima de biogás em aterros sanitários para geração de energia; da inclusão de emissões por tratamento de efluentes residuais; e da separação das emissões de origem biogênica (etanol e biodiesel) provenientes da queima de combustíveis.

O objetivo principal deste diagnóstico é orientar a tomada de decisões dos atores relevantes na cidade, liderados pela Prefeitura do Recife, para o fomento de políticas públicas que conduzam o crescimento da cidade para um modelo sustentável, tanto na mitigação, como na adaptação aos efeitos das mudanças climáticas.



Introdução

A mudança do clima representa atualmente a maior ameaça ambiental, social e econômica do planeta. A temperatura média da Terra aumentou 0,85°C durante o período 1880-2012¹ devido às atividades humanas, entre as quais se destacam a utilização de combustíveis fósseis, a agricultura e as mudanças de uso do solo. Se forem mantidas as tendências atuais de emissões, é possível que no ano 2050 a temperatura média da terra aumente 2°C², o que instituiria, além de severos impactos sociais e ambientais, enormes esforços econômicos de mitigação e adaptação.

Nas palavras de Ban Ki-moon, Secretário-Geral das Nações Unidas durante os anos de 2007 a 2016, a luta contra as alterações climáticas é o desafio mais importante que a humanidade enfrenta nos dias de hoje. As negociações internacionais sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Mudanças do Clima (UNFCCC) conseguiram poucos resultados tangíveis nos últimos anos a nível de países. Por isso, a partir desse momento, as cidades estão começando a agir dentro de suas jurisdições, incorporando o tema da mudança climática em suas agendas políticas e em seus planos de desenvolvimento, organizados em grupos como ICLEI e o C40³.

No Brasil, a mudança climática tem sido tratada com prioridade na agenda, sendo refletidas em políticas, programas e projetos que o Governo Federal definiu nos últimos anos. A principal delas é a Política Nacional de Mudança Climática (PNMC), instituída pela lei nº 12.187 de 2009. A PNMC tem como objetivo harmonizar o desenvolvimento econômico e social com a proteção do sistema climático, além de buscar a redução das emissões antropogênicas de GEE. Mais recentemente foi instituído o Plano Nacional de Adaptação (PNA) através da portaria nº 150 de 2016 que, por sua vez, busca promover a redução da vulnerabilidade nacional à mudança climática e realizar uma gestão do risco associada a este fenômeno.

¹ "Mudança climática 2013: bases físicas. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quinto Relatório de Avaliação do Grupo Intergovernamental de Experts sobre a Mudança Climática". IPCC, 2013. Disponível em: www.ipcc.ch.

² Relatório Stern: a economia da mudança climática. Cambridge, Reino Unido, 2006. Para obter mais informações: sternreview.org.uk.

³ É uma rede formada pelas mega-cidades do mundo que estão comprometidas a trabalhar temas relacionados com a mudança climática.

Essas ações articuladas pelo nível Federal representam referências extremamente importantes para cidades que já estão sendo afetadas pelos impactos provocados pela mudança do clima, como é o caso do Recife. Conforme o Quarto Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas da ONU (IPCC, em sua sigla em inglês), o Recife é uma das cidades mais vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas no mundo devido às suas características físicas e sociais, como a alta densidade populacional do seu litoral, o elevado índice de impermeabilização do solo e sua baixa altitude. Dito isto, a cidade já começa a apresentar riscos oriundos do aumento do nível do mar e das precipitações, além da elevação de sua temperatura média.

Ademais, também são identificados problemas com a disponibilidade dos recursos hídricos no Recife. Em dados atuais, a cidade possui uma cobertura de aqueduto para a distribuição de água potável aos cidadãos de 89,5%⁴. Com respeito ao acesso à rede de esgoto, 40% da população conta com este serviço, enquanto 60% restantes realizam o despejo de efluentes diretamente nos rios através de conexões clandestinas, ou utilizam fossas⁵, sendo os rios Capibaribe e Beberibe os principais receptores da carga contaminante.

Nesse contexto, o Projeto Pegada de Cidades surge ante a alta vulnerabilidade de cidades, como o Recife, em relação aos efeitos da mudança climática e a demanda de ações a curto prazo para que possam aumentar sua resiliência, além da necessidade de orientar seu crescimento no âmbito da sustentabilidade e do desenvolvimento com baixa emissão de carbono. O projeto ainda busca incorporar ferramentas de planejamento e gestão ambiental mediante a avaliação da Pegada de Carbono (PC) e Pegada Hídrica (PH). Com isso, os Governos Municipais, o setor privado/empresarial e os cidadãos em geral podem ter acesso às ferramentas técnicas e metodológicas que colaborem com a identificação, priorização e desenvolvimento de ações que contribuam para a mitigação e adaptação às mudanças do clima.

⁴ Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), 2016.

⁵ Ibidem.



Características do Recife

Recife é uma cidade litorânea localizada na Região Nordeste do Brasil, às margens do Oceano Atlântico. Pertence à mesorregião metropolitana do Recife, sendo a capital do Estado de Pernambuco. A cidade é dividida em seis Regiões Político-Administrativas (RPAs) e se subdivide em 94 bairros, todos urbanos.

Conta com uma superfície total de 218 km² e uma população estimada em 1.617.183 para o ano 2015⁶. Sua altitude média é de 4 metros acima do nível do mar e seu relevo é formado por uma planície aluvial, tendo ilhas, penínsulas e manguezais como principais características geográficas. Conta com mais de 60 rios, canais e igarapés (incluindo o maior manguezal urbano do mundo), motivo pelo qual é conhecida como a “cidade das águas” ou a “Veneza brasileira”.

O clima do Recife é geralmente quente. Sua temperatura média é de 25 °C, sendo os meses de janeiro e fevereiro mais quentes, com temperaturas superiores aos 26°C, e os meses de Julho e Agosto mais amenos, com temperaturas iguais ou inferiores aos 24°C. Sua precipitação anual média é de 2.447 mm e sua umidade relativa média anual chega a 80%.

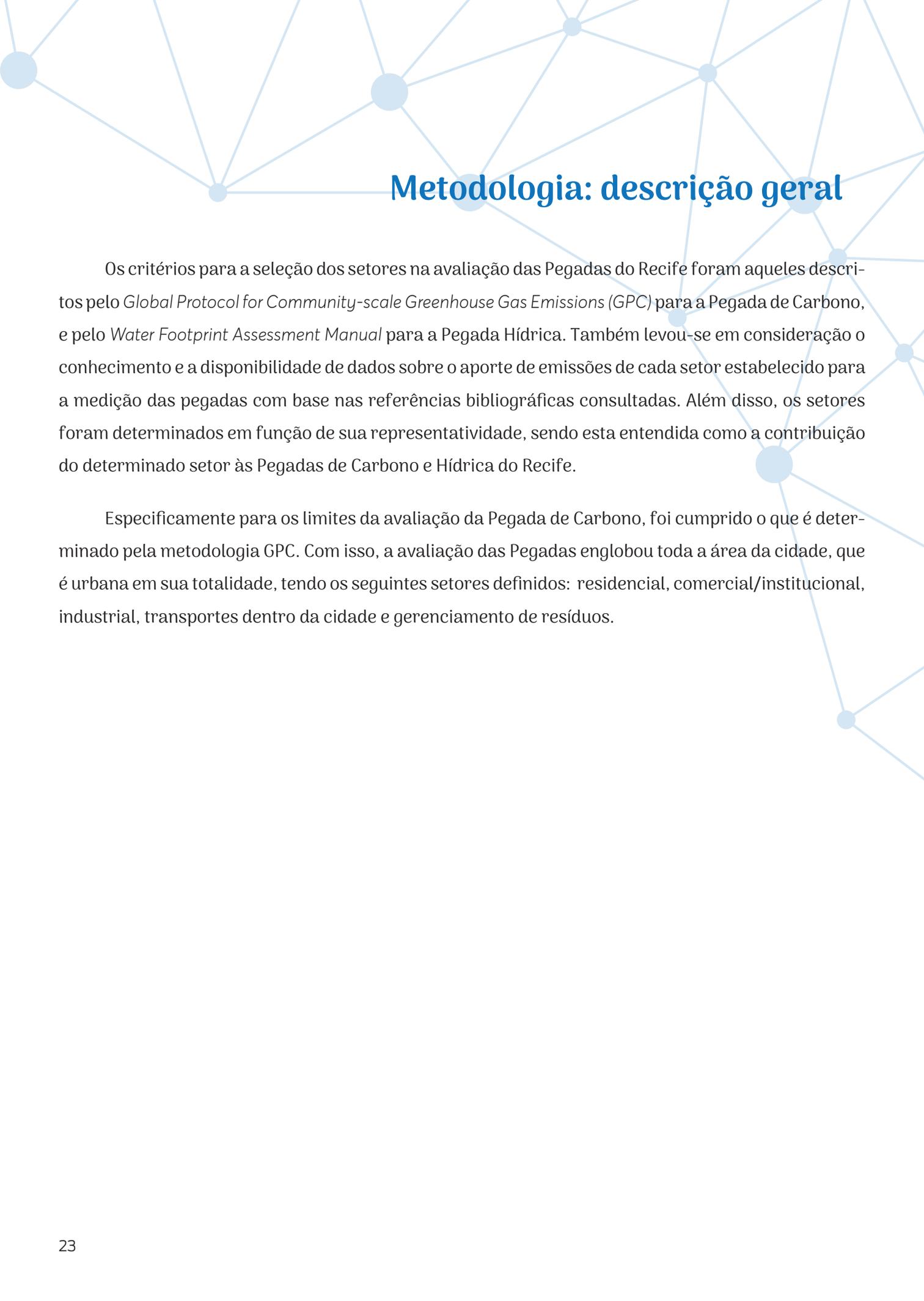
É uma das principais regiões comerciais, turísticas, culturais, educacionais, logísticas, médicas e tecnológicas do Brasil. Sua economia é impulsionada principalmente pela prestação de serviços e pelo comércio, além do turismo. Recife representa 0,8% do PIB total do Brasil, sendo o maior PIB per capita das capitais do Nordeste: R\$ 19.540,20.

⁶ IBGE, 2016.

A network diagram background consisting of dark blue circles (nodes) connected by thin, light blue lines (edges) on a solid blue background. The nodes are scattered across the page, with some having multiple connections, creating a complex web-like structure.

pegada de carbono do Recife

(2012-2015)



Metodologia: descrição geral

Os critérios para a seleção dos setores na avaliação das Pegadas do Recife foram aqueles descritos pelo *Global Protocol for Community-scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)* para a Pegada de Carbono, e pelo *Water Footprint Assessment Manual* para a Pegada Hídrica. Também levou-se em consideração o conhecimento e a disponibilidade de dados sobre o aporte de emissões de cada setor estabelecido para a medição das pegadas com base nas referências bibliográficas consultadas. Além disso, os setores foram determinados em função de sua representatividade, sendo esta entendida como a contribuição do determinado setor às Pegadas de Carbono e Hídrica do Recife.

Especificamente para os limites da avaliação da Pegada de Carbono, foi cumprido o que é determinado pela metodologia GPC. Com isso, a avaliação das Pegadas englobou toda a área da cidade, que é urbana em sua totalidade, tendo os seguintes setores definidos: residencial, comercial/institucional, industrial, transportes dentro da cidade e gerenciamento de resíduos.

Escopos

Para a Pegada de Carbono, o GPC divide as emissões de GEE a nível de cidade nos seguintes escopos:

- ▶ **Escopo 1:** todas as emissões diretas de fontes que se encontram dentro dos limites estabelecidos para a cidade. Exemplos: uso de diesel, biodiesel, etanol, gasolina, óleo combustível e GLP; incineração de resíduos; e tratamento de águas residuais.
- ▶ **Escopo 2:** emissões indiretas relacionadas à energia que se gera fora dos limites estabelecidos para a cidade como consequência do consumo/uso de energia elétrica proveniente da rede.
- ▶ **Escopo 3:** todas as emissões indiretas que ocorram fora dos limites da cidade que se geram como resultado das atividades realizadas dentro de seus limites, assim como as emissões entre cidades provenientes do intercâmbio de bens e serviços. Exemplos: emissões geradas pela utilização de aterros sanitários e pelo uso de combustíveis de aviação.

O presente inventário também contempla a seguinte fonte de emissão:

- ▶ **Biogênica:** todas as emissões produzidas por organismos vivos ou processos biológicos, mas não fossilizados, nem de fontes fósseis.

De forma complementar, o GPC considera seis categorias de fontes de emissão principais. Dentro dessas categorias são incluídas as emissões dos setores identificados para a cidade do Recife na seção anterior:

- ▶ **Unidades estacionárias:** são representadas pelas emissões por consumo de energia, de forma direta e indireta, dentro das edificações do setor residencial, comercial e industrial, assim como possíveis emissões fugitivas ⁷ de GEE ocorridas nesse processo.

⁷ Essas emissões são geradas por fugas no consumo de combustíveis para geração de energia elétrica distribuídos através de sistemas de tubulação. No caso do Recife, essas emissões foram geradas pelo consumo de gás natural no setor residencial. Segundo os requerimentos do GPC, a presença de sua quantificação é obrigatória nos inventários.

⁸ Esses produtos são conhecidos pela geração de emissões de gases de efeito estufa de forma direta através da sua utilização.

- ▶ **Unidades móveis:** emissões geradas pelo uso de energia (combustíveis e energia elétrica) nos transportes.
- ▶ **Resíduos:** emissões geradas pela disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários, tratamento biológico de resíduos em estado sólido ou líquido e/ou incineração de resíduos e tratamento de águas residuais.
- ▶ **Processos industriais e uso de produtos (IPPU):** referência às emissões de GEE que são geradas em processos industriais de forma direta (não pelo consumo de energia) e/ou as emissões de GEE que são geradas pelo uso de alguns produtos (como, por exemplo, lubrificantes e solventes ⁸).
- ▶ **Pecuária, mudança no uso do solo e outras atividades a-grícolas (AFOLU):** são as emissões geradas pela criação de animais para produção de alimentos, por atividades agrícolas, e por mudanças no uso do solo, como o desmatamento de áreas de interesse ambiental, por exemplo.
- ▶ **Outras emissões indiretas:** emissões geradas fora dos limites da cidade devido ao intercâmbio de bens e serviços.

Finalmente, o GPC define três níveis de relatório de acordo com as fontes de emissão que são incluídas no inventário:

- ▶ **GPC Básico:** inclui as emissões dos escopos 1 e 2 das categorias: unidades estacionárias, unidades móveis, resíduos, processos industriais e uso de produtos.
- ▶ **GPC 2012 Básico+:** inclui todas as fontes de emissão do nível Básico, mais as emissões geradas pelo uso da terra e mudança do uso do solo, pecuária e agricultura (AFOLU) e escopo 3 para unidades móveis (transporte entre cidades).
- ▶ **GPC 2012 estendido:** inclui todas as emissões diretas e indiretas, além das emissões geradas fora dos limites pelo intercâmbio/uso/consumo de bens e serviços.

De acordo com os limites da avaliação da Pegada de Carbono da cidade (geográficos e setoriais) e com a disponibilidade de informações, as fontes de emissão que se informam neste estudo correspondem ao nível de reporte **Básico**.

Exclusão de fontes de emissão

O GPC permite a exclusão das fontes de emissão a partir dos seguintes critérios:

- ▶ Aquelas que não sejam significativas com relação ao total das emissões estimadas;
- ▶ Aquelas que não sejam relevantes para a avaliação em função dos objetivos estabelecidos;
- ▶ Aquelas que sua quantificação não seja viável (principalmente pela falta de recursos ou informações necessárias para que as emissões sejam estimadas).

A partir dos critérios mencionados, as seguintes fontes de emissão foram excluídas da avaliação:

Fontes de emissão excluídas	Motivos
Emissões geradas pela fuga de gases pelo consumo de refrigerantes e agentes supressores de fogo	Falta de informação suficiente para estimar a quantidade desses gases.
Emissões por mudança e uso do solo	Este tipo de atividade na área de estudo não é significativo.
Emissões por uso de combustíveis para a geração de energia elétrica	São excluídas para evitar a realização de dupla contabilidade das emissões providas de outras fontes.

Quadro 1. Exclusão de fontes de emissão (Fonte: elaboração própria).

Fontes de informação

O quantitativo de consumo de combustíveis (gasolina, diesel, GLP, óleo combustível, querosene e etanol hidratado) foram estimados com base nas informações proporcionadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) referentes à cidade do Recife. Já o consumo de Gás Natural foi obtido pela COPERGAS.

Por sua vez, o consumo de energia elétrica foi informado pela Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), e os dados de consumo de eletricidade utilizada por semáforos no Recife foram proporcionados pela Companhia de Trânsito e Transporte Urbano (CTTU).

As informações relacionadas ao gerenciamento de aterros sanitários e a quantidade e caracterização dos resíduos sólidos na cidade foram apresentadas pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (SDSMA). Os dados de tratamento de águas residuais foram tomados com base nas informações proporcionadas pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

Observações sobre a metodologia empregada para os anos de 2014 e 2015

Para os inventários dos anos 2014 e 2015 foram utilizados os fatores de emissão do Programa Brasileiro GHG Protocol, que toma como base os poderes caloríficos e densidades do Balanço Energético Nacional de 2014. Complementarmente, o fator de emissão de energia elétrica foi atualizado, e a queima de metano em aterros sanitários passou a ser considerada. Também foram incluídas as emissões em estações de tratamento de águas residuais.

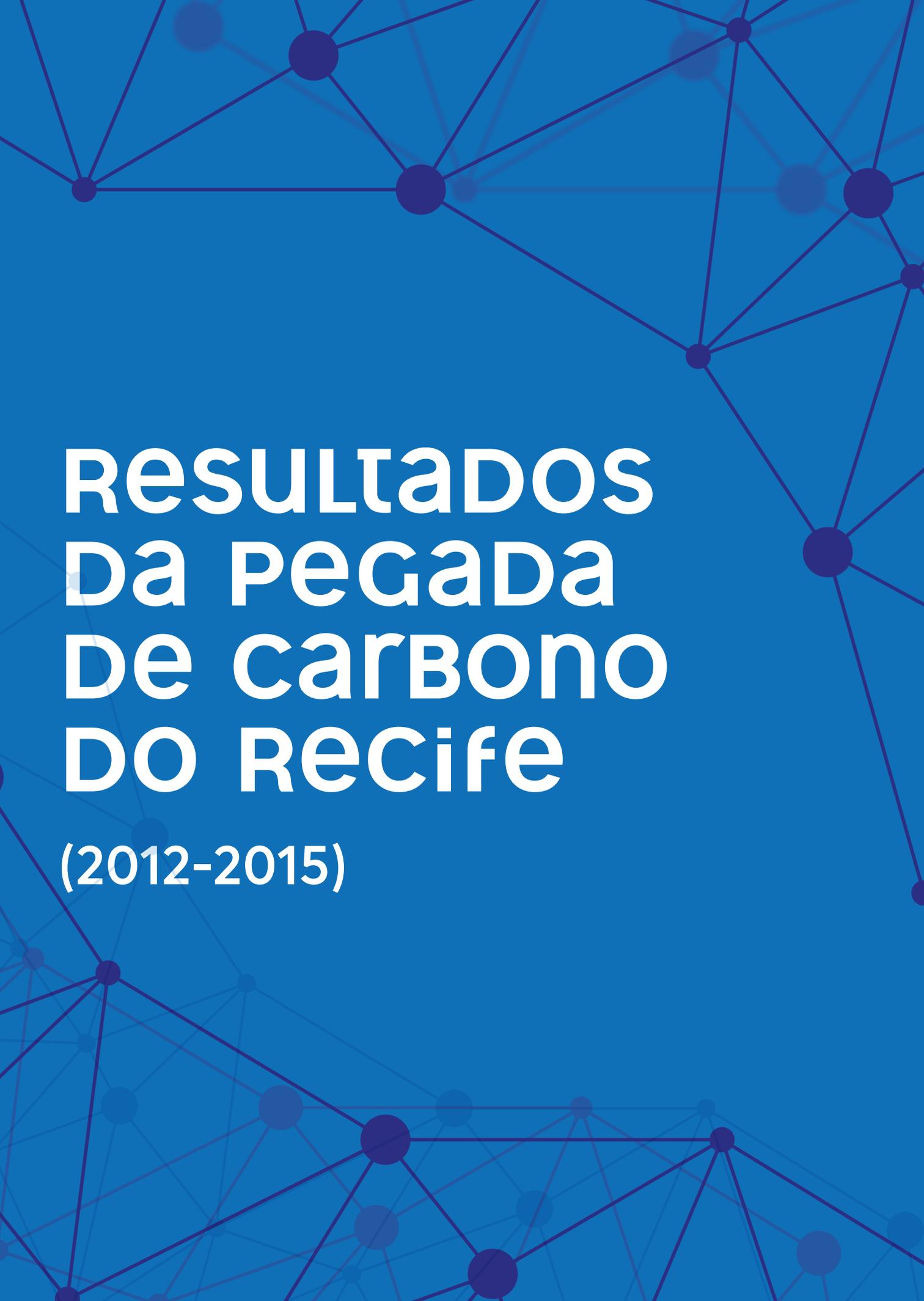
Ainda nos inventários de 2014 e 2015, as emissões por queima de biocombustíveis misturados com gasolina e etanol hidratado são informadas separadamente⁹. Desta forma, assume-se que a gasolina tem 25% de etanol anidro e o diesel tem 7% de biodiesel.

⁹ Em concordância com a versão 1.0 do GPC.

Fatores de emissão empregados

Fonte de emissão	2012 – 2013			2014 - 2015		
	Fator CO ₂	Fator CH ₄	Fator N ₂ O	Fator CO ₂	Fator CH ₄	Fator N ₂ O
Gasolina de aviação	2,30510	0,00002	0,00007	2,23200	0,00002	0,00006
Querosene de aviação	2,48753	0,00002	0,00007	2,47327	-	-
Aterro sanitário	-	0,02440	-		0,03020	
Biodiesel	2,34543	0,00032	0,00002	2,34769	0,00010	0,00002
Diesel – industrial	2,63209	0,00036	0,00002	2,63209	0,00011	0,00002
Diesel - comercial/institucional	2,63209	0,00036	0,00002	2,63209	0,00011	0,00002
Diesel – transporte	2,63033	0,00014	0,00014	2,67100	0,00014	0,00014
Etanol	-	0,00038	0,00001		0,00038	-
Gás Natural – comercial	2,06694	0,00018	0,00000	2,06694	0,00018	0,00000
Gás Natural – industrial	2,06694	0,00004	0,00000	2,06694	0,00004	0,00000
Gás Natural – residencial	2,06694	0,00018	0,00000	2,06694	0,00018	0,00000
Gás Natural – rodoviário	2,06556	0,00339	0,00011	1,99900	0,00339	0,00011
Gasolina – transporte	2,23750	0,00081	0,00026	2,26900	0,00081	0,00026
GLP – Comercial	2,93248	0,00023	0,00000	2,93248	0,00023	0,00000
GLP – Público	2,93248	0,00023	0,00000	2,93248	0,00023	0,00000
GLP – Industrial	2,93248	0,00005	0,00000	2,93248	0,00023	0,00000
GLP – Residencial	2,93248	0,00023	0,00000	2,93248	0,00023	0,00000
Óleo Combustível	3,10772	0,00012	0,00002	3,10772	0,00012	0,00002
Tratamento de águas residuais	-	0,06334	0,00160	n/e		

Tabela 1. Fatores de emissão empregados para o cálculo da Pegada de Carbono da cidade do Recife (Fonte: elaboração própria).

A network diagram background consisting of a blue field with a pattern of dark blue lines connecting circular nodes of varying sizes. The nodes are distributed across the entire page, creating a complex web-like structure.

RESULTADOS DA PEGADA DE CARBONO DO RECIFE

(2012-2015)

Resultados da Pegada de Carbono do Recife (2012-2015)

As emissões de GEE na cidade do Recife em 2015, como pode-se observar na **figura 1**, tiveram um aumento de 1% com respeito ao ano base (2012). Ainda que as emissões em termos absolutos nos anos 2013 e 2014 tenham aumentado, o indicador de emissões per capita no período 2012 – 2015 diminuiu até chegar a 1,80 ton CO₂e em 2015.

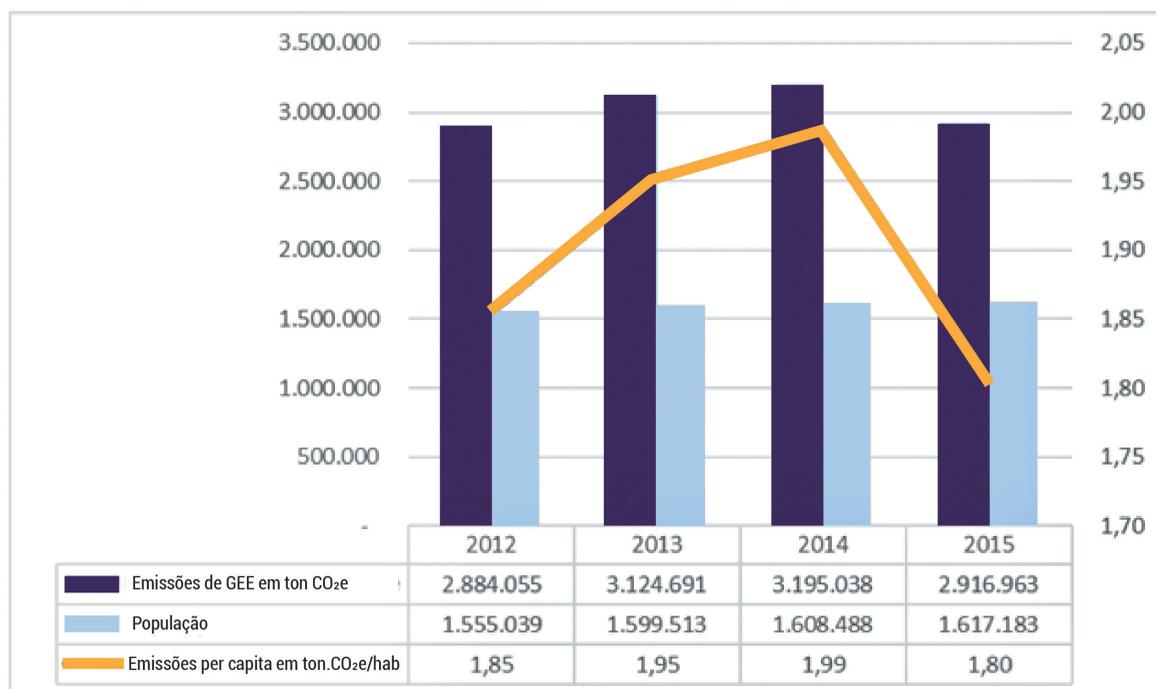


Figura 1. Emissões de GEE, população e emissões per capita no período 2012 – 2015 (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).

A variação das emissões por ano pode ser explicada a partir da análise dos dados de consumo e dos fatores de emissão empregados para cada uma das fontes. Mais adiante, os contextos e as variáveis que tiveram incidência nas emissões de GEE serão detalhados.

A **figura 2** apresenta um panorama das emissões correspondentes ao período analisado dividido por setor. Historicamente, pode-se observar que a maior parte da geração de emissões é resultante dos transportes. Em 2012, esse setor gerou 64% das emissões totais da cidade. Apesar de seu aporte ter diminuído nos anos seguintes, o setor ainda foi responsável por 55% do total das emissões do ano

de 2015. Já o setor de resíduos representa uma média de 19% das emissões no período estudado. O setor residencial aumentou sua representação nas emissões da cidade de 7% em 2012, para 10% em 2015. As emissões do setor comercial também cresceram em termos percentuais, aumentando de 5% em 2012, para 10% em 2015. No caso do setor industrial, as emissões foram reduzidas. Seu aporte de 6% em 2012, passou para 5% em 2015. Finalmente, com uma contribuição menor, as emissões fugitivas se mantiveram em torno de 0,8% em relação ao total durante o período analisado.

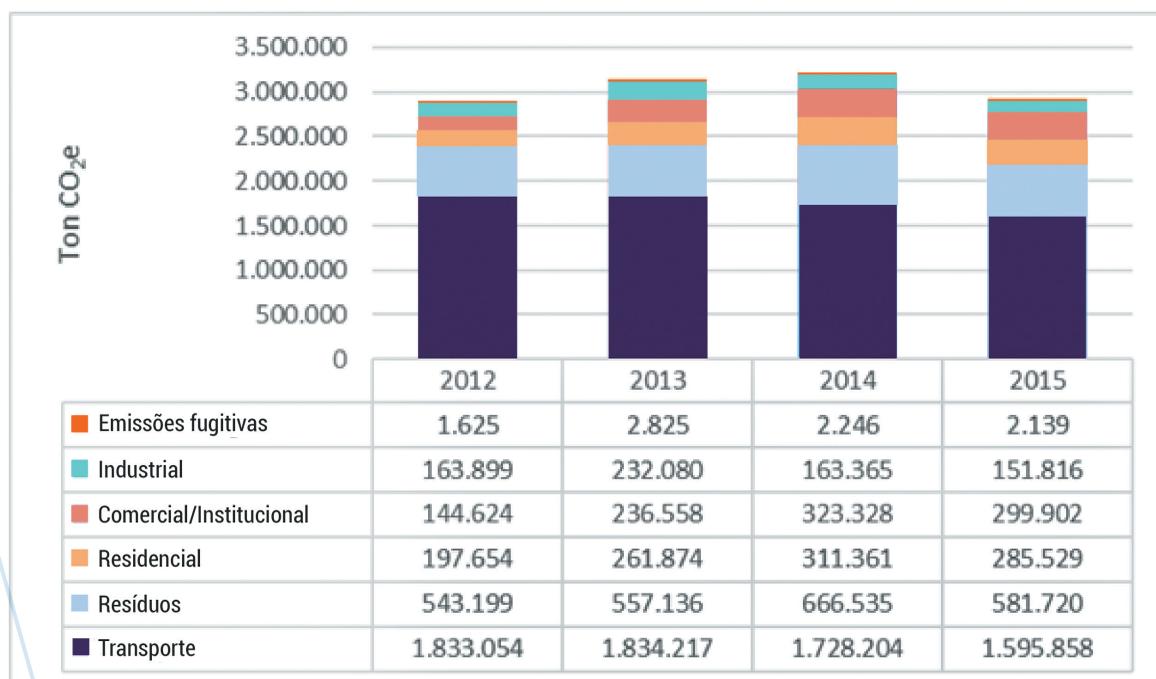


Figura 2. Emissões de GEE por setor no período 2012 – 2015 no Recife em toneladas de CO₂e (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).

Como visto na **figura 3** abaixo, o escopo 2 vem aumentando sua participação ao longo dos anos, tendo o ápice de sua elevação em 2014. A figura ainda mostra que em 2015 houve a diminuição das emissões desse escopo. Contudo, essa variação tem relação direta com o fator de emissão que se empregou, o qual está relacionado à porcentagem de energia no Sistema Interconectado do país que é gerado por fontes renováveis (energia a partir de hidrelétricas, sistemas eólicos, solares, etc.). As emissões dentro do escopo 1, ainda que apresentem um aumento em 2013, começaram a diminuir consideravelmente até 2015. Finalmente, as emissões de escopo 3 mantiveram-se quase constantes no período analisado, com um aumento pouco considerável na gestão de 2014.



Figura 3. Emissões de GEE por escopo no Recife no período de 2012 a 2015 (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).

Finalmente, as emissões por fonte de emissão são detalhadas na figura 4. Observa-se que as emissões pelo consumo de gasolina têm uma queda abrupta em 2015, depois de seguir uma tendência de aumento no período de 2012 a 2014. No caso do combustível de aviação, as emissões reduziram entre 2012 e 2014. Contudo, em 2015 elas crescem em relação ao ano anterior. Já as emissões por disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários aumentaram de maneira considerável em 2014. Os fatores que levaram a essa elevação ainda precisam ser estudados, de maneira que possam ser corretamente apontados. As emissões por consumo de diesel mostram uma queda importante no período em questão, as quais estão relacionadas diretamente à quantidade de combustível consumido. No caso da energia elétrica as emissões aumentaram de forma significativa até 2014 e voltaram a cair em 2015. Como mencionado anteriormente, estas emissões estão relacionadas estreitamente aos fatores de emissão que foram empregados para seu cálculo.

No caso das emissões por gás natural ressalta-se o fato de que em 2013 esta fonte de emissão teve um crescimento expressivo, principalmente devido ao aumento de seu consumo no setor industrial. No caso do GLP as emissões mantiveram-se relativamente constantes no período, apresentando um pequeno aumento nos anos de 2013 e 2014. Já as emissões geradas pelo tratamento de águas residuais, as quais são proporcionais ao volume de água tratada e à eficiência no sistema de tratamento, mantiveram-se praticamente constantes entre 2012 e 2013, e 2014 e 2015. Por sua vez, o consumo de etanol e, portanto, as emissões oriundas de sua queima, aumentaram na gestão 2015, apesar de que

seu aporte em relação ao total das emissões é bastante inferior.

As emissões por óleo combustível foram reduzidas de maneira significativa em 2014 e em 2015 não foram informados consumos deste tipo de combustível. No caso das emissões por incineração de resíduos, somente há informes do ano 2012. E, finalmente, as emissões por consumo de biodiesel mantiveram-se constantes no período de 2012 a 2015.

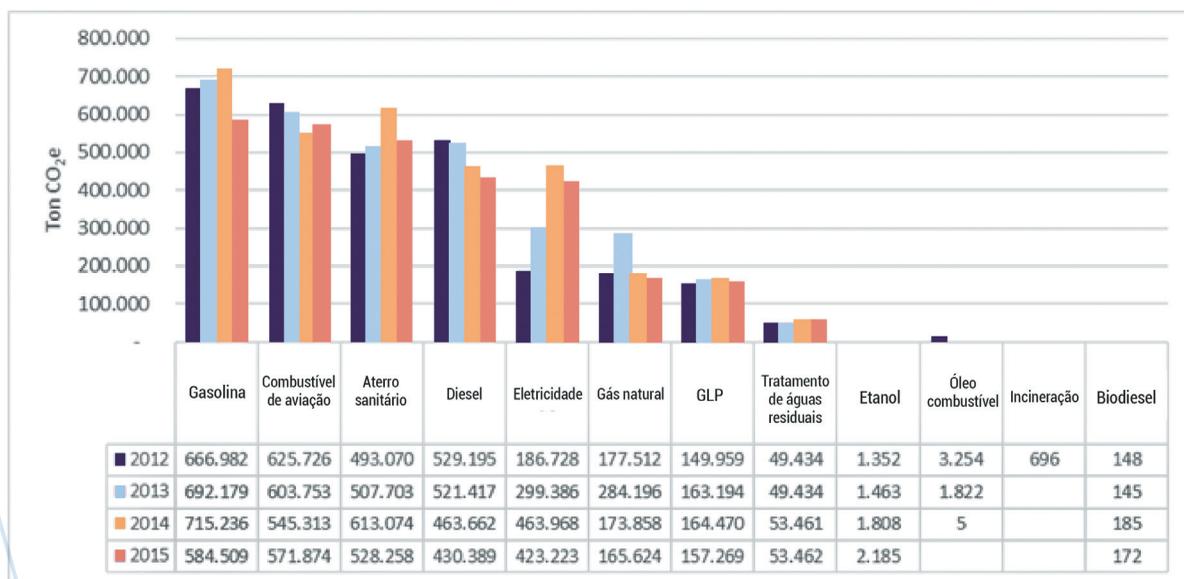


Figura 4. Emissões de GEE por fonte de emissão no Recife no período de 2012 a 2015 (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).

Análise das emissões de GEE por fonte de emissão

► Eletricidade

Como mencionado anteriormente, as emissões por consumo de energia elétrica dependem principalmente do fator de emissão, e não da quantidade de consumo, como pode ser evidenciado na figura 5. Os fatores de emissão empregados foram desenvolvidos pelo Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil e refletem a quantidade de emissões de CO₂e que são geradas por MWh de energia produzida com base nas fontes renováveis e a quantidade de energia gerada com base nos combustíveis fósseis no Sistema Interconectado do Brasil.

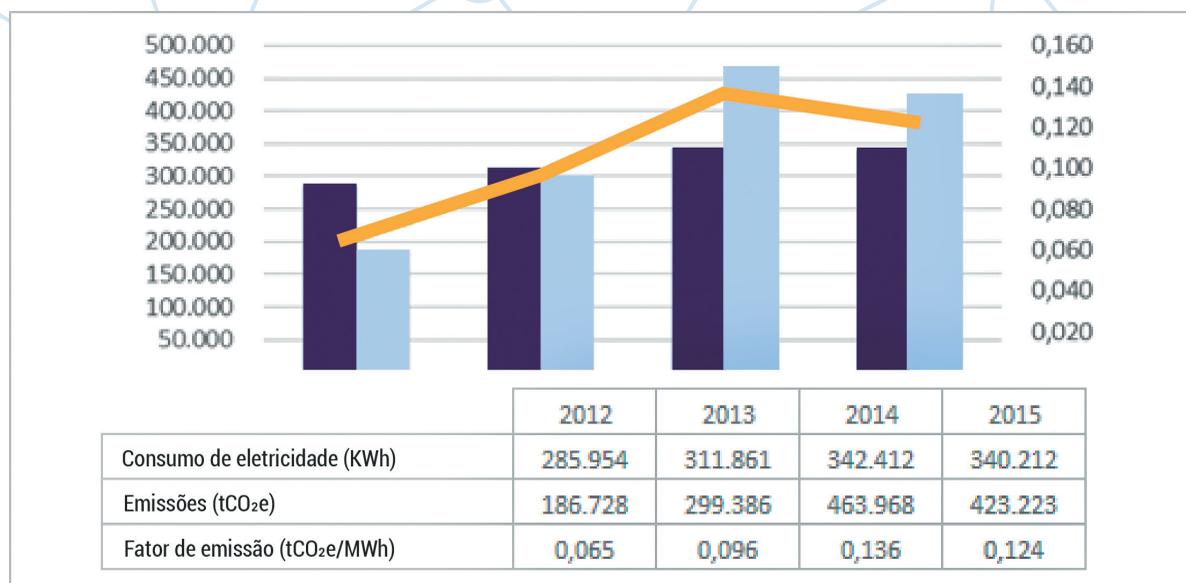


Figura 5. Consumo de eletricidade, emissões de GEE e fatores de emissão empregados (Fonte: Serviços Ambientais S.A.).

► Combustíveis fósseis em fontes estacionárias

As emissões por consumo de combustíveis fósseis em fontes estacionárias, mostradas na figura 6, são proporcionais à quantidade consumida informada pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), bem como pela Companhia Pernambucana de Gás (Copergás). Os fatores de emissão empregados foram os mesmos nos quatro anos de estudo, os quais foram obtidos pela base de dados do Programa Brasileiro GHG Protocol 2014 – “Ferramenta GHG Protocol_v2013.1”, desenvolvido pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da FGV/EAESP. 2013 é o ano em que foram geradas as maiores quantidades de emissão, principalmente pelo aumento do consumo de gás natural no setor industrial.

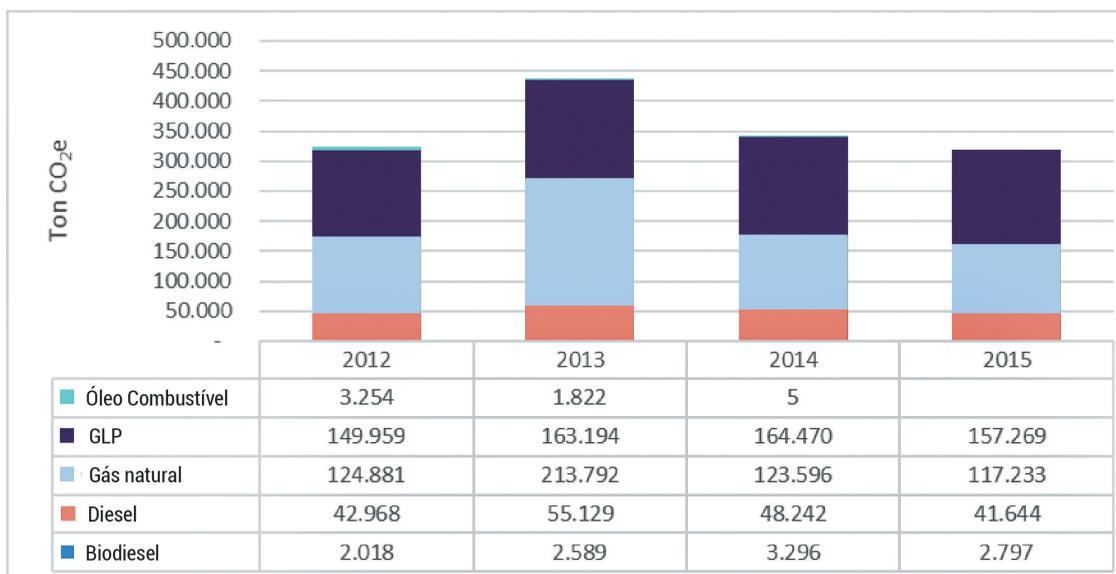


Figura 6. Emissões de GEE por combustíveis fósseis de forma estacionária em toneladas de CO₂e (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).

► Transporte

No setor de transporte terrestre, as emissões por consumo de combustíveis, principalmente de gasolina, diesel e gás natural, apresentam uma redução no período analisado. O contrário é visto para o uso de etanol e biodiesel, apesar de ser em menor escala (figura 7).

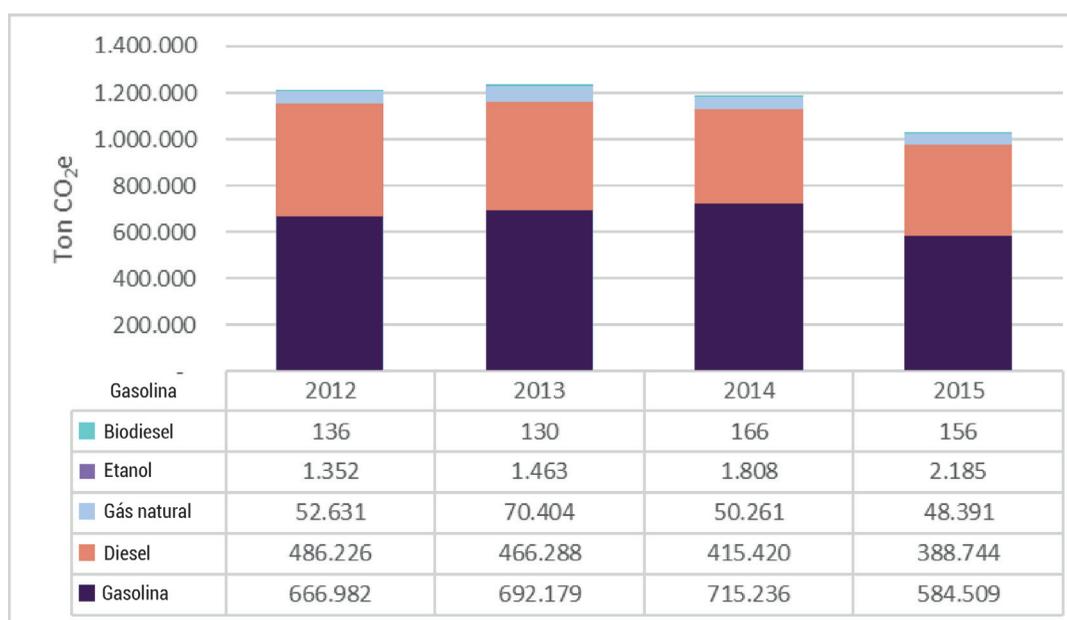


Figura 7. Emissões de GEE por combustíveis em fontes móveis terrestres por fonte de emissão em toneladas de CO₂e (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).

As emissões deste setor ocorrem unicamente em proporção ao volume de combustível consumido, já que os fatores de emissão empregados são os mesmos durante os 4 anos. A **figura 8** indica a substituição de combustíveis fósseis, como a gasolina e o diesel, por biocombustíveis, como o etanol e o biodiesel, sobre os volumes consumidos. Esta é a principal razão para a redução de emissões do setor na cidade do Recife.

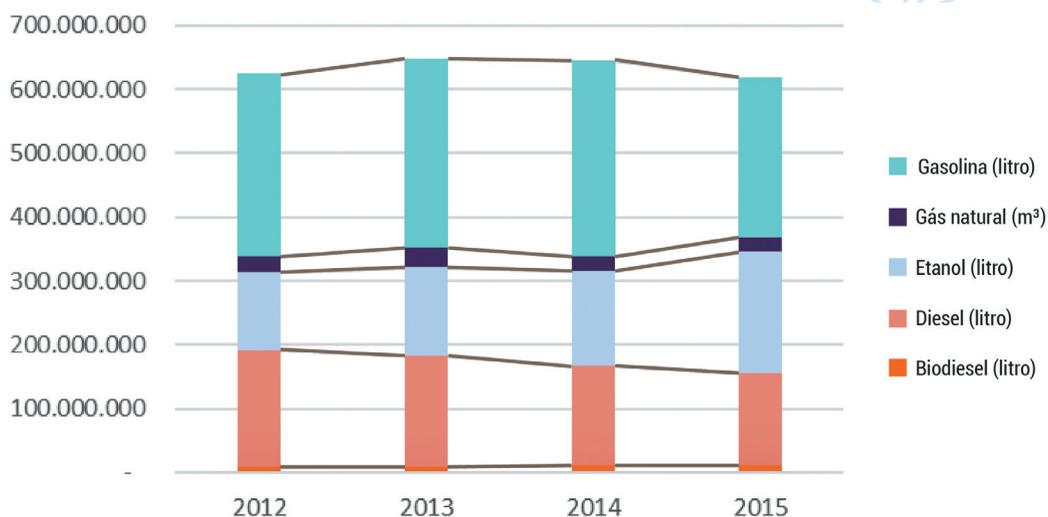


Figura 8. Consumo de combustíveis em transporte terrestre (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).

No caso das emissões por combustíveis em fontes móveis aéreas, o principal emissor é o uso de querosene de aviação. Suas emissões também são proporcionais ao volume de combustível consumido, o qual observou-se uma redução de 2012 a 2014. Em 2015, tanto o consumo, como as emissões, voltaram a aumentar. Contudo, seus valores ainda permaneceram abaixo do consumo das gestões de 2012 e 2013 (figura 9).

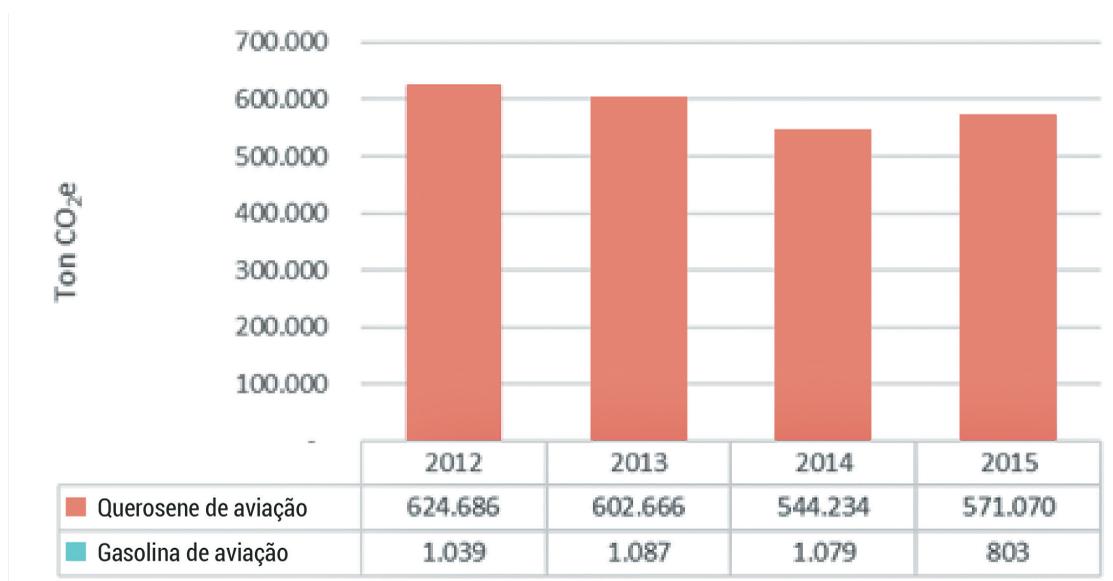


Figura 9. Emissões de GEE por combustíveis em fontes móveis aéreas por fonte de emissão em toneladas de CO₂e (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).

► Resíduos

As emissões por resíduos sólidos depositados em aterros sanitários no período de 2012 a 2015 mostram uma tendência de aumento proporcional à variação populacional, com exceção de 2014 (figura 10). Como já dito anteriormente, as razões para o crescimento desse tipo de emissão na cidade para o ano de 2014 precisam ser melhor investigadas para que um diagnóstico mais preciso seja obtido.

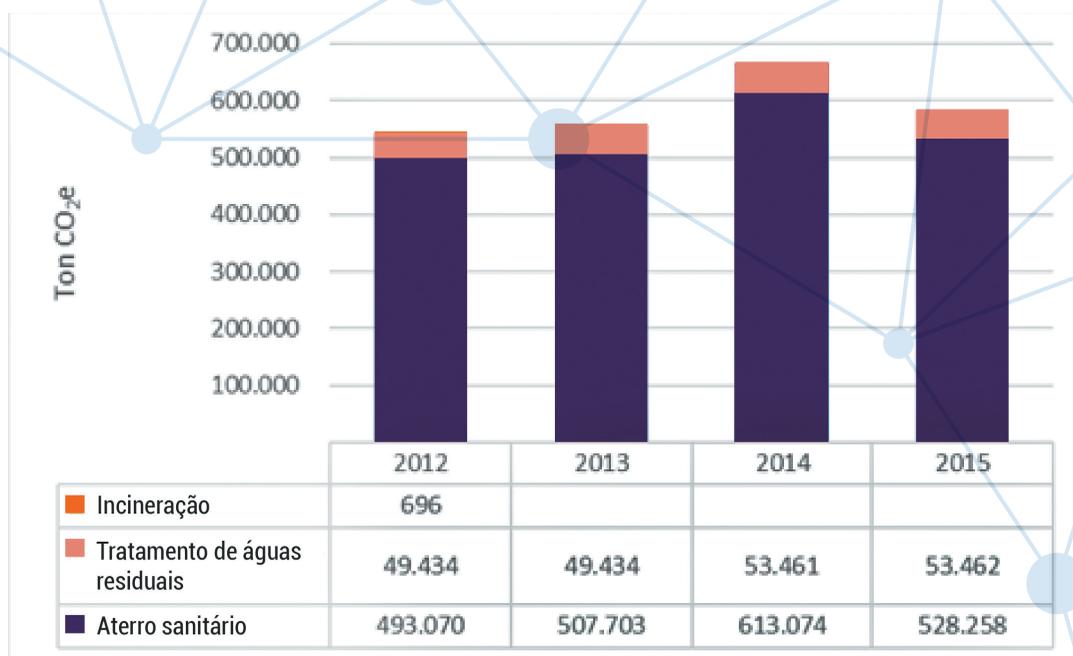


Figura 10. Emissões de GEE por resíduos por fonte de emissão em toneladas de CO₂e no período de 2012 a 2015 (Fonte: Servicios Ambientales S.A.).

As emissões geradas pelo tratamento de águas residuais apresentam um aumento menor de 2013 a 2014 e se mantiveram quase constantes em 2015. Estas emissões estão relacionadas ao volume de água residual que é tratada e ao nível de eficiência no tratamento em termos de DBO e DQO. Finalmente, insere-se nos dados as emissões por incineração de resíduos ocorridas somente até a gestão 2012. Em anos posteriores não foram informados dados sobre essa atividade, sendo seu quantitativo em 2012 insignificante.

Dados dos inventários anuais

► Inventário 2012

	Gasolina	Combustível de aviação	Diesel	Aterro sanitário	Eletricidade	Gás natural	GLP	Tratamento de águas residuais	Óleo Combustível	Etanol	Incineração	Biodiesel	Total
Transporte	666.982	625.726	486.226			52.631				1.352		136	1.833.054
Aéreo		625.726											625.726
Rodoviário	666.982		486.226			52.631				1.352		136	1.207.328
Energia estacionária			42.968		186.728	124.881	149.959		3.254			12	507.803
Comercial/Institucional			18.872		95.800	5.831	11.999		47			5	132.553
Industrial			12.029		14.594	116.096	17.970		3.208			3	163.899
Residencial					76.334	1.330	119.990						197.654
Atividade agrícolas, florestais e de pesca			-									-	-
Fontes não-especificadas			12.068									3	12.071
Emissões fugitivas						1.625							1.625
Resíduos				493.070				49.434			696		543.199
Incineração											696		696
Aterro sanitário				493.070									493.070
Tratamento de águas residuais								49.434					49.434
Total	666.982	625.726	529.195	493.070	186.728	177.512	149.959	49.434	3.254	1.352	696	148	2.884.055

Tabela 2. Inventário de emissões 2012 – Recife em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria com base no relatório do 1º Inventário de Emissões de GEE da cidade do Recife).

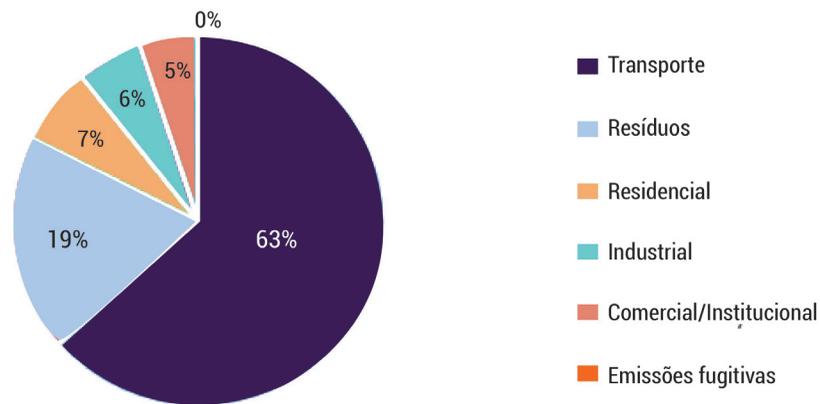


Figura 11. Emissões por setor em porcentagem – Inventário Recife 2012 em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria com base no relatório do 1º Inventário de Emissões de GEE da cidade do Recife).

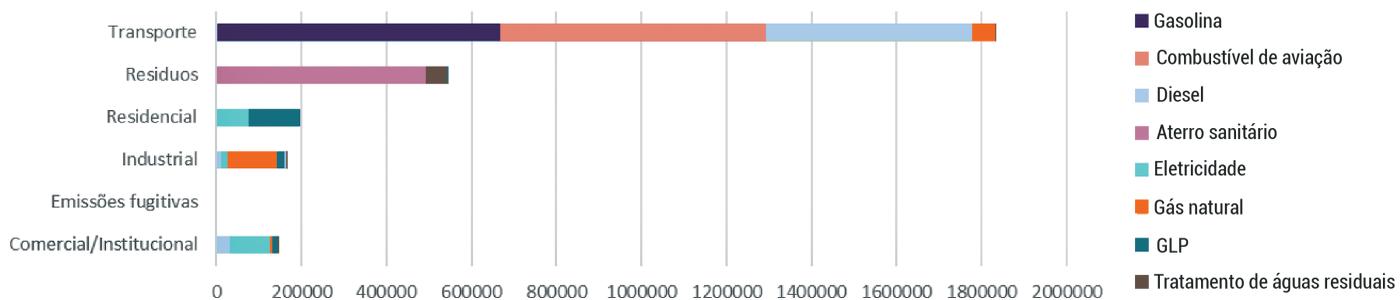


Figura 12. Emissões por setor e por fonte – Inventário Recife 2012 em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria com base no relatório do 1º Inventário de Emissões de GEE da cidade do Recife).

► Inventário 2013

	Gasolina	Combustível de aviação	Diesel	Aterro sanitário	Eletricidade	Gás natural	GLP	Tratamento de águas residuais	Óleo Combustível	Etanol	Biodiesel	Total
Transporte	692.179	603.753	466.288			70.404				1.463	130	1.834.217
Aéreo		603.753										603.753
Rodoviário	692.179		466.288			70.404				1.463	130	1.230.464
Energia estacionária			55.129		299.386	213.792	163.194		1.822		15	733.337
Comercial/Institucional			26.171		174.061	-	24.486				7	224.725
Industrial			17.128		22	209.182	3.922		1.822		5	232.080
Residencial					125.303	1.785	134.786					261.874
Atividade agrícolas, florestais e de pesca			-								-	-
Fontes não-especificadas			11.830								3	11.833
Emissões fugitivas						2.825						2.825
Resíduos				507.703				49.434				557.136
Aterro sanitário				507.703								507.703
Tratamento de águas residuais								49.434				49.434
Total	692.179	603.753	521.417	507.703	299.386	284.196	163.194	49.434	1.822	1.463	145	3.124.691

Tabela 3. Inventário de emissões 2013 Recife em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria).

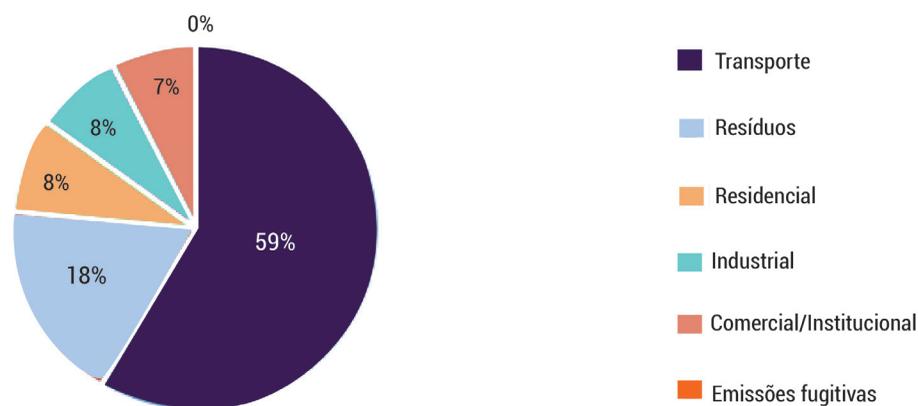


Figura 13. Emissões por setor em porcentagem – Inventário Recife 2013 em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria).

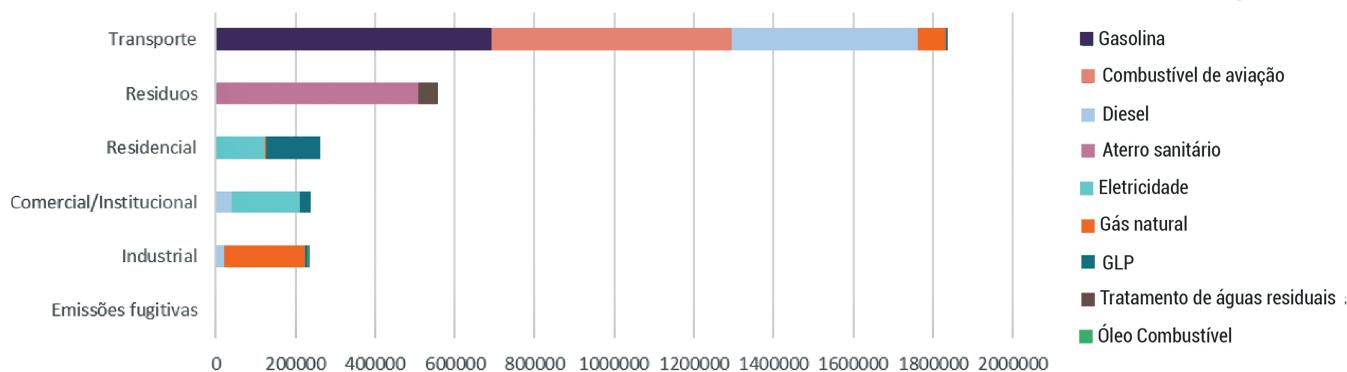


Figura 14. Emissões por setor e por fonte – Inventário Recife 2013 em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria).

► Inventário 2014

	Gasolina	Aterro sanitário	Combustível de aviação	Eletricidade	Diesel	Gás natural	GLP	Tratamento de águas residuais	Etanol	Biodiesel	Óleo Combustível	Total
Transporte	715.236		545.313		415.420	50.261			1.808	166		1.728.204
Aéreo			545.313									545.313
Rodoviário	715.236				415.420	50.261			1.808	166		1.182.891
Energia estacionária				463.968	48.242	123.596	164.470			19	5	800.300
Comercial/Institucional				256.126	22.558	7.309	26.681			9		312.683
Industrial				30.826	14.207	111.830	5.655			6	5	162.528
Residencial				177.016		2.212	132.134					311.361
Atividade agrícolas, florestais e de pesca					837					0		837
Fontes não-especificadas					10.640					4		10.645
Emissões fugitivas						2.246						2.246
Resíduos		613.074						53.461				666.535
Aterro sanitário		613.074										613.074
Tratamento de águas residuais								53.461				53.461
Total	715.236	613.074	545.313	463.968	463.662	173.858	164.470	53.461	1.808	185	5	3.195.038

Tabela 4. Inventário de emissões 2014 Recife em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria).

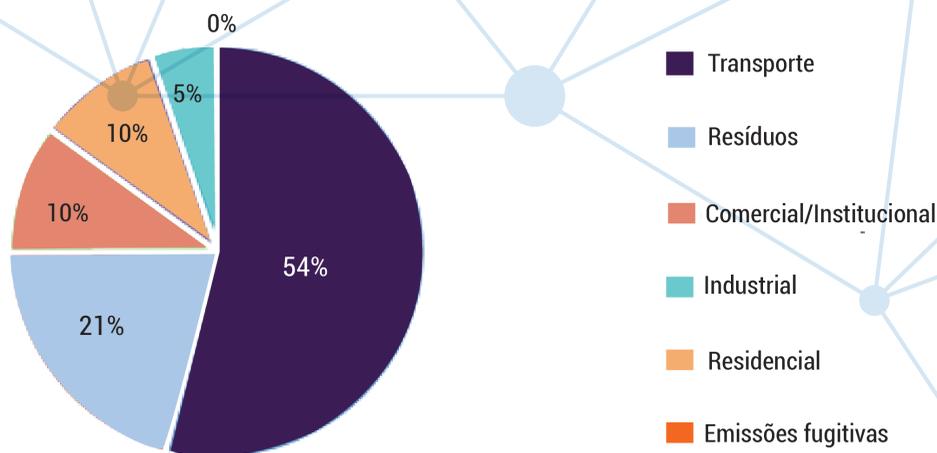


Figura 15. Emissões por setor em porcentagem – Inventário Recife 2014 em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria).

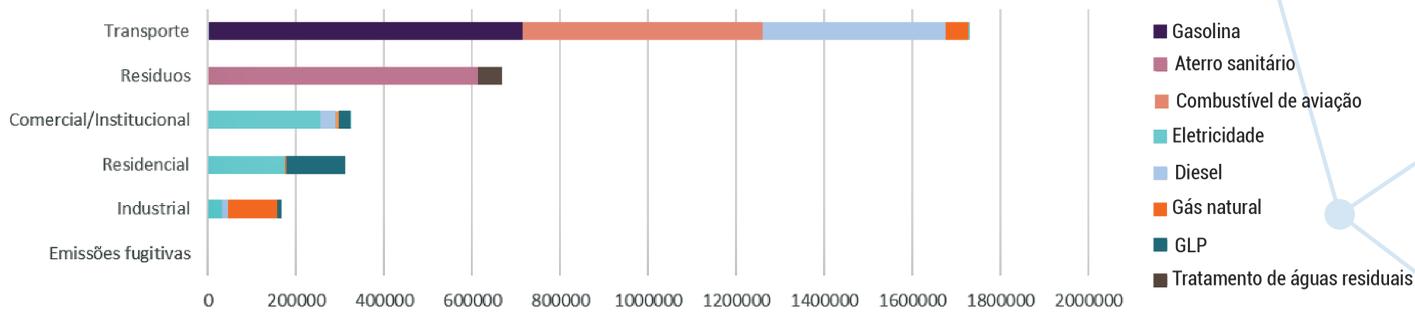


Figura 16. Emissões por setor e por fonte – Inventário Recife 2014 em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria).

► Inventário 2015

	Gasolina	Combustível de aviação	Aterro sanitário	Diesel	Eletricidade	Gás natural	GLP	Tratamento de águas residuais	Etanol	Biodiesel	Total
Transporte	584.509	571.874		388.744		48.391			2.185	156	1.595.858
Aéreo		571.874									571.874
Rodoviário	584.509			388.744		48.391			2.185	156	1.023.984
Energia estacionária				41.644	423.223	117.233	157.269			16	739.386
Comercial/Institucional				17.175	240.712	6.581	25.192			7	289.667
Industrial				13.352	24.420	105.753	7.399			5	150.929
Residencial					158.091	2.760	124.677				285.529
Atividade agrícolas, florestais e de pesca				886						0	887
Fontes não-especificadas				10.231						4	10.235
Emissões fugitivas						2.139					2.139
Resíduos			528.258					53.462			581.720
Aterro sanitário			528.258								528.258
Tratamento de águas residuais								53.462			53.462
Total	584.509	571.874	528.258	430.389	423.223	165.624	157.269	53.462	2.185	172	2.916.963

Tabela 5. Inventário de emissões 2015 Recife em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria).

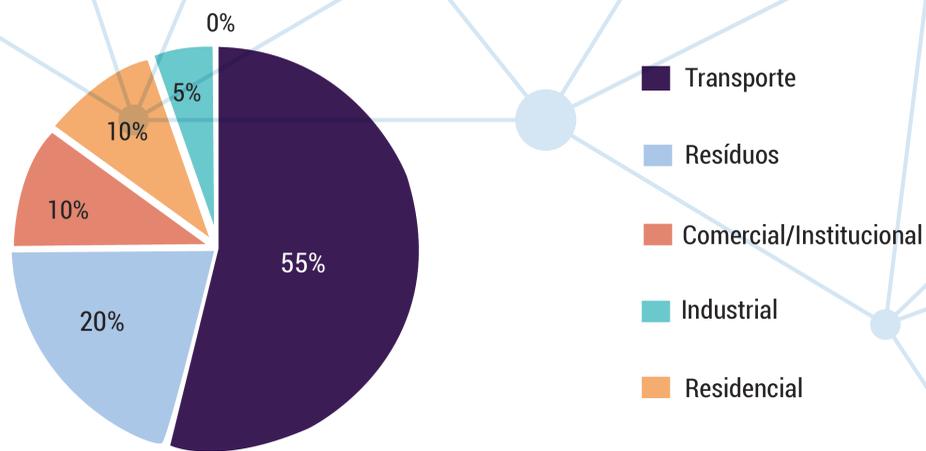


Figura 17. Emissões por setor em porcentagem – Inventário Recife 2015 em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria).

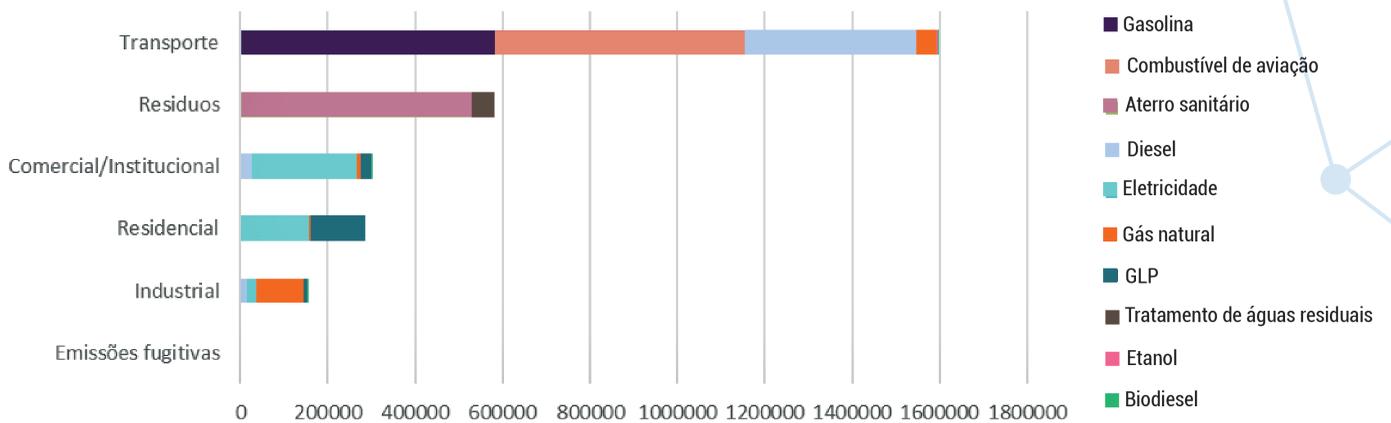
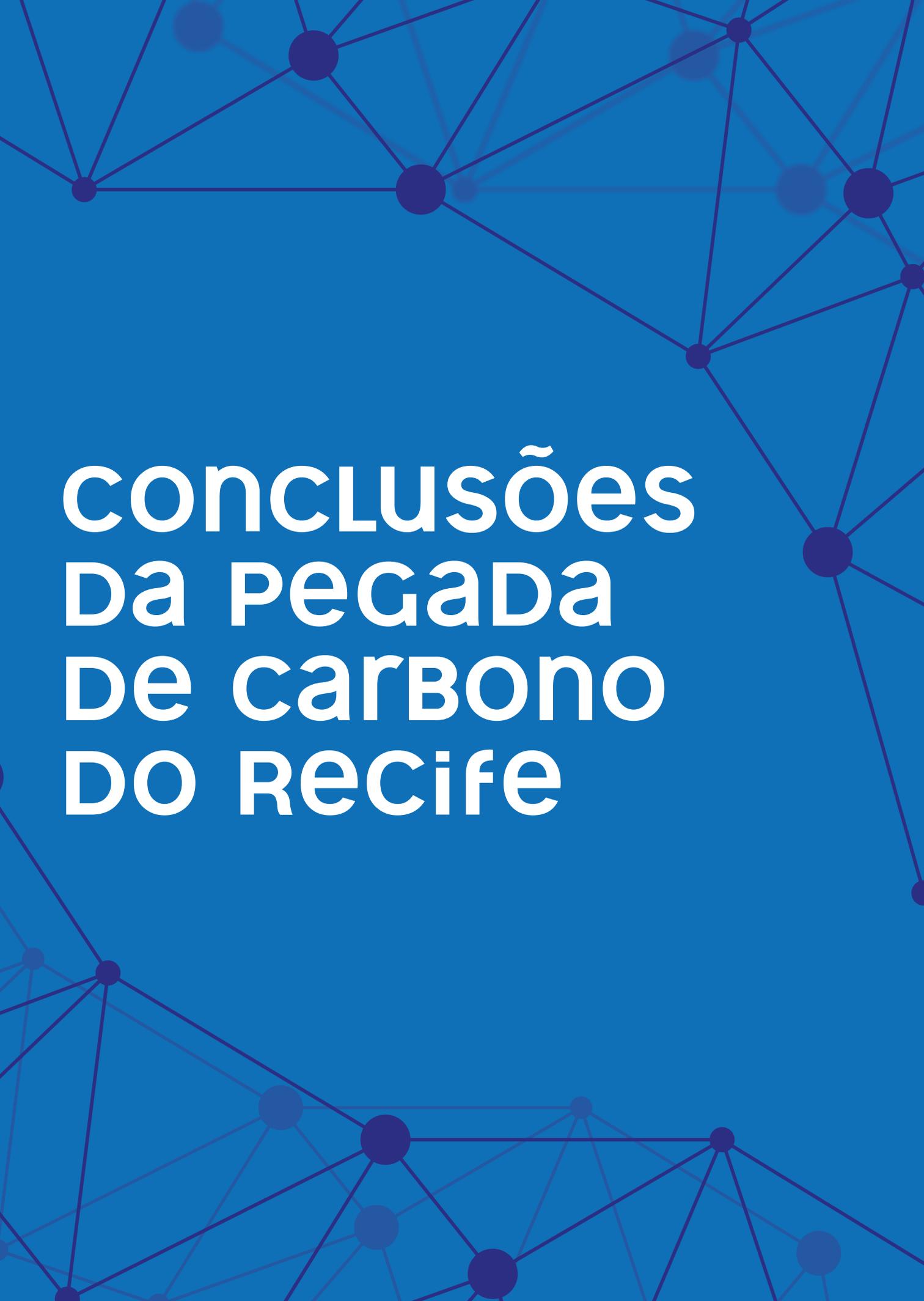


Figura 18. Emissões por setor e por fonte – Inventário Recife 2015 em ton CO₂e (Fonte: elaboração própria).

A network diagram with dark blue nodes and lines on a blue background, forming a complex web of connections.

conclusões Da Pegada De carbono DO Recife

Conclusões da Pegada de Carbono do Recife

A análise comparativa das emissões no período de 2012 a 2015 mostram uma tendência positiva em relação aos esforços para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa na cidade do Recife. Ainda que as emissões tenham subido de maneira proporcional ao crescimento populacional até 2014, o ano de 2015 apresentou uma queda das emissões totais, ficando abaixo dos níveis registrados em 2013. Segundo a análise por fonte de emissão, essa diminuição pode ser explicada, principalmente, pela redução do consumo de combustíveis fósseis (gasolina, diesel e gás natural) no setor de transporte terrestre, apontando uma aparente substituição por biocombustíveis, principalmente por etanol. O consumo desse biocombustível aumentou de 122 milhões de litros comercializados em 2012, para 190 milhões de litros em 2015. Por sua vez, o consumo de gasolina apresentou uma queda significativa nos anos finais dessa análise. Entre 2014 e 2015, o consumo caiu de 306 milhões de litros para 250 milhões de litros desse combustível. Essa redução no consumo representou um impacto importante na redução da Pegada de Carbono da cidade do Recife em 2015, considerando que o setor de transporte contribui aproximadamente com 55% das emissões totais.

Outro aspecto a ser destacado na análise comparativa é a importância do fator de emissão por consumo de energia elétrica nas emissões totais da cidade. Tal fator reflete diretamente na porcentagem de consumo de combustíveis fósseis e uso de energias renováveis para a geração de eletricidade no Sistema Interconectado Nacional ao qual Recife está conectada. As emissões por este consumo não têm relação com o nível de consumo em kWh, o qual teve um aumento proporcional ao crescimento populacional da cidade. Finalmente, ressalta-se o aumento das emissões pela disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários em 2014. Nesse ano, as emissões por resíduos aumentaram 8% em relação às emissões de 2013.

As emissões per capita do Recife foram reduzidas de 1,85 ton CO₂e em 2012 a 1,80 ton CO₂e em 2015, situando a cidade abaixo de todas as avaliadas no Projeto Pegada de Cidades, em relação a esse indicador.

A network diagram with dark blue nodes and lines on a medium blue background, forming a complex web of connections.

pegada Hídrica Da cidade DO Recife

(2015)

Metodologia

O conceito e a metodologia para a quantificação da Pegada Hídrica (PH) foram desenvolvidos pelo Dr. Arjen Hoekstra (2003) e difundidos através da *Water Footprint Network (WFN)*, rede holandesa que agrupa organizações internacionais vinculadas a temas de água e saneamento desde 2008.

A PH pode ser entendida como um indicador que reflete o uso, consumo e contaminação da água de forma direta e indireta por um indivíduo, empresa ou comunidade. Ela pode ser descrita como o volume total de água doce que é consumido e gasto na produção de bens e serviços. Com isso, a Pegada Hídrica permite analisar as implicações ambientais, sociais e econômicas do uso da água em diferentes âmbitos geográficos.

A avaliação da PH é um processo de quatro fases que descrevem a sucessão de passos para o cálculo, a análise de sustentabilidade e a avaliação de possíveis estratégias para sua redução (figura 19).

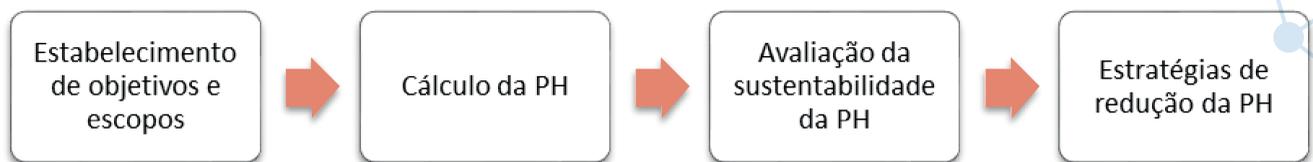


Figura 19. Fases da avaliação da Pegada Hídrica (Fonte: Water Footprint Network, 2010)

Ainda, a metodologia distingue três tipos de Pegadas: Pegada Hídrica Azul, Pegada Hídrica Cinza e Pegada Hídrica Verde. A **figura 20** logo abaixo representa esquematicamente os componentes da PH. Em seguida, são apresentadas as definições de cada tipo de pegada com base no Manual de Avaliação da Pegada Hídrica da WFN.

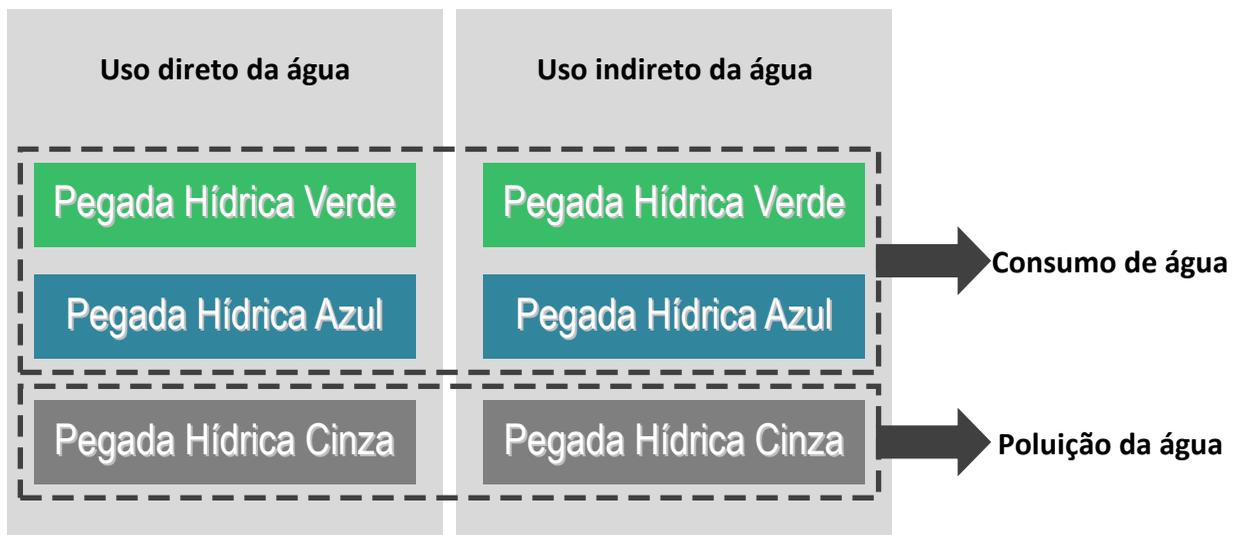


Figura 20. Tipos e dimensões da Pegada Hídrica (Fonte: Water Footprint Network, 2010 - adaptado).

► **PH Azul:** é um indicador de consumo de água doce de superfície (rios, lagos e reservatórios) ou subterrânea (lençóis freáticos). Ele é medido pela quantidade de água que se perde ou que não está mais disponível na bacia ¹⁰.

► **PH Verde:** representa o consumo de água proveniente de chuvas, sendo particularmente relevante na produção de alimentos.

► **PH Cinza:** refere-se ao volume de água necessária para diluir os contaminantes presentes em um efluente até o ponto em que a qualidade ambiental da água atinja níveis aceitáveis, de acordo com as definições das normas de qualidade estabelecidas.

► **OBS:** PH indireta é o volume de água que é usado, consumido e/ou contaminado durante a produção de produtos, materiais e serviços. Essa Pegada é calculada multiplicando-se a quantidade de produtos consumidos por suas respectivas Pegadas Hídricas.

Nesse documento serão avaliadas principalmente as PH Azul e Cinza de cada setor. A PH indireta será quantificada como um indicador demonstrativo, somente com fins informativos, no setor residencial. Já a PH Verde será calculada somente para as plantações de pasto, árvores e arbustos em áreas verdes da cidade.

¹⁰ Por exemplo, no setor industrial, a água que é consumida na fabricação de um produto é contabilizada como PH Azul. No caso do setor residencial e comercial, dada a dificuldade de medir esse volume, a metodologia sugere que seja considerado 10% do consumo da água faturada nesses setores para o cálculo de sua Pegada Azul.

► Exclusão de tipos e dimensões da Pegada Hídrica

Foi excluída da análise a PH indireta por consumo de materiais e produtos importados, já que as opções de redução de PH por consumo destes recursos são limitadas. Somente com fins demonstrativos, foi analisada a PH indireta a partir da cesta básica da população no Recife¹¹. Para isso, foram empregadas as equivalências de PH calculadas pela WFN.

► Mecanismos de quantificação da Pegada Hídrica

Abaixo estão apresentadas as fórmulas aplicadas para a quantificação de cada uma das Pegadas, conforme os padrões globais descritos no Manual de Avaliação da Pegada Hídrica (WFN, 2010):

$$(1) PH_{Total} = PH_{Azul} (2) + PH_{Cinza} (3) + PH_{Verde} (4) + PH_{Indireta} (5)$$

$$(2) PH_{Azul} = Evaporação + Incorporação + Fluxo de Retorno de Água Perdida$$

$$(3) PH_{Cinza} = ((Efl * Conc_{efl}) - (Afl * Conc_{afl})) / (Conc_{max} - Conc_{nat})$$

$$(4) PH_{Verde} = ET + Inc$$

Onde:

Afl: Afluente

Max: Máxima

PHProd: Pegada Hídrica equivalente do produto

Efl: Efluente

Nat: Natural

ET: evapotranspiração

Conc: Concentração

Cp: Quantidade de produtos

Inc: incorporação de água em uma planta.

¹¹ Segundo: World Health Organization, GEMS/Food Cluster Diet, 2013

► Fontes de informação e instrumentos empregados para o levantamento dos dados

Nesta seção foram resumidos os dados e fontes de informações utilizadas na avaliação da PH por tipo de Pegada: Direta (Azul, Cinza e Verde) e Indireta, e por setor.

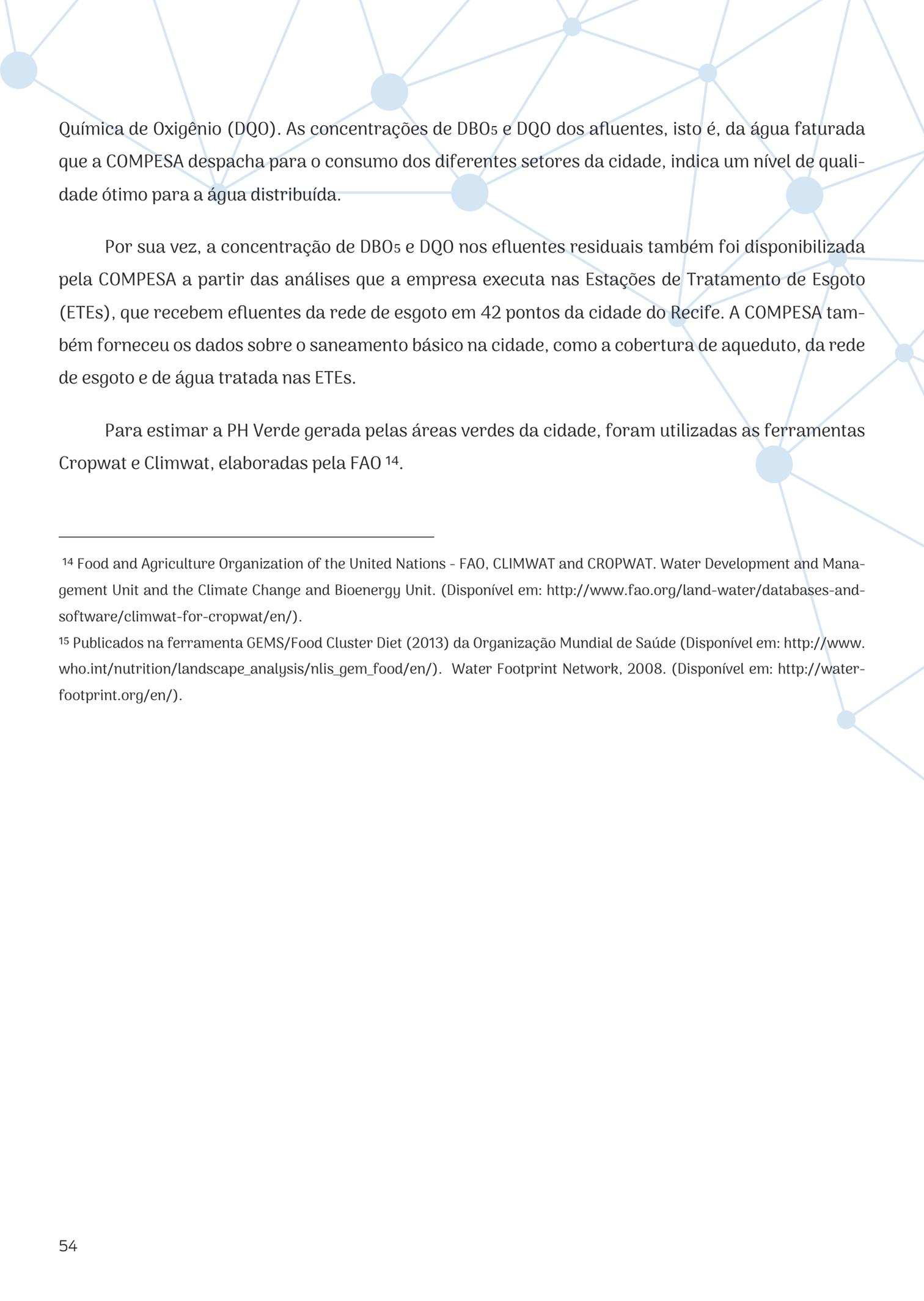
No caso da Pegada Hídrica, a metodologia do *Water Footprint Assessment Manual* não é prescritiva quanto aos setores que devem ser incluídos na avaliação da pegada de uma cidade. De fato, junto com a experiência do Projeto nas duas fases anteriores de avaliação, o cálculo da Pegada Hídrica ao nível de cidade é bastante novo. Até a presente data existiam apenas medições prévias a nível de país, de bacia e de indústria, mas não em um âmbito municipal, o que supõe um marco para a metodologia. Nesse contexto, os setores avaliados foram selecionados seguindo a informação de faturamento de água na cidade do Recife pela empresa prestadora de serviço de água potável e rede de esgoto, a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Estes são: residencial, comercial, industrial, público e serviços municipais.

O volume de efluentes residuais foi estimado de acordo com o setor avaliado. No caso do setor residencial foi utilizado 10% de PH Azul estabelecida para atividades domésticas, segundo estudos da FAO e WFN. Para o setor comercial foi utilizado o número de cidadãos recifenses com carteira assinada empregados no ano de 2015, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em relação ao setor público, foi calculado o consumo de água por funcionário através de pesquisas e comparação de dados estatísticos levantados pela equipe do Projeto Pegadas de Cidades nas demais cidades da Latino-americanas participantes¹². Finalmente, para o setor industrial foi utilizada a porcentagem de água incorporada nos produtos, dado padrão estabelecido para a avaliação do Projeto Pegada de Cidades¹³.

A PH Cinza foi medida de acordo com os parâmetros de qualidade do afluente e efluente, representados pelos indicadores da Demanda Bioquímica de Oxigênio em cinco dias (DBO₅) e da Demanda

¹² Foram aplicadas pesquisas a funcionários do nível central de 10 cidades na América Latina no âmbito do Projeto Pegada de Cidades.

¹³ Estabeleceu-se que existe uma média de 30% de incorporação em produtos de indústrias. Dados de referência estabelecidos em avaliações da análise de 229 indústrias de La Paz, Lima, Quito e Cali com valores que oscilam no intervalo de 20 a 40% (Fonte: Projeto Pegada de Cidades).



Química de Oxigênio (DQO). As concentrações de DBO₅ e DQO dos afluentes, isto é, da água faturada que a COMPESA despacha para o consumo dos diferentes setores da cidade, indica um nível de qualidade ótimo para a água distribuída.

Por sua vez, a concentração de DBO₅ e DQO nos efluentes residuais também foi disponibilizada pela COMPESA a partir das análises que a empresa executa nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), que recebem efluentes da rede de esgoto em 42 pontos da cidade do Recife. A COMPESA também forneceu os dados sobre o saneamento básico na cidade, como a cobertura de aqueduto, da rede de esgoto e de água tratada nas ETEs.

Para estimar a PH Verde gerada pelas áreas verdes da cidade, foram utilizadas as ferramentas Cropwat e Climwat, elaboradas pela FAO ¹⁴.

¹⁴ Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, CLIMWAT and CROPWAT. Water Development and Management Unit and the Climate Change and Bioenergy Unit. (Disponível em: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/climwat-for-cropwat/en/>).

¹⁵ Publicados na ferramenta GEMS/Food Cluster Diet (2013) da Organização Mundial de Saúde (Disponível em: http://www.who.int/nutrition/landscape_analysis/nlis_gem_food/en/). Water Footprint Network, 2008. (Disponível em: <http://water-footprint.org/en/>).

Dados de atividade	Fonte
Número de habitantes no setor urbano do Recife e distribuição territorial.	IBGE (2015) - Informação publicada no site do Instituto.
Número de funcionários no setor comercial da cidade.	IBGE - estatísticas do setor comercial para a gestão 2015. Informação publicada no site do Instituto.
Superfície de áreas verdes e tipo de vegetação da cidade.	Dados disponibilizados pela Prefeitura de Recife por meio da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente - SDSMA.
Consumo de água faturada por setor da cidade.	Faturas de serviços públicos entregues pela COMESA referentes ao ano de 2015.
Volume de PH Azul em atividades domésticas.	<i>Water Footprint Network (2005). Report 50 National Water Footprints Vol 2.</i> Disponível no site da Instituição.
Consumo de água do setor público.	Pesquisa aplicada a funcionários do Governo Municipal pela SASA, avaliada no âmbito do Projeto Pegada de Cidades.
Incorporação de água na produção do setor industrial.	Balancos hídricos no setor industrial de La Paz, Quito e Lima - Servicios Ambientales S.A. ¹⁶
Incorporação de água em plantações das áreas verdes da cidade.	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO). Cálculos através dos programas CLIMWAT e CROPWAT disponíveis no site da Instituição ¹⁷ .

Quadro 2. Fontes de informações utilizadas na avaliação da Pegada Hídrica do Recife (Fonte: elaboração própria).

¹⁶ No caso do setor industrial, onde a PH Azul geralmente é superior a 10%, a metodologia sugere usar balanços de água para identificar o volume de água que é perdida. Contudo, na maioria das cidades em que o estudo da Pegada de Cidades foi aplicada não foi possível encontrar esta informação (exceto para La Paz, Lima e Quito). Nesse sentido, em um primeiro

¹⁷ No caso do setor industrial, onde a PH Azul geralmente é superior a 10%, a metodologia sugere usar balanços de água para identificar o volume de água que é perdida. Contudo, na maioria das cidades em que o estudo da Pegada de Cidades foi aplicada não foi possível encontrar esta informação (exceto para La Paz, Lima e Quito). Nesse sentido, em um primeiro momento, realizou-se uma estimativa com base nas médias das perdas nessas cidades, e o volume foi relacionado de acordo com a porcentagem de água consumida no setor industrial do Recife. Tendo em vista esse cenário, faz-se necessária uma avaliação futura mais consistente da Pegada Hídrica do setor industrial da cidade do Recife.

As informações primárias do produto do balanço hídrico realizado para o cálculo da PH da cidade do Recife encontram-se resumidas na **tabela 6** abaixo:

Setor	Volume de água faturad - afluente (m ³)	Volume de água do efluente (m ³)
Residencial	63.643.052	56.362.287
Comercial	7.897.877	7.418.027
Industrial	734.093	462.479
Público e Serviços Municipais	3.521.014	2.729.794

Tabela 6. Resumo dos dados dos volumes de água utilizados no cálculo da Pegada Hídrica do Recife (Fonte: elaboração própria).

Por fim, cabe mencionar que para determinar os níveis de qualidade da água para o cálculo da PH Cinza foi utilizada como base a Resolução CONAMA Nº 20/1986. Esse instrumento estabelece os parâmetros e os valores limites permitidos nos despejos pontuais a corpos de água superficiais e às redes de esgoto. O resumo dessas informações, juntamente com as concentrações de DBO₅ e DQO em afluentes e efluentes empregados podem ser visualizados na **tabela 7** a seguir.

Parâmetros de qualidade	Setor Residencial (mg/L)	Setor Comercial (mg/L)	Setor Industrial (mg/L)	Setor Público e Serviços Municipais (mg/L)
Qualidade Máxima Permitida - DBO5	10	10	10	10
Qualidade Máxima Permitida - DQO	16,67	16,67	16,67	16,67
Qualidade Natural - DBO5	2	2	2	2
Qualidade Natural - DQO	4	4	4	4
Qualidade do Afluente - DBO5	2	2	2	2
Qualidade do Afluente - DQO	3,33	3,33	3,33	3,33
Qualidade do Efluente na entrada das ETE - DBO5	323,3	323,3	1389,00	323,3
Qualidade do Efluente na entrada das ETE - DQO	422,4	422,4	2020,08	422,4
Qualidade do Efluente na saída das ETE - DBO5	81,73	81,73	536,67	81,73
Qualidade do Efluente na saída das ETE - DQO	130,28	130,28	659,42	130,28

Tabela 7. Resumo de parâmetros de qualidade utilizados no cálculo da PH Cinza (Fonte: elaboração própria com base na Resolução CONAMA nº 20/1986).

► Qualidade dos dados

A avaliação sobre a qualidade dos dados das atividades e das variáveis utilizadas na Pegada Hídrica do Recife foi realizada seguindo uma escala de três categorias: alta, média e baixa (Quadro 3).

Qualidade de dados	Dados de atividade	Variáveis
Alta	Dados de atividade detalhados e com respaldos verificáveis.	Específicos/locais
Média	Dados de atividade estimados utilizando supostos respaldados.	Gerais
Baixa	Dados de atividade com um alto grau de incerteza.	Padrão

Quadro 3. Parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade dos dados obtidos (Fonte: elaboração própria com base no Global Protocol for Community-Scale GHG Emission Inventories).

O quadro 4 abaixo mostra o resultado dessa avaliação.

Tipo	Alta	Média	Baixa	Fonte
Dados do Balanço Hídrico				
Volume de água faturada (afluente)	X			Dados de consumo de água em m ³ disponibilizado pela COMPESA para o ano de 2015.
Volume de água do efluente			X	Estimativa em função dos usos e consumos de água em cada setor da cidade proporcionados por: - Setor residencial – WFN e FAO - Setor comercial – Estimativa com o número de pessoas empregadas na cidade do Recife em 2015 de acordo com o IBGE. - Setor industrial – Pegada de Cidades - Setor público e serviços municipais – FAO, 2005 e PH Institucional média de Governos Municipais da região.
Dados de qualidade de água				
Qualidade Máxima Permitida DBO ₅	X			Limites de qualidade estabelecidos pelo CONAMA mediante a Resolução nº20 de 1986.
Qualidade Máxima Permitida DQO	X			
Qualidade Natural DBO ₅	X			Dados de qualidade de água natural padronizados a partir de estudos de bacias da região
Qualidade Natural DQO	X			
Qualidade do Afluente DBO ₅		X		Valores de referência informados pela COMPESA.
Qualidade do Afluente DQO		X		
Qualidade do Efluente DBO ₅	X			Dados de qualidade de água dentro do estabelecido pelo CONAMA mediante a resolução nº 20 de 1986.
Qualidade do Efluente DQO	X			
Pegada Hídrica Indireta				
PH equivalente da cesta básica			X	Dados de PH equivalente por produto da cesta básica estabelecidos no estudo: <i>Value of water research report series no. 47. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products (WFN, 2010).</i>

Quadro 4. Avaliação da qualidade dos dados (Fonte: elaboração própria).

Resultados da Pegada Hídrica do Recife (2015)

► Pegada Hídrica Total

O resultado da avaliação da PH Direta da cidade do Recife para o ano de 2015 foi de 1.792.925.112 m³. A **figura 21** mostra o desmembramento desse resultado. Nela, pode ser observado que a PH Cinza tem a maior participação na PH da cidade, participando com 99,4% do total. O elevado índice da PH Cinza pode ser explicado em duas frentes: sendo a primeira pela falta de rede de esgoto disponível para a população, bem como pela ocorrência de despejo direto de efluentes nos rios da cidade (85,3%), e a segunda pelo não cumprimento das normas do CONAMA por parte dos efluentes que chegam às ETEs (14,1%). Essa composição mostra que existe uma excessiva carga de contaminantes nos cursos de água que atravessa o Recife. Por sua vez, as PH Azul (0,54%) e Verde (0,04%) possuem pouca relevância quando confrontadas com a PH Cinza.

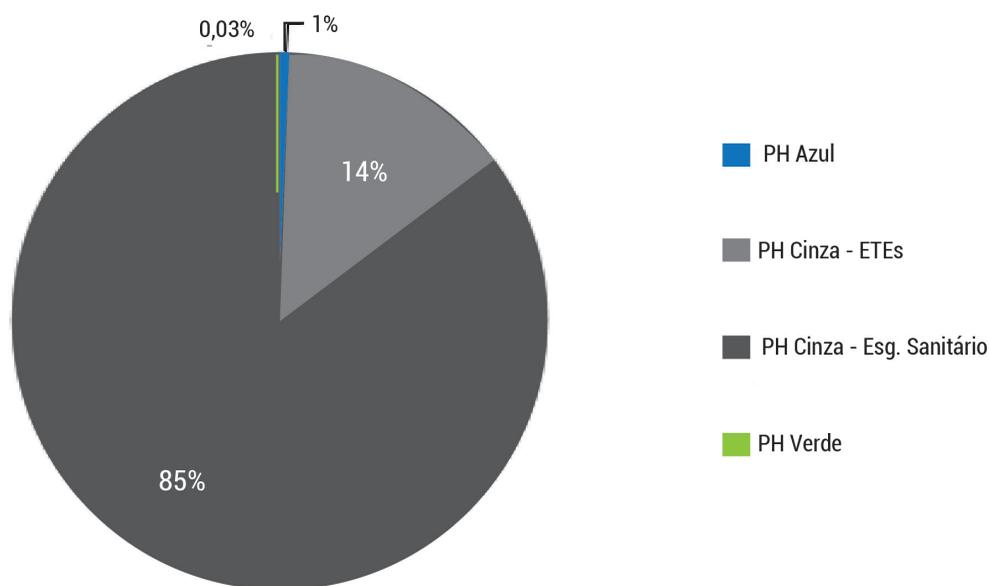


Figura 21. Pegada Hídrica total da cidade do Recife para o ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).

Como abordado anteriormente, esses resultados refletem a baixa cobertura da rede de esgoto na cidade, como também a baixa taxa de tratamento de efluentes residuais, visto que apenas 40% da população recifense é servida por ambos os serviços. Além disso, os níveis de DBO5 presentes nos efluentes domésticos que chegam às ETEs são, pelo menos, 8 vezes maior do que o permitido nas normas. Já os efluentes provindos do setor industrial ultrapassam em mais de 100 vezes esse limite. Contudo, cabe salientar que a norma do CONAMA é mais restritiva do que aquelas praticadas em outros países da América Latina, por exemplo, ao estabelecer valores limites de despejo de efluentes em rios mais baixos. Desta forma, a PH Cinza dos municípios brasileiros sempre será mais alta, em comparação com outras cidades da América Latina (tabela 8).

Variáveis	Cali	Recife
Habitantes	2.302.336	1.617.183
PH (m ³ /ano)	181.250.768	1.792.925.112
PH Per capita (m ³ /habitante/ano)	79	1.109
Cobertura de esgoto	86%	40%
Tratamento de águas residuais	69%	40%
Regulamentos locais para a descarga de efluentes	DBOs: 70 mg/L DQO: 150 mg/L (Menos restritivo)	DBOs: 10 mg/L DQO: 16 mg/L 7 vezes mais restritivo

Tabela 8. Comparativo entre variáveis de Recife e Cali (Colômbia) em relação à Pegada Hídrica (Fonte: elaboração própria).

A **figura 22** apresenta um resumo da análise da PH total da cidade dividida por tipo e setor analisado. Essas informações se mostram importante, pois, seu conhecimento permitirá identificar pontos focais para o estabelecimento de ações de redução da PH no futuro.

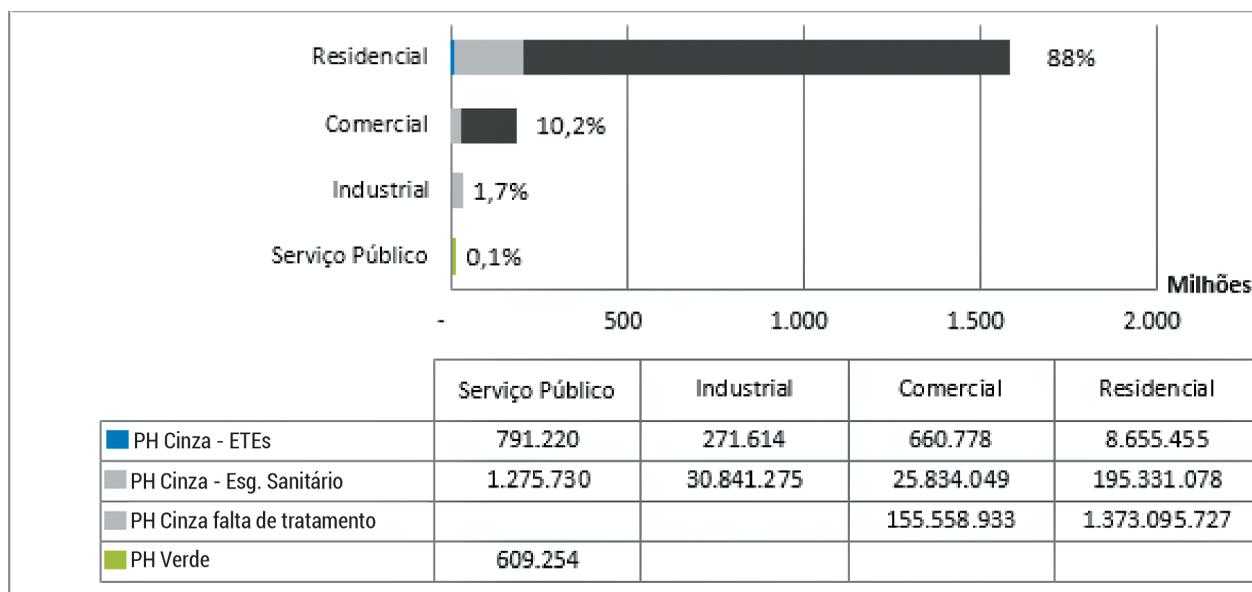


Figura 22. Pegada Hídrica total por tipo e setor em m³ no Recife no ano de 2015 (Fonte:Elaboração própria).

A análise da figura anterior mostra que o aporte do setor residencial foi o mais relevante para a PH do Recife no ano de 2015, principalmente pela falta de tratamento da água residual gerada. Deve-se observar também que os setores comercial e industrial foram compostos, principalmente, pela PH Cinza, diferentemente do setor público, cuja composição combina os três tipos de PH, com uma participação importante da PH Verde.

A figura seguinte analisa o aporte da PH direta por setor em relação ao volume de água faturada consumida. Ela mostra que a geração de PH direta está diretamente relacionada como volume de água faturada em cada setor da cidade. A análise detalhada da PH a nível setorial será mostrada na próxima seção.

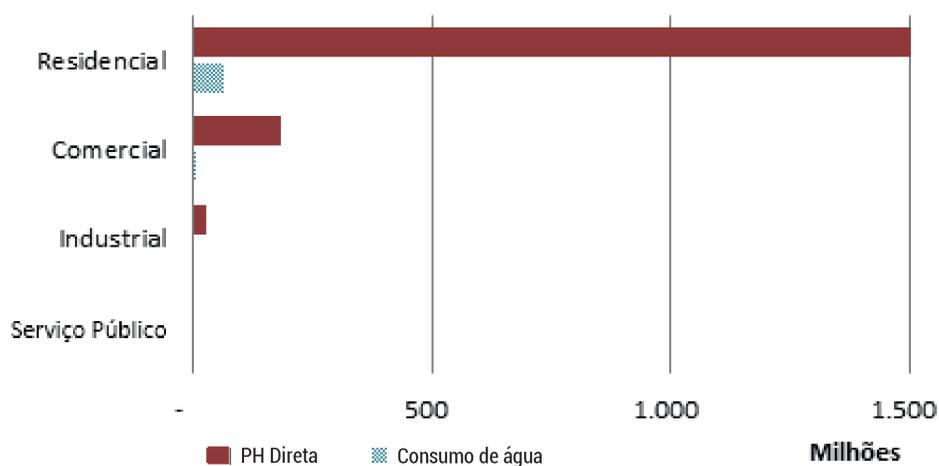


Figura 23. Pegada Hídrica direta por setor em relação ao volume de água faturada na cidade do Recife no ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).

Pegada Hídrica por setor

► Setor Residencial

O setor residencial possui a maior participação na Pegada Hídrica da cidade com um aporte de 1.577.082.260 m³, o que representa 88% da PH direta total do Recife para o ano analisado. A PH total desse setor é 87% composta pela PH Cinza pela falta de esgotamento sanitário (1.373.095.727 m³), 12% pela PH Cinza que corresponde à qualidade dos efluentes que chegam nas estações de tratamento (195.331.078 m³), e 1% pela PH Azul (8.655.455 m³). Em relação à água faturada, esse setor é o que mais a demanda na cidade, em comparação com os outros, sendo responsável por 84% de seu consumo no ano de 2015.

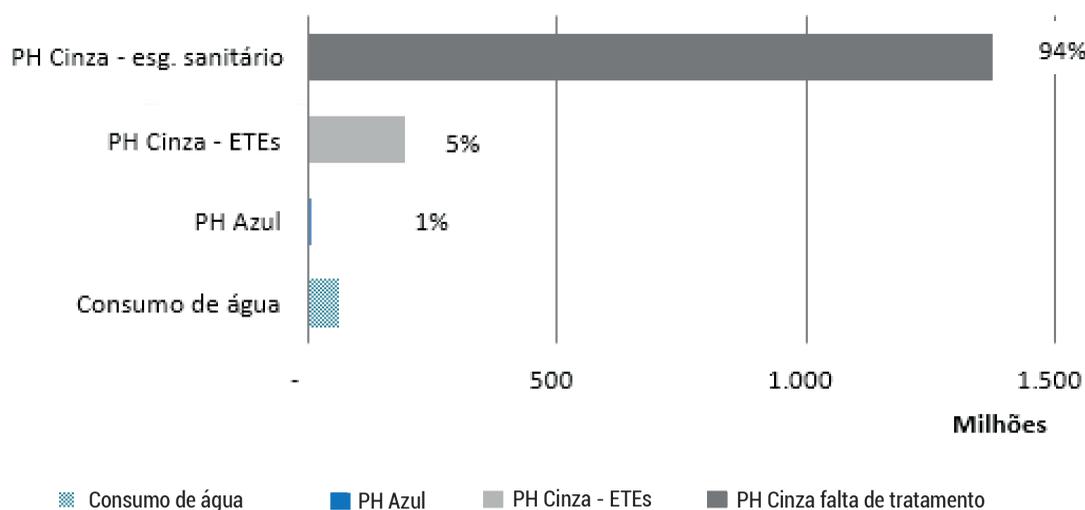


Figura 24. Pegada Hídrica do setor residencial da cidade do Recife no ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).

► Setor Comercial

O setor comercial representa 10,2% da Pegada Hídrica direta total da cidade do Recife, com um aporte de 182.053.760 m³, sendo este o segundo setor mais expressivo. A PH do setor comercial está composta por 85,4% da PH Cinza por falta de esgotamento sanitário (155.558.933 m³), 14,2% pela PH Cinza correspondente à qualidade dos efluentes despejados nas ETEs (25.834.049 m³), e 0,4% pela PH Azul (660.778 m³).

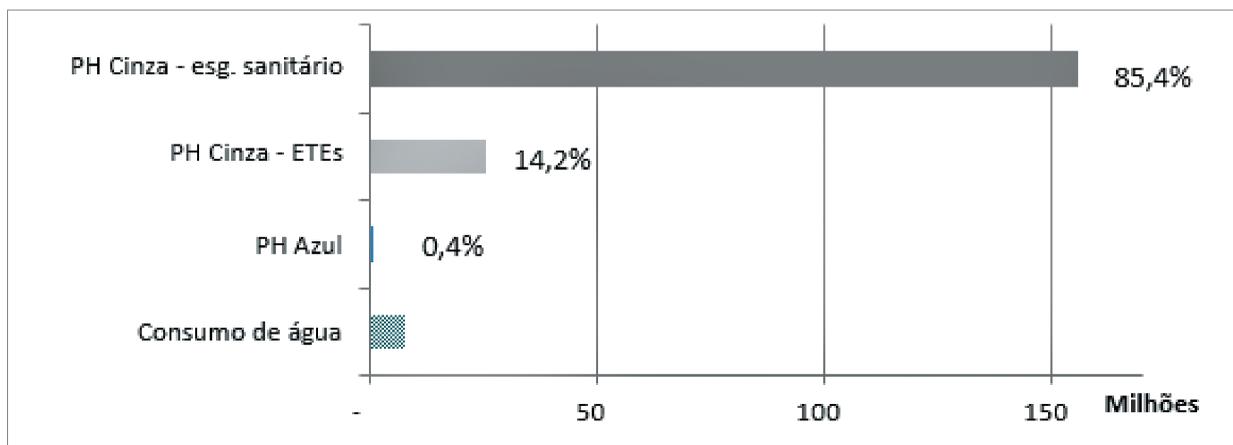


Figura 25. Pegada Hídrica do setor comercial da cidade do Recife no ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).

No caso do setor comercial, a PH Cinza é a que mais contribui para a PH do setor. O cálculo baseou-se na estimativa de efluentes residuais a partir do número de funcionários empregados no setor. Isso significa que as atividades operativas, como o serviço de hotéis ou restaurantes não foram contabilizadas. Com isso, identifica-se a necessidade da realização de maiores estudos a fim de obter informações mais precisas para este setor.

► Setor Industrial

O setor industrial representa 1,7% da Pegada Hídrica direta total da cidade (31.112.889m³), sendo ela composta por 99% de PH Cinza que corresponde à qualidade de água que chega às ETEs, e 1% pela PH Azul, como é mostrado na figura a seguir.

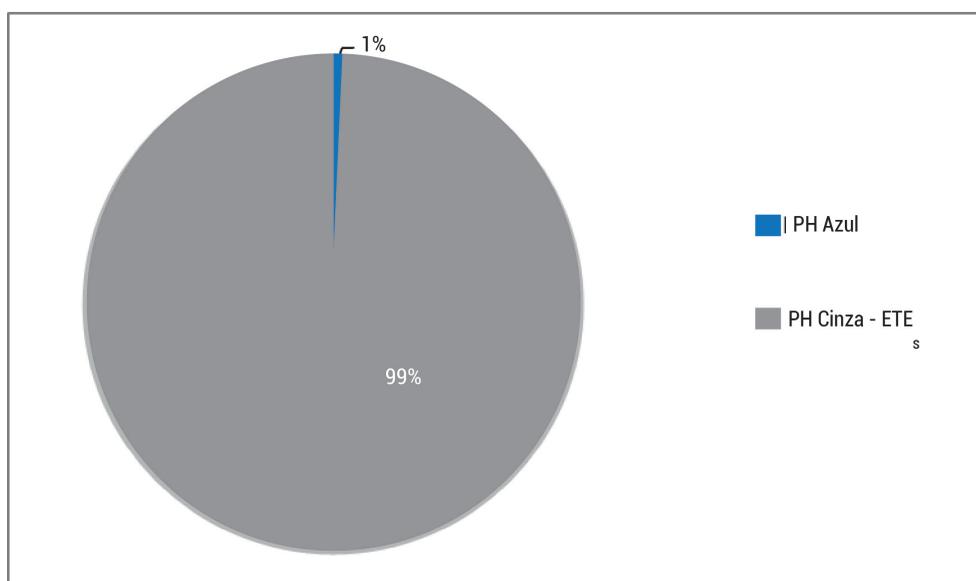


Figura 26. Pegada Hídrica do setor industrial da cidade do Recife no Ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).

Para este setor é estabelecido por norma que 100% das indústrias devem ter conexão com a rede de esgoto, sendo redirecionada a uma estação de tratamento setorial denominada “Multifábrica”.

Ainda que o consumo de água do setor seja o mais baixo com relação ao total da cidade (1% do total faturado), os efluentes são despejados nos rios com uma alta carga contaminante ainda depois do tratamento na ETE, razão pela qual a PH Cinza produzida por esse setor ser a terceira maior da cidade.

► Setor Público e Serviços Municipais

A Pegada Hídrica desse setor representa 0,1% do total da Pegada do Recife, com um aporte de 2.676.203 m³. Desse valor, 47,66% (1.275.730 m³) corresponde à PH Cinza das ETEs, 29,56% (791.220 m³) à PH Azul e, finalmente, 22,78% (609.254 m³) à PH Verde (figura 27).

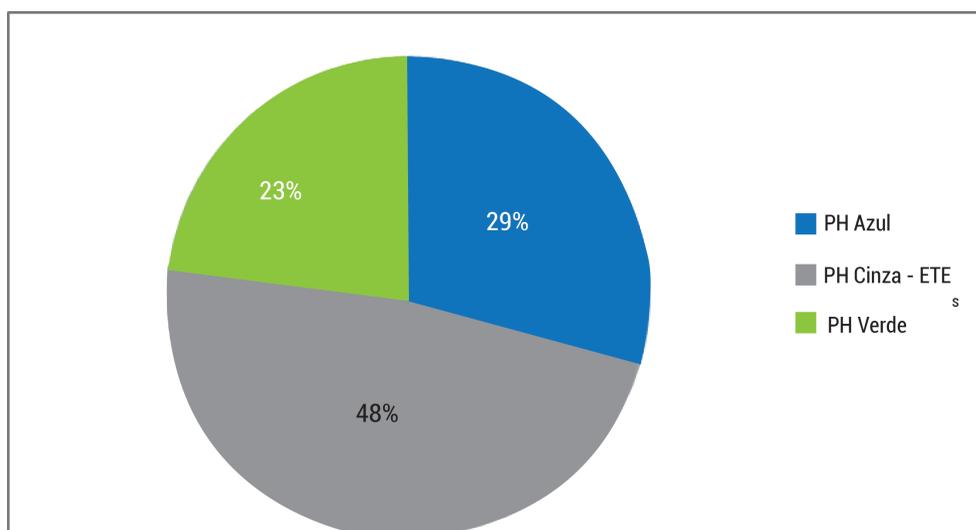


Figura 27. Pegada Hídrica do setor público municipal da cidade do Recife no ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).

As categorias analisadas dentro desse setor são:

► **Institucional** - Refere-se à PH da Prefeitura do Recife, que foi estimada em função da média das medidas a nível de Governo Municipal realizadas em dez cidades da América do Sul no âmbito do Projeto Pegada de Cidades¹⁸.

¹⁸ Cabe destacar que o cálculo a nível institucional poderia variar em função da capacidade administrativa e operativa da Prefeitura do Recife.

► **Manutenção de áreas verdes** - Refere-se à PH gerada pelas atividades de manutenção através da rega de plantas de espécies florais, arbustivas e florestais, considerando que existem 70,2 hectares de áreas verdes na cidade do Recife.

Foi realizado um trabalho de coleta e análise de dados de forma detalhada para cada uma dessas categorias (figura 28).

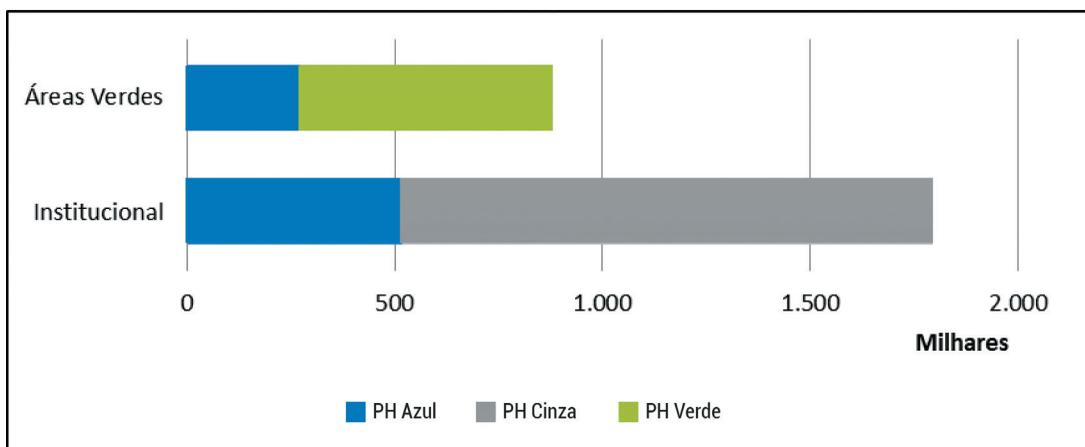


Figura 28. Pegada Hídrica dos serviços municipais detalhada para o ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).

Os resultados indicam que a categoria institucional é responsável por 67% da PH desse setor (1.795.079 m³), e a manutenção de áreas verdes tem um aporte de 33% (881.124 m³). Destaca-se que não foram coletados dados específicos sobre o consumo de água no setor institucional. Por esta razão, assumiu-se uma média da porcentagem em função de outras avaliações do Projeto Pegada de Cidades e atribuiu-se a esta categoria o consumo de 25% do total de água faturada do setor (880.254 m³). Os 75% restantes foram atribuídos às áreas verdes e outros serviços (piscinas públicas, limpeza de ruas, mercados, etc).

► Relação Consumo-Custo-Pegada Hídrica

O volume total de água consumida na cidade do Recife no ano de 2015 foi de 73.066.242 m³, o que representa um custo de, aproximadamente, 3.270 milhões de reais. Esse consumo inclui o dado de faturamento de água distribuído e comercializado pela COMPESA (que representa 100% da água total consumida).

Setor	Volume Faturado (m ³)	Valor Faturado (R\$)	PH (m ³)			
			PH Azul	PH Cinza	PH Verde	PH Direta Total
Residencial	63.643.052	2.642.459.519	8.655.455	1.568.426.805	-	1.577.082.260
Setor Comercial	7.897.877	518.574.604	660.778	181.392.982	-	182.053.760
Setor Industrial	734.093	61.091.219	271.614	30.841.275	-	31.112.889
Setor Público e Serviços Municipais	791.220	48.256.500	791.220	1.275.730	609.253,63	2.676.203
TOTAL	73.066.242	3.270.381.842	10.379.067	1.781.936.791	609.254	1.792.925.112

Tabela 9. Consumo de água, custos e valores da Pegada Hídrica da cidade do Recife por setor para o ano de 2015 (Fonte: elaboração própria).

► Pegada Hídrica Indireta

A avaliação da Pegada Hídrica Indireta foi realizada com base na quantidade de alimentos consumidos recomendadas pela OMS¹⁹. Os valores equivalentes são específicos para o estado de Pernambuco e, no caso de não contar com estes, foram utilizados dados para o Brasil²⁰. O resultado mostra que a PH Indireta por consumo da cesta básica é de 798 m³ por habitante/ano. A próxima figura mostra em detalhe os resultados por grupos alimentícios avaliados.

¹⁹ World Health Organization - GEMS/Food Cluster Diet (2013).

²⁰ Para a avaliação foi utilizado o equivalente indireto do pão estabelecido para o Brasil. Não existindo dados específicos para cereais e frutas, em ambos os casos foram utilizados dados equivalentes globais da Water Footprint Network.

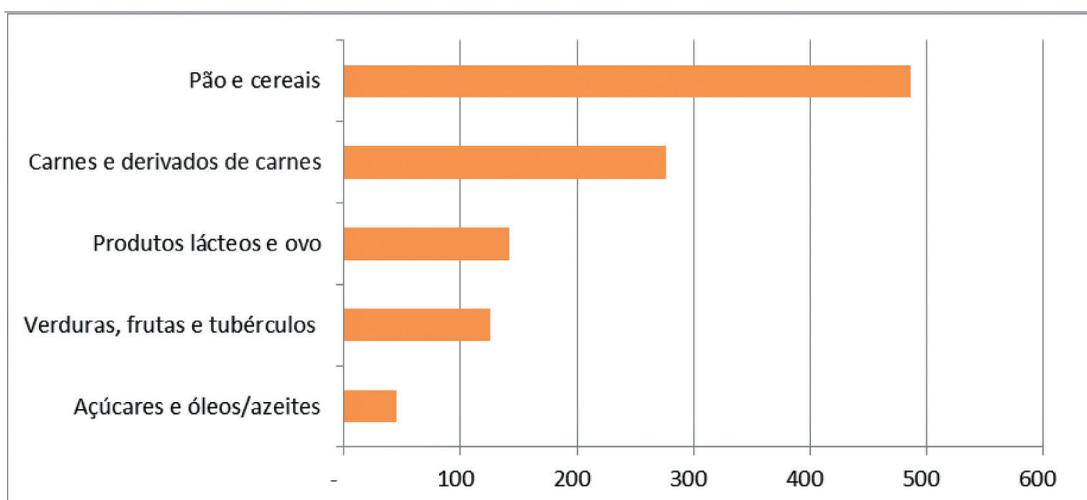
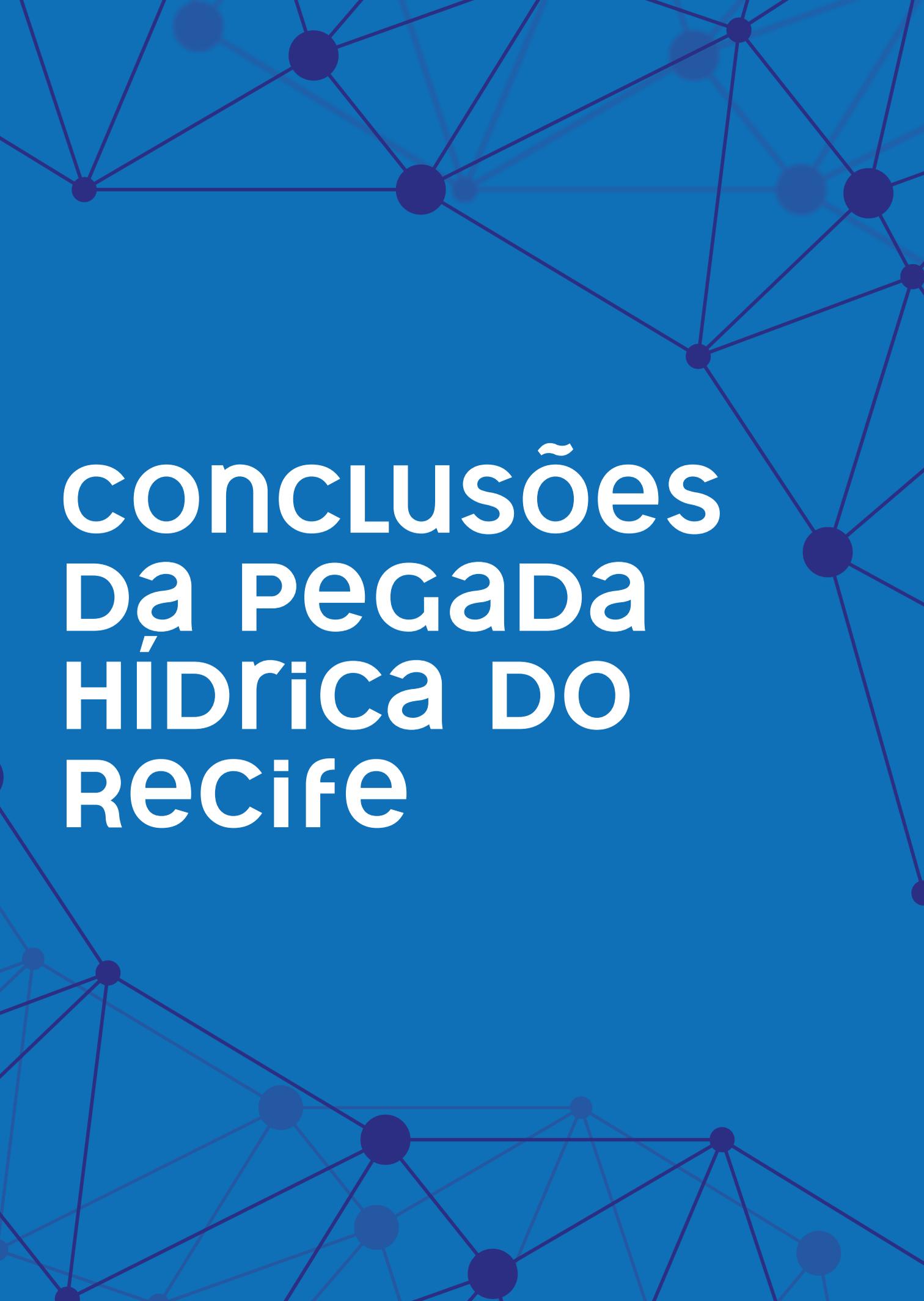


Figura 29. Composição da PH Indireta do setor residencial, segundo informações da OMS sobre o consumo de alimentos presentes na cesta básica para o Estado de Pernambuco e para o Brasil (Fonte: elaboração própria).

Os alimentos com maior contribuição para a Pegada são os pães e cereais, responsáveis por 45% do total da PH Indireta, devido ao alto consumo destes dois produtos: 358 gramas/dia por habitante no caso dos cereais, e 137 gramas/dia por habitante de pães. Cabe destacar que embora seja consumida em menor proporção, a produção de carne, desde a etapa de criação, até o destino final, implica no uso de aproximadamente 19.500 litros para cada quilo produzido.

A network diagram with dark blue nodes and lines on a blue background, forming a complex web of connections.

conclusões Da Pegada Hídrica DO Recife

Conclusões da Pegada Hídrica do Recife

A Pegada Hídrica Direta Total da cidade do Recife em 2015 foi de 1.792.925.112 m³. A análise por tipo de Pegada indica que 85,3% deve-se à PH Cinza devido à falta de tratamento de efluentes residuais, 14,1% à PH Cinza pelo despejo de efluentes nas ETEs que não cumprem com os parâmetros estabelecidos na norma local, 0,58% à PH Azul e 0,03% à PH Verde. Com esse diagnóstico em mãos, identifica-se que para reduzir a PH da cidade, é necessário que se invista em medidas para a redução, principalmente, da PH Cinza.

A análise dos setores identifica que o setor residencial representa 88% da PH total, seguida pelo setor comercial com 10,2%, o industrial com 1,7%, e, finalmente, o setor público e serviços municipais com 0,1%.

No setor residencial, a PH está composta por 87% de PH Cinza por falta de tratamento sanitário, 12% pela PH Cinza produzida pelo despejo de água das ETEs em rios e 1% pela PH Azul. Esses valores são reflexo da baixa cobertura da rede de esgoto na cidade e da tecnologia ainda deficiente das ETEs da cidade, que não consegue tratar a água que chega às estações à nível das normas estabelecidas nacionalmente.

O setor comercial representa 10,2% da PH da cidade. O cálculo para este setor considerou 808.214 funcionários empregados em 2015. Com isso, sugere-se que medidas de redução da Pegada também sejam direcionadas às instalações empresariais e comerciais. Da mesma forma que no setor residencial, recomenda-se a ampliação o serviço da rede de esgoto.

O setor industrial contribui com 1,7% da PH total. A PH desse setor é 99% formada pela PH Cinza devido à descarga de efluentes nas ETEs, e somente 1% pela PH Azul. Isso se explica pelo alto grau de contaminação da água pelo setor e pela baixa qualidade do efluente, cujos índices de contaminantes são 50 vezes maiores do que o estabelecido pelas normas nacionais (tabela 6).

O setor público e serviços municipais representam 0,1% da PH Total da cidade. Dentro desse setor, a categoria que mais contribuiu para esse resultado foi o institucional, com 67%, enquanto que a categoria de manutenção de áreas verdes, referida à PH gerada em decorrência das atividades de manutenção de plantas de espécies florais, arbustivas e florestais, representou os 33% restantes.

