

---

## PROJETO PEGADA DE CIDADES

# AVALIAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO E DA PEGADA HÍDRICA.

## CIDADE DE FORTALEZA -BRASIL



Prefeitura de  
**Fortaleza**

## **Relatório de Avaliação da Pegada de Carbono e da Pegada Hídrica da Cidade de Fortaleza**

Elaborado de forma conjunta entre a equipe técnica da Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF), e a equipe de Servicios Ambientales S.A. (SASA), no marco do Projeto Pegada de Cidades, 2015.

O Projeto Pegada de Cidades é financiado pelo Banco de Desenvolvimento de América Latina –CAF– e Alianza Clima y Desarrollo (CDKN pela sigla em inglés), facilitado através da Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA) e executado por Servicios Ambientales S.A. (SASA).

La Paz – Bolívia

## Conteúdo

Apresentação.....	1
Introdução.....	2
SEÇÃO 1. Limites e alcance da quantificação das Pegadas.....	4
1.1. Características gerais da Cidade de Fortaleza.....	4
1.2. Definição de limites.....	5
1.2.1. Enfoque geográfico, demográfico e político administrativo.....	5
1.2.2. Enfoque setorial.....	6
1.2.3. Período de abrangência da avaliação.....	7
SEÇÃO 2. Pegada de Carbono da Cidade de Fortaleza.....	8
2.1.1. Exclusão de Fontes de Emissão (FE).....	10
2.1.2. Mecanismos de quantificação de emissões de GEI utilizados.....	12
2.1.3. Fontes de informação e instrumentos utilizados para levantar os dados necessários....	13
2.2. Resultados Pegada de Carbono.....	16
2.2.1. Pegada de Carbono Total.....	16
2.2.2. Pegada de Carbono por setores.....	18
2.2.4. Conclusões da Pegada de Carbono.....	24
SEÇÃO 3. Pegada Hídrica da Cidade de Fortaleza.....	29
3.1. Metodologia utilizada.....	29
3.1.1. Exclusão de tipos e dimensões da Pegada Hídrica.....	31
3.1.2. Mecanismos de quantificação utilizados na Pegada Hídrica.....	32
3.1.3. Fontes de informação e instrumentos utilizados para encontrar os dados necessários.	33
3.2. Resultados da Pegada Hídrica.....	35
3.2.1. Pegada Hídrica Total.....	35
3.2.1.1. Análisis de la HH sin Plantas de Tratamiento.....	36
3.2.2. Pegada Hídrica por setor.....	38
3.2.2 Consumo, Pegada Hídrica e custos.....	44
Anexos.....	55
Anexo 1. Descrição metodológica da Pegada de Carbono.....	55
Anexo 2. Descrição metodológica da Pegada Hídrica.....	55
Anexo 3. Fichas técnicas de resumo.....	55
Anexo 4. Controle sobre a Qualidade da Informação.....	55
Anexo 5. Análise sobre a Sustentabilidade da Pegada Hídrica.....	55

Anexo 6. Comparação GHG inventário Fortaleza 2012 Y 2014 .....	55
--	----

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 Localização de Fortaleza .....	4
Gráfico 2 Estrutura da Cidade de Fortaleza .....	5
Gráfico 3 Representação esquemática de fontes e limites de emissões de GEI para escala de comunidade ...	6
Gráfico 4 Composição setorial do volume de água faturado 2014 (em percentual) .....	7
Gráfico 5 Pegada de Carbono total segundo alcance de emissão (em percentual) .....	16
Gráfico 6 Pegada de Carbono total segundo setor e fonte de emissão (em tonelada CO <sub>2</sub> e).....	17
Gráfico 7 Pegada de Carbono do setor transporte por fonte de emissão (em toneladas de CO <sub>2</sub> e) .....	18
Gráfico 8 HC do setor resíduos por fonte de emissão (em percentual) .....	19
Gráfico 9 Pegada de Carbono do setor residencial segundo alcance (em percentual) .....	19
Gráfico 10 Pegada de Carbono do setor residencial segundo a fonte de emissão (em toneladas CO <sub>2</sub> e) .....	20
Gráfico 11 Pegada de Carbono do setor comercial segundo alcance (em percentual).....	20
Gráfico 12 Pegada de Carbono do setor comercial segundo a fonte de emissão (em toneladas CO <sub>2</sub> e).....	21
Gráfico 13 Pegada de Carbono do setor industrial segundo alcance (em percentual) .....	21
Gráfico 14 Pegada de Carbono do setor industrial segundo a fonte de emissão (em toneladas CO <sub>2</sub> e) .....	22
Gráfico 16 Etapas da medição da PH.....	29
Gráfico 17. Tipos e dimensões da Pegada Hídrica.....	30
Gráfico 18 Composição da PH indireta do setor residencial, segundo alimentos da cesta básica familiar (em m <sup>3</sup> por mês) .....	32
Gráfica 19 Pegada Hídrica total segundo o tipo de Pegada (em percentual).....	36
Gráfica 20. HH bajo dos escenarios diferentes de análisis. ....	37
Gráfica 21 Pegada Hídrica total segundo o setor e tipo de Pegada (em milhões de m <sup>3</sup> ) .....	38
Gráfica 21 Pegada Hídrica do setor residencial segundo o tipo de Pegada (em percentual).....	39
Gráfica 22 Pegada Hídrica total do setor residencial por paróquia urbana (em milhões de m <sup>3</sup> ) .....	40
Gráfica 23 Pegada Hídrica do setor industrial segundo o tipo de pegada (em percentual) .....	40
Gráfica 24 Pegada Hídrica do setor comercial segundo o tipo de Pegada (em percentual) .....	41
Gráfica 25 Pegada Hídrica do setor comercial segundo o tipo de Pegada e subsetor (em milhões de m <sup>3</sup> ).....	42
Gráfica 26 Pegada Hídrica do setor público segundo o tipo de pegada (em percentual) .....	43

Gráfica 27 Pegada Hídrica do setor serviços públicos municipais segundo o tipo de Pegada e serviço (em milhões de m<sup>3</sup>)..... 44

## Índice de Tabelas

Tabela 1 População e superfície por Secretaria Executiva Regional .....	5
Tabela 2 Fontes de emissão de GEI consideradas na cidade de Fortaleza .....	9
Tabela 3 Exclusão de fontes de emissão .....	10
Tabela 4 Setores e fontes de emissão considerados na avaliação da HC.....	11
Tabela 5 Fatores de emissão utilizados .....	13
Tabela 6 Fontes de informação e instrumentos utilizados para levantar os dados necessários .....	15
Tabela 7 Consumos, custos e emissões da cidade de Fortaleza por setor .....	23
Tabela 8 Matriz de identificação de ações de redução a curto prazo da HC por setor .....	25
Tabela 9 Fontes de informação e instrumentos utilizados para levantar os dados necessários .....	33
Tabela 10. Resumo de dados sobre atividades utilizados na avaliação .....	34
Tabela 11. Resumo de parâmetros sobre qualidade utilizados na medição .....	34
Tabla 12 Consumo de água, custos e valores da Pegada Hídrica da cidade de Fortaleza por setor .....	44
Tabela 13 Matriz de identificação de ações de redução a curto prazo da Pegada Hídrica por setor .....	47
Tabela 14. Condições que permitem adotar as medidas de implantação .....	49

## Abreviaturas

afl	Afluente
asim.	Assimilação
C40	Climate Leadership Group
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COELCE	Companhia Energética do Ceará
efl	Efluente
FE	Fator de emissão
GEI	Gases de Efeito Estufa
GHG	Greenhouse Gas
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GNV	Gas Natural Vehicular
HC	Pegada de Carbono
PH	Pegada Hídrica
ICLEI	International Council for Local Environmental Initiatives
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
ISO	Organización Internacional de Normalización
kWh	kilowatt-hora
l	Litro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LED	Light-Emitting Diode
m <sup>3</sup>	metro cúbico
mpc	milhares de pés cúbicos
PCG	Potencial de Aquecimento Global
PMF	Prefeitura Municipal de Fortaleza
SASA	Servicios Ambientales S.A.
SEUMA	Secretaría de Urbanismo e Medio Ambiente
Toneladas	Toneladas
Toneladas CO <sub>2</sub> e	toneladas de dióxido de carbono equivalente
WFN	Water Footprint Network

## Apresentação

O presente documento é um produto do Projeto Pegada de Cidades, co-financiado por CAF -Banco de Desarrollo de América Latina- e Alianza Clima y Desarrollo (CDKN sua sigla em inglés), facilitado pela Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA) e executado por Servicios Ambientales S.A. (SASA). Este Projeto tem como objetivo geral:

*Complementar e apoiar as iniciativas municipais relacionadas à mitigação e adaptação da mudança climática nas cidades de Fortaleza, Guayaquil e Santa Cruz de la Sierra, através da avaliação da Pegada de Carbono e Pegada Hídrica a nível de Governo Municipal (como instituição) e a nível de cidade (geográfico), utilizando os resultados e conclusões conseguidas para promover ações de redução de emissões de GEI (mitigação) e gestão da água (adaptação) a nível municipal.*

O presente documento corresponde à avaliação da Pegada de Carbono e da Pegada Hídrica da cidade de Fortaleza a nível geográfico, para o ano 2014. O objetivo principal deste diagnóstico é orientar a tomada de decisões dos atores relevantes na cidade, liderados pela Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF), num marco de fomento às políticas públicas que orientem o crescimento da cidade para um modelo sustentável, tanto no que diz respeito à mitigação da mudança climática (crescimento baixo em carbono, com impulso às energias renováveis e eficiência energética) como à adaptação (aumento da resiliência da cidade a partir de um manejo mais eficiente do recurso hídrico). Esperamos que neste contexto, a Prefeitura Municipal de Fortaleza planeje metas de redução das Pegadas da cidade para o curto, médio e longo prazo, priorize projetos e ações para alcançar estas metas, procure o financiamento necessário e desenhe os instrumentos necessários para monitorar o desempenho de todas estas ações no intuito de obter sucesso.

Na seção 1 se apresenta uma descrição breve da cidade, assim como a definição dos limites da avaliação, a partir do enfoque político-administrativo e por setor. Na seção 2 do documento se descreve a avaliação da Pegada de Carbono (HC) da cidade de Fortaleza, detalhando a metodologia utilizada para o cálculo e os resultados obtidos: HC total, por fonte de emissão e por setor. A continuação se apresentam as conclusões obtidas e uma relação de medidas preliminares de redução da Pegada a partir dos pontos críticos identificados, qualificados com base em quatro critérios: custos de implantação, economia monetária, redução da Pegada, e visibilidade, porém estas medidas serão analisadas com maior profundidade no Plano de Ação da cidade de Fortaleza que será executado no marco do Projeto Pegada de Cidades.

Finalmente na seção 3 se descreve a metodologia utilizada para o cálculo da Pegada Hídrica (PH), se apresentam os resultados da PH total, por tipo de Pegada Hídrica e por setor. Finalmente se fecha a seção, da mesma forma que acontece com a HC, com conclusões e recomendações que incluem uma relação de medidas de redução de PH com base nos pontos críticos identificados no diagnóstico.

## Introdução

A mudança climática representa atualmente a maior ameaça ambiental, social e económica do planeta, a temperatura média da Terra tem aumentado 0,85 °C durante o período 1880-2012 (IPCC, 2013) devido a atividades humanas, entre as que se destacam a utilização de combustíveis fósseis, a agricultura e as mudanças de uso do solo. Se mantidas as tendências atuais nas emissões, é possível que para o ano 2050 a temperatura média da terra aumente 2°C (Stern, 2006<sup>1</sup>) o que acarreta importantes impactos sociais e ao meio ambiente, e, enormes esforços económicos de mitigação e adaptação.

Nas palavras do Secretario Geral de Nações Unidas, a luta contra a mudança climático é o desafio mais importante que enfrenta hoje a humanidade. As negociações internacionais da Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) tem conseguido poucos resultados tangíveis nos últimos anos a nível de países, e são as cidades as chamadas a atuar. É por isto que os Governos Municipais estão incorporando o tema de mudança climática em suas agendas políticas e de desenvolvimento, organizados em grupos como ICLEI<sup>2</sup> e o C40<sup>3</sup>.

No Brasil, nos últimos anos, aconteceram importantes avanços no desenho de políticas e estratégias macro orientadas à adaptação e mitigação da mudança climática, e é o caso específico do município de Fortaleza, que em 2014, apresentou o Primeiro Inventario de Gases de Efeito Estufa, correspondente à gestão 2012. A iniciativa foi realizada com a colaboração do Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI). O objetivo, desde então, é a melhoria das estratégias, procurando a implantação da Política de Mudança Climática da cidade.

A cidade de Fortaleza, da mesma forma como outras cidades na região, como Guayaquil (Equador) e Santa Cruz (Bolívia), está sendo afetada pelos impactos provocados pela mudança climática, principalmente quanto à disponibilidade de recursos hídricos, devido a que a maior parte da superfície do Ceará se encontra na zona semiárida, onde as chuvas não superam a média dos 800 milímetros anuais. Ainda assim, a variabilidade das precipitações está entre as mais altas do mundo, porque chove principalmente durante os primeiros seis meses do ano enquanto que no segundo semestre há escassez de chuvas. Fortaleza se localiza no Estado de Ceará, um dos Estados mais pobres de Brasil, onde o clima semiárido e as frequentes secas dão lugar apenas a uma precária agricultura de subsistência e a criação de gado extensiva. Mesmo assim, os Gases de Efeito estufa (GEI), gerados nos setores da indústria, do transporte, da água, saneamento e resíduos sólidos, oferecem amplas oportunidades de redução.

---

<sup>1</sup> Relatório Stern, sobre a economia, na mudança climática, 2006.

<sup>2</sup> ICLEI: Governos Locais pela Sustentabilidade.

<sup>3</sup> É uma rede conporta pelas megacidades do mundo que estão comprometidas em trabalhar temas sobre a mudança Climática.

O “**Projeto Pegada de Cidades**”, surge perante a elevada vulnerabilidade das cidades quanto aos efeitos da mudança climática, e a demanda de ações a curto prazo para que se adaptem a tais impactos e possam aumentar sua resiliência, além da necessidade de orientar seu crescimento no marco da sustentabilidade e o desenvolvimento baixo de carbono.

O Projeto Pegada de Cidades procura incorporar ferramentas de planejamento e gestão ambiental mediante a avaliação da Pegada de Carbono (HC) e Pegada Hídrica (PH), permitindo que os Governos Municipais, setor privado/empresarial e a cidadania em geral, tenham acesso a ferramentas técnicas e metodológicas que colaborem na identificação, priorização e desenvolvimento de ações que colaborem na adaptação à mudança climática e que contribuam na mitigação da mesma.

Neste sentido, no marco do Projeto Pegada de Cidades, foi realizada a avaliação da Pegada de Carbono e Pegada Hídrica da cidade de Fortaleza, com os seguintes objetivos:

- Contar com uma **base técnica**, verificável, sólida e transparente que permita **identificar e implantar ações** orientadas a **reduzir o impacto** das atividades de sua cidade sobre a mudança climática, através da eficiência energética, uso de energias renováveis, e melhoria da gestão d’água, entre outros.
- Medir e melhorar seu **desempenho ambiental**, mediante a medição progressiva de suas Pegadas, utilizando esta medição como a linha base de estes esforços.
- Reduzir custos operacionais
- Contribuir no processo de **conscientização** dos funcionários públicos sobre o uso adequado de recursos como energia e água, que se traduza em ações e atitudes concretas a favor de uma melhor gestão.
- Contar com **indicadores** que permitam **comparar** seu desempenho ambiental versus o de outras instituições e governos municipais da região e do mundo.
- Assumir a função de **liderança** na luta contra a mudança climática, legitimando seu discurso para poder exigir aos cidadãos e setores da economia para que façam a medição e gerenciem suas Pegadas.
- Fazer parte de **iniciativas internacionais** de vanguarda na medição de Pegadas, como o projeto piloto Global Protocol for Community-scale Greenhouse Gas emissions, liderado por ICLEI, World Resources Institute e C40 durante 2013, onde participam mais de 30 cidades do mundo todo.

## SEÇÃO 1. Limites e alcance da quantificação das Pegadas

### 1.1. Características gerais da Cidade de Fortaleza

Fortaleza é um município do Brasil e a cidade Capital do Estado do Ceará. É um importante centro turístico, comercial e financeiro, e é uma das 03 (três) cidades mais importantes da região Nordeste do Brasil, junto a Recife e Salvador.

Foi fundada no ano 1726 e se transformou em capital em 1799, quando o Ceará obteve sua autonomia administrativa. Seu nome faz referencia à Fortaleza Schoonenborch, construída pelos holandeses que estiveram na região entre os anos 1649 e 1654.

A cidade tem uma superfície de 313,14 km<sup>2</sup> e uma população de 2.452.185 habitantes segundo o censo 2010, de forma que apresenta a maior densidade demográfica entre as capitais do Brasil (8.001 hab/km<sup>2</sup>) e é a quinta cidade do país. Está localizada no litoral, possui 34 km de praias e está a uma altitude de 21 m.s.n.m (metros sobre o nível do mar). Tem uma temperatura média de 26.5°C.

Gráfico 1 Localização de Fortaleza



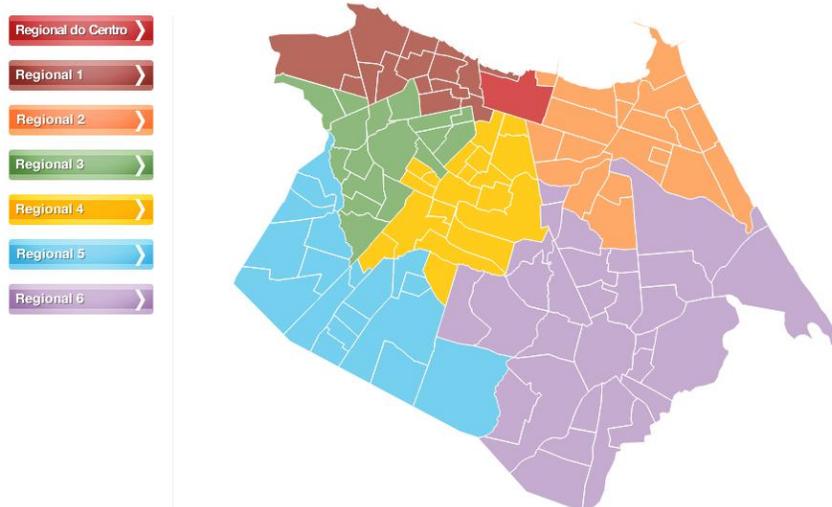
Fonte: Ceara MêsMicroMunicip.svg, Raphael Lorenzeto de Abreu

## 1.2. Definição de limites

### 1.2.1. Enfoque geográfico, demográfico e político administrativo

A cidade de Fortaleza conta com a estrutura de 07 Secretarias Executivas Regionais, como mostra o mapa:

Gráfico 2 Estrutura da Cidade de Fortaleza



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza

Tabela 1 População e superfície por Secretaria Executiva Regional

Secretaria Executiva Regional	Número de bairros	Tipo de Secretaria Executiva Regional	População 2014 <sup>4</sup> (Habitantes)	Superfície (km <sup>2</sup> )	% de população
SER I	15	Urbana	375.557	24,4	15%
SER II	20		345.584	44,4	14%
SER III	17		372.089	25,8	15%
SER IV	19		290.658	33	11%
SER V	18		558.839	56,1	22%
SER VI	29		558.477	119,9	22%
Central	1		29.451	4,8	1%
<b>TOTAL</b>			<b>2.530.655</b>	<b>313.14</b>	<b>100%</b>

Fonte: Projeções de população IBGE para 2014, com base no censo 2010.

Para a avaliação das Pegadas da cidade de Fortaleza, foram consideradas todas as 07 Secretarias Executivas Regionais, que concentra o 100% da população da cidade.

<sup>4</sup> Os dados de população para 2014 foram projetados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com base nos resultados do censo 2010.

## 1.2.2. Enfoque setorial

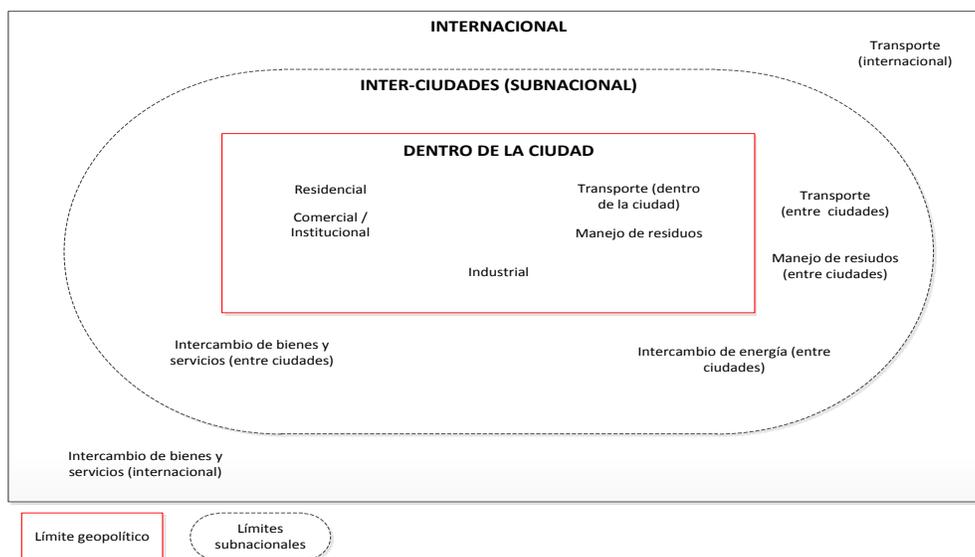
Os critérios para a seleção dos setores na avaliação das Pegadas da cidade de Fortaleza foram:

- Setores identificados por metodologias utilizadas para o cálculo das Pegadas:
  - Pegada de Carbono: Global Protocol for Community-scale Greenhouse Gas emissions – GPC
  - Pegada Hídrica: Water Footprint Assessment Manual (de Water Footprint Network – WFN).
- Conhecimento e disponibilidade de dados sobre a participação de cada setor nas Pegadas com base nas referencias bibliográficas consultadas.
- Em função da sua representatividade, compreendido como a participação do setor na Pegada de Carbono e Pegada Hídrica.

Especificamente para a avaliação da HC, foi aplicado com o estabelecido na metodologia GPC, que estabelece que os limites podem ser definidos segundo 03 (três) níveis: internacional, inter-cidades ou nacional, e interior, (ver Gráfico 2).

Considerando que a avaliação das Pegadas abrange toda a área urbana da cidade e de acordo aos alinhamentos do GPC, os setores definidos dentro de limites são: residencial, comercial/institucional, transporte dentro da cidade, manejo de resíduos, e industrial.

**Gráfico 3 Representação esquemática de fontes e limites de emissões de GEI para escala de comunidade**

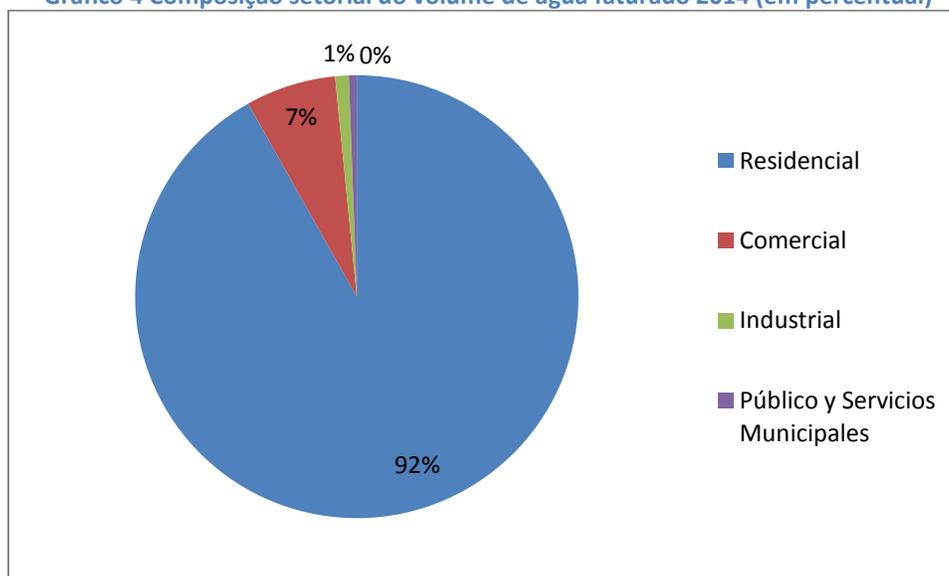


Fonte: Elaboração própria com base a C40 e ICLEI (2012)<sup>5</sup>

<sup>5</sup> No Gráfico foi excluído o setor agricultura, silvicultura e uso do solo, considerando que o limite da avaliação geográfica é a área urbana do município, onde não existem atividades deste tipo.

No caso da PH, a metodologia da WFN não é prescritiva quanto aos setores que deveriam ser incluídos na avaliação da Pegada numa cidade. De fato, junto com a experiência do Projeto Pegada de Cidades em La Paz, Lima e Quito, a medição da Pegada Hídrica a nível de cidade, é bastante inovadora; até esta data existem medições prévias a nível de país, de bacia e de indústria, e ainda não a nível municipal, o que representa um passo importante para a metodologia. Neste contexto, os setores avaliados foram selecionados seguindo a informação de faturamento de água na cidade de Fortaleza, pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), sendo: residencial, comercial, industrial, público e serviços municipais (Ver Gráfico 3).

**Gráfico 4 Composição setorial do volume de água faturado 2014 (em percentual)**



Fonte: Elaboração própria com base em dados de CAGECE

### 1.2.3. Período de abrangência da avaliação

O período que abrange a quantificação da Pegada de Carbono e Pegada Hídrica descrita no presente documento é de Janeiro a Dezembro do ano 2014.

## SEÇÃO 2. Pegada de Carbono da Cidade de Fortaleza

O presente inventário de emissões foi elaborado seguindo os alinhamentos para levantamentos e quantificação de Gases de Efeito Estufa (GEI<sup>6</sup> de agora em diante) estabelecidos no Protocolo Global para Emissões de Gases de Efeito Estufa a nível de Comunidade (GPC pela sua sigla em inglês)<sup>7</sup>.

De acordo ao GPC as fontes de emissões de GEI a nível cidade se dividem em:

- **Alcance 1:** Todas as emissões diretas de fontes que se encontram dentro dos limites estabelecidos para a cidade.
- **Alcance 2:** Emissões indiretas relativas a energia que se gera fora dos limites estabelecidos para a cidade como consequência do consumo/uso de energia elétrica proveniente da rede.
- **Alcance 3:** Todas as emissões indiretas que acontecem fora dos limites da cidade que se geram como resultado das atividades realizadas dentro dos limites da cidade, assim como as emissões entre cidades provenientes da troca de bens e serviços.

Por outro lado, o protocolo GPC considera 06 (seis) categorias de fontes de emissão principais, dentro destas categorias se incluem as emissões dos setores identificados para a cidade de Fortaleza na seção anterior:

1. **Unidades estacionárias:** Referentes às emissões por consumo de energia de forma direta e indireta, dentro das edificações do setor residencial, comercial e industrial assim como possíveis emissões fugitivas de GEI dentro destas edificações.
2. **Unidades móveis:** Emissões geradas pelo uso de energia (combustíveis e energia elétrica) no transporte.
3. **Resíduos:** Emissões geradas pela colocação 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.

---

<sup>6</sup> Gases de Efeito estufa: Gases cuja presença na atmosfera contribui ao efeito estufa. Os principais GEI são: o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonos (HFC), perfluorcarbonos (PFC) e hexafluoruro de enxofre (SF<sub>6</sub>).

<sup>7</sup> Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC), elaborado por: C40 Cities Climate Leadership Group e ICLEI Local Governments for Sustainability em colaboração com: World Resources Institute, World Bank, UNEP, e UN-HABITAT.

4. **Processos industriais e uso de produtos (PIUP):** Referentes às emissões de GEI que se geram em processos industriais de forma direta (não pelo consumo de energia) e/ou as emissões de GEI que se geram pelo uso de alguns produtos (por exemplo: lubrificantes e dissolventes<sup>8</sup>).
5. **Uso de terras e mudança no uso da terra e silvicultura (UTCUTS):** São as emissões de GEI (produto do homem) que geram mudanças no uso da terra, principalmente se consideram dentro desta categoria atividades associadas á deflorestação.
6. **Outras emissões indiretas.** Emissões geradas fora dos limites da cidade devido à troca de bens e serviços.

Finalmente, o GPC define 03 (três) níveis de levantamento de acordo as fontes de emissão que se incluem no inventário:

- **GPC Básico:** Se incluem as emissões de Alcance 1 e 2 das categorias: unidades estacionárias, unidades móveis, resíduos, processos industriais e uso de produtos.
- **GPC 2012 Básico+:** Se incluem todas as fontes de emissão do nível Básico mais as emissões geradas pelo uso da terra e mudança no uso da terra e silvicultura (UTCUTS) e alcance 3 para unidades móveis (transporte entre cidades).
- **GPC 2012 estendido:** Inclui todas as emissões diretas e indiretas, além das emissões geradas fora dos limites pela troca/uso/consumo de bens e serviços.

De acordo com os limites da avaliação da HC da cidade (geográficos e setoriais), a disponibilidade de informação e os objetivos do estudo, as fontes de emissão que se levantaram no presente estudo correspondem ao nível de levantamento e informação: **Básico**.

Na Tabela seguinte se especificam as fontes de emissão incluídas na avaliação:

**Tabela 2 Fontes de emissão de GEI consideradas na cidade de Fortaleza**

	Fontes de emissão de GEI			Dados da atividade
	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	
<b>Unidades estacionárias</b>				
Edifícios residenciais	Emissões diretas			Consumo de combustíveis
		Emissões indiretas de		Consumo de energia elétrica

<sup>8</sup> Estes são produtos que pelo seu uso emitem GEI de forma direta ou contém compostos que ao evaporar-se na atmosfera geram GEI.

		energia		
Instalações comerciais/institucionais	Emissões diretas			Consumo de combustíveis
		Emissões indiretas de energia		Consumo de energia elétrica
Uso industrial de energia	Emissões diretas			Consumo de combustíveis
		Emissões indiretas de energia		Consumo de energia elétrica
<b>Unidades móveis</b>				
Transporte sobre via ou estrada	Emissões diretas			Consumo de combustíveis
Transporte aéreo			Emissões indiretas	Consumo de combustíveis
<b>Resíduos</b>				
Colocação de resíduos sólidos em aterros sanitários	Emissões diretas em aterros localizados dentro dos limites			Quantidade de resíduos gerados
Tratamento de águas residuais	Emissões diretas por tratamento de águas residuais			Quantidade de água tratada por tipo de tratamento.
<b>Uso de produtos</b>				
Uso de produtos	Emissões diretas por uso de produtos (dissolventes)			Quantidade de dissolventes utilizados a nível industrial dentro dos limites

Fonte: Elaboração própria

### 2.1.1. Exclusão de Fontes de Emissão (FE)

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

- Que não sejam significativas em relação ao total das emissões estimadas.
- Que não sejam relevantes para a avaliação em função dos objetivos estabelecidos.
- Que não seja factível sua quantificação (principalmente pela falta de recursos/informação necessária para estimar as emissões)

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

**Tabela 3 Exclusão de fontes de emissão**

Fontes de emissão excluídas	Motivos
Emissões geradas pela fuga de gases refrigerantes e	- Falta de informação suficiente para estimar a quantidade de gases refrigerantes e agentes supressores de fogo utilizados dentro dos

agentes supressores de fogo	limites.
Emissões diretas por fugas de SF6	- Falta de informação suficiente para estimar a quantidade utilizada e as fugas deste tipo de gás.
Emissões diretas por fugas de NF3	Não foram identificadas dentro dos limites, atividades importantes que ocasionem a emissão deste gás (Industrias de semicondutores, painéis LCD, painéis solares, etc))
Emissões por incineração de resíduos	- A atividade de queima não é significativa dentro dos limites, além de que não se tem informação suficiente para estimar as emissões por queima.
Emissões por mudança e uso do solo	- Este tipo de atividade na área de estudo não é significativa.
Emissões por uso de combustíveis para a geração de energia elétrica	São excluídas para evitar dupla contabilidade com inventários de outras comunidades e com o consumo interno de energia elétrica, porém se levantam e informam de forma separada neste relatório.
Emissões por queima de biocombustíveis	De acordo com o GPC, são informadas separadamente as emissões por uso de biocombustíveis, para evitar dupla contabilidade com emissões por mudança e uso do solo, com informações de comunidades onde são gerados os biocombustíveis.

Fonte: Elaboração própria

Em resumo, os setores e fontes de emissão que serão considerados para a medição da Pegada de Carbono da cidade de Fortaleza são:

**Tabela 4 Setores e fontes de emissão considerados na avaliação da HC**

Setores	Pegada de Carbono							
	Fontes de emissão							
	Energia Elétrica	GLP	Diésel	Gasolina	Combustível de aviação	Decomposição de resíduos	Tratamento de águas residuais	Uso de Productos
Residencial								
Industrial								
Comercial/Institucional*								
Transporte								
Resíduos solidos								
Processos Industriais e Uso de Productos								

Fonte: Elaboração própria

\* Inclui iluminação pública para HC.

### 2.1.2. Mecanismos de quantificação de emissões de GEI utilizados

De forma geral o mecanismo de quantificação utilizado consiste em:

“Dados da atividade geradora de Gases de Efeito Estufa (GEI) multiplicados pelo fator de emissão (FE) ou remoção de GEI”<sup>9</sup>

$$E_g = D_a \cdot FE_a$$

Onde,  $E_g$  = corresponde à emissão de GEI.

$D_a$  = corresponde ao dado ou informação da atividade geradora de GEI.

$FE_a$  = corresponde ao fator de emissão da atividade geradora.

Os FE amostram os dados da atividade com as emissões ou remoções de GEI, é um valor que expressa o peso de GEI dividido por uma unidade de peso, volume, distancia, ou duração da atividade emissora.

No caso da cidade de Fortaleza, para cada atividade ou fonte de emissão de GEI foram encontrados FE que cumpram com as seguintes exigências:

- Correspondam com as características da região
- Derivem de uma origem reconhecida a nível internacional (por exemplo: IPCC, GHG Protocol)
- Correspondam às fontes de GEI identificados
- Se encontrem devidamente atualizados<sup>10</sup>
- Sejam coerentes com o uso do presente inventario de emissões

Na Tabela 5 se diferenciam os fatores de emissão que foram selecionados, de bibliografia e os que se desenvolveram como parte da presente avaliação:

---

<sup>9</sup> Metodologia de quantificação descrita e aceita na norma ISO 14064-1.

<sup>10</sup> Se refere à utilização de fontes de informação (estudos, relatórios, etc.) em suas últimas versões/atualizações.

**Tabela 5 Fatores de emissão utilizados**

Fonte de emissão		Factor de emissão	
		Selecionado (Fonte)	Desenvolvido (Descrição)
Alcance 1	Consumo de gasolina	Se obteve pela ferramenta do Programa Brasileiro do GHG Protocol 2014	
	Consumo de diesel		
	Consumo de etanol		
	Consumo de GLP		
	Emissões por decomposição em aterros sanitários		Com base nos alinhamentos para a quantificação de emissões em aterros sanitários do GPC <sup>11</sup> e o guia para a elaboração de inventários de emissões a nível nacional do IPCC <sup>12</sup>
	Emissões por geração de metano em plantas de tratamento de águas residuais		Com base nos alinhamentos para a quantificação de emissões em aterros sanitários do GPC <sup>13</sup> e o guia para a elaboração de inventários de emissões a nível nacional do IPCC <sup>14</sup> mediante el metodo “Methane Commitment”
Alcance 2	Consumo de Energia elétrica	Informação do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil.	
Alcance 3	Combustível de aviação	Se obteve pela ferramenta do Programa Brasileiro do GHG Protocol 2014	

Fonte: Elaboração própria

Os mecanismos de quantificação utilizados para cada fonte de emissão são descritos no Anexo 1 do presente documento.

### 2.1.3. Fontes de informação e instrumentos utilizados para levantar os dados necessários

Os consumos de combustíveis (gasolina, diesel, GLP, etanol e querosene para aviação) foram estimados com base na informação disponibilizada pela Agencia Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Os consumos de todos os combustíveis estão quantificados a nível da cidade de Fortaleza.

<sup>11</sup> Guia metodológica GPC versão piloto 1.0 2013.

<sup>12</sup> 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol 5: waste.

<sup>13</sup> Guia metodológica GPC versão piloto 1.0 2013.

<sup>14</sup> 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol 5: waste.

O consumo de energia elétrica é o levantado e informado pela COELCE<sup>15</sup> em seu relatório para o ano 2014.

A informação referente ao manejo de aterros sanitários, a quantidade e caracterização dos resíduos sólidos na cidade se refere a o que foi disponibilizado por Ecofor Ambiental, concessionária da Prefeitura Municipal de Fortaleza responsável pela Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.

As fontes de informação assim como os instrumentos utilizados para a obtenção dos dados estão detalhadas na Tabela 6.

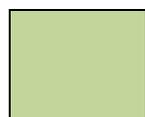
---

<sup>15</sup> Companhia Energética do Ceará.

Tabela 6 Fontes de informação e instrumentos utilizados para levantar os dados necessários

Setor	Fontes de emissão								
	Alcance 1							Alcance 2	Alcance 3
	Consumo de gasolina	Consumo de diesel	Consumo de etanol	Consumo de GLP	Resíduos no aterro sanitário	Tratamento de águas residuais	Uso de produtos (solventes)	Consumo de energia elétrica	Consumo Combustível de aviação
Residencial	NA	NA	NA		NA	NA	NA		
Comercial/Institucional	NA		NA		NA	NA	NA		
Industrial	NA		NA		NA	NA	NA		
Transporte					NA	NA	NA	NA	
Resíduos	NA	NA	NA	NA			NA	NA	
Processos Industriais e Uso de Produtos	NA	NA	NA	NA	NA	NA		NA	

NA= Não se aplica.



Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis



ECOFOR



COELCE



SEUMA

Fonte: Elaboração própria

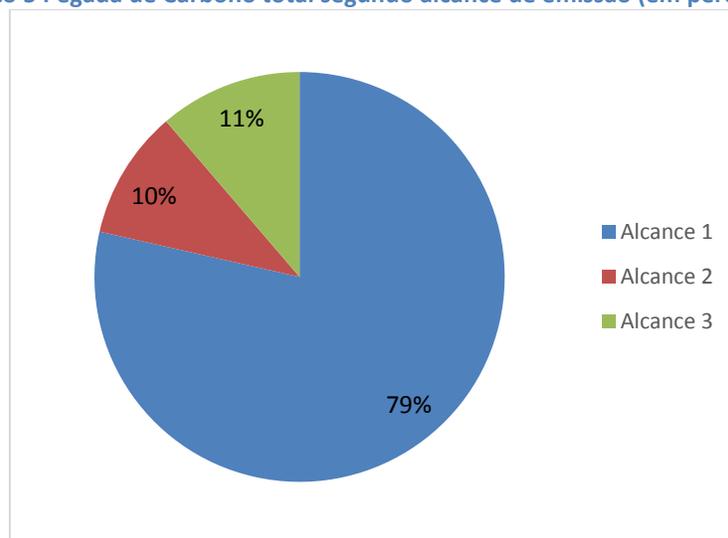
## 2.2. Resultados Pegada de Carbono

### 2.2.1. Pegada de Carbono Total

A Pegada de Carbono da cidade de Fortaleza é de **5.139.514 toneladas CO<sub>2</sub>e**, representa aproximadamente um 1,6% das emissões do Brasil comparadas com o levantamento e informação na Segunda Comunicação sobre Mudança Climática 2010.

Quando se analisa a HC por tipo de fonte de emissão se observa que as emissões de Alcance 1 são responsáveis por 79% da Pegada total e as emissões de Alcance 2 participam com 10% do total (Gráfico 5) e 11% emissões de Alcance 3.

Gráfico 5 Pegada de Carbono total segundo alcance de emissão (em percentual)

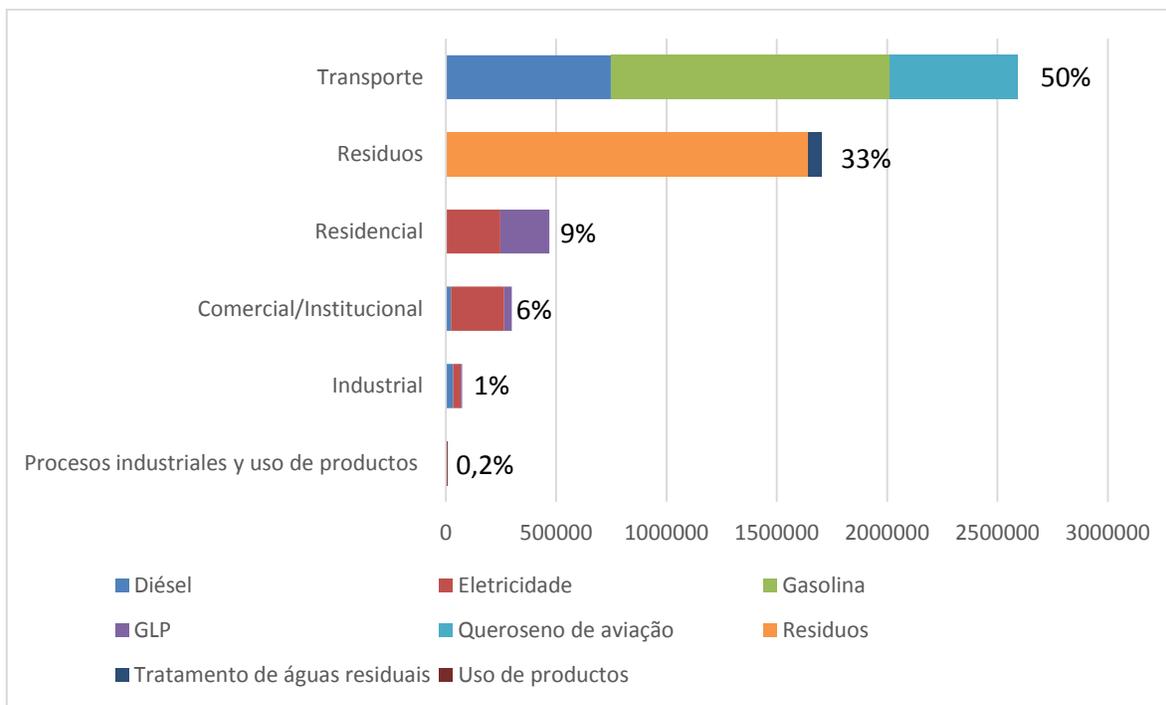


Fonte: Elaboração própria

Do total da HC da cidade de Fortaleza, se observa (Gráfico 6) que os setores com maior participação são o de transporte (50%), seguido do setor de resíduos (33%) e o residencial (9%). Finalmente os setores comercial/institucional (6%), industrial (1%), e processos industriais e uso de produtos (0,2%) somados participam com aproximadamente 8% do total da Pegada.

A fonte de emissão mais importante é a colocação de resíduos no aterro sanitário (Gráfico 6), estas emissões representam 32% da HC total, seguido pelas emissões por consumo de gasolina (25%), seguido do consumo de diesel (16%), queroseno de aviação (11%), energia elétrica (10%), consumo de GLP (5%), tratamento de águas residuais com 1% de participação, uso de solventes a nível industrial, combustível de aviação e incineração com emissões menores a 1%.

**Gráfico 6 Pegada de Carbono total segundo setor e fonte de emissão (em tonelada CO<sub>2</sub>e)**



Fonte: Elaboração própria

Quando se consolida a informação de fontes de emissão por setor (Gráfico 6), se observa que as emissões do setor de transporte, principal emissor de GEI na cidade de Fortaleza, são originadas principalmente pelo consumo de gasolina (49% das emissões totais deste setor), seguido do consumo de diesel (29%) e combustível de aviação (22%).

O segundo setor emissor de GEI que mais contribui na Pegada da cidade é o setor de resíduos, com a colocação de 1.691.735 toneladas de resíduos sólidos no aterro sanitário metropolitano Oeste em Caucaia. São geradas 1.642.192 toneladas CO<sub>2</sub>e que, somados às emissões geradas pelo tratamento de 55 milhões de m<sup>3</sup> de águas residuais por ano (58.594 toneladas CO<sub>2</sub>e), representam 33% da HC total da cidade.

O terceiro setor que mais participa na Pegada da cidade é o residencial, principalmente pelo consumo de energia elétrica (53%) e GLP (47%). Depois segue o setor comercial/institucional, com participação do consumo de energia elétrica (80%), seguido do consumo de GLP (12%) e diesel (8%). As emissões dentro do setor industrial se originam principalmente pelo consumo de energia elétrica (47%), seguido do consumo de diesel (45%) e o consumo de GLP (8%). Finalmente, está o setor de processos industriais e uso de produtos, que tem uma participação muito pouco significativa na Pegada de Carbono total (apenas 0,2%) pelo uso de produtos (solventes).

## 2.2.2. Pegada de Carbono por setores

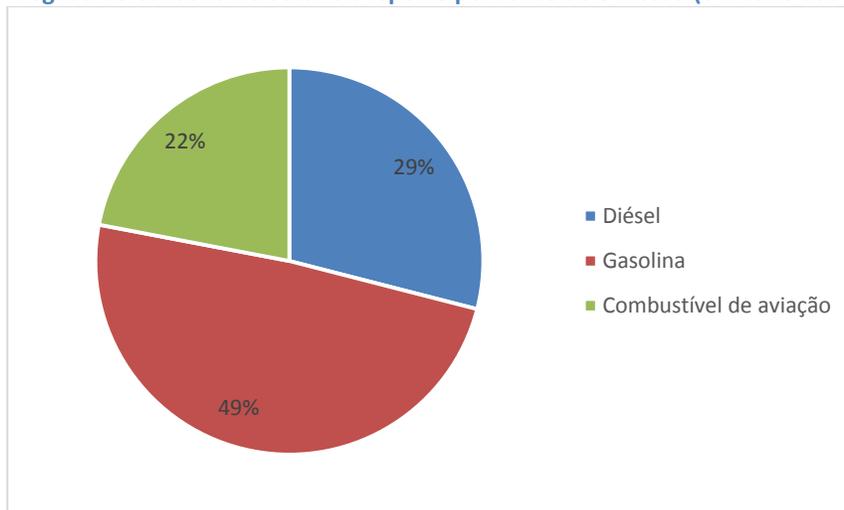
### 2.2.2.1. Setor transporte

Este setor é responsável por 50% da HC total da cidade de Fortaleza (2.588.550 toneladas CO<sub>2</sub>e), principalmente pelo consumo de gasolina (49% das emissões totais deste setor), seguido pelo consumo de diesel (29%) e combustível de aviação (22%).

As emissões geradas pelo uso de biocombustíveis são informadas separadamente de acordo ao GPC. Foram emitidas 84.956 toneladas de CO<sub>2</sub>e pelo uso de etanol hidratado no item Transporte.

As emissões pelo consumo de combustíveis foram estimadas com base a os dados informados pela Agencia Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, sobre os combustíveis comercializados dentro dos limites avaliados. As emissões deste setor correspondem ao Alcance 1 e alcance 3 por combustível de aviação.

Gráfico 7 Pegada de Carbono do setor transporte por fonte de emissão (em toneladas de CO<sub>2</sub>e)



Fonte: Elaboração própria

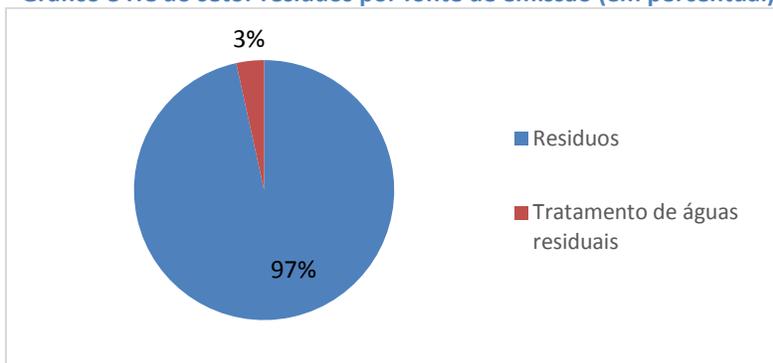
### 2.2.2.2. Setor Resíduos

Este setor contribui com 33% das emissões da HC total da cidade de Fortaleza. As emissões por resíduos se dividem entre as geradas por colocação de resíduos no aterro sanitário metropolitano Oeste em Caucaia e pelo tratamento de águas residuais de todos os setores. As emissões dos aterros sanitários são iguais a 1.700.786 toneladas de CO<sub>2</sub>e, o que equivale aproximadamente a 0,66 toneladas per cápita anuais de geração de resíduos, este índice fica por cima da média da região que é igual a 0,45 toneladas de CO<sub>2</sub>e por pessoa (Siemens, 2010).

As fontes de emissão são a decomposição dos resíduos sólidos colocados no aterro sanitário metropolitano Oeste em Caucaia (1.691.735 toneladas de resíduos na gestão 2014) e o tratamento de aproximadamente 55 milhões de m<sup>3</sup> efluentes de todos os setores enviadas a plantas de tratamento, que gera 58.594 toneladas de CO<sub>2</sub>e.

O Gráfico 8 representa a Pegada de Carbono por tipo de fonte de emissão.

**Gráfico 8 HC do setor resíduos por fonte de emissão (em percentual)**

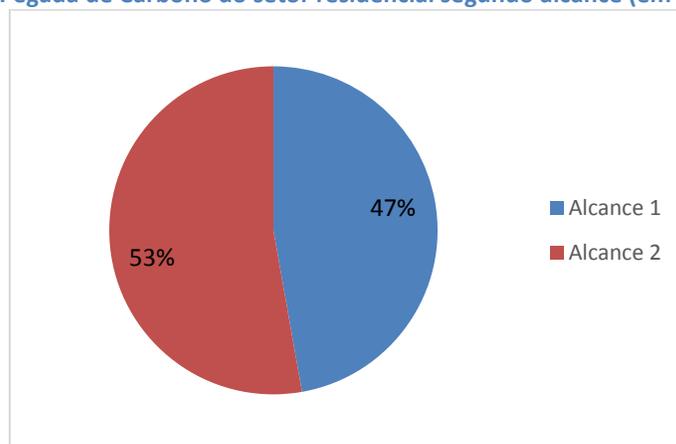


Fonte: Elaboração própria

### **2.2.2.3. Setor Residencial**

A Pegada de Carbono do setor residencial de Fortaleza no ano 2014 é igual a 468.475 toneladas CO<sub>2</sub>e, que representa 9% da Pegada de Carbono total, e está composta com 53% das emissões de Alcance 2, pelo consumo de energia elétrica, e por 47% das emissões de Alcance 1 devidas ao consumo de GLP (fonte estacionária).

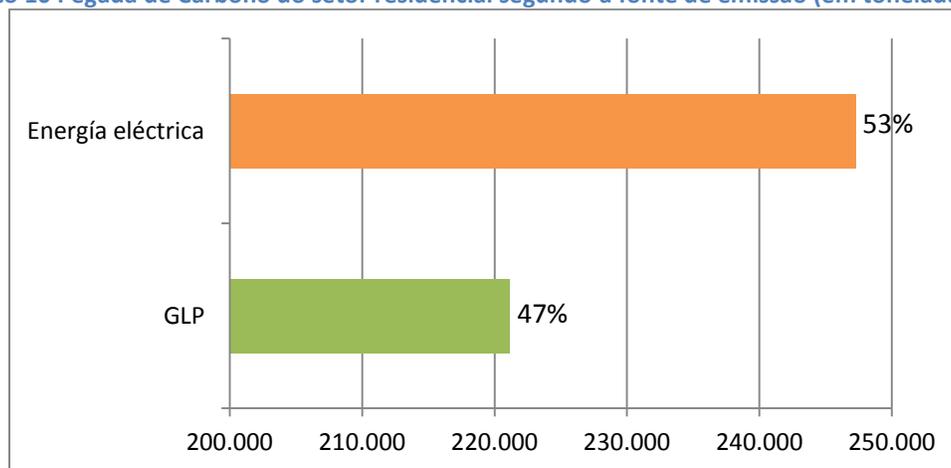
**Gráfico 9 Pegada de Carbono do setor residencial segundo alcance (em percentual)**



Fonte: Elaboração própria

No setor residencial a maior fonte de emissão é o consumo de energia elétrica com uma participação de 53% (247.312 toneladas CO<sub>2</sub>e) seguida pelo consumo de GLP, cuja participação na Pegada do setor foi de 47% (221.164 toneladas CO<sub>2</sub>e).

Gráfico 10 Pegada de Carbono do setor residencial segundo a fonte de emissão (em toneladas CO<sub>2</sub>e)



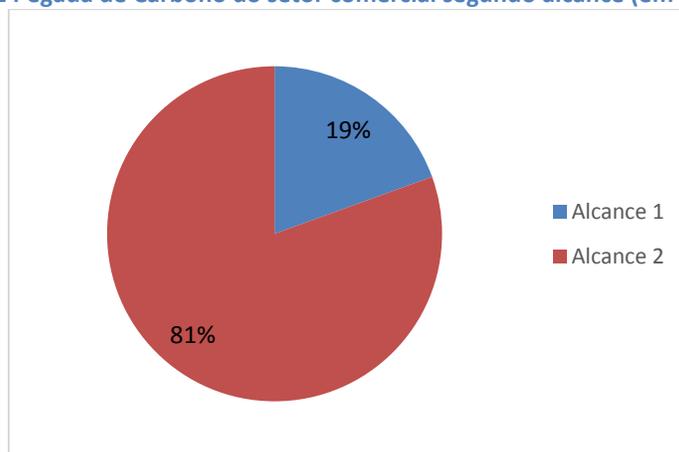
Fonte: Elaboração própria

O consumo de GLP no setor residencial acontece principalmente devido ao uso que tem este combustível para cozinhar alimentos.

#### 2.2.2.4 Setor Comercial/Institucional

O setor comercial/institucional é o quarto em importância sobre a participação na HC total de Fortaleza, já que representa 6% desta, com um total de emissões de 299.032 toneladas CO<sub>2</sub>e. As emissões deste setor se devem principalmente a fontes de emissão estacionárias (energia elétrica) em centros comerciais e instituições e serviços públicos (escritórios e serviços do governo central e municipal principalmente) com um 81% de participação (Alcance 2).

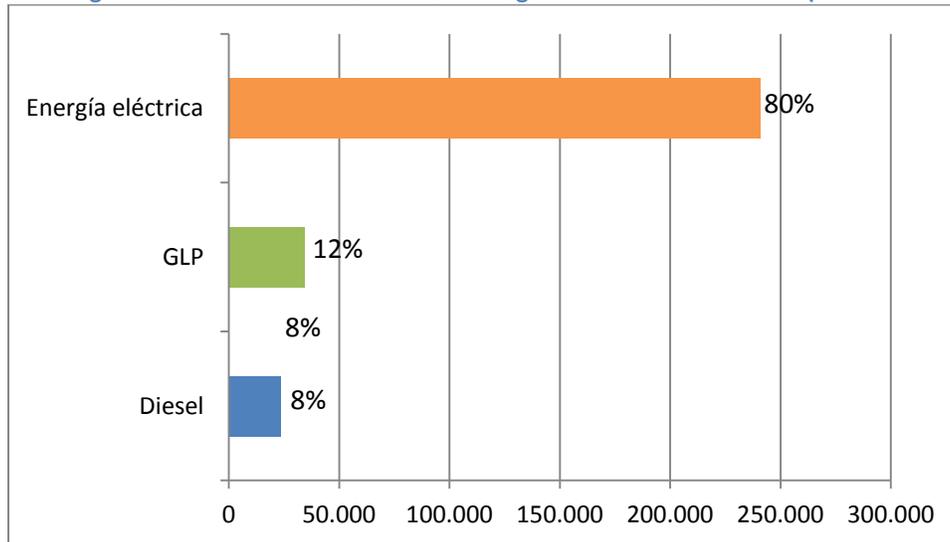
Gráfico 11 Pegada de Carbono do setor comercial segundo alcance (em percentual)



Fonte: Elaboração própria

O Gráfico mostra a composição da HC do setor comercial por fonte de emissão:

Gráfico 12 Pegada de Carbono do setor comercial segundo a fonte de emissão (em toneladas CO<sub>2</sub>e)



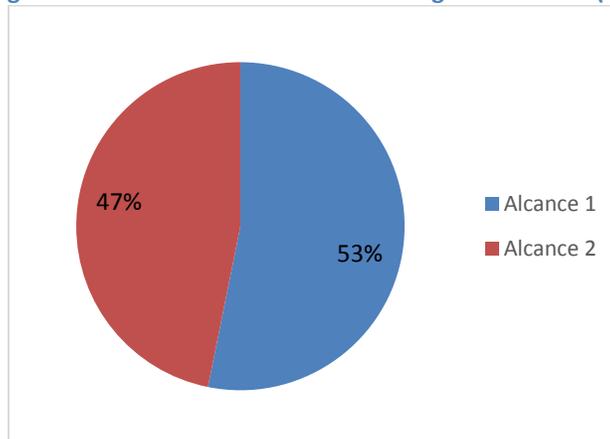
Fonte: Elaboração própria

Como se observa o consumo de energia elétrica é a principal fonte de emissão (80%), seguida do consumo de GLP (12%) e o consumo de diesel (8%). É importante mencionar que de acordo com os alinhamentos do GPC, também se incluem dentro deste setor as emissões por consumo de energia elétrica da iluminação pública da cidade, que no caso de Fortaleza este serviço está a cargo da Prefeitura Municipal de Fortaleza. A energia elétrica que se consome no serviço de iluminação pública (20.890 toneladas CO<sub>2</sub>e) representa 0,46% da HC do setor.

#### 2.2.2.5 Setor Industrial

O setor industrial é responsável por apenas 1,45% (74.310 toneladas CO<sub>2</sub>e) da HC total da cidade de Fortaleza, do total de emissões geradas pelo setor, 53% são de Alcance 1 e 47% de Alcance 2.

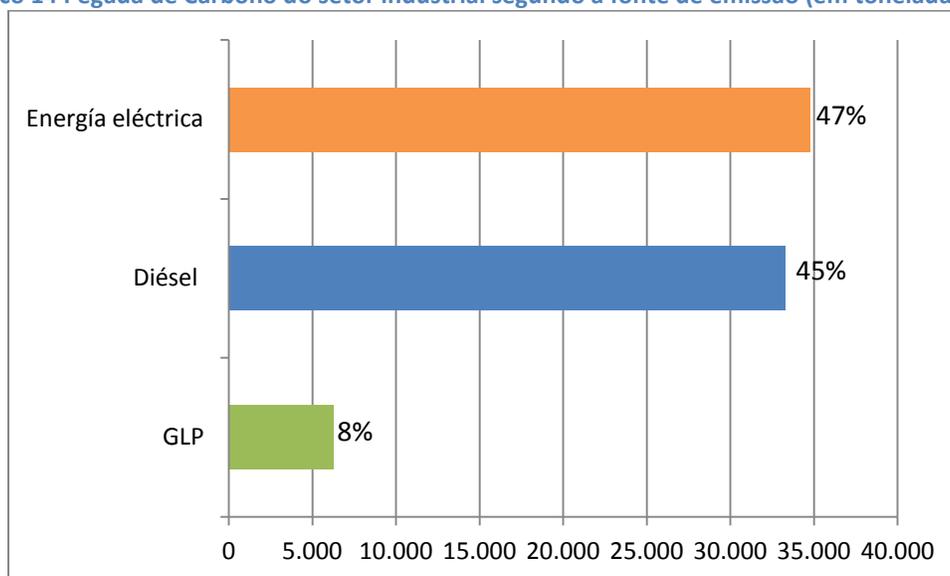
Gráfico 13 Pegada de Carbono do setor industrial segundo alcance (em percentual)



Fonte: Elaboração própria

Neste setor a maior fonte de emissão é o consumo de energia elétrica, este consumo participa na Pegada com 34.799 toneladas CO<sub>2</sub>e, que representam 53% do setor industrial nas emissões. A seguir temos as emissões por consumo de diesel (33.255 toneladas CO<sub>2</sub>e) que representam 47% da Pegada do setor, e as emissões por consumo de GLP com uma participação de 8% (6.257 toneladas CO<sub>2</sub>e).

Gráfico 14 Pegada de Carbono do setor industrial segundo a fonte de emissão (em toneladas CO<sub>2</sub>e)



Fonte: Elaboração própria

#### 2.2.2.6 Setor Processos Industriais e Uso de Produtos

As emissões deste setor tem uma participação muito pouco significativa (apenas 0,2% da HC total da cidade) e se referem, por completo, ao uso de solventes a nível industrial.

### 2.2.3 Consumo, Pegada de Carbono custos

A Tabela 7 representa consumos, custos e emissões de GEI na cidade de Fortaleza. O maior custo representa o querosene para aviação (R\$ 382 bilhões), seguido do Etanol (R\$ 48.117 milhões), Energia Elétrica (USD 1.194 milhões), Diesel (aprox. R\$ 756 milhões), GLP (aproximadamente USD 457 milhões) e finalmente gasolina (USD 1,7 milhões).

**Tabela 7 Consumos, custos e emissões da cidade de Fortaleza por setor**

Setor	Gasolina			Diesel			Energia elétrica			GLP			Etanol hidratado		
	Litros (Milhões)	R\$(Milhões)	Milhares Toneladas CO <sub>2</sub> e	Litros (Milhões)	R\$(Milhões)	Milhares Toneladas CO <sub>2</sub> e	GWh	R\$(Milhões)	Milhares Toneladas CO <sub>2</sub> e	Toneladas(miles)	R\$(Milhões)	Milhares Toneladas CO <sub>2</sub> e	M <sup>3</sup> (Milhões)	R\$(Milhões)	Milhares Toneladas CO <sub>2</sub> e
Transporte	570	1,7	1.261	287	703	747	-	-	-	-	-	-	58	48.117	85
Residencial	-	-	-	-	-	-	1.832	588	247	70	395	205	-	-	-
Comercial e institucional	-	-	-	9	22	24	1.629	523	220	11	62	32	-	-	-
Industrial	-	-	-	13	31	33	258	83	35	2	0,35	6	-	-	-
<b>Total</b>	<b>570</b>	<b>1,7</b>	<b>1.261</b>	<b>309</b>	<b>756</b>	<b>804</b>	<b>3.719</b>	<b>1.194</b>	<b>502</b>	<b>83</b>	<b>457,35</b>	<b>243</b>	<b>58</b>	<b>48.117</b>	<b>85</b>

Fonte: Elaboração própria com base na informação de cálculo 2014.

\* Foram considerados como custos referenciais: energia elétrica 0,32 R\$/kwh, etanol 0,83 R\$/l, gasolina 2,93 R\$/l, GLP 5,67 R\$/kg, 2,45 R\$/l de diesel, 6,3 R\$/kwh.

## 2.2.4 Conclusões da Pegada de Carbono

A HC total da cidade de Fortaleza para o ano 2014 é de **5.139.514 toneladas de CO<sub>2</sub>e**, onde as emissões de Alcance 1 representam 79% da Pegada total e as emissões de Alcance 2 o 10% restante e 11% Alcance 3.

O setor mais importante em termos de emissão de GEI é o setor de transporte, este setor gera o 50% do total da HC da cidade, pelo que se recomenda investir em sistemas de transporte público massivo, o incentivo a outras formas de transporte não motorizado e a mudanças para o uso de combustíveis menos intensivos em emissões de GEI como o gás natural, biocombustíveis e energia elétrica. A gasolina é a principal responsável das emissões deste setor (49% da Pegada do setor de transporte e 25% da HC total da cidade).

O segundo setor mais representativo na Pegada é o setor de resíduos (33% do total da HC da cidade). Na gestão 2014 foram geradas 1.691.735 toneladas de resíduos sólidos, gerados somente na cidade de Fortaleza, e que foram enviados ao aterro sanitário metropolitano Oeste em Caucaia e foram tratados aproximadamente 55 Milhões de m<sup>3</sup> de efluentes de todos os setores.

O setor residencial é o terceiro em participação na HC total da cidade (9%). O principal fator de emissão foi o de consumo de energia elétrica, com uma participação na Pegada do setor de 53%, seguido do consumo de GLP (47%). O GLP é principalmente utilizado nos lares de Fortaleza para cozinhar alimentos.

O setor comercial/institucional é o quarto setor mais importante nas emissões de GEI na cidade, e representa 6% da HC total, principalmente pelo consumo de energia elétrica (80%). A segunda fonte de emissão é o consumo de GLP, com 12% das emissões totais geradas neste setor. Finalmente estão as emissões pelo consumo de diesel (8%). Neste setor se incluem as emissões por fontes estacionárias dentro das instituições públicas como a Prefeitura Municipal de Fortaleza e os serviços que oferece. De acordo com os alinhamentos do GPC, também estão incluídas de forma separada as emissões por consumo de energia elétrica da iluminação pública da cidade, estas emissões representam 0,4% da HC do setor; em termos de consumo o serviço de iluminação pública representa 4% do total da energia elétrica faturada em toda a cidade de Fortaleza e tem um custo aproximado de R\$ 49 Milhões anuais, pelo que se recomenda investigar e avaliar opções para otimizar o consumo energético deste serviço, por exemplo a partir da mudança de luminárias tipo LED.

Por sua parte o setor industrial emitiu em 2014, 74.310 toneladas CO<sub>2</sub>e, o que representa apenas 1% da HC total, devido principalmente ao consumo de energia elétrica, este consumo representa 47% da Pegada do setor.

Finalmente, o setor de Processos Industriais e Uso de Produtos tem uma participação muito pouco significativa (apenas 0,2% da HC total da cidade) e se refere, por completo, ao uso de solventes a nível industrial.

### 2.2.5 Ações de redução

A partir dos pontos críticos identificados, na continuação, temos um resumo das ações de redução propostas na HC. Estas ações procuram não apenas reduzir a Pegada, como também obter custos e tempos de implantação razoáveis, como dentro do possível obter economia na implantação, e dar visibilidade aos esforços realizados pelos donos dos processos, que oferecem benefícios na percepção da população sobre suas preocupações e ações relacionadas com a mudança climática. Os mencionados critérios foram utilizados para qualificar as ações propostas, que são resumidas na Tabela 8, e organizadas por nível, instancia, e fonte de emissão.

**Tabela 8 Matriz de identificação de ações de redução a curto prazo da HC por setor**

Setor	Atores	Tipo de fonte	Ação	Critérios de avaliação				Total
				Custo de implantação	Economia monetaria	Redução da Pegada	Visibilidade	
Transporte	Autoridades locais	Alcance 1	Elaboração de um Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS)	\$\$ (2)	1	2	2	7
Transporte	Autoridades locais/nacionais	Alcance 1	Implementação de medidas de ordenamento do transito veicular, por exemplo, a partir da criação de "superquarteirões"	\$(3)	1	2	3	9
Transporte	Autoridades locais/nacionais	Alcance 1	Criação de um sistema de ciclovias, incentivando o uso de bicicletas como meio de transporte.	\$\$ (2)	1	2	3	8
Transporte	Autoridades locais/nacionais	Alcance 1 e 2	Implantação de sistemas de transporte massivo que reduzam a quantidade de veículos.	\$\$\$ (1)	1	3	3	8
Transporte	População	Alcance 1	Transformação de veículos a diesel e gasolina por GNV	\$\$ (2)	2	2	2	8
Residencial, comercial e institucional	População, Autoridades locais/nacionais	Alcance 1: consumo de energia direta em instalações	Instalação de conexões a Gás Natural na rede residencial em substituição ao GLP	\$(3)	1	1	1	6

Residencial, industrial, comercial e público	Autoridades locais/nacionais, instituições privadas, ONG's	Alcance 1 e 2: consumo de energia dentro e fora das instalações	Implantação e promoção de programas e atividades de conscientização, junto à população, sobre o uso eficiente de energia.	\$\$ (2)	2	2	3	9
Residencial Comercial/ Institucional	População, instituições privadas, ONG's	Alcance 1 e 2	Instalação de equipamentos de abastecimento de energia renovável como painéis solares, placas solares.	\$ (2)	2	2	2	8
Residencial, industrial e comercial	Autoridades locais/nacionais, instituições financeiras, instituições privadas, ONG's	Alcance 1 e 2	Criação de incentivos para a aquisição/instalação de equipamentos amigáveis com o meio ambiente, com redução nas taxas de juros, financiamentos a fundo perdido, etc.	\$\$ (2)	0	3	3	8
Residencial, industrial e comercial	Autoridades locais/nacionais	Alcance 1 e 2	Promoção de artefatos e equipamentos que contribuam para diminuir o consumo de energia	\$ (3)	1	2	2	8
Comercial	Autoridades locais/nacionais	Alcance 2	Troca das luminárias de iluminação pública por outras mais eficientes, como de iluminação LED, interruptores inteligentes, painéis solares, etc.	\$\$\$ (1)	2	3	3	9
Resíduos	Demanda	Alcance 1	Implantação de campanhas de conscientização orientadas para promover a separação dos resíduos in situ	\$\$ (2)	1	2	2	8
Resíduos	Demanda	Alcance 1	Implantação de um sistema de coleta e	\$\$\$ (1)	2	3	3	9

			seleção de resíduos antes de enviar ao aterro sanitário.					
Resíduos	Demanda	Alcance 1	Incentivar atividades de reutilização e industrialização de resíduos aproveitáveis.	\$\$ (2)	2	2	3	9
Resíduos	Demanda	Alcance 1	Transformação do gás metano gerado em aterros sanitários em energia elétrica	\$\$\$ (1)	1	3	3	8

Fonte: Elaboração própria

Como foi mencionado, a HC da cidade de Fortaleza tem uma participação de 44% pelo setor de transporte, perante esta situação, surge imediatamente a necessidade de trabalhar de forma estrutural neste setor. As cidades devem ser desenhadas para as pessoas e não para os automóveis; as urbes tem a oportunidade de se reinventar a partir de, por exemplo, investimentos em sistemas de transporte público massivo e no incentivo a formas de transporte não motorizadas. O transporte público massivo é aproximadamente 6 vezes mais eficiente por pessoa que viaja e por Km, do que o veículo privado, pelo que se espera que exista uma redução significativa nas emissões de GEI deste setor (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012).

De forma paralela é necessária a implantação de outras medidas, como por exemplo, a criação de “superquarteirões”, que é uma ideia que consiste em definir o tráfego do veículo privado pelas vias urbanas do exterior destes “superquarteirões” e proibir sua circulação pelo interior das mesmas. Desta forma, fica garantida a liberação de 60 ou 70% do espaço público e se incentiva a utilização do transporte público e de meios de transporte limpos, como a bicicleta.

Como marco de planejamento se recomenda elaborar um Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS), que deveria estar orientado a abordar desde a forma em que nos deslocamos, caminhamos, bicicleta, transporte público, até o tipo de combustível que se utiliza para impulsionar estas formas de transporte. É necessária a implantação de formas de transporte que façam compatíveis o crescimento económico, a coesão social e a defesa do meio ambiente, garantindo uma melhor qualidade de vida para os cidadãos. Alguns dos benefícios colaterais deste tipo de medidas seria a diminuição dos engarrafamentos, a diminuição do ruído, a redução da contaminação atmosférica, a melhoria das condições de acessibilidade, a melhoria na saúde dos habitantes, entre outros.

Outra das ações principais dentro deste setor é a conversão dos automóveis que atualmente operam a gasolina por GNV, o consumo deste combustível pode gerar uma redução de 25% das

emissões anuais por veículo (2 toneladas de CO<sub>2</sub>e reduzidas ao ano por veículo), e si consideramos um parque automotor de pelo menos 200.000 veículos que funcionam a gasolina e diesel em Fortaleza, a conversão de 10% a GNV significaria uma redução de 40.000 toneladas de CO<sub>2</sub>e ao ano, equivalente à redução de 2% da HC deste setor e 1% da HC total da cidade.

Dentro das ações que se recomendam para reduzir a HC da cidade de Fortaleza, temos a ampliação da instalação de conexões na rede de gás natural nos setores residencial e comercial, principalmente (o gás natural gera 10% menos de GEIs pela mesma quantidade de energia). Em termos de custos há uma expectativa de reduções significativas principalmente si se substitui o uso de GLP engarrafado nos lares e comércios. Neste caso, trocando, por exemplo, 50% do uso atual de GLP por gás natural no setor residencial, teríamos uma redução de 4.400 toneladas de CO<sub>2</sub>e aproximadamente, por ano.

Sobre a redução do consumo de energia elétrica (terceira fonte de emissão mais importante em termos de HC total) se recomenda implantar programas de conscientização sobre o uso eficiente de energia no setor residencial da cidade de Fortaleza, principalmente, além da instalação de tecnologia eficiente e/ou renovável de painéis fotovoltaicos, placas solares, entre outros, no setor residencial e industrial, embora esta última ação suponha investimentos maiores, o custo de recuperação coberto com as economias são importantes para considerar, deve ser levar em conta que cada vez mais existem maiores oportunidades de obter financiamento para este tipo de tecnologias. De forma paralela se recomenda que a instância competente possa gerar/criar incentivos na população para adquirir e instalar equipamentos amigáveis com o meio ambiente em suas residências. Por outro lado, também, é necessário que existam normas, punições, ou “castigos impositivos” com aquelas atividades que no sejam eficientes com o uso e consumo de recursos.

Sobre a iluminação pública, observamos que as emissões por consumo de energia elétrica neste serviço representam 4% da HC da cidade e que este consumo custa à Prefeitura Municipal de Fortaleza aproximadamente R\$ 49 Milhões anuais, se recomenda a troca cambio de luminárias por outras mais eficientes como de iluminação LED, interruptores inteligentes, a utilização de painéis solares, entre outros.

No setor de resíduos, se recomenda implantar programas de conscientização para que as famílias possam separar seus resíduos, orgânicos e inorgânicos, e esta medida deveria ir acompanhada de uma transformação no sistema de coleta dos resíduos, para que também esta fase da gestão permita que os resíduos possam ser dispostos e tratados de forma separada, por exemplo através de processos da lombricultura e compostaxe.

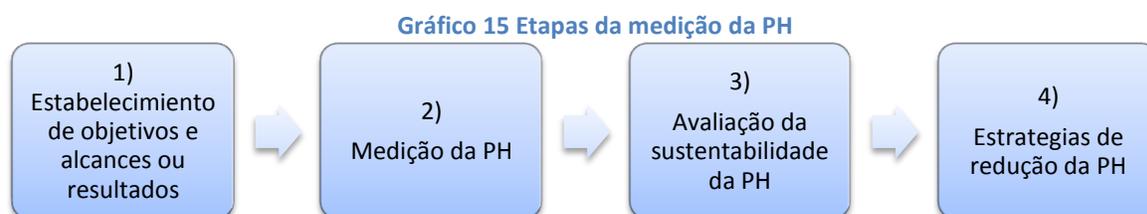
## SEÇÃO 3. Pegada Hídrica da Cidade de Fortaleza

### 3.1. Metodología utilizada

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

A PH pode ser compreendida como um indicador que reflete o uso, consumo e contaminação de água de forma direta e indireta. A informação obtida para a PH permite examinar as implicações ambientais, sociais e económicas do uso d'água em diferentes ambientes geográficos.

A avaliação da Pegada Hídrica é um processo composto por quatro etapas, que são utilizadas para descrever a ordem de passos para a medição, análise de sustentabilidade, e a avaliação de possíveis estratégias de redução. A valorização / quantificação da Pegada Hídrica se desenvolve no contexto da localização do uso d'água. As quatro etapas da medição, são:

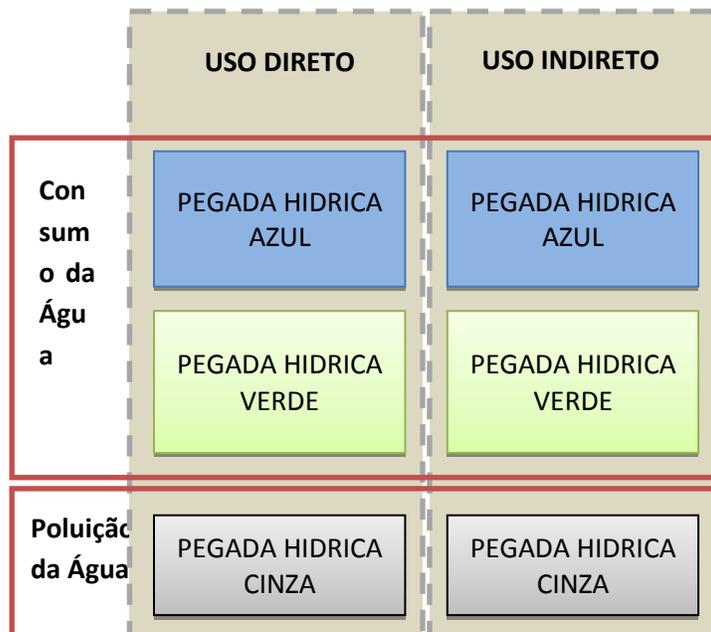


**Fonte:** Water Footprint Network, 2010.

Assim, o Projeto Pegada de Cidades contempla o desenvolvimento das quatro etapas desta medição, durante o processo de implantação. O estabelecimento de objetivos e alcances ou resultados, e a medição da PH se apresentam detalhadamente neste relatório; a avaliação da sustentabilidade da PH é parte deste relatório, como um anexo; e finalmente numa segunda parte se inclui um relatório de estratégias de ação com base nos resultados observados, que sugere e detalha as medidas de redução que podem ser implantadas no contexto econômico, social e ambiental da cidade.

A metodologia distingue 03 (três) tipos de Pegadas: “Pegada Hídrica Azul”, “Pegada Hídrica Cinza” e “Pegada Hídrica Verde”. Estas pegadas expressam o volume de água consumido ou contaminado num período de tempo, e também possuem notáveis diferenças conceituais entre si. No Gráfico 15 se apresenta uma representação esquemática dos componentes da PH, e a continuação se apresentam definições de cada tipo de Pegada, com base no Manual de Avaliação da Pegada Hídrica da WFN.

Gráfico 16. Tipos e dimensões da Pegada Hídrica



Fonte: Water Footprint Network, 2010.

**PH Azul:** A Pegada Hídrica azul é um indicador de uso consuntivo d'água chamada azul, ou seja, água doce de superfície ou subterrânea. O uso d'água se refere a um dos quatro casos seguintes:

- A água se evapora.
- A água se incorpora a um produto.
- A água não retorna para sua zona de fluxo, por exemplo, es devolvida a outra zona de captação ou ao mar.
- A água não retorna no mesmo período, por exemplo, se é retirada num período seco pode ser devolvida num período de chuvas.

**PH Cinza:** Se refere ao volume de água que se requer para assimilar os resíduos, quantificada no volume de água necessária para diluir os contaminantes até o ponto em que a qualidade da água ambiental se mantenha acima das normas de qualidade da água.

**PH Verde:** Se refere ao volume de água de precipitação sobre a terra que não provoque escoamento ou se some às águas subterrâneas, mais que se mantenha no solo ou na superfície ou na vegetação. Finalmente, esta é a parte da precipitação que será evaporada ou que as plantas transpiram. A água verde pode ser produtiva para o crescimento de cultivos (embora não toda a água verde possa ser absorvida pelo cultivo, já que sempre existirá a evaporação do solo e porque nem todas as épocas do ano ou zonas são adequadas para o crescimento de um cultivo). Esta Pegada é particularmente relevante para os produtos agrícolas e florestais (produtos com base em

cultivos ou de madeira), onde se refere à evapotranspiração da água de chuva total (dos campos e das plantações).

**PH indireta:** Volume de água por consumo e contaminação de corpos de água, associado com a produção dos bens e serviços. Esta Pegada se calcula multiplicando a quantidade de produtos consumidos pelas suas respectivas Pegadas Hídricas equivalentes. Volume de água que é usado, consumido e/ou contaminado durante a produção de produtos, materiais e serviços, contemplados na cadeia de abastecimento dos mesmos.

No marco do Projeto serão avaliadas principalmente as PH Azul e Cinza de cada setor. A PH indireta será quantificada como um indicador demonstrativo com finalidades informativas para o setor residencial. E a PH Verde será medida somente para plantações de grama em áreas verdes da cidade.

### 3.1.1. Exclusão de tipos e dimensões da Pegada Hídrica

Os resultados obtidos consideram apenas a participação da PH direta (Azul e Cinzas), devido a que representam o volume de água de consumo e contaminação direta dentro dos limites da cidade.

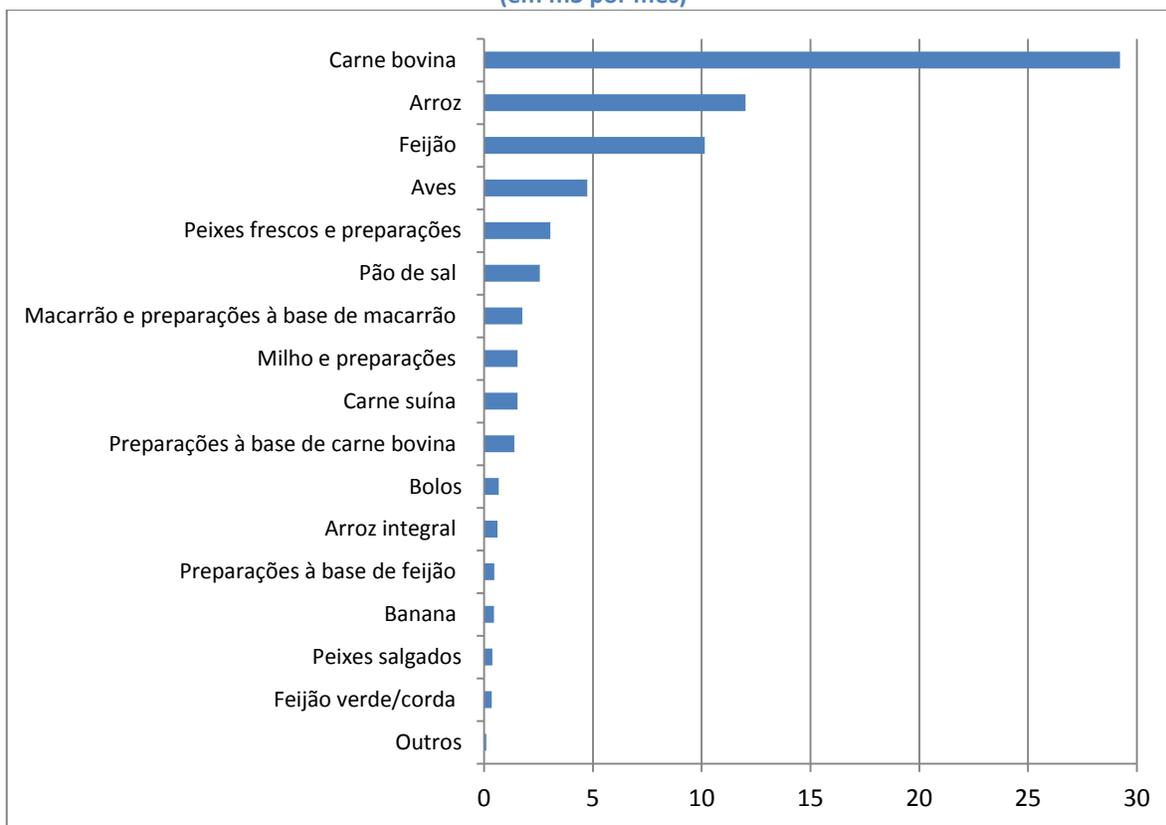
Foi excluída da análise a PH indireta por consumo de materiais e produtos importados, considerando que as opções de redução da PH por consumo destes recursos são limitadas por ficar fora dos limites da cidade, e é importante lembrar que a análise da PH tem como objetivo principal poder identificar e propor ações de redução, no Plano de Ação, para os tomadores de decisão e habitantes dentro da cidade. Ainda, apenas com fins demonstrativos foi feita uma análise da PH indireta da cesta familiar da população em Fortaleza<sup>16</sup> no período de 01 ano. Para isto foram utilizadas as equivalências de PH calculadas pela WFN.

Os resultados mostram que a PH indireta por consumo da cesta familiar é de 897 m<sup>3</sup> por habitante/ano. Entre os alimentos com maior participação neste tipo de Pegada encontramos a carne bovina, o arroz, o macarrão, a carne de aves e a carne de peixe (Gráfico 16).

---

<sup>16</sup> Segundo: A cesta básica de alimentos, com base a índice IPC cesta básica nacional de cidades de 2014 e dados de consumo gerados pelo Projeto Pegada de Cidades para o caso de estudo da cidade de Quito, 2012.

**Gráfico 178 Composição da PH indireta do setor residencial, segundo alimentos da cesta básica familiar (em m3 por mês)**



Fonte: Elaboração própria

### 3.1.2. Mecanismos de quantificação utilizados na Pegada Hídrica

Apresentamos 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; Efl: Efluente; Conc: Concentração; Max: Máxima; Nat: Natural; Cp: quantidade de produtos; PH<sub>prod</sub>: Pegada Hídrica equivalente do produto, ET: evapotranspiração, Inc: incorporação de água numa planta.

### 3.1.3. Fontes de informação e instrumentos utilizados para encontrar os dados necessários

Neste quadro resumimos os dados necessários para a avaliação da PH por tipo de Pegada (Azul, Cinza e Verde), e por setor (residencial, comercial, industrial, público e serviços municipais). Também, as fontes de informação consultadas para a obtenção destes dados.

**Tabela 9 Fontes de informação e instrumentos utilizados para levantar os dados necessários**

Setores	PH Azul	Fonte de informação	PH Cinza	Fonte de informação	PH Verde	Fonte de informação
<b>Residencial</b>	-Volume de água faturado, -Volume de uso per cápita -Volume de consumo per cápita	- SEUMA		-SEUMA -Normativa sobre matéria hídrica <sup>17</sup> -Estudos de concentrações do parâmetro no início das bacias <sup>18</sup> .		
<b>Comercial</b>	-Volume de água faturado -Classificação por tipo de comércio -Quantidade de funcionários por tipo de comércio -Uso de água per cápita de funcionários administrativos	- SEUMA	-Volume de afluente -Volume de efluente -Concentração no afluente (DBO <sub>5</sub> e DQO) -Concentração no efluente (DBO <sub>5</sub> e DQO) -Concentração	- SEUMA -Normativa sobre matéria hídrica. -Estudos de concentrações do parâmetro no início das bacias.		

<sup>17</sup>Resolução N° 357, de 17 de Março de 2005: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

<sup>18</sup> SEUMA. Universidade Federal do Ceará Centro de Tecnologia Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Análise de água Lagoa da Parangaba e Lagoa do Colosso.

<b>Industrial</b>	-Volume de água faturado por setor -Volume de água faturado por indústria -Tipo de indústrias avaliadas (por tipo)	- SEUMA	natural (DBO <sub>5</sub> e DQO) -Concentração máxima estabelecida por normativa local (DBO <sub>5</sub> e DQO) em corpos de água	- SEUMA -Normativa sobre matéria hídrica - Estudos de efluentes residuais descarregados por indústrias.		
<b>Público</b>	-Volume de água faturado -Uso de água per capita de funcionários administrativos	- SEUMA -Encuestas		-SEUMA -Normativa sobre matéria hídrica -Estudos de concentrações do parâmetro no início das bacias.	-Superfície de áreas verdes -Tipo de cobertura nas áreas verdes Evapotranspiração do tipo de cobertura - Características ambientais climatológicas da cidade	--dados do programa CLIMWAT19 Dados do programa CROPWAT

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 10. Resumo de dados sobre atividades utilizados na avaliação**

Setor	Volume de água faturado (afluente m <sup>3</sup> )	Volume de água del efluente <sup>20</sup> (m <sup>3</sup> )	Índice PPC equivalente hídrico (m <sup>3</sup> /hab/mes)
<b>Residencial</b>	99.550.569	37.104.251	74,8
<b>Comercial</b>	7.415.463	904.206	NA
<b>Industrial</b>	1.122.941	347.685	NA
<b>Público e Serviços Municipais</b>	643.394	431.023	0,25

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 11. Resumo de parâmetros sobre qualidade utilizados na medição**

Parâmetros de qualidade	SECTOR			
	Residencial	Comercial	Industrial	Público e Serviços Municipais
<b>Qualidade Máxima Permitida DBO<sub>5</sub> (mg/lt)</b>	10	10	10	10

<sup>19</sup> CLIMWAT y CROPWAT são programas desenvolvidos pela FAO para facilitar a geração de dados para a avaliação da PH Verde. Ambos gratuitos e podem ser baixados na internet.

<sup>20</sup> Para determinar o efluente é levado em conta a percentagem de tratamento através de estações de tratamento de esgoto na cidade, no entanto, de acordo com a Secretaria do Meio Ambiente cerca de 10% não é contado porque corresponde às estações de tratamento especial, as quais não se tem controle.

Qualidade Máxima Permitida DQO(mg/lit)	16,66667	16,66667	16,66667	16,66667
Qualidade Natural DBO <sub>5</sub> (mg/lit)	2	2	2	2
Qualidade Natural DQO(mg/lit)	3,333333	3,333333	3,333333	3,333333
Qualidade do Afluente DBO <sub>5</sub> (mg/lit)	2	2	2	2
Qualidade do Afluente DQO(mg/lit)	3,333333	3,333333	3,333333	3,333333
Qualidade do Efluente DBO <sub>5</sub> (mg/lit)	107,3119048	107,3119048	1032	107,3119048
Qualidade do Efluente DQO(mg/lit)	380,9016667	380,9016667	1391	380,9016667

Fonte: Elaboração própria.

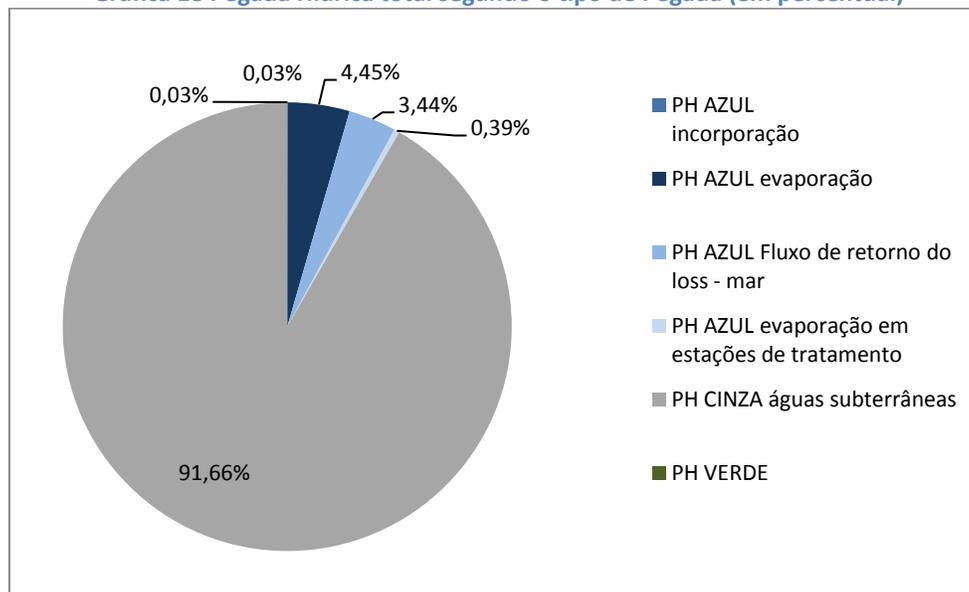
## 3.2. Resultados da Pegada Hídrica

### 3.2.1. Pegada Hídrica Total

A PH direta total da cidade de Fortaleza para a gestão 2014 é igual a **1.211.088.199 m<sup>3</sup>**. Esta quantidade equivale a um volume suficiente para abastecer de água potável por 11 anos a toda a população da cidade de Fortaleza, e são necessários 10 litros de água para assimilar a carga contaminada ou poluída de cada litro de água residual que se gera na cidade.

A análise por tipo de Pegada permite ver que a composição é: 91,6% PH Cinza, 8,3% PH Azul e 0,03% PH Verde (Figura 19). A PH azul consiste de uma série de tipos de marca de fonte, PH Azul incorporado refere-se à perda de Produtos industriais (0,03%), HH Azul por evaporação corresponde à perdas durante consumo da água( 4,45%), PH Azul por refluxo perdeu água do mar corresponde ao volume de efluente que está disposta a mar depois de tratamento em estações (3,47%), e PH Azul por evaporação em estações de tratamento corresponde à perda de água durante processo do tratamento de água (0,39%). Esta composição deixa claro que existe uma importante carga de poluentes nos cursos de água que atravessam a região. Tem uma importância menor a água que se incorpora, evapora ou perde (PH azul), e a importância da PH Verde é muito baixa na comparação com as outras pegadas.

Gráfica 18 Pegada Hídrica total segundo o tipo de Pegada (em percentual)



Fonte: Elaboração própria.

A concentração máxima permitida na qualidade ambiental, com base na qual se realizou o cálculo da PH cinza, foi definida em 10 mg DBO<sub>5</sub>/litro e seu equivalente em DQO (16,66 mg DQO/litro) para as descargas de efluentes em corpos de água doce. Estes parâmetros estão baseados na Resolução do Meio Ambiente CONAMA Brasil N° 357.

### 3.2.1.1. Análisis de la HH sin Plantas de Tratamiento

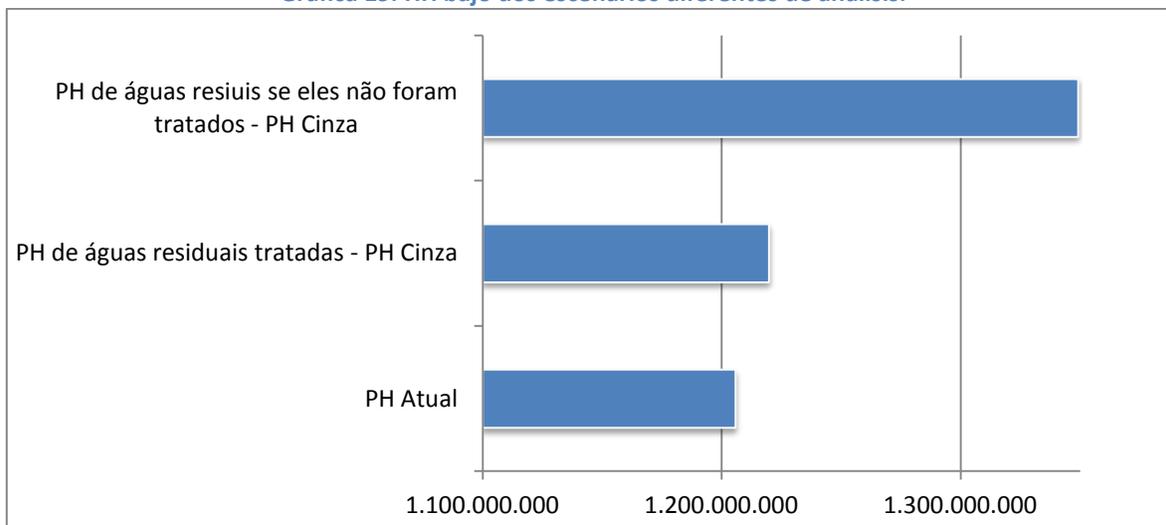
Em Fortaleza, 54,8% da população tem rede de esgoto, ou seja, as águas residuais por diferentes setores da cidade gerada é canalizado para as estações de tratamento de esgoto, que através de Processos biológicos e físico-químicos a qualidade da água melhora antes da descarga final no mar.

De acordo com a descrição metodológica para a medição do PA (WFN, 2011), é determinado que a perda de água de uma bacia deve ser contado como PA azul, e é por isso que a medição apresentada neste estudo foi realizado sob este conceito. A metodologia tem uma justificação válida para esta classificação, no entanto, acreditamos que poderia ser subestimado o custo e benefício ambiental alcançado devido ao pre-tratamento de águas residuais realizado em Fortaleza antes da descarga final no mar. É por isso que nesta seção e complementarmente é incluída a análise da PA sob dois cenários, o primeiro modificando como PA cinza a água descarregada após tratamento nas plantas; e o segundo tomando em suposto que as águas residuais não são tratadas e são descarregadas diretamente para o mar.

Para esta análise é levada em conta como um parâmetro de qualidade da água máxima permitida na água do mar, os regulamentos do Chile que estabelecem o limite de descarga em relação à área

marinha protegida (60 mg / L de DBO 5), já que não foi estabelecida o parâmetro no regulamento local da cidade de Fortaleza. É usado para esta análise o valor mais grave porque a metodologia WFN tem estabelecido, na ausência de regulação.

Gráfica 19. HH bajo dos escenarios diferentes de análisis.



Fonte: Elaboração própria.

#### **Análise do primeiro cenário: "PA de águas residuais das estações de tratamento medida como PA cinza"**

O gráfico mostra que classificar o volume de água que é descartada para o mar após o tratamento como PA cinza em vez de calcular como PA azul representa uma diferença de 1%, no total da PA, ou seja, este factor é insignificante uma vez que a poluição do mar é mínimo porque a água foi pré-tratada e portanto, a qualidade bioquímica e química com o que é derramado, não implica impacto significativo no ecossistema marinho.

#### **Análise do primeiro cenário: "PA de águas residuais das estações de tratamento medida como PA cinza"**

Tendo em conta que ao calcular o volume de água descarregada para o mar como HH cinza não foi um fator importante na medição global, ele nos permite realizar outros tipos de análises para propor um cenário que mostre o impacto sobre o ecossistema marinho pela poluição, caso em derrame de água sem qualquer tratamento prévio.

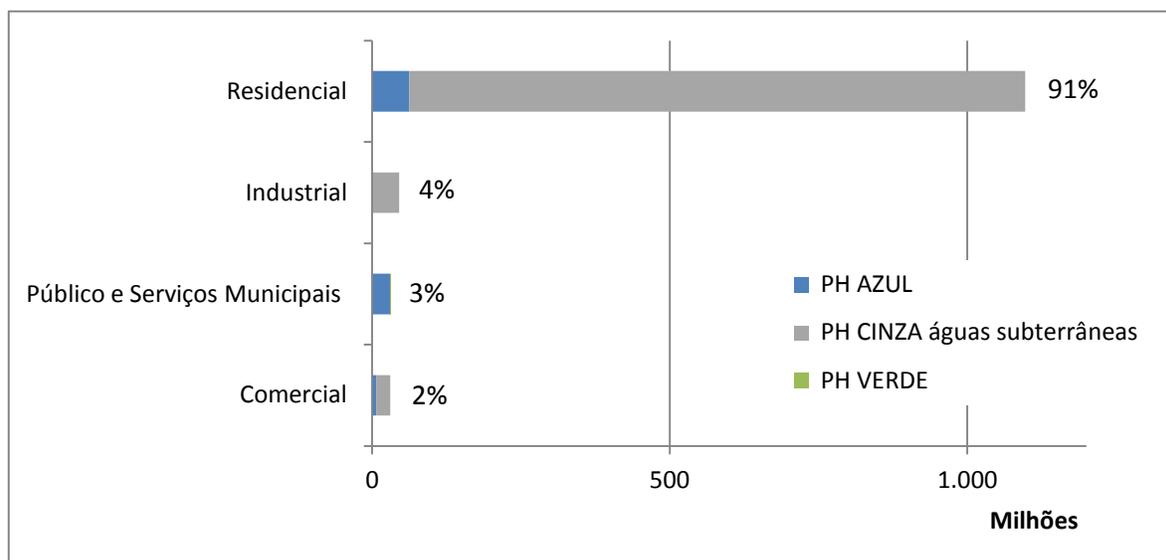
Neste caso, a PA total sofre um aumento de 11% e a PA cinza acaba por ser responsável pelo 95%, ou seja, existe um impacto significativo pelo tratamento de água antes da descarga final para o mar. Embora inicialmente se aconselharia a reciclagem de água tratada para a agricultura, a implementação de estações de tratamento tem um efeito positivo. Vale a pena mencionar que entre os corpos d'água doce e o mar existe um ponto intermediário (estuário), conhecido pelo alto

nível biológico que se desenvolve nestos Ecossistemas, portanto, tomar medidas para preservar esses estuários tem um alto grau de importância.

### 3.2.2. Pegada Hídrica por setor

Quando se realiza a análise da pegada por setor, se observa que o setor residencial é o setor com maior participação (91% ; 1.097.538.994 m<sup>3</sup>), seguido pelo setor industrial (4% ; 45.345.885 m<sup>3</sup>), o setor Público e Serviços Municipais (3% ; 37.714.904 m<sup>3</sup>), e com uma participação inferior o setor comercial (2% ; 30.488.416 m<sup>3</sup>) (Ver Figura 20).

Gráfica 20 Pegada Hídrica total segundo o setor e tipo de Pegada (em milhões de m<sup>3</sup>)



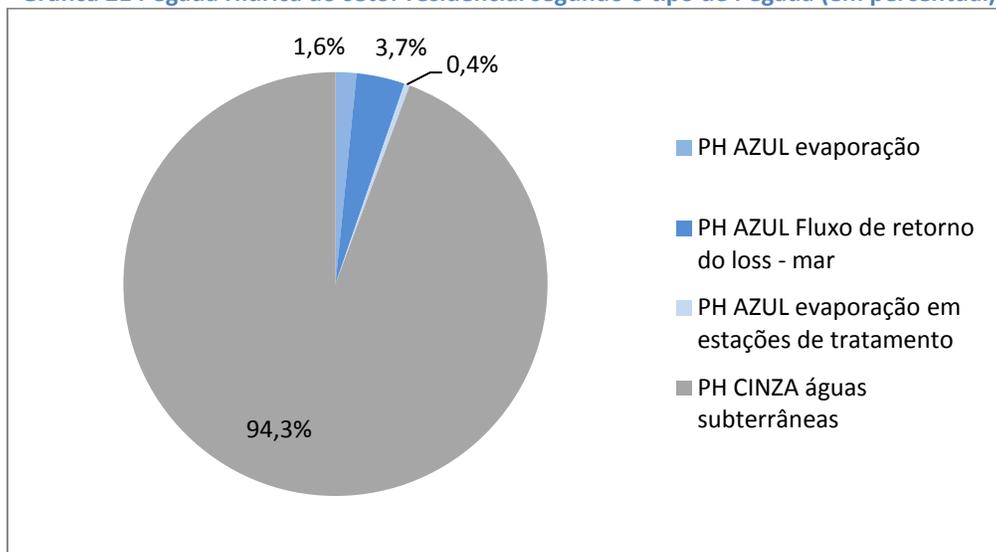
Fonte: Elaboração própria.

Observamos a participação do setor residencial como a mais importante, especialmente pela participação da PH cinza, devido às atividades que implicam o uso de água no ambiente doméstico como a limpeza pessoal, lavagem de roupas, limpeza do lar e resíduos de cozinha. Observamos também que os setores comercial e industrial estão compostos principalmente pela PH cinza, a diferença do setor Público onde a composição combina os três tipos de PH, com uma participação importante da PH azul. A análise detalhada da PH a nível setorial é apresentada a seguir.

#### 3.2.2.1. Setor Residencial

A Pegada Hídrica do setor residencial é de **1.097.538.994 m<sup>3</sup>**, que representa 91% da Pegada Hídrica direta total da cidade de Fortaleza. A PH deste setor está composta em 94%; 1.035.092.675 m<sup>3</sup> pela PH Cinza, e 6% ; 62.446.318 m<sup>3</sup> pela PH Azul.

Gráfica 21 Pegada Hídrica do setor residencial segundo o tipo de Pegada (em percentual)



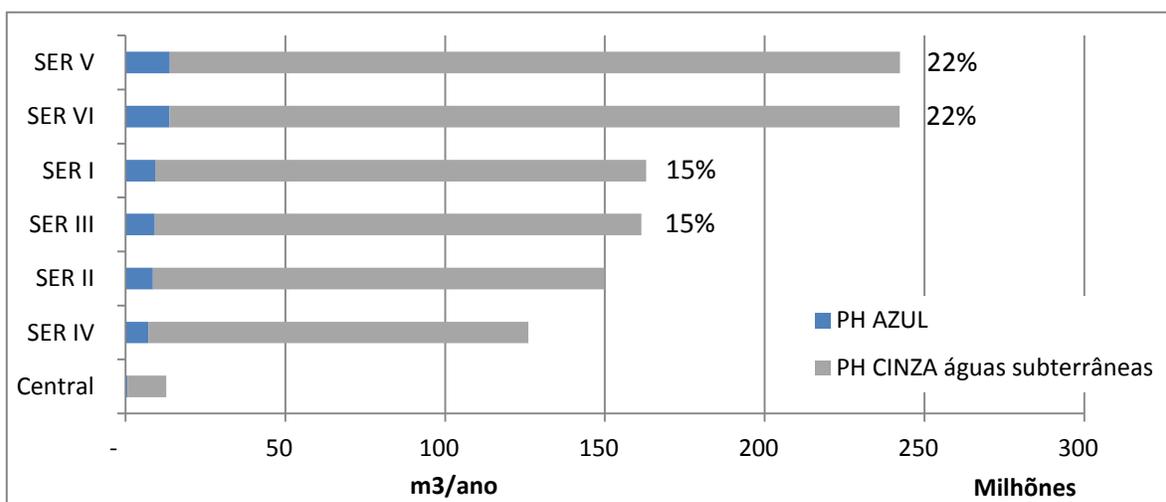
Fonte: Elaboração própria.

Observamos que a PH cinza por contaminação da água subterrânea é a que mais participa na PH do setor, assim como a PH total (85%). Isto acontece principalmente pela falta de cobertura do serviço de esgoto nos lares da cidade, que cobre 54,8% e ocasiona que as águas residuais sejam despejadas diretamente no solo, e tendo como destino final a água subterrânea.

A medição incorpora o consumo, uso, contaminação e tratamento de água nos 07 bairros ou regiões da cidade, chamadas de Secretarias Executivas Regionais (SER), que conformam a cidade de Fortaleza, alinhados com a definição de limites detalhados na Seção 1 do presente documento.

Os resultados encontrados por Secretaria Executiva Regional indicam que as SER com maior participação na PH são a SER V e SER VI, seguidas pela SER I, SER III, SER II e SER IV, e numa menor proporção o bairro Centro, fator que está diretamente relacionado com o tamanho populacional correspondente (Gráfica 22).

Gráfica 22 Pegada Hídrica total do setor residencial por paróquia urbana (em milhões de m<sup>3</sup>)

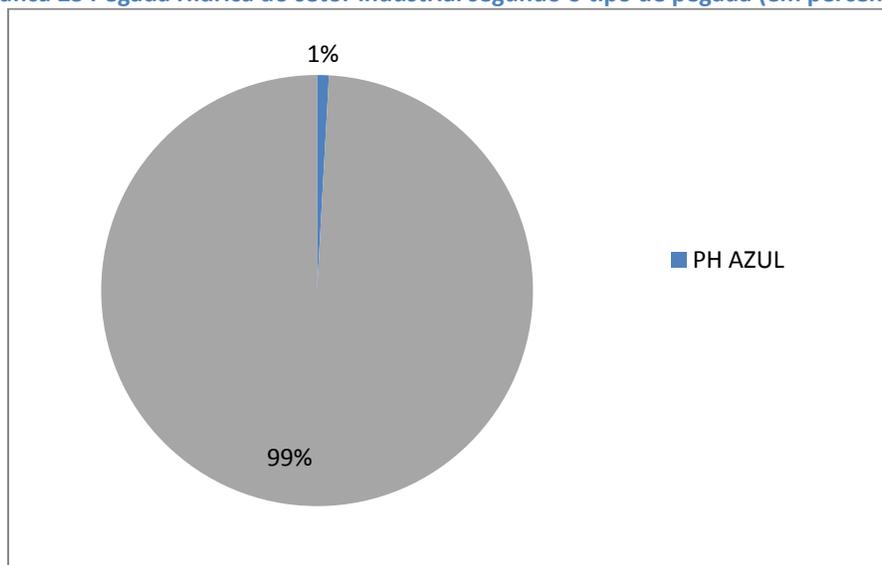


Fonte: Elaboração própria.

### 3.2.2.2. Setor Industrial

O setor industrial representa 4% da Pegada Hídrica Direta Total da cidade de Fortaleza (45.345.885 m<sup>3</sup>), ocupando o segundo lugar na comparação com outros setores da cidade. A PH do setor industrial está composta em 98% pela PH cinza por contaminação de água subterrânea e 2% pela PH azul (Figura 23).

Gráfica 23 Pegada Hídrica do setor industrial segundo o tipo de pegada (em percentual)



Fonte: Elaboração própria.

No caso do setor industrial, existe um consumo de água de 1.122.941 m<sup>3</sup>/ano e se destacam as indústrias de transformação, entre eles têxteis, calçados, tecidos, couros e peles, alimentos, minerais não metálicos, móveis, metais, editoriais e gráficas. Também se destacam as indústrias associadas à construção civil e a mineração<sup>21</sup>.

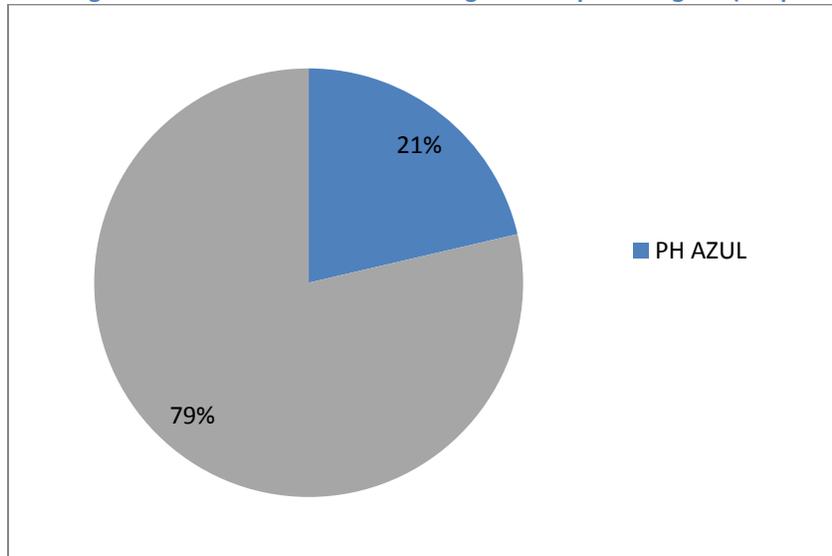
A participação da PH cinza na PH total do setor não é preponderante já que Fortaleza não possui um setor industrial muito amplo.

Na análise de qualidade da água residual neste setor, tomamos como base o estudo INFORME FINAL – SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LAS 100 FUENTES INDUSTRIALES CONTRATO No. S-CEC-026-2013-AJ-JNS. 2014 do Equador; que detalhadamente analisa 100 indústrias de diferentes atividades. Portanto se considera que os dados utilizados são representativos para a medição da PH no setor.

### 3.2.2.3. *Setor Comercial*

O setor comercial representa 2% da Pegada Hídrica Direta total da cidade de Fortaleza, com **30.488.416 m<sup>3</sup>**, sendo este o quarto setor em importância pela participação na pegada total. A PH do setor comercial está composta de 79% pela PH cinza (23.977.160 m<sup>3</sup>) e 21% pela PH azul (6.511.257 m<sup>3</sup>) (Ver Figura 24).

Gráfica 24 Pegada Hídrica do setor comercial segundo o tipo de Pegada (em percentual)



Fonte: Elaboração própria.

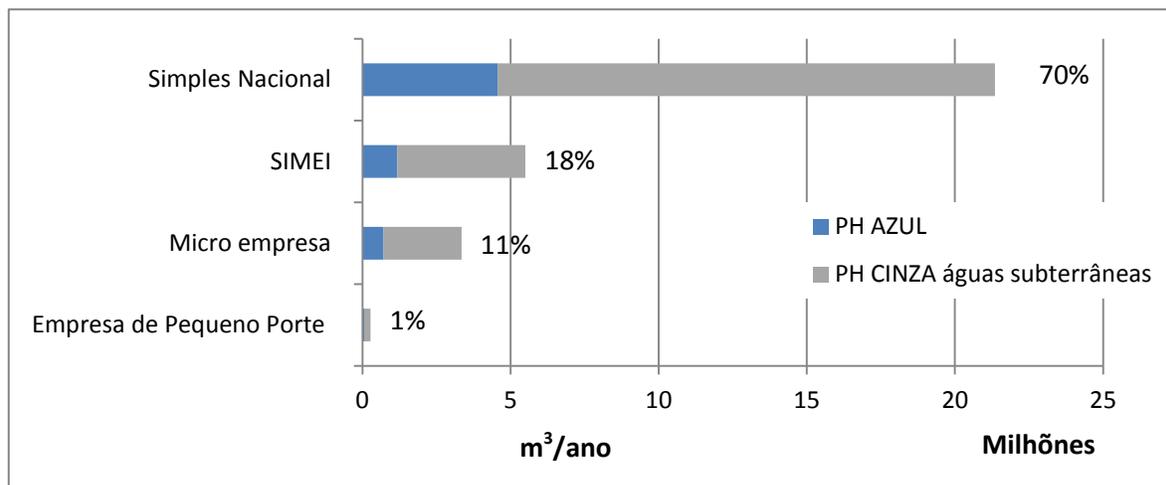
---

<sup>21</sup> Sistemas integrados de tratamento e usos de águas residuárias na América Latina: realidade e potencial convênio idrc-ops/hep/cepis 2000 – 2002.

No caso do setor comercial, a PH cinza é a que mais participa na PH do setor, devido a que o cálculo foi baseado na estimativa de efluentes residuais a partir das atividades administrativas tomando em conta o número de funcionários segundo a categoria.

Para a quantificação da PH do setor comercial se realizou uma análise simples com base no tamanho das empresas segundo as seguintes categorias: microempresa, empresa de pequeno porte, SIMEI e Simples Nacional. Os resultados mostram que o total das empresas dentro da categoria do Simples Nacional participam com 70% da Pegada Hídrica do setor (21.354.291 m<sup>3</sup>), o grupo SIMEI participa com 18% (5.510.785 m<sup>3</sup>), posteriormente as micro empresas com 11% (3.347.802 m<sup>3</sup>). Finalmente com uma participação muito menor a pegada de empresas de pequeno porte, com 1% (275.539 m<sup>3</sup>). (Ver figura 25). Embora esta grande diferença nas pegadas entre categorias têm algo a ver com o número de comércios registrados<sup>22</sup>, existe uma importante margem de erro nesta comparação devido a que o cálculo da PH cinza para estas categorias foi estimado considerando a geração de águas residuais pelo número de funcionários, deixando de lado o volume de água residual gerado por atividades operacionais, por exemplo, banheiros públicos em restaurantes, uso de água em piscinas de hotéis, atividades de limpeza, etc. Ou seja, a PH Cinza principalmente estaria sendo subestimada neste setor, por conta da falta de informação de geração de efluentes por tipo de comércio.

Gráfica 25 Pegada Hídrica do setor comercial segundo o tipo de Pegada e subsetor (em milhões de m<sup>3</sup>)



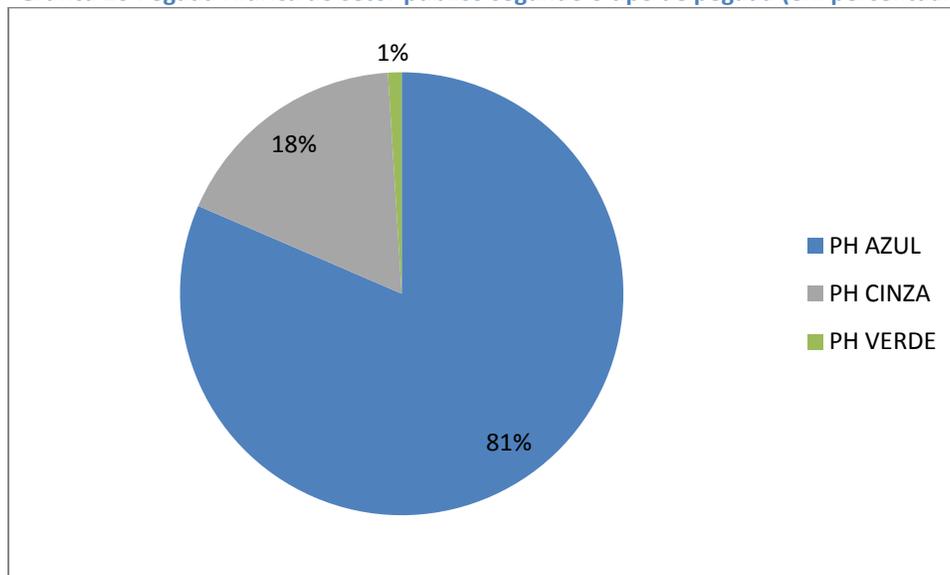
Fonte: Elaboração própria.

<sup>22</sup> De acordo com a Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente - Seuma. Gestão de ter 2014 registrou 222,258 empresas na cidade de Fortaleza.

#### 3.2.2.4. Setor Serviços Públicos Municipais

O setor público (ou serviços públicos municipais) representa 3% da Pegada Hídrica da cidade de Fortaleza, é o terceiro setor com maior participação depois do residencial e o industrial com um valor de **37.714.904 m<sup>3</sup>**. A PH deste setor está composta por 81% pela PH Azul (30.732.910 m<sup>3</sup>), por 18% pela PH cinza (6.606.934 m<sup>3</sup>) e 1% pela PH verde (375.060 m<sup>3</sup>), esta última relacionada às atividades de irrigação e manutenção de áreas verdes dentro da cidade (Ver Figura 26).

Gráfica 26 Pegada Hídrica do setor público segundo o tipo de pegada (em percentual)



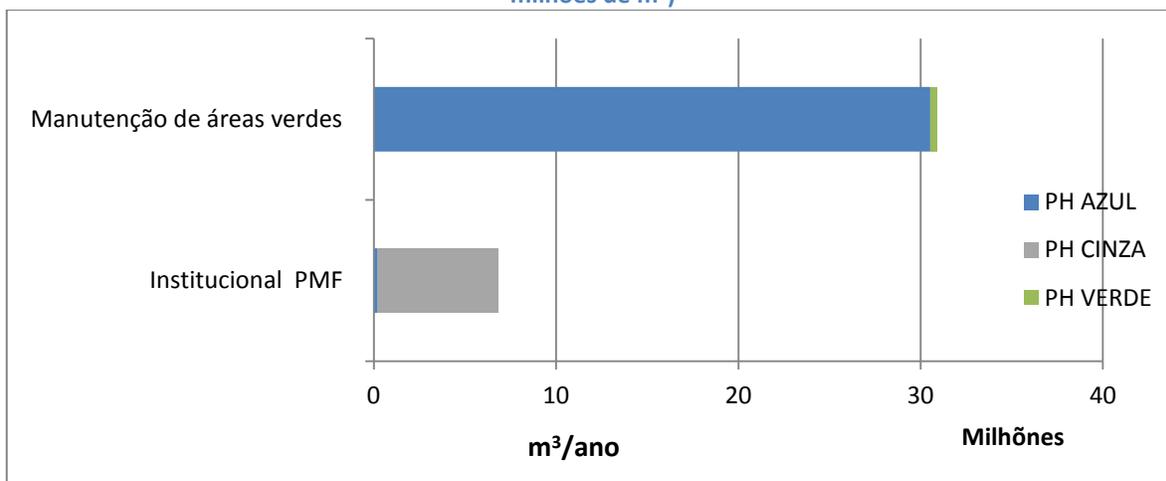
Fuente: Elaboração própria

As categorias analisadas dentro deste setor, são:

- i. **Institucional.** Se refere à PH da Prefeitura Municipal de Fortaleza, levando em conta todos seus escritórios administrativos (consumo por parte do pessoal administrativo e operacional), e todas aquelas unidades descentralizadas e terceirizadas que são de responsabilidade direta da Prefeitura.
- ii. **Manutenção de áreas verdes.** Se refere à PH gerada pelas atividades de manutenção através da irrigação de gramados e áreas verdes (781,3 ha).

Foi realizado um trabalho de coleta e análise de dados de forma detalhada para cada uma de estas categorias. Os resultados (Figura 27) indicam que a categoria de manutenção de áreas verdes é responsável por 82% da PH deste setor (30.895.599 m<sup>3</sup>), e com uma participação muito menor está a categoria institucional com 18% (6.819.305 m<sup>3</sup>).

Gráfica 27 Pegada Hídrica do setor serviços públicos municipais segundo o tipo de Pegada e serviço (em milhões de m<sup>3</sup>)



Fuente: Elaboração própria

A maior participação na PH deste setor está relacionada às atividades de manutenção e irrigação de áreas verdes. A PH do setor institucional tem uma participação menor, porém é importante mencionar que esta pegada foi estimada considerando apenas as atividades de uso, consumo e contaminação de água das atividades operacionais e administrativas da PMF, no foram considerados outros escritórios/serviços públicos, por exemplo, a nível estadual e/ou nacional, principalmente pela falta de informação completa, a este nível.

### 3.2.2 Consumo, Pegada Hídrica e custos

Tabla 12 Consumo de água, custos e valores da Pegada Hídrica da cidade de Fortaleza por setor

Setor	Volume Fatura (m <sup>3</sup> )	Valor Fatura USD	PH (m <sup>3</sup> )			
			PH Cinza	PH Azul	PH Verde	PH Direta Total
<b>Residencial</b>	<b>99.550.569</b>	<b>71.986.261</b>	<b>1.035.092.675</b>	<b>62.446.318</b>	-	<b>1.097.538.994</b>
SER I	14.773.619	10.682.988	153.611.023	9.267.231	-	162.878.254
SER II	13.594.529	9.830.374	141.351.250	8.527.609	-	149.878.858
SER III	14.637.173	10.584.323	152.192.310	9.181.641	-	161.373.951
SER IV	11.433.852	8.267.961	118.885.270	7.172.254	-	126.057.524
SER V	21.983.549	15.896.579	228.577.399	13.789.893	-	242.367.292
SER VI	21.969.299	15.886.275	228.429.239	13.780.954	-	242.210.193
Centro	1.158.548	837.761	12.046.185	726.737	-	12.772.922
<b>Comercial</b>	<b>7.415.463</b>	<b>10.548.937</b>	<b>23.977.160</b>	<b>6.511.257</b>	-	<b>30.488.416</b>
Micro empresa	814.260	1.158.333	2.632.829	714.973	-	3.347.802
Empresa de Pequeno Porte	67.017	95.336	216.694	58.846	-	275.539
SIMEI	1.340.346	1.906.722	4.333.874	1.176.910	-	5.510.785
Simples Nacional	5.193.840	7.388.546	16.793.763	4.560.528	-	21.354.291
<b>Industrial</b>	<b>1.122.941</b>	<b>2.610.252</b>	<b>44.570.629</b>	<b>775.256</b>	-	<b>45.345.885</b>

<b>Público e Serviços Municipais</b>	<b>643.394</b>	<b>771.463</b>	6.606.934	30.732.910	375.060	<b>37.714.904</b>
Institucional PMF	643.394	771.463	6.606.934	212.371	-	6.819.305
Manutenção de áreas verdes	-	-	-	30.520.539	375.060	30.895.599
<b>TOTAL</b>	<b>108.732.367</b>	<b>85.916.913</b>	<b>1.110.247.398</b>	<b>100.465.741</b>	<b>375.060</b>	<b>1.211.088.199</b>

Fonte: Elaboração própria.

O volume total de água consumida pela cidade de Fortaleza é de 108.732.367 m<sup>3</sup>, que representa um custo aproximado de U\$ 85.916.913 na gestão 2014. Este consumo de água inclui informações de faturamento bruto da água distribuída e comercializada pela CAGECE-Companhia de Água e Esgoto do Ceará (que distribui 100% da água total consumida).

### 3.2.3 Conclusões da Pegada Hídrica

A **Pegada Hídrica direta total da cidade de Fortaleza é 1.211.088.199 m<sup>3</sup>**. Este valor equivale a um volume suficiente para abastecer de água potável por 11 anos a toda a população de Fortaleza, por outra parte são necessários 10 litros de água para assimilar a carga contaminada ou poluída de cada litro de água residual produzido na cidade.

A análise por tipo de Pegada indica que 91,6% se refere à PH Cinza, 8,3% PH Azul e 0,03% PH Verde. Por tanto, para reduzir a PH da cidade, é necessário adotar medidas que redução a PH Cinza.

Adicionalmente, si consideramos a PH indireta da cidade, relacionada com a PH dos produtos ou alimentos da cesta familiar, a PH da cidade aumentaria em 30%. Este cálculo se realiza unicamente com fins ilustrativos, e as medidas de redução propostas não estão orientadas a reduzir esta Pegada. De qualquer forma este valor é útil na medida em que ajuda ao leitor a compreender que, com frequência, é a PH embebida nos produtos que consumimos, que representa uma maior parte de nossa PH individual.

A análise por setores determina que o setor residencial participa com 91% da PH total, o setor industrial com 4%, seguido do setor público com 3%, e finalmente o comercial com 2%. A PH cinza do setor residencial constitui 85% da PH total direta da cidade de Fortaleza.

O setor residencial da PH está composto por 94% da PH Cinza por contaminação de água subterrânea e 6% pela PH Azul. Principalmente devido à baixa cobertura do serviço de esgoto (54,8%) e ao baixo volume de água residual tratada em toda a Cidade.

As secretarias com maior participação na PH são a SER V, SER VI, em menor proporção SER I, SER III e SER II e finalmente SER IV e Centro, que de forma consolidada participam com 80% da PH total da cidade de Fortaleza.

A PH Azul do setor residencial, embora não aparente ser muito importante em comparação com a cinza, pode ser reduzida com elevação na eficiência do uso de água a nível residencial e a ampliação do sistema de esgoto, além do conserto de tubulações.

O setor industrial participa com 4% à PH total. A PH deste setor está composta por 98% da PH Cinza e 2% da PH Azul. Isto se explica pelo elevado nível de contaminação do setor que num percentual de quase 50% despeja suas águas residuais sem nenhum tipo de tratamento.

O setor público (ou serviços municipais) participa com 3% da PH total da cidade. Dentro deste setor, a categoria que participou com 82% da PH do setor é a de manutenção de áreas verdes, que se impacta a PH gerada pelas atividades de manutenção através da irrigação de plantas de grama e outras, que são no total, 781 ha.

Finalmente se encontra o setor comercial, que representa 2% da PH da cidade. Este setor está composto por 222.258 empresas, das quais 70% de estão na categoria do Simples Nacional, que são as que mais participam na PH do setor. Por isso as medidas de redução da Pegada deveriam concentrar-se neste grupo de empresas. Também sugerimos que, assim como no setor residencial, seja ampliado o serviço de esgoto sanitário, considerando que atualmente os comércios neste setor não contam, na sua totalidade, com este serviço.

#### *3.2.4 Ações de redução*

A partir dos pontos críticos identificados, na continuação apresentamos um resumo das ações de redução de Pegadas propostas. Estas ações procuram não apenas reduzir a Pegada, como também encontrar custos e tempos de implantação razoáveis, e dentro do possível gerar economia na sua implantação, além de dar visibilidade aos esforços realizados pelos donos ou responsáveis dos processos, que conseguem benefícios na percepção da população, sobre suas preocupações e ações relacionadas com a mudança climática.

Os mencionados critérios foram utilizados para qualificar as ações propostas, que se resumem na Tabela 13, onde estão organizados por Setor, Instância, e Tipo de Pegada. Também foi incluída na tabela uma menção sobre se a ação está no marco / foco da oferta ou demanda de água potável/saneamento.

As ações foram dispostas na tabela com base nos setores prioritários que procura abordar, e não com base no ranking final de acordo à valorização dos critérios. Estes se qualificam da seguinte forma: custo de implantação (\$ custo baixo = 3, \$\$ custo médio = 2, \$\$\$ custo elevado = 1), e outros critérios (elevado = 3, médio = 2, baixo = 1, nulo = 0). Portanto, a maior pontuação, melhor posição no ranking para a ação proposta.

Tabela 13 Matriz de identificação de ações de redução a curto prazo da Pegada Hídrica por setor

Setor	Oferta/ Demanda	Tipo de Pegada	Ação	Critérios de avaliação				Total
				Custo de implantação	Economia monetaria	Redução de Pegada	Visibilidade	
Residencial	Demanda	Azul	Promover, através de projetos piloto e políticas públicas, a adequação de sistemas de distribuição de água para reutilizar água de lavatórios em inodoros, e de chuveiros para irrigação.	\$\$ (2)	2	1	3	8
Residencial, industrial, comercial e público	Demanda	Azul	Instalar sistemas de coleta de água de chuva para uso em lavanderia, irrigação e lavagem de veículos, equipamentos e outros.	\$\$ (2)	2	2	3	9
Residencial, industrial, comercial e público	Demanda	Azul	Promover o reuso e/ou reciclagem de água de casas, prédios, empresas industriais, e outros. Em especial água residual tratada em Plantas de Tratamento.	\$ (3)	2	2	2	9
Residencial, industrial e comercial	Demanda	Azul	Criar incentivos (por exemplo: subsídios, redução de impostos) para incorporar novas tecnologias em artefatos sanitários que evitam desperdícios.	\$\$ (2)	2	2	2	8
Residencial, industrial, comercial e público	Oferta e demanda	Azul e verde	Implantar e manter um registro de dados de usos de água por setores para a tomada de decisões na gestão d'água.	\$ (3)	2	2	2	9
Todos	Oferta e demanda	Azul, verde e indireta	Realizar campanhas contínuas de sensibilização junto à população, sobre a importância da gestão integral de recursos hídricos.	\$\$ (2)	2	2	3	9
Público	Demanda	Azul e Verde	Reduzir o consumo de água potável para irrigação de áreas verdes, viveiros, quadras, limpeza de mercados e outros, usando águas recicladas.	\$\$ (2)	3	1	2	8
Industrial e comercial	Demanda	Azul	Aumentar o controle das descargas de águas residuais a rios e cunhas salinas provenientes	\$\$ (2)	0	3	2	7

			de indústrias e empresas identificadas como principais participantes.					
Todos	Demanda	Azul (Fluxo de Retorno de Perda)	Ampliar as sanções aos atores que ultrapassem os limites permitidos de contaminação de rios e do mar.	\$\$ (2)	0	3	2	7
Todos	Demanda	Azul (Fluxo de Retorno de Perda)	Realizar um monitoramento contínuo da qualidade das águas nos rios e a cunha salina.	\$\$ (2)	1	2	2	7
Todos	Oferta e demanda	Azul	Criação do comitê interinstitucional	\$(3)	2	2	2	9
Todos	Oferta	Azul	Criar políticas que incentivem o uso de padrões de construção verde.	\$(3)	0	2	3	8
Residencial/ Comercial	Oferta	Azul	Construir mais plantas de tratamento de águas residuais.	\$\$\$ (1)	0	3	3	7
Todos	Oferta	Azul	Aumentar o número de categorias de cobrança.	\$\$ (2)	2	2	2	8
Todos	Oferta	Azul	Elaborar e executar um plano de manutenção das redes públicas.	\$\$\$ (1)	3	3	3	10
Todos	Oferta	Azul	Implementar campanhas de identificação de conexões clandestinas.	\$\$\$ (1)	3	3	3	10
Residencial/ Comercial	Oferta	Azul	Aumentar a cobertura do sistema de esgoto sanitário.	\$\$\$ (1)	0	3	3	6

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 14. Condições que permitem adotar as medidas de implantação**

<b>Medida</b>	<b>Custo de implantação</b>	<b>Potencial de economia</b>	<b>Parâmetros ou premissas para implantação</b>
Promover, através de projetos piloto e políticas públicas, a adequação de sistemas de distribuição de água para reutilizar água de lavagem de mãos em inodoros sanitários, e de chuveiros para uso na irrigação.	Entre USD 30.000 e 100.000	Até 30% de economia na água consumida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar atividades para o reuso de efluentes como: água de chuva, água produto da lavagem de mãos, pratos, etc. que podem ser reutilizados em zonas verdes, campos de recreação, parques, avenidas, lavado de automóveis, inodoros sanitários, outros.</li> <li>- Campanhas de capacitação dirigida à população de diversas atividades no cotidiano da cidade.</li> </ul>
Instalar sistemas de coleta de água de chuva para uso em lavandarias, irrigação e lavagem de veículos, equipamentos e outros.	Entre USD 30.000 e 100.000	Até 30% de economia na água consumida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar edifícios, instalações, parques e praças onde exista a opção de instalar sistemas de coleta de água.</li> <li>- Inspecciones técnicas para establecer el tipo de tecnología más óptima para la instalación considerando las características del lugar de implementación.</li> </ul>
Promover o reuso e/ou reciclagem de água de casas, edifícios, empresas industriais, e outros.	Inferior a USD 30.000	Até 20% de economia na água consumida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar edifícios, instalações, parques e praças onde exista a opção de instalar sistemas de coleta de água.</li> <li>- Inspeções técnicas para estabelecer o tipo de tecnologia mais adequada para a instalação considerando as características do lugar de implantação.</li> </ul>
Criar incentivos, como por exemplo: subsídios, redução de impostos, e outros, para incorporar novas tecnologias presentes nos artigos sanitários que geram economia..	Entre USD 30.000 e 100.000	Até 20% de economia na água consumida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de normas para o incentivo ao uso de artigos que apresentam tecnologia de economia.</li> <li>- Aplicar medidas de incentivo no marco da norma criada.</li> <li>- Estudos de monitoramento de impacto e redução de uso da água.</li> </ul>
Implantar e manter um cadastro de dados de uso de água por setores para a tomada de decisões de gestão da água.	Mais de USD 100.000		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos sobre o Balanço Hídrico da cidade.</li> <li>- Estabelecer, sob as normas, os formatos de cadastros por setores da cidade, para os relatórios periódicos a serem apresentados.</li> <li>- Avaliar melhorias a serem implantadas e os ajustes nos relatórios.</li> </ul>

Realizar campanhas contínuas de sensibilização junto à população sobre a importância da gestão integral dos recursos hídricos.	Entre USD 30.000 e 100.000	Até 15% de economia na água consumida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar campanha(s) de conscientização dirigida aos habitantes da cidade sobre o uso eficiente da água em cada um dos setores da cidade.</li> <li>- Utilizar os diversos meios de comunicação para a implantação da(s) campanha(s)</li> <li>- Promover incentivos</li> </ul>
Reduzir o consumo de água potável para irrigação de áreas verdes, viveiros, gramados, limpeza de mercados e outros utilizando vertentes e águas recicladas.	Entre USD 30.000 e 100.000	Até 30% de economia na PH Azul de áreas verdes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo sobre a água necessária, por tipo de plantação nas áreas verdes, para estabelecer o volume exato de água de irrigação que se requer, reduzindo o uso de água potável que é desperdiçada nestas áreas.</li> </ul>
Aumentar o controle sobre as descargas de águas residuais em rios provenientes de indústrias e empresas identificadas como principais poluidoras.	Entre USD 30.000 e 100.000	Redução de até 20% na PH Gris	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oficinas e palestras para avaliar as possibilidades de criar uma norma de controle de efluentes no setor industrial e comercial.</li> <li>- Junto com a criação da norma é possível estabelecer mecanismos para baratear os custos nas indústrias e empresas, com a finalidade de que sejam “tratadas” as águas residuais, por elas.</li> </ul>
Aumentar as sanções aos atores que ultrapassem os limites permitidos de contaminação dos rios.	Entre USD 30.000 e 100.000	Redução de até 20% na PH Gris	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar dentro do marco da norma específica de descargas de água residual a corpos de água, inspeções e auditorias para determinar o grau de cumprimento e as possíveis sanções.</li> </ul>
Realizar um monitoramento contínuo sobre a qualidade da águas nos rios.	Entre USD 30.000 e 100.000		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabelecer norma específica para destinar orçamento para o monitoramento periódico da qualidade de água em diferentes pontos da bacia, através de laboratórios certificados para esta tarefa.</li> </ul>
Criação de um comité interinstitucional	Menos de USD 30.000		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oficinas com atores chave para determinar o marco do Projeto de criação de um comité interinstitucional.</li> </ul>
Criar políticas que incentivem a utilização de padrões (standard) de construção verde.			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos complementares no aspecto hídrico para estabelecer os pontos chave a serem abordados nas políticas do comité interinstitucional.</li> <li>- Divulgar as políticas estabelecidas através de campanhas publicitarias.</li> <li>- Avaliações do monitoramento para determinar o grau de implantação das políticas.</li> </ul>

Construir plantas de tratamento de águas residuais.	Mais de USD 100.000	Redução de até 80% na PH Gris	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos para estabelecer o tipo de tecnologia a ser implantada.</li> <li>- Estudos para determinar o lugar de implantação da(s) planta(s) de tratamento.</li> <li>- Outros estudos complementares de carácter ambiental e social.</li> </ul>
Aumentar o número de categorias de cobrança.	Entre USD 30.000 e 100.000	Redução de até 10% na água consumida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos de impacto social, económico e ambiental para definir a inclusão de novas categorias de cobrança.</li> <li>- Estudos sociais e económicos para estabelecer novas categorias de cobrança.</li> </ul>
Elaborar e executar um plano de manutenção das redes públicas.	Mais de USD 100.000	Redução de até 30% na água consumida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos para a inspeção das redes de tubulação de distribuição de água.</li> <li>- Implantação de medidas de manutenção, que diminuiriam as perdas nas tubulações, que chegam até 30% na cidade.</li> <li>- Implementar tecnologia para detectar oportunamente as falhas ou infiltrações nas tubulações.</li> </ul>
Implantar campanhas para identificar conexões clandestinas.	Entre USD 30.000 e 100.000	Redução de até 10% na PH Azul	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoramento de atividades clandestinas a partir de medidores de efluentes por áreas da cidade que possam retroalimentar o balanço hídrico e colaborem para determinar as zonas que realizam extrações clandestinas de água.</li> </ul>
Expandir a cobertura do sistema de esgoto.	Mais de USD 100.000	Redução de até 35% na PH Azul	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapeamento de setores que carecem de esgoto sanitário.</li> <li>- Estudos de custo e impacto social para determinar prioridades de implantação deste serviço.</li> <li>- Monitoramento sobre o impacto social, económico e ambiental pela implantação deste projeto.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria.

Outra ação proposta para o setor residencial é a de promover a adequação de sistemas de distribuição de água no interior de casas e edifícios, para reutilizar a água de artefatos sanitários, como por exemplo: o efluente de lavatórios em inodoros, ou o efluente de chuveiros para atividades de irrigação. Para permitir visualizar os benefícios desta medida, propomos que se executem projetos piloto, em coordenação com instancias como a PMF, e que comparem os consumos de água antes e depois da intervenção. D esta forma se incentiva a população a investir neste tipo de soluções. Esta medida ajuda a reduzir a Pegada Azul do setor residencial, em especial a de tipo de Fluxo de Perda de Retorno.

A instalação de sistemas de coleta de água pluvial é uma medida que não necessariamente requer de grandes investimentos, e que pode abastecer água não potável aos lares, indústrias e comércios, inclusive ao setor público. Embora a quantidade de água que seja armazenada em tanques durante a época de chuva não cubra a demanda de qualquer destas instancias, ajuda a cobrir parte da demanda de água utilizada em atividades como lavanderia, lavagem de veículos ou equipamentos, entre outros. Uma vantagem desta medida é transmite uma poderosa mensagem visual, ação simbólica de que a cidade se preocupa no que diz sobre a mudança climática.

Propomos também incentivar o reuso e/ou reciclagem de água no setor residencial, comercial, industrial e público, para reduzir a Pegada Azul y Cinza. Esta proposta tem que partir de autoridades locais, como a PMF, introduzindo incentivos e punições para aqueles que não cumpram com normativas que sejam elaboradas por esta instituição. Estas iniciativas podem ser para o setor público, por exemplo, para manter um controle na instituição municipal.

Também, na responsabilidade desta instituição ficaria a criação de incentivos para incorporar novas tecnologias em aparelhos sanitários que geram economias. Estes incentivos podem assumir a forma de subsídios nos preços de venda destes aparelhos, para favorecer a aquisição, como gerar concorrência no mercado, observando que atualmente são mais caros que os aparelhos normais. Embora mais complicados em termos de monitoramento, os incentivos poderiam ser transformados em redução de impostos ou tarifas para aqueles que tenham instalado este tipo de aparelho em seus lares, indústrias ou comércios.

Outra iniciativa muito interessante é a ampliação do serviço de esgoto sanitário, com a finalidade de reduzir a contaminação direta pelas águas servidas no litoral. Também a implantação de uma planta de tratamento de água residual para cobrir 100% do volume gerado, considerando a tecnologia avançada para a remoção de pelo menos 85% dos resíduos, como as faixas ou valas de oxidação, ideais para as condições da cidade e o tipo de água residual gerada. A todo isto deve ser adicionada a reutilização de água tratada nas Plantas de Tratamento, já que pelo tipo de tecnologia utilizada, estas são aptas para a irrigação de cultivos. Este fator deve ser considerado como prioridade, já que por ser uma cidade litorânea, a PH Cinza se reduz a 0 (zero) porém a sustentabilidade da bacia para abastecer água potável à população fica comprometida no futuro.

Como foi citado ao longo deste documento, se considera recomendável implantar e manter um registro de dados de usos de água por setor. Isto com a finalidade de facilitar a tomada de decisões para a gestão da água, porque se são conhecidos com precisão os hábitos de consumo setoriais, é possível realizar análises mais pontuais sobre os bons e maus usos de água na cidade, e assim premiar aos primeiros e evitar os segundos. Este esforço poderia ser coordenado entre várias instituições representativas dos setores aqui estudados, e com o controle de uma organização como a PMF, que possui atribuições de regulação.

Para induzir na melhoria dos hábitos de gestão individual ou setorial da água, é necessário prover de informação ao cidadão. Por exemplo, é importante que as pessoas saibam qual é a origem da água que usam, quais são os caminhos que segue até que essa água chegue até sua torneira, e quais são as ameaças que existem para o abastecimento de água para a população, por exemplo: a mudança climática. É assim que se propõem campanhas contínuas de sensibilização sobre a importância da gestão integrada de recursos hídricos. Estas campanhas deveriam surgir de sinergias setoriais, lideradas por atores na PMF.

Também se propõe reduzir o consumo de água potável para irrigação de áreas verdes, procurando usar água não potável de outras fontes. Estas fontes podem ser rios ou águas recicladas. Como as atividades mencionadas estão a cargo da PMF, é esta entidade a que deveria iniciar projetos piloto de reuso de efluentes de instâncias municipais para irrigação, que é uma atividade com um altíssimo consumo de água potável e que poderia economizar importantes quantidades de dinheiro se implanta estas medidas, como se apresenta no corpo do documento. Com esta medida seria possível reduzir as Pegadas Azul e Verde da cidade.

Recomendamos continuar com o monitoramento permanente dos rios da bacia da cidade, como é feito por várias instituições, entre as que se destaca a PMF. Além de levantar e processar dados sobre a qualidade das águas nos cursos de água é importante comunicar de forma precisa e oportuna os resultados a os tomadores de decisões.

É por este motivo que se propõe a criação de um comitê interinstitucional de acompanhamento da qualidade dos rios de Fortaleza, liderado pela PMF, que junte aos atores relevantes de cada setor comprometido, que seja que recebe a informação gerada sobre a qualidade de água nos rios. A função do comitê seria definir metas e alinhamentos para reduzir a contaminação das águas das bacias da cidade, definir ações e projetos para cumprir com as metas, realizar o acompanhamento do desempenho das ações promovidas e comunicar à cidadania sobre o progresso conseguido.

Para a redução da PH Cinza da cidade, uma das opções mais óbvias é a construção de mais plantas de tratamento de águas residuais, especialmente para os setores residencial, comercial e industrial. Embora estas ações impliquem em investimentos importantes, e os custos de operação sejam elevados, poderia contribuir a reduzir a PH da cidade de forma considerável, levando em conta que 92% dela é cinza.

Por outra parte, poderia melhorar a avaliação da Pegada Hídrica Cinza levando em conta a contaminação de fontes não pontuais das zonas urbanas, estradas e outras áreas edificadas.

Finalmente, realizar um estudo adicional de conduta sobre uma nova visão e concessão de licenças de descarga, “PERMISSÕES”, num sistema baseado nas recomendações realizadas neste estudo, para garantir “como” estas mudanças assegurariam o uso sustentável e a gestão dos recursos hídricos na Cidade.

## **Anexos**

**Anexo 1. Descrição metodológica da Pegada de Carbono**

**Anexo 2. Descrição metodológica da Pegada Hídrica**

**Anexo 3. Fichas técnicas de resumo**

**Anexo 4. Controle sobre a Qualidade da Informação**

**Anexo 5. Análise sobre a Sustentabilidade da Pegada Hídrica**

**Anexo 6. Comparação GHG inventário Fortaleza 2012 Y 2014**