

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA POLITÉCNICA

Maria Carolina Fujihara

**MÉTODO DE CÁLCULO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO
ESTUFA (GEE) EM DESENVOLVIMENTOS URBANOS DE BAIXO
CARBONO: O CASO DO PARQUE DA CIDADE – SÃO PAULO.**

São Paulo

2016

MARIA CAROLINA FUJIHARA

**MÉTODO DE CÁLCULO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO
ESTUFA (GEE) EM DESENVOLVIMENTOS URBANOS DE BAIXO
CARBONO: O CASO DO PARQUE DA CIDADE – SÃO PAULO.**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a conclusão do curso de
Especialização em Planejamento e Gestão
de Cidades.

Programa de Educação Continuada –
PECE.

Coordenação Geral: Prof. Dr. Miguel Luiz
Bucalem

São Paulo
2016

MARIA CAROLINA FUJIHARA

MÉTODO DE CÁLCULO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) EM DESENVOLVIMENTOS URBANOS DE BAIXO CARBONO: O CASO DO PARQUE DA CIDADE – SÃO PAULO.

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a conclusão do curso de
Especialização em Planejamento e Gestão
de Cidades.

Programa de Educação Continuada –
PECE.

Área de concentração: Sustentabilidade e
Gestão de Cidades.

Orientador: Prof. Livre-Docente Marcelo
Romero

São Paulo
2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Contato: mariafujihara@gmail.com

Catálogo-na-publicação

Fujihara, Maria Carolina

MÉTODO DE CÁLCULO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) EM DESENVOLVIMENTOS URBANOS DE BAIXO CARBONO: O CASO DO PARQUE DA CIDADE – SÃO PAULO. / M. C. Fujihara -- São Paulo, 2016.

197 p.

Monografia (Especialização em Planejamento e Gestão de Cidades) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.Planejamento Urbano 2.Sustentabilidade 3.Cidades Compactas
4.Emissões Carbono 5.Certificação Ambiental I.Universidade de São Paulo.
Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia
II.t.

Agradecimentos

Minha intenção com essa dissertação foi unir duas áreas do conhecimento das quais possuo grande apreço e admiração, o urbanismo e a sustentabilidade. Enquanto que a primeira construí meu conhecimento com base no curso de pós-graduação de planejamento e gestão de cidades; a segunda pronuncia-se diariamente na minha experiência profissional e no meu modo de ver e viver a vida.

Acredito que a junção desses temas não seja apenas de suma importância para o processo evolutivo de nossa urbanização, por meio da criação de cidades mais limpas, eficientes e com baixa emissão de carbono; mas principalmente por promover a integração entres seres humanos e a natureza.

Durante meu processo de amadurecimento de tais conceitos, tive o apoio incondicional de diversas pessoas, que me ajudaram a percorrer este caminho, que apesar de solitário, necessitou de palavras de apoio, conforto, revisões, complementação intelectual, referências, confiança e muitos exemplos a serem seguidos. Cabe a mim, no mínimo, mencioná-las e agradecer-las, do fundo do meu coração.

Meus queridos pais Marco Antonio Fujihara e Regina Biondi, Camila Fujihara, meu querido parceiro André Azevedo Costa, Ana Paula Schleier, Paul Hawken, Sean Fish, Felipe Faria, Gabriel Mariano Picca, Roberto Strumpf, Igor Albuquerque, Saulo Nunes, Kim Diego Azevedo, Marcelo Romero, meus colegas de classe Mariana Fernandes, Carolina Guido Monteiro, Roberto Gentilezza, Marcelo Rebelo e André Montes Cruz, muito obrigada.

Quanto mais pessoas e empresas sobrecarregam
os sistemas vivos, tanto mais os limites da
prosperidade passam a ser determinados pelo
capital natural, não pela capacidade industrial.

Paul Hawken

Resumo

Os dados apresentados no quinto último relatório do Painel Intergovernamental das Nações Unidas (IPCC, 2014), afirmam que as emissões de GEE estão acelerando e aumentando (de uma forma geral) desde 1970 a 2010, mesmo com a implantação de diversos esforços e políticas para sua redução. Em todas as instâncias, nacional, regional e local (cidades), foram apresentados dados de aumento ao longo do tempo, sendo a queima de combustíveis fósseis e os processos industriais ainda as maiores fontes de emissão.

Globalmente, o crescimento econômico e populacional está diretamente relacionado ao aumento das emissões de CO₂ consequentes da queima de combustíveis fósseis. Desta forma, a ação direta em centros urbanos é essencial para o sucesso das adaptações das mudanças climáticas globais. As áreas urbanas concentram atualmente mais da metade da população mundial e grande parte dos seus aspectos construtivos e atividades econômicas. Todas as atividades das cidades, e como elas administram seus impactos sobre o meio ambiente, são as partes centrais do problema. Porém, para criar medidas e políticas de gerenciamento de emissões, e consequentemente poluição atmosférica, do ar, do solo e das águas; deve-se criar mecanismos de medição e qualificação de cada atividade poluidora, no âmbito do urbanismo sustentável.

Essa dissertação apresenta o método de cálculo de emissões de gases de efeito estufa para um bairro localizado na cidade de São Paulo, considerado um desenvolvimento urbano de baixo carbono por possuir uma renomada certificação ambiental de projeto e obra sustentável (primeiro LEED ND no Brasil). Utilizando o estudo de caso como referência, foram calculadas as emissões de GEE das três principais atividades urbanas do bairro – energia estacionária, transporte terrestre e resíduo doméstico – utilizando como base, metodologias de cálculo conceituadas internacionalmente e adaptadas à escala do bairro.

Com o intuito de prover uma melhor visualização e comparabilidade do cenário de emissões contabilizado, foram adaptados os inventários de emissões de GEE de outras duas cidades, São Paulo e Recife, conforme as escalas utilizadas de medição, e comparados seus resultados finais. Este modelo criado é viável de ser

aplicado em qualquer outro bairro ou cidade no planeta, incentivando melhorias no âmbito do desenvolvimento urbano de baixo carbono.

Palavras-chave: emissões de CO₂, desenvolvimento urbano, urbanismo, baixo carbono, LEED ND, inventário de emissões, GEE, cidade.

Abstract

The data presented in the Fifth Assessment Report (AR5) of the Intergovernmental Panel on United Nations (IPCC, 2014), states that total anthropogenic GHG emissions have continued to increase over 1970 to 2010, even with the implementation of several efforts and reduction policies. In all instances, national, regional and local (cities), increase data were presented over time, mainly, due to fossil fuels combustion and industrial processes.

Globally, the economic and population growth is directly related to the increase of CO₂ emissions resulting from fossil fuels combustion. Thus, the direct action in urban areas is essential to the success of global climate change adaptation. Urban areas concentrate today more than half of world's population and much of its constructive aspects and economic activities. All cities activities, and how they manage their impacts on the environment are central parts of the problem. However, to create measures and emissions management policies, and therefore air pollution, soil and water; must create measurement mechanisms and qualification of each polluting activity inside of a sustainable urban development context.

This thesis presents the greenhouse gas emissions calculation method for a neighborhood located in the city of São Paulo, considered as a low-carbon urban development by having a recognized environmental certification for its project and construction (first LEED ND in Brazil). Using the case study as a reference, it was calculated GHG emissions of the three main urban activities in the neighborhood - stationary power, ground transportation and household waste - using as a base, reputable internationally calculation methodologies adapted to the scale of the neighborhood.

In order to provide a better view and comparability of emissions scenario accounted for, GHG emissions were adapted from two other cities inventories, São Paulo and

Recife, according to measurement scales and compared the final results. This model created is feasible to be applied in any other district or city on the planet, encouraging improvements in the urban low-carbon development.

Keywords: CO₂ emissions, urban development, urbanism, low carbon, LEED ND, emissions inventory, GHG, city.

Lista de Imagens

Imagem 1 – Conceito de núcleos compactos.	50
Imagem 2 – Metabolismo Linear e Metabolismo Circular das Cidades.	53
Imagem 3 – Mapa síntese do Plano Urbanístico do Setor Chucri Zaidan (áreas demarcadas em cinza escuro), da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada.	58
Imagem 4 – Vista aérea da Marginal Pinheiros com demarcação do lote do Parque da Cidade.	58
Imagem 5 – Vista aérea do Parque da Cidade concluído.	59
Imagem 6 – Planta aérea do projeto, com demarcação dos edifícios propostos.	60
Imagem 7 – Imagem 3D aérea do Parque da Cidade, com indicação dos edifícios e dos setores propostos.	61
Imagem 8 – Comparação da implantação dos sistemas de coleta de resíduos Tradicional e A Vácuo.	66
Imagem 9 – Fluxograma de organização dos métodos e técnicas utilizados e criados.	88
Imagem 10 – Fontes e limites de emissões das cidades categorizadas pelo GPC.	106
Imagem 11 – Passos para a aplicação do método no estudo de caso.	119
Imagem 12 – Estrutura de categorização de emissões por escopo do setor de energia.	122
Imagem 13 – Idade da frota circulante em São Paulo.	140

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Total anual das emissões (gigatoneladas de CO ₂ equivalente por ano, GtCO ₂ -eq/yr) antropogênicas de GEE por gás entre 1970-2010.	27
Gráfico 2 – População absoluta em 2014.	28
Gráfico 3 – Porcentagem de emissões por país, em 2014, por tonelada de CO ₂	29
Gráfico 4 – Principais metodologias utilizadas para calcular emissões das cidades.	37
Gráfico 5 – Emissões Brasileiras de gases de efeito estufa de 1990-2012 em CO ₂ eq (Tg = milhões de toneladas) e Estimativa de emissões de CO ₂ da queima de combustíveis fósseis, por subsector.	40
Gráfico 6 – Porcentagem de geração de resíduos por mês, conforme tipologia.	65

Gráfico 7 – Consumo final de energia em São Paulo no ano de 2010.....	124
Gráfico 8 – Participação setorial na demanda energética do Estado de São Paulo.	124
Gráfico 9 – Perfil das emissões percentuais do setor Energia e do subsetor Queima de Combustível em 2011.	125
Gráfico 10 – Emissões Totais de Energia (tCO ₂ e).	133
Gráfico 11 – Representação das emissões de CO ₂ por setor de transporte em 2022 e 2030, respectivamente, no Parque da Cidade.	145
Gráfico 12 – Representatividade dos tipos de combustíveis consumidos no Parque da Cidade.	145
Gráfico 13 – Tipos de resíduos gerados por mês no Parque da Cidade.	149
Gráfico 14 – Emissões Totais do Setor de Resíduos do Parque da Cidade, em 2022 e 2030.	154
Gráfico 15 – Porcentagem de emissões Totais por Setor do Parque da Cidade em 2022 e 2030.	157
Gráfico 16 – Relação do Consumo percapita de combustível com densidade urbana.	177

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Informações sobre os 10 maiores países emissores de CO ₂ no mundo.	29
Tabela 2 – Áreas totais do Parque da Cidade.	61
Tabela 3 – Áreas gerais e específicas de cada setor do Parque da Cidade.	62
Tabela 4 – Demonstrativo de vagas totais do Parque da Cidade.	63
Tabela 5 – Total de resíduos gerados por mês no Parque da Cidade, conforme tipologia.	65
Tabela 6 – Taxa de vacância em São Paulo nos últimos 5 anos.	126
Tabela 7 – Consumo por consumidor no Estado de São Paulo – Média anual em KWh.	127
Tabela 8 – Projeções do Consumo Final de Energia no Brasil – Setores (milhares de tep).	128
Tabela 9 – Projeção do consumo médio por consumidor no Estado de São Paulo até 2030 (unidades individuais conectadas à rede elétrica) – Média Anual em kWh.	129

Tabela 10 – Consumo total de energia elétrica para o setor Residencial do Parque da Cidade, nos anos de 2022 e 2030, em KWh e MWh.	130
Tabela 11 – Consumo total de energia elétrica do setor Comercial do Parque da Cidade, incluindo o consumo do Shopping Center, nos anos de 2022 e 2030, em KWh/ano e MWh/ano.....	131
Tabela 12 – Projeção de redução do consumo de Energia do Parque da Cidade.	131
Tabela 13 – Emissões de CO ₂ (t) dos setores residencial e comercial do Parque da Cidade, nos anos de 2022 e 2030.	133
Tabela 14 – Viagens diárias produzidas por modo principal nos anos de 1997, 2007 e 2012.....	136
Tabela 15 – Projeção da quantidade da população do Parque da Cidade que utilizará cada tipo de transporte nos anos de 2022 e 2030.....	137
Tabela 16 – Quantidade das emissões dos usuários de veículos no Parque da Cidade para os anos de referência.	141
Tabela 17 – Quantidade das emissões de usuários de motocicletas no Parque da Cidade para os anos de referência.	141
Tabela 18 – Quantidade das emissões de usuários de ônibus no Parque da Cidade para os anos de referência.	143
Tabela 19 – Quantidade das emissões de usuários de trem no Parque da Cidade para os anos de referência.	143
Tabela 20 – Quantidade das emissões de usuários de metrô no Parque da Cidade para os anos de referência.	144
Tabela 21 – Emissões totais do setor de transportes do Parque da Cidade, nos anos de 2022 e 2030.	146
Tabela 22 – Relação final das emissões por tipo de modal e por ano, no Parque da Cidade.	147
Tabela 23 – Tipos e quantidades de resíduos no Parque da Cidade.	148
Tabela 24 – Destinação primária do lixo por tipo de tratamento no Município de São Paulo nos anos 1980, 1991 e 2000 a 2008	151
Tabela 25 – Índice de Coleta Seletiva do Município de São Paulo de 2009 a 2014.	152
Tabela 26 – Projeção de crescimento da taxa de reciclagem anual para o município de São Paulo.	152

Tabela 27 – Resumo da geração total de resíduos no Parque da Cidade e suas respectivas emissões.	154
Tabela 28 – Emissões Totais por Setor do Parque da Cidade.....	157
Tabela 29 – Emissões totais de GEE no Município de São Paulo de 2003 e 2011.	158
Tabela 30 – Dados gerais do Parque da Cidade, da cidade de São Paulo e da cidade de Recife.....	161
Tabela 31 – Resumo das informações gerais do Parque da Cidade.	162
Tabela 32 – Consumo de eletricidade no Município de São Paulo dos anos de 2003 a 2011.	163
Tabela 33 – Projeção Consumo Energético nos setores Residencial e Comercial de São Paulo (MWh).	164
Tabela 34 – Emissões totais e percapitas de Energia Residencial e Comercial do Município de SP.	165
Tabela 35 – Emissões totais de Resíduos Domiciliares do Município de São Paulo, nos anos de referência.	166
Tabela 36 – Emissões totais de Transporte Rodoviário do Município de São Paulo, nos anos de referência.	166
Tabela 37 – Projeção do Consumo Energético nos setores Residencial e Comercial de Recife (MWh).	167
Tabela 38 – Emissões totais e percapitas de Energia Residencial e Comercial do Município de Recife.....	168
Tabela 39 – Emissões totais de Resíduos Domiciliares do Município de São Paulo, nos anos de referência.	169
Tabela 40 – Frota registrada segundo o tipo na cidade do Recife de 1990 a Janeiro/2016.....	170
Tabela 41 – Emissões totais de Transporte Rodoviário do Município de Recife, nos anos de referência.....	170
Tabela 42 – Comparação final dos valores de emissões totais do Parque da Cidade, da Cidade de São Paulo e da Cidade de Recife.	171
Tabela 43 – Comparação final dos valores de emissões percapitas do Parque da Cidade, da Cidade de São Paulo e da Cidade de Recife.....	171
Tabela 44 – Estimativas de emissões do Setor Energia em 2020 (CO ₂ eq.).	174

Lista de Quadros

Quadro 1 – Principais diferenças de reporte em inventários de emissões de GEE urbanos.....	36
Quadro 2 – Quatro aspectos principais de desenho e estrutura urbana (densidade, uso misto, conectividade e acessibilidade).....	51
Quadro 3 – Projetos que fazem parte do <i>Climate Development Program</i>	70
Quadro 4 – Lista de Verificação da Certificação LEED ND V3 – 2009 – Categoria <i>Smart Location and Linkage</i>	74
Quadro 5 – Lista de Verificação da Certificação LEED ND V3 – 2009 – Categoria <i>Neighborhood Pattern and Design</i>	77
Quadro 6 – Lista de Verificação da Certificação LEED ND V3 – 2009 – Categoria <i>Green Infrastructure and Buildings</i>	79
Quadro 7 – Lista de Verificação da Certificação LEED ND V3 – 2009 – Categorias <i>Innovation & Design Process e Regional Priority Credits</i>	81
Quadro 8 – Descrição das organizações autoras do GPC.	91
Quadro 9 – Princípios de reporte de contabilização e emissões de GEE.....	92
Quadro 10 – Fluxograma da metodologia GPC aplicada ao estudo de caso.	95
Quadro 11 – Gases de Efeito Estufa requeridos no inventário de emissões.	100
Quadro 12 – Setores e Subsetores das emissões de gases de efeito estufa de uma cidade.	102
Quadro 13 – Definição de escopos para inventários das cidades.	105
Quadro 14 – Tipos de reportes das emissões das cidades.	108
Quadro 15 – Formato de apresentação dos dados do Parque da Cidade.....	109
Quadro 16 – Abordagens <i>Bottom-Up</i> e <i>Top-Down</i>	111
Quadro 17 – Linha de raciocínio adotada para a definição dos dados de atividades relacionados ao Estudo de Caso deste trabalho.	113
Quadro 18 – Resumo da aplicação da metodologia do GPC no Parque da Cidade.	115
Quadro 19 – Definição de escopos para inventários de empresas e de cidades/bairros.	117
Quadro 20 – Idade média da frota circulante brasileira.	139

Quadro 21 – Índices de crescimento da população, do produto interno bruto e dos resíduos municipais, em países estudados pela Organization for Economic Cooperation and Development (1980-2030).	153
Quadro 22 – Quantidades de emissão por setor nas cidades inventariadas pelo CDP (em milhões de toneladas de CO ₂ e).	159

Lista de siglas e abreviaturas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFOLU	<i>Agriculture, forestry, and other land use</i>
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
CA	Coeficiente de Aproveitamento
CEBDS	Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CDP	Carbon Disclosure Project
C40	<i>Climate Leadership Group</i>
COP	Conference of the Parties
DEFRA	<i>Department for Environment, Food & Rural Affairs</i>
DUE	Dias Úteis Equivalentes
GEE	Gases de Efeito Estufa
GHG	<i>Greenhouse Gas Emissions</i>
GLP	Gás liquefeito de petróleo
GPC	<i>Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions</i>
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
GVces	Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas
GWF	<i>Global Warming Factor</i>
GWP	<i>Global Warming Potencial</i>
IEAP	<i>International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol</i>
ICLEI	Governos Locais pela Sustentabilidade
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPPU	<i>Industrial processes and product use</i>
ISE	Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LEED ND	<i>Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood</i>
LEED ND – GIB	<i>Green Infrastructure and Buildings</i>
LEED ND – NPD	<i>Neighborhood Pattern and Design</i>
LEED ND – SLL	<i>Smart Location and Linkage</i>
MCTI	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
OD	Origem / Destino
OR	Odebrecht Realizações Imobiliárias
PIB	Produto Interno Bruto
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
SIN	Sistema Interligado Nacional
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SISCOR	Sistema de Controle dos Resíduos Sólidos Urbanos
TO	Taxa de ocupação
USGBC	<i>United States Greenbulding Council</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UN	<i>United Nations</i>
UN HABITAT	<i>United Nations Human Settlements Programme</i>
US-EPA	<i>United Stated Environmental Protection Agency</i>
WBCSD	<i>World Business Council on Sustainable Development</i>
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>
WRI	<i>World Resourses Institute</i>

Sumário

Agradecimentos	5
Resumo	7
Abstract	8
1. Objetivos	21
1.1. Objetivo Geral	21
1.2. Objetivos específicos	22
2. Introdução	25
3. Cidades Compactas e Sustentáveis e o Estudo de Caso: Parque da Cidade	43
3.1. Conceito de cidades compactas e sustentáveis.	45
3.1.1. Adensamento populacional, espraiamento urbano e a dependência do automóvel.....	46
3.1.2. O paradoxo da intensificação urbana.....	50
3.2. O Estudo de Caso – Parque da Cidade: Informações gerais.	55
3.2.1. Localização	57
3.2.2. Uso e Ocupação do Solo	59
3.2.3. Transporte	63
3.2.4. Consumo de Água e Energia	64
3.2.5. Gerenciamento de Resíduos.....	64
3.2.6. Redução das emissões de CO ₂	67
3.3. As certificações ambientais do Parque da Cidade.....	67
3.3.1. <i>Climate Development Program</i>	68
3.3.2. LEED ND.....	71
4. Métodos e Técnicas	83
4.1. GPC Protocol – Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories.....	90
4.1.1. <i>GPC Protocol: Parte I – Contabilização, reporte e definição do perímetro do inventário e das fontes de emissão.</i>	96

4.1.2. GPC <i>Protocol</i> : Parte II – Cálculo das emissões de GEE.	110
4.1.3. GPC <i>Protocol</i> : Parte III – Gerenciamento da qualidade do inventário e verificação.	114
4.2. Greenhouse Gas Protocol 2001 – GHG Protocol.....	115
5. Aplicação do Método no Estudo de Caso e Análise	119
5.1. Energia Estacionária	121
5.2. Transportes Terrestres.....	134
a) Premissas de cálculos de emissão do transporte individual – Automóvel privado.....	137
b) Premissas de cálculos de emissão do transporte individual – Motocicletas	141
c) Premissas de cálculos de emissão do transporte coletivo – Ônibus, Fretado e Escolar.....	142
d) Premissas de cálculos de emissão do transporte coletivo – Trem e Metrô .	143
e) Emissões totais	144
5.3. Resíduos Sólidos	148
6. Conclusões	157
6.1. Conclusões Gerais	157
6.2. Consolidação de Cenários	160
6.2.1. São Paulo (2011).....	162
6.2.2. Recife (2012)	167
6.3. Conclusões finais	170
7. Referências Bibliográficas	180
Apêndice A. Descrição das Metodologias de Avaliação de Emissões de GEE nas cidades.	185
Apêndice B. ISO 14064: 2006 – Gases de Efeito Estufa.....	187
Anexo A. IPCC.....	189
Anexo B. Geração total de resíduos em 2022, por edificação no Parque da Cidade.	191

1. Objetivos

1.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral calcular as emissões de carbono *percapitas* de um bairro certificado LEED ND e compará-las com as emissões *percapitas* de outras duas cidades que não possuem estratégias específicas de redução de emissões e/ou modelos de certificação para bairros sustentáveis.

A intenção é avaliar como a certificação ambiental de um bairro interfere na redução das emissões de suas principais atividades a curto e longo prazo; e como a construção da cidade, por meio de políticas públicas e privadas, está totalmente relacionada com o bem-estar e a qualidade de vida dos cidadãos. O objetivo é quantificar as emissões de carbono de um bairro certificado utilizando uma metodologia específica para este fim, mas também qualificar as estratégias que otimizam este desempenho e permitem construir cidades mais saudáveis e menos poluídas.

Este trabalho visa também promover o incentivo de pesquisas na área de emissões de GEE de desenvolvimentos urbanos, sejam eles certificados ou não, para que os municípios possam não só quantificar e qualificar suas emissões, mas também possam basear-se nos dados alcançados para a criação de políticas públicas sustentáveis que reduzam os impactos e emissões de GEE nas cidades brasileiras. Além disso, pretende-se também fomentar o desenvolvimento de projetos urbanos sustentáveis por parte da iniciativa privada, para que tais projetos tenham maior qualidade ambiental e humana, além do viés mercadológico.

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho não é limitar-se apenas à esfera conceitual, quantitativa e qualitativa de um trabalho técnico-científico; mas também incentivar positivamente a iniciativa privada à criação de projetos sustentáveis; e prover recursos à esfera político-administrativa para o fomento e criação de leis e incentivos específicos para políticas públicas sustentáveis. Entender como as certificações ambientais podem influenciar na criação de desenvolvimentos urbanos de baixo carbono (sendo elas de financiamento público ou privado) e

consequentemente, como podem contribuir para que as cidades brasileiras possam atender as metas de redução de GEE estabelecidas pelo governo federal, conforme a Política Nacional de Mudanças Climáticas.

O objetivo principal do desenvolvimento de economias de baixo carbono é mensurar o tamanho do atual impacto por meio da quantificação das emissões de distintos setores; e propor medidas de redução e compensação que proporcionem cidades menos poluentes e mais humanas.

1.2. Objetivos específicos

- Compreender os conceitos básicos sobre cidades compactas e sustentáveis, quais são as estratégias adotadas alinhadas com essas diretrizes e como elas podem influenciar na criação de desenvolvimentos urbanos de baixo carbono.
- Avaliar projetos urbanos existentes, com foco em um estudo de caso, que possua certificações ambientais de sustentabilidade e quais as diretrizes focadas na redução das emissões de CO₂.
- Entender os conceitos utilizados para quantificar emissões de GEE e as metodologias de trabalho existentes focadas em projetos urbanos de grande escala, como o GHG *Protocol* e o *Urban* LEDS, aplicados dentro de um contexto urbano nacional.
- Coletar dados existentes de um estudo caso específico (com alguma certificação ambiental) e aplicar a metodologia como forma de avaliar as emissões e compará-las posteriormente.
- Desenvolver cálculos de emissões para cenários futuros, conforme previsões de crescimento populacional e outras projeções, avaliando as emissões a longo prazo.
- Comparar os resultados obtidos no estudo de caso escolhido com os resultados das emissões de duas outras cidades brasileiras, que também possuam relatórios de emissões de GEE equiparáveis entre si. Compilar os dados com o inventário de

Gases de Efeito Estufa, qualificando e quantificando as melhores estratégias identificadas.

- Entender dentro de um contexto global e holístico, quais são as consequências diretas e as factíveis intervenções para a criação de bairros e cidades de baixo carbono.

2. Introdução

“Projetar uma cidade dos sonhos é fácil; reconstruir uma cidade existente leva muita imaginação.” Esta frase de *Jane Jacobs* do livro “Morte e Vida de Grandes Cidades”, de 1961, nos instiga a imaginar como seria a cidade dos sonhos em termos de espaço, concepção, tamanho, relações interpessoais, entre outros itens inimagináveis, ao mesmo tempo em que estabelece uma sutil crítica à referência de modelos de cidades que possuímos atualmente, com grande demanda por melhorias e reconstruções inovadoras.

Ao observar a cidade de Nova Iorque na década de 1960, a autora pôde concluir que a dinâmica de uma cidade existente é única e singular; e que bairros distintos dentro de uma mesma cidade podem possuir relações completamente diferentes, conforme sua população, suas atividades e sua dinâmica diária.

Muitos autores publicaram anteriormente sobre cidades utópicas e suas relações projetuais com o futuro. De filmes a livros, passando por arquitetos e cientistas, esses autores vislumbraram modelos urbanos que buscavam resolver os problemas pontuais de sua época. Em *Ville Radieuse*, de *Le Corbusier*, avenidas amplas e limpas entre megablocos urbanos foram projetadas para resolver o problema do trânsito caótico e poluição do velho centro de Paris. Já em *Broadacre City*, de *Frank Lloyd Wright*, é mostrada a apoteose da recente expansão do subúrbio, rodeado por áreas verdes e baixa densidade populacional, sendo o transporte orientado basicamente pelo automóvel: pedestre e as relações humanas são reduzidos a meros coadjuvantes da vivência urbana.

Já atualmente, a concepção de cidades contemporâneas mostra que a utopia transcendeu o projeto imaginário e de caráter experimental, e as idealizações da sustentabilidade chegaram ao extremo, facilitadas claramente pelo caráter imaginativo do projeto, onde quase tudo é aceito pelo computador. Um dos exemplos mais simbólicos da atualidade é *Masdar City*, projetada pelo renomado escritório inglês *Foster and Partners*. Atualmente é um dos projetos mais ambiciosos do mundo em termos ambientais, pretendendo ser a moradia de cinquenta mil pessoas e contemplar mil e quinhentos postos de trabalho, para empresas que possuam foco em produtos sustentáveis. Mesmo com sua localização no meio do

deserto de Abu Dhabi, suas ruas pretendem manter uma temperatura de 15 a 20°C, média mais fria que a temperatura de seu entorno desértico, devido a uma torre de vento que coletará o ar da atmosfera e o projetará para o interior da cidade promovendo uma brisa refrescante aos pedestres que passeiam nas ruas. A cidade foi inicialmente projetada para banir os automóveis de suas ruas, sendo proporcionados transportes de massa menos poluentes para o deslocamento da população. Porém o alto custo de implantar todo um sistema subterrâneo para este tipo de transporte fez com fosse incluído no projeto a opção para carros elétricos e híbridos.

Porém, o grande paradigma da sociedade atual jaz na reconstrução e evolução para um futuro mais sustentável das cidades já existentes, que possuem uma gama de complexidades aparentes - e outras não tão visíveis assim. As cidades se apoiam diariamente na máxima inerentemente contraditória de serem favoráveis aos seus habitantes (pelo menos a grande parte deles) e ao meio ambiente, micro e macro, em que estão inseridas, simultaneamente.

Sincronicamente, as cidades são compostas por pessoas que possuem energia física, intelectual e criativa; concentradora das questões familiares e profissionais que permitem a proliferação da produção cultural e industrial; composta por edifícios multiuso, centros comerciais, aeroportos, automóveis e ciclistas, bairros isolados, vazios e outros cheios de vida e atividades; com distintos padrões de habitantes, pluralidade de pessoas e meios sociais, dentre muitos outros contrastes. Essa ambiguidade das cidades é literalmente traduzida para o ser humano, que é a parte fundamental e criadora de sua composição e vive seu eterno dilema: como crescer e se desenvolver, preservando e restaurando os habitats naturais do planeta, sabendo-se que sem eles não há manutenção de vida na terra, quão menos ainda, crescimento e desenvolvimento?

Quase todos os impactos do homem na sociedade atual e grande parte do cerne dos problemas ambientais nascem e crescem nas áreas urbanas consolidadas do globo. Na atualização dos objetivos do milênio¹ publicados pelas Nações Unidas em

¹ Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 11 maio 2016.

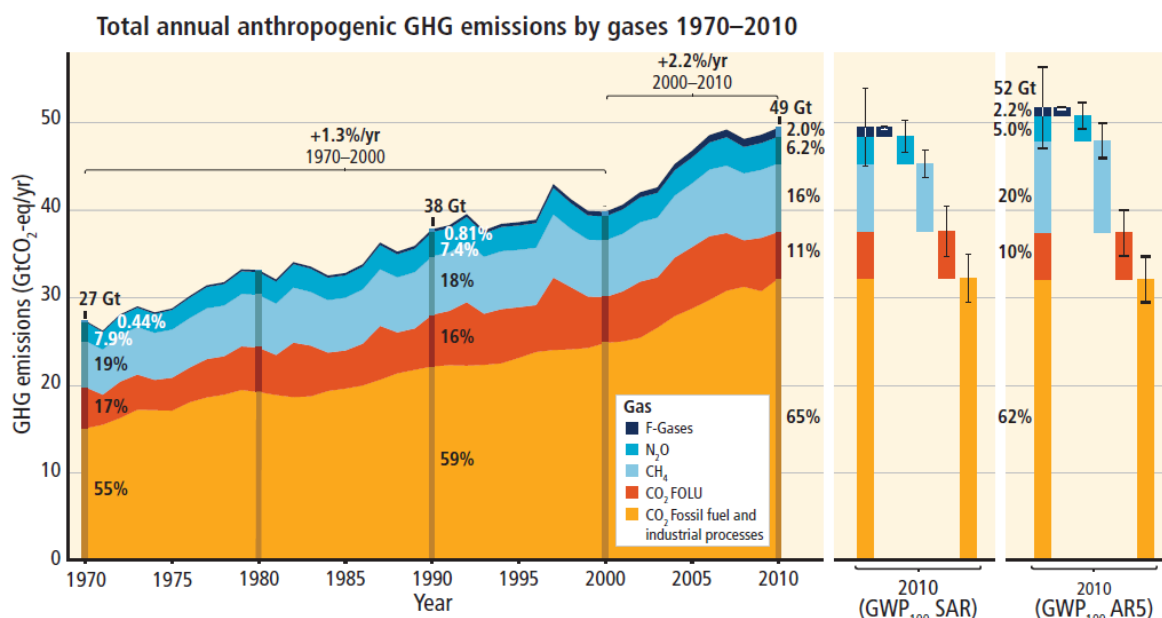
2015, que visam acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar para todos, proteger o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas; foi incluído formalmente um objetivo que promove cidades e comunidades sustentáveis.

Alguns dados alarmantes foram levantados no quinto último relatório do Painel Intergovernamental das Nações Unidas² (IPCC, 2014), que apresenta pela primeira vez dentre todas as suas passadas publicações, um capítulo específico sobre urbanização e desenvolvimento humano e espacial, denominado *Human Settlements, Infrastructure, and Spatial Planning*³.

Os dados apresentados afirmam que as emissões de GEE estão acelerando e aumentando (de uma forma geral) desde 1970 a 2010, mesmo com a implantação de diversos esforços e políticas para sua redução. Em todas as instâncias, nacional, regional e local (cidades), foram apresentados dados de aumento ao longo do tempo, sendo a queima de combustíveis fósseis e os processos industriais ainda as maiores fontes de emissão.

Gráfico 1 – Total anual das emissões (gigatoneladas de CO₂ equivalente por ano, GtCO₂-eq/yr) antropogênicas de GEE por gás entre 1970-2010.

CO₂ da queima de combustíveis fósseis; CO₂ de Florestas e outros Usos da Terra (FOLU); metano (CH₄); Óxido Nitroso (N₂O); gases fluorados cobertos pelo Protocolo de Quioto (F-gases).



Fonte: IPCC Summary Report, 2014. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf>. Acesso em: 11 maio 2016.

² Mais informações no Anexo A.

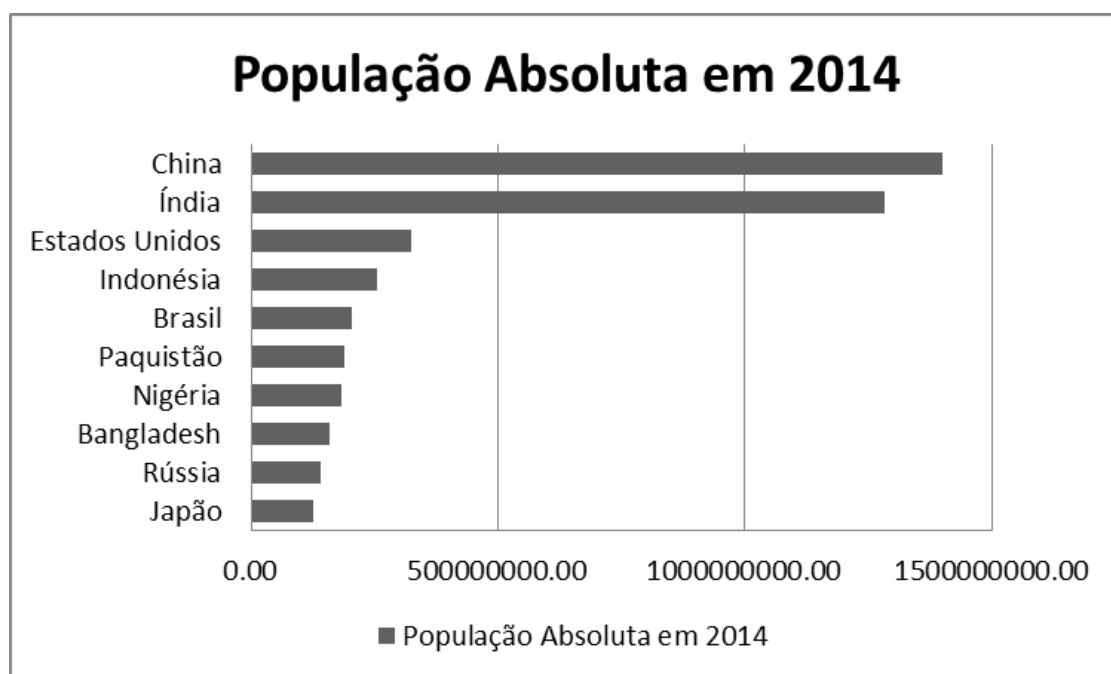
³ IPCC Fifth Assessment Report (AR5), 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter12.pdf>. Acesso em: 11 maio 2016.

Globalmente, o crescimento econômico e populacional está diretamente relacionado ao aumento das emissões de CO₂ consequentes da queima de combustíveis fósseis. A contribuição do aumento populacional entre 2000 e 2010 permanece similar às últimas três décadas, enquanto que a contribuição do crescimento econômico aumentou consideravelmente nos últimos anos.

Em 1945, a população urbana mundial representava apenas 25% da população total, de 45 milhões. Já em 2000, a proporção urbana atingiu 82%, sob um total de 169 milhões de pessoas. Na última década, a população mundial bateu os 7 bilhões de habitantes e a projeção de seu crescimento é de mais de 1 bilhão de pessoas na próxima década, podendo chegar em 50 bilhões no ano de 2050 (UN, 2014)⁴.

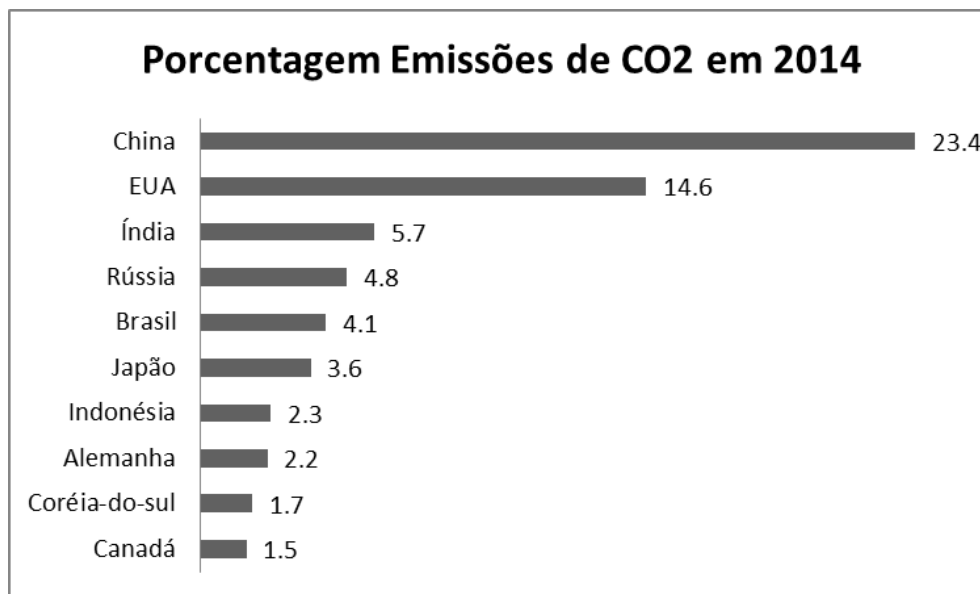
Ao comparar os dados populacionais com os dados nacionais de emissões de CO₂, é possível observar uma tendência associada entre eles. A maioria dos países mais populosos do planeta também se encontra na lista de países mais poluidores e emissores de GEE, a saber: China, Índia, Estados Unidos, Indonésia, Brasil, Rússia e Japão.

Gráfico 2 – População absoluta em 2014.



Fonte: United Nations, World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. New York, 2014. Disponível em: < <http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf> >. Acesso em: 15 jan. 2016.

⁴ United Nations, World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>>. Acesso em 11 maio 2016.

Gráfico 3 – Porcentagem de emissões por país, em 2014, por tonelada de CO₂.

Fonte: The Climate Change Performance Index, 2014. Disponível em: <<https://www.cdp.net/CDPResults/CDP-Cities-2013-usage-summary.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2016.

A relação direta entre crescimento populacional, desenvolvimento econômico e emissões de CO₂ também pode ser observada na tabela 1, que apresenta os dez países mais emissores de CO₂ no mundo e suas partes relacionadas com população, PIB e emissões de CO₂.

Tabela 1 – Informações sobre os 10 maiores países emissores de CO₂ no mundo.

País	CCDPI Ranque		Quota do PIB Mundial	Quota da População Mundial	Quota das Emissões Globais de CO ₂	Quota da Fonte de Energia Primária
	2014	2015				
Alemanha	22	22	3,44%	1,16%	2,23%	2,34%
Indonésia	23	26	2,35%	3,51%	2,32%	1,60%
Índia	31	36	6,72%	17,57%	5,70%	5,89%
Estados Unidos	44	44	17,17%	4,47%	14,69%	16,01%
China	45	46	16,03%	19,30%	23,43%	21,76%
Brasil	49	35	3,05%	2,82%	4,17%	2,11%
Japão	53	52	4,82%	1,81%	3,61%	3,38%
Coréia	55	55	1,69%	0,71%	1,75%	1,97%
Rússia	56	56	2,63%	2,04%	4,87%	5,66%
Canada	58	58	1,56%	0,50%	1,57%	1,88%
Total			59,45%	53,89%	64,32%	62,59%

Fonte: Traduzido de *The Climate Change Performance Index*, 2015. Disponível em: <<http://germanwatch.org/en/download/10407.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2016.

A urbanização é uma tendência global e está associada com o aumento de renda; e rendas urbanas mais elevadas estão correlacionadas com aumento do consumo de energia e emissões de CO₂.

Nos EUA, os trabalhadores em áreas metropolitanas de grandes cidades ganham 30% mais do que os trabalhadores que não estão em áreas metropolitanas. Esses salários elevados são consumidos por custos de vida maiores, mas isso não muda o fato de que altos salários refletem alta produtividade. O único motivo para as empresas aceitarem o alto custo da mão de obra e os custos dos imóveis por se localizarem em uma cidade é que a cidade gera vantagens em termos de produtividade que compensa esses custos. (GLAESER, 2011).

As cidades possuem perfis de emissão distintos entre si. Essa comparação de emissões entre nações é válida para obter-se uma visão generalizada do contexto mundial e tratar dos temas relacionados dentro da cúpula das Nações Unidas, incluindo acordos globais sobre o clima e políticas públicas específicas. Porém, quando se trata de avaliar detalhadamente as fontes de emissão e suas relações diretas dentro de um contexto urbano, deve-se levar em consideração cada cidade individualmente, apesar de estarem localizadas em um mesmo país, grande emissor ou não. No caso de megacidades, o aprofundamento dessas avaliações é fundamental para entender a dinâmica de bairros e comunidades, individualmente.

Cada uma das cidades dentro de um mesmo país possuirá perfis de emissão distintos entre si. Cidades que majoritariamente prestam serviços e são consideradas cidades-dormitórios (basicamente residenciais), possuirão um perfil de emissão menor quando comparadas a cidades industrializadas e com desenvolvimento acelerado.

Apesar das megacidades⁵ serem constantemente objetos de estudo e análise pela comunidade científica, o crescimento populacional urbano tem sido dominado e acelerado pelas cidades de tamanhos menores. Por volta de um terço do crescimento da população urbana entre 1950 e 2010 (1,16 bilhões de pessoas) ocorreu em assentamentos com população menor do que 100 mil habitantes (IPCC, 2014, p. 932). Entre 2000 e 2014, as cidades globais com mais de quinhentos mil habitantes cresceram em média 2.4% por ano. Entretanto, 43 dessas cidades cresceram duas vezes mais rápido do que este valor, com médias anuais de crescimento de 6% ao ano. De todas essas cidades avaliadas, 4 estão localizadas

⁵ Termo empregado para aglomerações urbanas com população de 10 milhões de habitantes ou maior.

na África, 38 na Ásia (18 apenas na China) e 1 na América do Norte. Além disso, mais de 90% da urbanização ocorre em países em desenvolvimento (UN, 2014) ⁶.

Desta forma, construir um bairro sustentável ou uma cidade compacta dentro de uma cidade ou metrópole de maior escala induz a mudança de cultura necessária para conceber escalas maiores de intervenções sustentáveis. Além disso, focar os estudos nos países em desenvolvimento, onde reside maior possibilidade de mudanças e de criação de novos modelos mais sustentáveis (sua infraestrutura ainda não está consolidada), é a chave fundamental para evitar o aumento de emissões a longo prazo.

De acordo com estes princípios, a escolha de um bairro sustentável dentro da cidade de São Paulo, servindo como estudo de caso para o cálculo e projeção de suas emissões de GEE a médio e longo prazo, é o modelo ideal de avaliação e enquadramento técnico-científico, tendo em vista o atual cenário em que nos encontramos.

Levando em consideração os dados apresentados referentes à urbanização de cidades pequenas e médias, o presente trabalho define como perímetro de avaliação um bairro sustentável dentro de uma megacidade, para efetivar estudos comparativos de emissões de GEE com outras cidades que não possuem diretrizes de sustentabilidade, apresentando resultados de acordo com a escala unitária entre os dois modelos comparativos.

A pesquisa orientada por este trabalho foi desenvolvida em duas etapas. A primeira constitui na pesquisa e definição das metodologias existentes para o cálculo de emissões de GEE de um estudo de caso. O objetivo desta etapa foi criar base para a definição do escopo de avaliação das atividades relacionadas com o estudo de caso, e uma metodologia de cálculo consistente com inventários internacionais de emissões de GEE.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na realização dos cálculos de emissões das três atividades definidas para avaliação: energia estacionária, transporte terrestre e resíduos domésticos, com base nos diversos dados históricos e projecionais das

⁶ *United Nations, World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>>. Acesso em 11 maio 2016.

atividades relacionadas. A intenção de gerar estes resultados é a comparação final com outras cidades que não possuem diretrizes de sustentabilidade urbana e estabelecer os parâmetros de desenvolvimento sustentável a serem adotados por um plano de política pública, por exemplo.

Com estes subsídios, este trabalho foi estruturado em quatro capítulos, além desta introdução. Todos os conceitos de cidades compactas e sustentabilidade urbana serão apresentados no capítulo 2 deste trabalho que pretende mostrar quais são as principais estratégias de sustentabilidade que devem ser consideradas em projeto, para que haja equilíbrio e redução das emissões a longo prazo. Estudos demonstram⁷ que quatro conceitos principais norteiam os paradigmas da forma urbana das cidades compactas e as emissões de GEE diretamente relacionadas com suas atividades: Adensamento Populacional, Uso Misto de Atividades, Conectividade e Acessibilidade. Todos esses quatro fatores indutores de um bom planejamento urbano são fomentadores de cidades vivas e dinâmicas, com alta qualidade de vida para seus moradores e diretamente relacionados com as emissões de GEE das áreas urbanizadas.

Além disso, todos esses fatores, quando combinados entre si, são muito mais efetivos à mitigação das emissões do que se implantados isoladamente. Ademais, inserir essas estratégias em cidades ou bairros já consolidados é muito mais complexo e trabalhoso do que inseri-las dentro de um novo bairro em expansão ou uma cidade em planejamento inicial, como é o exemplo do estudo de caso deste trabalho (em construção neste momento).

Além de compacta, a cidade deve ser sustentável e rever seus ciclos de demanda e consumo, relacionados aos metabolismos (linear e circular) das cidades. Segundo *Girardet apud Rogers (2005)*, “a solução está na busca de um ‘metabolismo’ circular nas cidades, onde o consumo é reduzido pela implementação de eficiências e onde a reutilização de recursos é maximizada”. Os atuais processos lineares de extração, manufatura e descarte não devem somente ser substituídos por processo circulares, incluindo reuso, reciclagem e compensação de processos poluidores, mas também devem ser reduzidas a demandas cada vez menores, evitando desperdícios e minimizando a geração de resíduos. Há diversas outras vantagens ambientais

⁷ Dados coletados do relatório IPCC, 2014.

importantes para cidades compactas, que estabeleçam menores vias de tráfego e mais ambientes públicos revitalizados.

Em vista disso, foi definido como estudo de caso deste trabalho o Parque da Cidade, empreendimento urbanístico imobiliário de grande porte, desenvolvido pela iniciativa privada Odebrecht Realizações Imobiliárias (OR), com outras empresas parceiras, que objetiva ser um marco urbanístico para a cidade de São Paulo e o bairro mais sustentável da América Latina, após sua conclusão em 2022.

Seu conceito principal está na criação de uma cidade compacta, onde, como já mencionado, é possível encontrar serviços, trabalho, moradia, entretenimento e lazer no mesmo local. Essas premissas iniciais de projeto delinearam todo o desenvolvimento do conceito do novo bairro, com a intenção de torna-lo não apenas um projeto de arquitetura singular, mas também um projeto urbanístico inovador, que promova sustentabilidade ambiental e qualidade de vida a seus moradores, vizinhos e visitantes.

Para garantir que os conceitos de cidade compacta e metabolismo circular serão atendidos, o empreendimento em questão está buscando diversos tipos de certificação ambiental, para cada edifício individualmente e para todo o conjunto do bairro, que pretendem comprovar e atestar as estratégias de sustentabilidade adotadas, promovendo uma real qualidade de vida aos seus moradores e visitantes. As certificações são uma forma de garantir que as práticas de gestão de energia, consumo de água, mobilidade urbana sustentável, gerenciamento e disposição de resíduos, entre outras estratégias, estejam alinhadas com os conceitos de cidade compacta (citados anteriormente) e a sustentabilidade a longo prazo.

Todo o projeto foi desenvolvido para que pudesse atender as diretrizes específicas de cada certificação, mas com foco na certificação LEED ND, da infraestrutura do novo bairro. A metodologia possui diretrizes para a criação e o manutenção de níveis de sustentabilidade em diversas áreas, como localização e conexões, desenho de bairro ou edifícios verdes. A metodologia do LEED ND enaltece os

projetos que possuem as melhores práticas de crescimento inteligente, cidades compactas e do Novo Urbanismo⁸, por meio de:

- Estímulo do local e de projetos de bairros que reduzam as viagens veiculares de seus habitantes;
- Criação de desenvolvimentos urbanos onde trabalho e serviços são acessíveis a pé ou por transporte público;
- Promoção da disposição e ordenação de edifícios verdes e de práticas de infraestrutura verde, particularmente para gestão mais eficiente dos recursos naturais como energia e água.

A metodologia abrange diversas áreas de um projeto e é separada em quatro grandes categorias que serão especificadas no capítulo 2 deste trabalho.

É incontestável que a Certificação LEED ND promova a criação de cidades e bairros mais saudáveis, verdes, conectados, vivos e humanos. Todos os conceitos, a serem apresentados neste trabalho, relacionados a cidades compactas e sustentáveis são descritos de alguma forma em algum dos pré-requisitos e créditos da Certificação. Porém, um item é falho dentro da Certificação LEED ND, que é justamente a base da criação deste trabalho: a contabilização das emissões de GEE do bairro ou cidade durante sua construção e também durante sua operação, fazendo referência direta aos benefícios da Certificação e promoção das estratégias de sustentabilidade adotadas. Em nenhum item é abordada a quantificação das emissões de GEE ou a promoção de sua redução de forma clara e específica, deixando esta contabilização a mercê da boa vontade do empreendedor que busque uma certificação ou apenas busque a criação de um inventário de gases de efeito estufa relacionado com alguma política específica ou boa vontade do governo.

Se por um lado a certificação LEED ND promove a construção de comunidades mais sustentáveis, mais conectadas e menos poluidoras e geradoras de GEE, conforme apresentado no capítulo 2 deste trabalho; por outro ela não garante a quantificação das emissões das atividades ocorrentes da cidade, mesmo sendo atividades que promovam baixa emissão de carbono. A certificação garante a realização de um

⁸ Movimento que promove habitats ambientalmente amigáveis por meio da criação de bairros caminháveis, com intenso uso misto. Todos os seus conceitos estão relacionados com os conceitos de Cidades Compactas e Crescimento Inteligente, já citados anteriormente.

projeto de baixo carbono bem planejado e executado, mas não garante que sua operação também o será. Tendo em vista que não é possível gerenciar aquilo que não é possível ser medido, somente receber uma certificação ambiental não garante que o bairro/cidade realmente estará promovendo baixo impacto ambiental, mas sim, quando este começar a contabilizar e gerir suas emissões relacionadas às atividades inseridas em bairros e cidades.

A vista disso, as avaliações de emissões de GEE das cidades por meios de inventários de emissão de gases de efeito estufa torna-se um princípio essencial de avaliação e início da criação de diretrizes e sugestões para a solução dessas questões.

A seção 12.2.2, do Capítulo 12 do V Relatório de Avaliações do IPCC (2014) mostra que a maior parte da literatura que relaciona assentamentos humanos com mudanças climáticas é relativamente recente e existem pouquíssimos estudos que examinaram a contribuição de todas as áreas urbanas às emissões totais de GEE. Enquanto que por um lado quase não há estudos que estimem as porções de emissões das áreas rurais e urbanas, por outro existem inúmeros estudos que avaliam estimativas de emissões usando distintas metodologias para específicas aglomerações humanas, relacionadas com cidades. (IPCC, 2014, p. 936). Estimativas comparáveis entre si normalmente são disponíveis em pequenas amostras de pesquisas sobre assentamentos humanos, devido à intenção de muitas cidades de reportar seus dados de emissões e estabelecer metas de redução, baseadas em políticas públicas.

Contudo, este número limitado de estimativas comparáveis entre si⁹ se deve basicamente à falta de padrões unificados de contabilização de GEE globalmente aceitos e de transparência da disposição de dados e escolhas relacionadas com a compilação de estimativas particulares, conforme mostradas no quadro 1 (IPCC, 2014, p. 936).

⁹ Ver relatório publicado pelo *World Bank*, que apresenta os dados dos inventários publicados por mais de 70 cidades globais e os dados que são possíveis de serem comparados entre si, devido às incompatibilidades de inventários distintos. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTUWM/Resources/GHG_Index_Mar_9_2011.pdf>. Acesso em: 11 maio 2016.

Quadro 1 – Principais diferenças de reporte em inventários de emissões de GEE urbanos.

- Escolha de perímetros urbanos: assentamentos humanos são sistemas abertos com perímetros variáveis. Dependendo de como os perímetros urbanos são definidos, as estimativas de consumo energético e emissões de GEE podem variar significativamente. Por exemplo, como quantificar as emissões de materiais que são produzidos fora do perímetro urbano da cidade a ser contabilizada, mas consumidos dentro da cidade objeto de estudo.
- Escolha da contabilização de escopos conforme abordagem/reportage: existe um senso comum na comunidade científica de que se deve reportar as emissões não-diretas das cidades, que ocorram dentro do perímetro territorial. Porém, algumas cidades acabam escolhendo outras formas de reporte, sobrepondo informações e contraponto abordagens específicas.
- Escolha de métodos de cálculos: existem diferenças entre os métodos de cálculo de emissões utilizados, incluindo fatores de emissão, métodos para incluir informações faltantes e métodos para calcular as emissões indiretas.

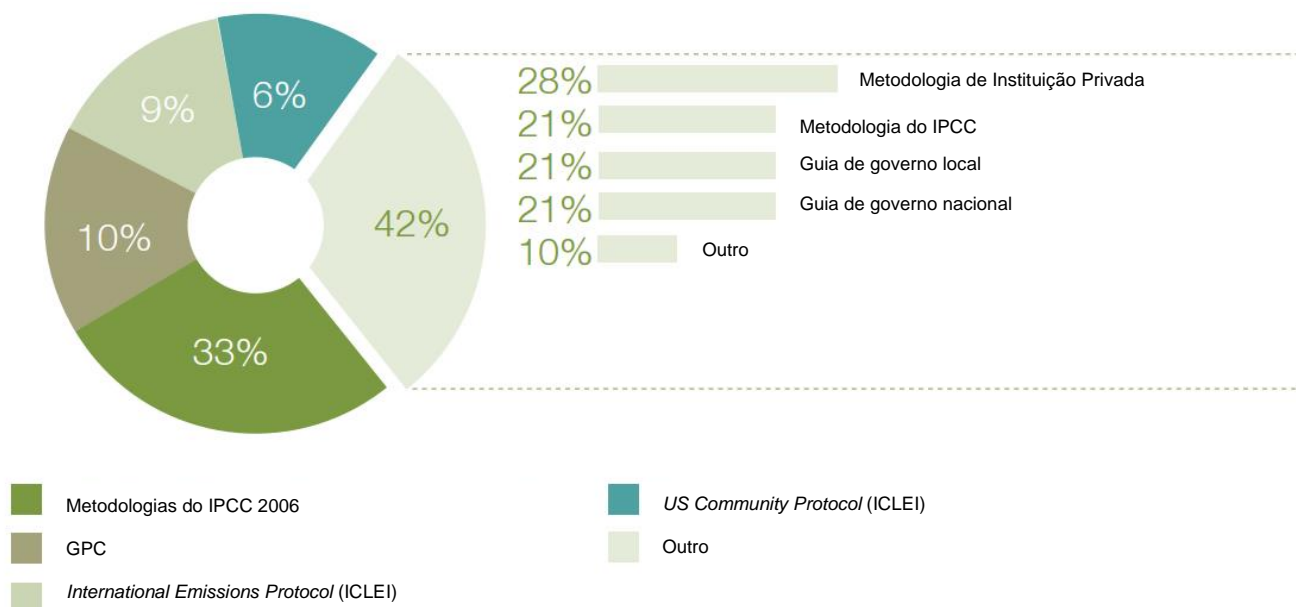
Fonte: Traduzido e adaptado de IPCC, 2014, p. 936.

Por esse motivo, algumas organizações chave neste setor trabalharam para publicar uma metodologia que quantificasse emissões de forma padronizada no mundo todo. A metodologia GPC, que será aprofundada no capítulo 3 deste trabalho, foi lançada em 2014 logo após a publicação do relatório do IPCC em uma ação conjunta entre ICLEI, WRI, C40 e UN HABITAT, que visa padronizar um modelo de inventário para cidades, viabilizando a possível comparação global de dados entre cidades e bairros.

O relatório conclusivo do CPD de 2013 - ano seguinte à publicação da metodologia GDP para cidades - apresenta os dados relacionados aos métodos utilizados pelas cidades para quantificar suas emissões. Diversas cidades estão buscando planos e ações de mitigação para mudanças climáticas, mas seu impacto agregado nas emissões urbanas ainda é completamente incerto, devido à falta de comparabilidade dos dados existentes (mecanismos de reporte de emissões). Somam-se a isso diversas metas de redução e mecanismos de contabilização de GEE diversos. Acredita-se, porém, que após esta publicação, cujo o intuito é uniformizar esses

métodos e reportes, cresce a tendência de utilização desta metodologia, fato garantido pela abrangência e influência do GDP (e de seus autores) no mundo.

Gráfico 4 – Principais metodologias utilizadas para calcular emissões das cidades.



Fonte: CPD, 2013. Disponível em: < <https://www.cdp.net/CDPResults/CDP-Cities-2013-usage-summary.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2016.

O GPC especifica os princípios e as regras para a criação do inventário de emissões de GEE de uma cidade; porém, ele não especifica a metodologia de cálculo que deve ser utilizada para gerar os dados das emissões. Ou seja, o GPC deixa em aberto para que as cidades escolham a metodologia de cálculo mais adequada para seu objetivo, baseando-se no propósito de seu inventário, na disponibilidade de dados existentes e na consistência com outras medidas ou programas dos quais participam.

Com base neste cenário, a ferramenta do GHG *Protocol* Brasil permite a realização dos cálculos de forma mais rápida e coerente, pois possui os dados das atividades e valores secundários adaptados para a realidade brasileira. Atualmente é o método mais usado mundialmente pelas empresas e governos para a realização de inventários de GEE, sendo compatível com a norma ISO 14.064 e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). O GHG *Protocol* permite a realização dos cálculos de forma mais rápida e direta por meio da inserção dos dados em uma tabela disponibilizada publicamente.

Dentro do escopo de avaliação, as fontes de emissão consideradas em uma cidade são: Energia Estacionária; Transporte; Resíduos; Processos industriais e uso de produto (IPPU – *Industrial processes and product use*); Agricultura, floresta e outros tipos de uso do solo (AFOLU - *Agriculture, forestry, and other land use*). Dentre elas, foram definidas três áreas de análise para o bairro estudado, conforme diretrizes do próprio projeto do bairro:

- Demanda do Setor de Transportes Terrestres.
- Consumo do Setor de Energia Estacionária.
- Gestão do Setor de Resíduos Domésticos.

Importante ressaltar que até o momento da publicação deste trabalho¹⁰, não havia sido encontrada nenhuma referencia de reporte de emissões que tinha como escopo um bairro, menos ainda um bairro certificado, utilizando a metodologia GPC. Apenas foram encontrados exemplos de cidades globais de distintos tamanhos e interferências, que calcularam suas emissões utilizando esta metodologia.

Outro item inédito da aplicação desta metodologia em um bairro certificado está no período de tempo escolhido para as avaliações das emissões. Tradicionalmente, os inventários de emissões de GEE de cidades são realizados após a conclusão do ano calendário, contabilizando as emissões que já aconteceram no ano passado. A partir desses dados históricos, outros estudos permitem projetar as emissões futuras das cidades e criar políticas com bases nessas projeções.

Como este bairro ainda não foi concluído, todas as emissões futuras foram calculadas para o ano de sua conclusão – 2022. As emissões também foram calculadas para o ano de 2030, não só para criar uma base comparativa entre a projeção das emissões dos anos passados e futuros, mas também para permitir a comparação entre as projeções de emissões de outros inventários, permitindo avaliar mais profundamente sobre as políticas adotadas em distintas cidades, com distintos modelos de crescimento e urbanização.

No ultimo capítulo do trabalho serão apresentados os resultados referentes às emissões do estudo de caso em comparação com os dados de emissões do município de São Paulo e a cidade do Recife, além das conclusões gerais alcançadas. Enquanto que o Parque da Cidade emite relativamente mais carbono

¹⁰ Junho de 2016.

por habitante do que as duas cidades comparadas, basicamente devido ao alto valor de emissões do setor de transporte; ele é o único exemplo que reduz suas emissões ao longo do tempo (comparações feitas para os anos de 2022 e 2030); tanto emissões totais, quanto por habitante, também dentro do setor de transportes.

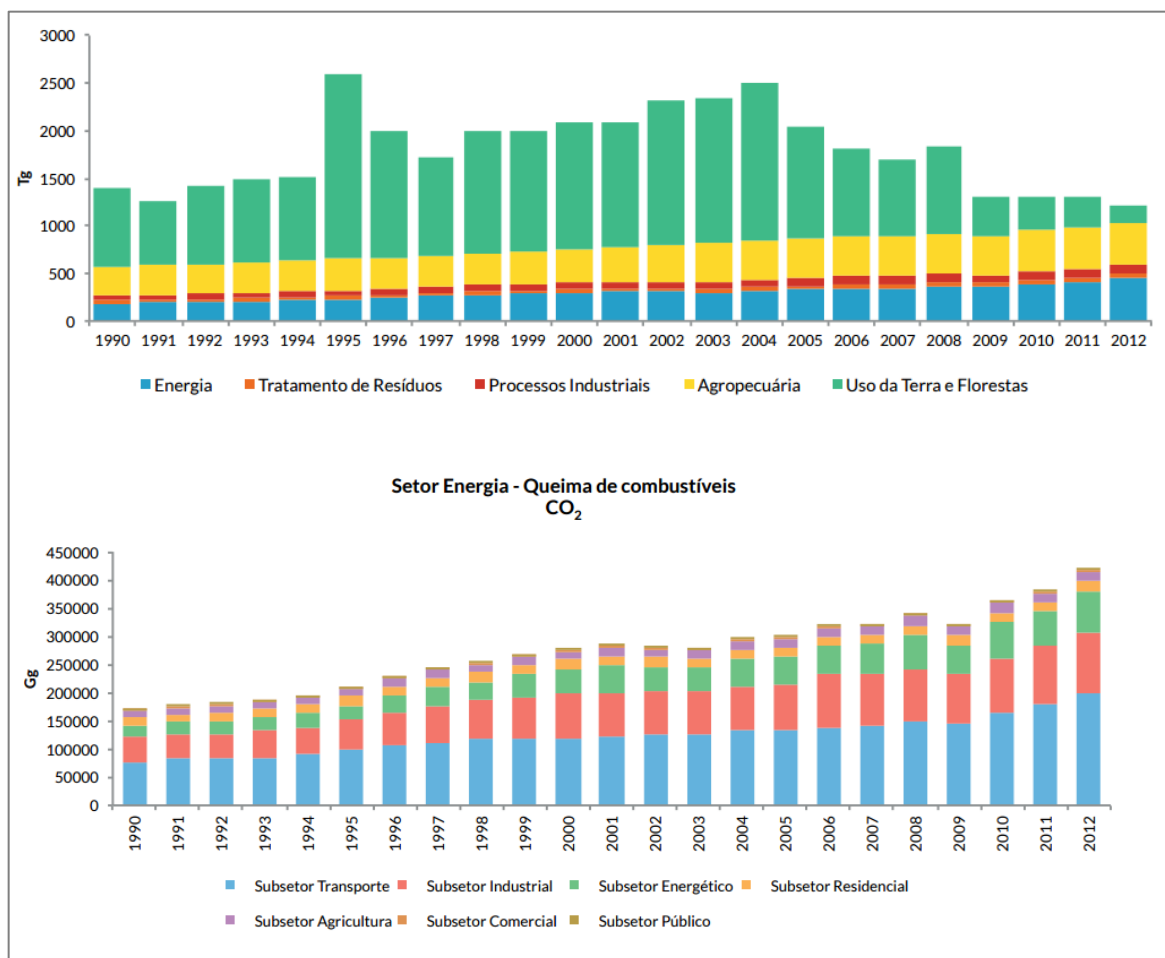
De uma forma geral, a emissão relacionada com o sistema de transportes de uma cidade é o maior indutor do aumento de emissões de CO₂ a longo prazo. Nas últimas décadas, toda a construção das cidades se deu em torno do automóvel e ele é atualmente o maior responsável pela poluição e baixa qualidade de vida em uma cidade.

Dentro do estudo de caso estudado, o setor de transportes ainda é o maior emissor de GEE das atividades relacionadas no bairro. Quando comparadas com as cidades de São Paulo e Recife, também pode-se notar a discrepância deste setor em relação as outras atividades das cidades. Em termos globais, as emissões relacionadas com o setor de transporte equivalem a 26% da geração total global, atrás somente das emissões do consumo energético, com 30% das emissões totais globais (IPCC, 2014). Já no Brasil, a tendência de crescimento das emissões deste setor são claras e visíveis ao longo dos últimos anos, quando comparadas com os outros setores da economia brasileira, apresentados no gráfico 5. A queima de combustíveis fósseis ainda é a maior emissora do subsetor Transportes, dentro do setor de energia.

A projeção da criação de bairros de uso misto é outro agente indutor de emissões de GEE, pois também reduz as viagens de deslocamento com automóvel e transporte de massa, estimulando as conexões entre espaços para pedestres e ciclistas. Esses fatores impactam diretamente na saúde e bem-estar dos moradores dessa cidade, que, estimulados a este tipo de deslocamentos, tendem a ser mais saudáveis.

Os automóveis, porém, não são os únicos causadores de emissões de GEE. As emissões relacionadas com a construção da nova infraestrutura necessária para suprir a demanda dos deslocamentos são de alta relevância em cidades em desenvolvimento. A expansão global da infraestrutura é um agente-chave de emissões em múltiplos setores, afetando seu aumento em três fases principais: construção, uso/operação e demolição.

Gráfico 5 – Emissões Brasileiras de gases de efeito estufa de 1990-2012 em CO₂ eq (Tg = milhões de toneladas) e Estimativa de emissões de CO₂ da queima de combustíveis fósseis, por subsetor.



Fonte: Ministério da Tecnologia e Inovação, 2014. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf. Acesso em: 11 maio 2016.

Outro grande problema surge quando potencias como China e Índia começam a se desenvolver nos mesmos moldes que a era moderna se desenvolveu: em função do automóvel. A Índia possui atualmente o maior complexo viário do planeta, 5.800 quilômetros de autoestradas interligando suas quatro maiores cidades, o Golden Quadrilateral, ao mesmo tempo em que lança um carro muito barato e acessível à grande parte de sua população.

A China ora investe pesadamente em imensos, genéricos e assépticos conjuntos habitacionais nas periferias de suas megacidades para atender à população imigrante (modelo fracassado no ocidente e amplamente publicizado desde a reconstrução do pós-guerra na Europa). Obviamente, nenhum dos modelos responderá adequadamente às necessidades de um planeta mais harmonioso (LEITE, 2012, p. 41).

Se estes países super populosos e em desenvolvimento, incluindo o Brasil, continuarem com a mesma cultura de culto ao automóvel e espraiamento urbano, investindo pesadamente em políticas públicas que promovam seu uso, nosso pequeno planeta não será suficiente para suportar a grande demanda de emissões de poluentes e de gases de efeito estufa que serão liberados na atmosfera nos próximos anos. A maior preocupação neste momento é em entender como países em desenvolvimento poderão alinhar suas políticas desenvolvimentistas com suas emissões de GEE e qual o papel dos países desenvolvidos neste contexto.

Mas, à medida que a Índia e a China se desenvolvem economicamente e se urbanizam, suas escolhas relacionadas ao desenvolvimento urbano afetarão toda a humanidade. Se seguirem um padrão de desenvolvimento americano, e criarem dispersas áreas nos subúrbios que dependerão de automóveis para se locomoverem, as emissões per capita mundiais podem aumentar até 139%, mas se estagnarem em níveis franceses, a emissão global aumentará apenas 30% (GLAESER, 2011). O uso de automóveis e os padrões de urbanização nesses países poderão ser, claramente, a questão ambiental mais importante do século XXI.

Se as emissões de carbono na Índia e na China subirem aos níveis per capita americanos, o consumo de carbono no mundo aumentará em 139%, mesmo se sua população permanecer a mesma. Os maiores benefícios para o meio ambiente no apoio a empreendimentos com maior densidade nos Estados Unidos poderiam muito bem ser no sentido de ajudar a persuadir a China e a Índia a construírem para cima e não para os lados. (GLAESER, 2011, p. 215).

Nas próximas três décadas do século XXI, uma janela de oportunidades é apresentada frente à mitigação de impactos de GEE em áreas urbanas, devido a projeção de expansão em 55% das áreas urbanas globais (IPCC, 2014, p. 941). Quase metade da projeção de ocupação de áreas urbanas é projetada para acontecer na Ásia, e 55% do crescimento regional ocorrerá na China e na Índia (Seto et al., 2012 *apud* IPCC, 2014). A próxima década apresenta um cenário crescente de desenvolvimento urbano e ele acontecerá em países em desenvolvimento. Mais áreas urbanas serão construídas ao longo deste século do que toda a história da humanidade até então.

As maiores oportunidades atreladas ao desenvolvimento urbano de baixo carbono não estarão relacionadas aos locais que não possuem rígido formato urbano e infraestrutura permanente e imutável, mas sim aos locais que ofereçam capacidade

governamental, técnica, financeira e institucional para se desenvolver a favor das mudanças climáticas. Esses locais devem utilizar os benefícios de desenvolvimentos urbanos de baixo carbono em função de suas políticas específicas correlacionadas: por exemplo, reduzir o impacto dos transportes promovendo uma política de melhoria na qualidade do ar das cidades. É fundamental, porém, que o poder público esteja alinhado em todas as suas instâncias e forneça as ferramentas e diretrizes para que o setor privado possa construir conforme as estratégias pré-estabelecidas e beneficiárias à população a longo prazo.

A urbanização é a chave para o desenvolvimento. Ela não deve ser considerada como uma consequência passiva do desenvolvimento, mas sim um criador de valor do mesmo. A ótica da sustentabilidade urbana permite não só desenvolver políticas a favor do meio ambiente, mas também criar, ao mesmo tempo, espaços recreativos, de lazer, funcionais, desenvolver dinâmicas sociais e moldar padrões urbanos de convivência social e ambiental entre todos os habitantes de uma cidade.

Entende-se que não há volta para um mundo mais rural, mas sim cada vez mais urbano e mais diverso. O segredo reside na exaltação do ser humano como parte central e principal da problemática das cidades e sua busca incessante por soluções que cada vez mais serão impostas pelo meio natural no qual vivemos.

3. Cidades Compactas e Sustentáveis e o Estudo de Caso: Parque da Cidade

A ação direta em centros urbanos é essencial para o sucesso das adaptações das mudanças climáticas globais. As áreas urbanas concentram atualmente mais da metade da população mundial (IPCC, 2014) e grande parte dos seus aspectos construtivos e atividades econômicas.

As cidades são elementos-chave para o desenvolvimento sustentável global, tendo em vista que a população do planeta de torna cada vez mais urbana, com cidades cada vez maiores, dando origem a megacidades¹¹ e megarregiões¹². É preciso desenvolver modelos de sustentabilidade urbana capazes de alinhar o desenvolvimento desses espaços com respeito aos princípios de sustentabilidade.

As megalópoles são regiões de grande aglomeração populacional constituídas pelo agrupamento de grandes regiões metropolitanas que se interligam, não só fisicamente, mas também por um eficiente sistema de transporte e comunicação. Trata-se de um domínio regional territorial que costuma concentrar os investimentos, as atividades industriais e boa parte da população de um país.

As cidades são compostas por sistemas interdependentes complexos que possuem influencia para dar suporte às adaptações das mudanças climáticas por meio de apoio governamental amparado por uma governança cooperativa entre vários níveis da sociedade. Desta forma, é possível criar sinergias entre manutenção e criação de nova infraestrutura urbana, gestão de uso do solo e proteção e sustento de serviços ambientais ecossistêmicos.

Em uma metrópole¹³ como São Paulo reside o grande desafio estratégico do planeta neste momento, concomitante com uma saída sustentável, justa e democrática para todos os seus habitantes. Porém, uma cidade sustentável é muito mais do que um conjunto de construções sustentáveis e ações de mitigação. Ela deve incorporar parâmetros de sustentabilidade no desenvolvimento urbano público e privado.

¹¹ Cidades com população acima de 10 milhões de habitantes.

¹² Conurbação de diferentes cidades em uma região mais ampla.

¹³ Termo empregado para se designar as cidades centrais de áreas urbanas formadas por cidades conectadas entre si (fisicamente ou por meio de transporte e comunicação).

As grandes cidades brasileiras se desenvolveram historicamente baseadas em contínua presença do setor privado, além do planejamento e de políticas públicas. Mesmo que um espaço público seja desenvolvido pelo setor privado, dentro do contexto urbanístico ele deve ser considerado um espaço de livre acesso e permanência irrestrita daqueles que o usufruem para qualquer finalidade.

É comum pensar que a criação de espaços públicos é tarefa única do poder público, sendo impossível depender da sua provisão através da iniciativa privada. A lógica comumente consagrada é que faltam incentivos para investir em espaços públicos, pois estes locais não trazem benefícios diretos para o empreendedor. Porém, muitos espaços são constituídos desta forma nas cidades brasileiras e ao redor do mundo, sendo desenvolvidos pelo setor privado e cancelados pelo poder público.

A crítica encontra-se, porém, na constituição de espaços públicos pela iniciativa privada que beneficiem a todos os envolvidos diretamente, incluindo a população, o empreendedor, o meio ambiente e a cidade como um todo. Espaços que não sejam enclausurados; sem barreiras na entrada; sem custo de acesso para o usuário final; inseridos no meio urbano (onde o custo da terra é elevado); financiados pelo poder privado; e, ainda, que não foram resultados de legislações que induziram ou obrigaram sua concepção, mas sim da intenção de quem empreendeu o espaço; são fundamentais para a concepção dinâmica sustentável de uma cidade.

Há, portanto, a necessidade de buscar no setor privado de desenvolvimento imobiliário urbano, parâmetros de sustentabilidade urbana que complementem e atuem em consonância com aqueles pautados pela atuação pública. (LEITE, 2012, p. 132). Ainda, buscar opções de investimento de menor escala dentro das cidades, tais como bairros sustentáveis, são fundamentais para a mudança global em prol de uma sociedade sustentável. Desta forma, construir um bairro sustentável dentro de uma cidade ou uma metrópole, induz a mudança de cultura necessária para conceber escalas maiores de intervenções sustentáveis.

De acordo com estes princípios, a escolha de um bairro sustentável dentro da cidade de São Paulo, servindo como estudo de caso para o cálculo e projeção de suas emissões de GEE a médio e longo prazo, se torna fundamental para a criação de parâmetros e perspectivas sustentáveis em grandes centros urbanos, localizados em países em desenvolvimento.

O Parque da Cidade, complexo multiuso desenvolvido pela OR – Odebrecht Realizações Imobiliárias, foi inspirado pelo conceito de cidades compactas, que consistem em espaços limitados e relativamente pequenos, onde todas as atividades essenciais de uma cidade estão concentradas, e que possuem como premissa a sustentabilidade.

Neste capítulo serão abordados os principais conceitos relacionados com o tema de cidades compactas e sustentáveis e qual a sua relação direta com o estudo de caso escolhido. Será possível entender como as diretrizes projetuais do estudo de caso analisado utilizaram como base os conceitos aqui descritos, influenciando diretamente nas emissões de GEE do bairro frente a essas escolhas. Os cálculos de emissões serão apresentados no capítulo cinco deste trabalho, assim como a metodologia utilizada, que será apresentada no capítulo seguinte a este.

3.1. Conceito de cidades compactas e sustentáveis.

O conceito geral estabelece que as cidades compactas são geralmente atribuídas por desenvolvimentos urbanos altamente adensados¹⁴, com alta diversidade socioeconômica e melhorias da esfera pública (com intervenções qualificadas, adequadas e planejadas), estabelecendo amplas oportunidades para interações e trocas sociais. Promovem melhor sensação de segurança pública, através da criação de um senso de comunidade por meio da proximidade, *mix* de usos e calçadas e espaços de uso coletivo, localizados dentro de uma malha urbana reduzida e amigável ao pedestre. Promove ainda acesso equitativo aos bens, serviços e instalações disponíveis, proporcionando um curto deslocamento diário (casa – trabalho – compras), otimizando o uso da infraestrutura urbana existente e estimulando a redução do uso do automóvel. Desse modo, as cidades compactas minimizam a degradação ambiental e proporcionam a sustentabilidade adequada para a melhoria da qualidade de vida.

Os valores principais deste tipo de empreendimento baseiam-se na união de conceitos que, em um primeiro momento, podem parecer antagônicos entre si, mas

¹⁴ Adensamento urbano, ou crescimento vertical, está relacionado com concentração populacional nas cidades, onde mais pessoas compartilham menos espaços (maior densidade de habitantes por metro quadrado).

que, na verdade, são complementares e formam a base do desenvolvimento de novos modelos urbanos atuais, tais como: sustentabilidade *versus* desenvolvimento econômico; crescimento inteligente *versus* qualidade de vida; áreas verdes *versus* desenvolvimento tecnológico; adensamento habitacional *versus* bem estar social; descentralização do comércio *versus* políticas de incentivo aos pedestres e ciclistas, entre outros.

Leite (2012, p. 160), ressalta as distintas atividades das cidades e seus benefícios diretos, “[...] a cidade compacta, composta de atividades sobrepostas, permite maior convivência e reduz as necessidades de deslocamentos em automóveis, o que, por sua vez, reduz drasticamente a energia utilizada para transporte – geralmente um quarto do consumo global da cidade [...]”.

Estudos demonstram¹⁵ que quatro conceitos principais norteiam os paradigmas da forma urbana das cidades compactas e as emissões de GEE diretamente relacionadas com suas atividades: Adensamento Populacional, Uso Misto de Atividades, Conectividade e Acessibilidade. Todos esses conceitos, porém, estão diretamente relacionados com o meio de transporte prioritário que os cidadãos utilizam para se deslocar diariamente (basicamente automóveis), descritos nos itens a seguir.

3.1.1. Adensamento populacional, espraiamento urbano e a dependência do automóvel.

Os conceitos de Crescimento Inteligente (*Smart Growth*) estão relacionados com a compactação dos centros urbanos para evitar seu espraiamento. Este termo, normalmente utilizado na América do Norte, está associado aos mesmos conceitos de Cidades Compactas (*Compact Cities*), normalmente utilizado na Europa. Eles possuem igualmente como premissas cidades mais adensadas, uso misto de bairros, cidades caminháveis e com incentivos aos ciclistas, conectividade e acessibilidade ao comércio, serviços e residências na escala do bairro.

Para promover o adensamento populacional e a redução da necessidade de deslocamentos diários, as cidades compactas e sustentáveis devem evitar o

¹⁵ Dados coletados do relatório IPCC, 2014.

espraçamento urbano e começar a desenvolver-se verticalmente. Atrelado à verticalização dos edifícios, as cidades compactas devem prover intensa variedade de usos e padrões dentro de um mesmo bairro (uso misto de bairros), proporcionando a criação de múltiplos centros comerciais e residenciais ao longo de sua malha urbana. Glaeser (2011, p. 195) assinala que “[...]será bem melhor para o planeta se a população urbanizada passar a viver em cidades densas construídas em torno do elevador, em vez de em regiões expandidas construídas em torno do carro”. Esta concepção não só estabelece o conceito de cidade compacta e mantém os ciclos metabólicos de consumo dentro dos centros urbanos já consolidados, como também propicia o empoderamento de pedestres e ciclistas, possibilitando a redução do uso do automóvel para diversos fins.

Densidade populacional está diretamente relacionada com a densidade construída, contudo, alta densidade populacional não significa ter que construir edifícios altos próximos uns dos outros, mas sim edifícios médios com taxas de ocupação¹⁶ maiores. Paris, por exemplo, possui densidade habitacional média de 20.980 hab/ha (habitantes por hectare), enquanto que São Paulo possui 7.387 hab/ha¹⁷. Os distintos bairros dentro de uma cidade podem variar de densidade conforme seus usos, por isso os valores de densidade demográfica média não representam a verdadeira realidade, somente cenários presentes.

Diversos problemas estão associados com a expansão urbana descontrolada e de baixa densidade. Os padrões de expansão urbana relacionados com a mudança das residências do centro da cidade para os subúrbios (fato este ocorrente em distintas áreas metropolitanas de cidades de países desenvolvidos ou em desenvolvimento) devem ser evitados. Ainda para Glaeser (2011, p. 14),

reconhecer o lado positivo da expansão para os subúrbios não significa que ela seja boa ou que as políticas americanas que a encorajam sejam sabias. Os custos ambientais da expansão deveriam fazer os governos frearem o modo de vida baseado nos automóveis, mas as políticas americanas empurram as pessoas para a periferia dos grandes centros urbanos. O espírito de Thomas Jefferson vive em políticas que subsidiam a casa própria e as rodovias, implicitamente incentivando os americanos a abandonarem as cidades. O

¹⁶ Taxa de ocupação é a relação percentual entre a projeção da edificação e a área do terreno. Ela delimita o valor máximo de construção horizontal permitido em um lote ou terreno. Já o Coeficiente de Aproveitamento (CA) estabelece a quantidade possível de construir verticalmente (área construída computável) em função da área do lote.

¹⁷ Fonte IBGE, 2010.

problema com a política que subsidia a dispersão das pessoas é que o modo de vida baseado no automóvel impõe custos ambientais para todo o planeta.

De uma forma geral, essas áreas que rodeiam o perímetro das cidades são possuidoras de sistemas que abastecem as necessidades internas das cidades, tais como: fornecimento de alimentação (cinturão verde de hortifrutigranjeiros), geração de energia (usinas de geração e rede distribuidora); tratamento de água (sistemas de coleta, tratamento e distribuição) e gerenciamento de resíduos (aterros e usinas de reciclagem).

Evitar o avanço das construções no cinturão verde das cidades (localizados nos subúrbios e áreas periféricas) é a melhor estratégia para condensar o desenvolvimento urbano de qualidade e proporcionar cidades compactas. Os cinturões verdes, além de abastecerem as cidades com alimentos, também as protegem em termos ambientais, proporcionando melhor qualidade do ar, da água, do solo e do clima local.

A resiliência¹⁸ das cidades está relacionada com sua localização e seus processos secundários associados, localizados ao longo de seu perímetro. Segundo Tickell apud Rogers (2005, p. II), “[...] as cidades são organismos vivos, absorvem recursos e emitem resíduos. Quanto maiores e mais complexas forem, maior também será sua dependência das áreas circundantes, e maior será sua vulnerabilidade em relação às mudanças em seu entorno”.

Se a urbanização não estiver diretamente relacionada com altas densidades populacionais (mais pessoas vivendo em menos espaços), as emissões de GEE tendem a aumentar drasticamente, principalmente por dois fatores internos relacionados às cidades: deslocamentos diários em transporte individual relacionados ao aumento de distância entre moradia, trabalho e itens básicos de vida comunitária e; baixa demanda pra criação de infraestrutura de transportes públicos em locais afastados dos centros condensados e suas respectivas emissões provenientes de deslocamentos por transportes individuais (automóveis).

As emissões relacionadas com a construção da nova infraestrutura necessária para suprir a demanda dos deslocamentos, são de alta relevância em cidades/países em

¹⁸ Resiliência urbana é a capacidade da cidade de voltar ao seu estado normal após ter sido exposta à alguma ameaça ou situação crítica de mudança que a forçou a resistir, absorver, adaptar-se ou recuperar-se dos efeitos causados de maneira oportuna e eficiente.

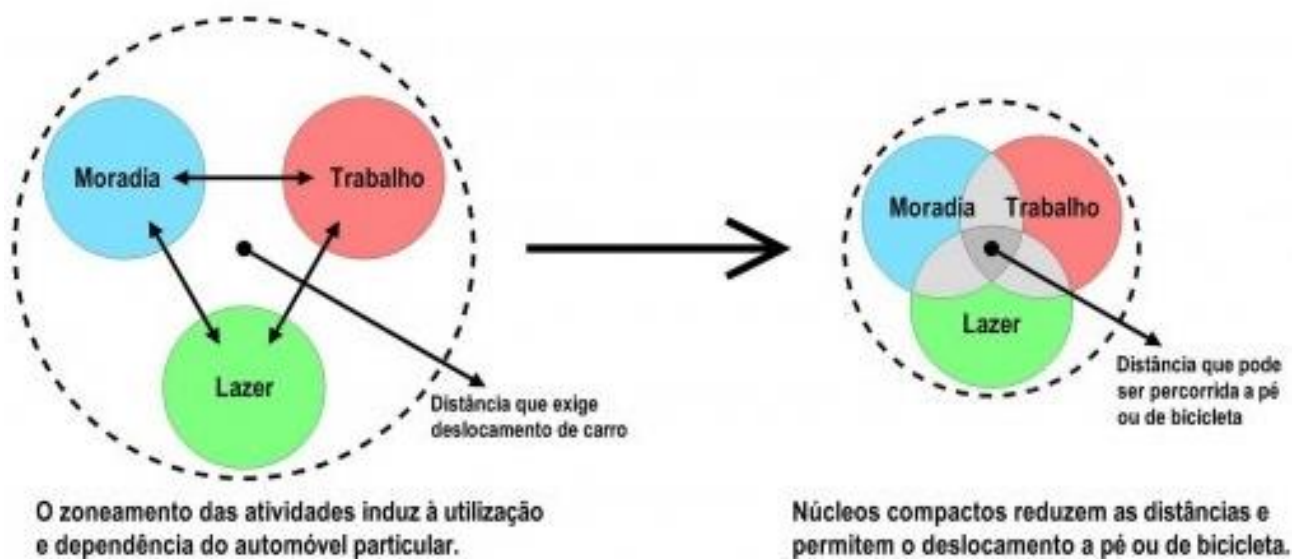
desenvolvimento. A expansão global da infraestrutura é um agente-chave de emissões em múltiplos setores, afetando seu aumento nas suas fases de construção, uso/operação e demolição. O processo industrial de produção do aço e do cimento, os dois materiais mais comumente utilizados para construção de infraestrutura de transporte, contribuem com aproximadamente 9% e 7%, respectivamente, com as emissões globais de carbono (Allwood et al., 2010 *apud* IPCC, 2014).

A construção de infraestrutura em países em desenvolvimento, como parte de sua intensa urbanização em andamento, resultará em emissões futuras significativas. Porém, se o foco dessas infraestruturas for o transporte público de massa, então sua operação pode resultar em menores emissões a longo prazo do que o investimento na construção de estradas e infraestrutura relacionada ao uso do automóvel. Glaeser compara as emissões relacionadas com o sistema de trens e metros da cidade de Nova York com as emissões provindas dos usuários de automóveis:

O sistema de transporte da cidade de Nova York utiliza 160 milhões de litros de óleo diesel e 14,8 bilhões de megawatts de eletricidade a cada ano para fazer 2,6 bilhões de viagens com seus usuários. Isso resulta em uma média de 0,4kg de dióxido de carbono por viagem – no máximo, um décimo dos 4kg de dióxido de carbono emitidos em uma viagem média de carro (GLAESER, 2011, p. 205).

Desta forma, ao criar núcleos compactos de desenvolvimento urbano possibilita-se a redução da necessidade de deslocamento automobilístico diário para compras de suprimentos ou descartes de resíduos, promovendo a sustentabilidade do espaço e seu entorno direto. Para Glaeser, “[...] cidades significam falta de espaço físico entre pessoas e empresas. Elas representam proximidade, densidade, intimidade. Elas nos permitem trabalhar e jogar juntos, e seu sucesso depende da demanda por conexão física (GLAESER, 2011, p. 6)”. Os núcleos compactos de uso misto reduzem as necessidades de deslocamentos e criam bairros sustentáveis cheios de vitalidade.

Imagem 1 – Conceito de núcleos compactos.



Fonte: Adaptado de Rogers (2005, p. 39).

3.1.2. O paradoxo da intensificação urbana.





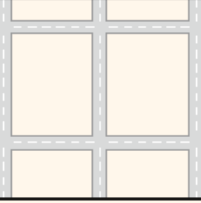
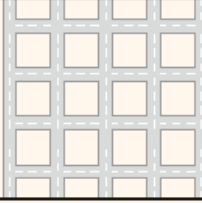


O uso misto dos bairros, que proporcionam residências, comércio, serviços e áreas de lazer dentro da escala da cidade compacta, reduzem as necessidades de deslocamento em automóvel e promove o deslocamento de ciclistas e pedestres, devido à redução das distâncias. Copenhague é um exemplo de cidade onde 40% de sua população se desloca em bicicletas. O *European Green City Index* a classificou como topo do ranking em 2015, principalmente devido a este fator¹⁹. Diversas outras cidades no mundo estão buscando reduzir os incentivos aos carros e estabelecer estímulos aos pedestres e ciclistas, entre elas Berlin, Oslo, Estocolmo e Amsterdã.

O estímulo a pedestres e ciclistas está totalmente relacionado com cidadãos mais saudáveis e melhora da qualidade do ar da cidade, devido à redução das emissões provenientes dos automóveis. Além disso, o uso misto permite o desenvolvimento de comércio de escalas menores, associadas à escala urbana do bairro e do pedestre. Com locais mais bem distribuídos e deslocamento ativo de pedestres, as cidades se tornam mais vivas e mais humanas.

¹⁹ Disponível em: < http://www.siemens.com/press/pool/de/events/corporate/2009-12-Cop15/European_Green_City_Index.pdf>. Acesso em: 16 maio 2016.

A conectividade da cidade refere-se à densidade e desenho de ruas e calçadas, que permitam maior fluidez dentro do bairro, promovendo a ampliação do número de conexões possíveis entre seus cruzamentos. Para Gehl (2010), as cidades que possuam quadras menores, com maiores intersecções de ruas entre as quadras, possuem conectividade alta e consequentemente, promovem os pedestres por meio de deslocamento com distâncias menores.

Quadro 2 – Quatro aspectos principais de desenho e estrutura urbana (densidade, uso misto, conectividade e acessibilidade).

	VKT Elasticities				Metrics to Measure	Co-Variance With Density	Ranges	
							High Carbon	Low Carbon
Density	Population and Job				<ul style="list-style-type: none">- Household / Population- Building /Floor-Area Ratio- Job / Commercial- Block / Parcel- Dwelling Unit	1.00		
	Residential							
	Household							
	Job							
	Population							
Land Use	Diversity and Entropy Index				<ul style="list-style-type: none">- Land Use Mix- Job Mix- Job-Housing Balance- Job-Population Balance- Retail Store Count- Walk Opportunities	-		
	Land Use Mix							
Connectivity	Combined Design Metrics				<ul style="list-style-type: none">- Intersection Density- Proportion of Quadrilateral Blocks- Sidewalk Dimension- Street Density	0.39		
	Intersection Density							
Accessibility	Regional Accessibility				<ul style="list-style-type: none">- Population Centrality- Distance to CBD- Job Accessibility by Auto and/or Transit- Accessibility to Shopping	0.16		
	Distance to CBD							
	Job Access by Auto							
	Job Access by Transit							
	Road-Induced Access (Short-Run)							
	Road-Induced Access (Long-Run)							

Fonte: IPCC, 2014, p.953.

As cidades que possuem alta densidade, uso misto e alta conectividade necessitam apenas proporcionar acessibilidade aos cidadãos, definida pela facilidade de acesso a trabalho, moradia, serviços básicos e qualquer item relacionado com as atividades humanas e de deslocamento dentro da cidade. Simplesmente aumentar as residências dentro de uma cidade e não colocar as pessoas próximas de seus trabalhos não reduzirão as emissões de GEE.

A combinação de todos esses fatores citados é fundamental para o desenho urbano de cidades compactas e seu desenvolvimento relacionados com uma mudança de cultura e valores. O quadro a seguir apresenta os itens citados anteriormente relacionados como essenciais para o desenvolvimento de bairros de baixo impacto ambiental e redução das emissões de GEE.

Além de compacta, a cidade deve ser sustentável e rever seus ciclos de demanda e consumo, relacionados aos metabolismos (linear e circular) das cidades. Segundo Girardet *apud* Rogers (2005), “a solução está na busca de um ‘metabolismo’ circular nas cidades, onde o consumo é reduzido pela implementação de eficiências e onde a reutilização de recursos é maximizada”. Os atuais processos lineares de extração, manufatura e descarte não devem somente ser substituídos por processos circulares, incluindo reuso, reciclagem e compensação de processos poluidores, mas também devem ser reduzidas a demandas cada vez menores, evitando desperdícios e minimizando a geração de resíduos.

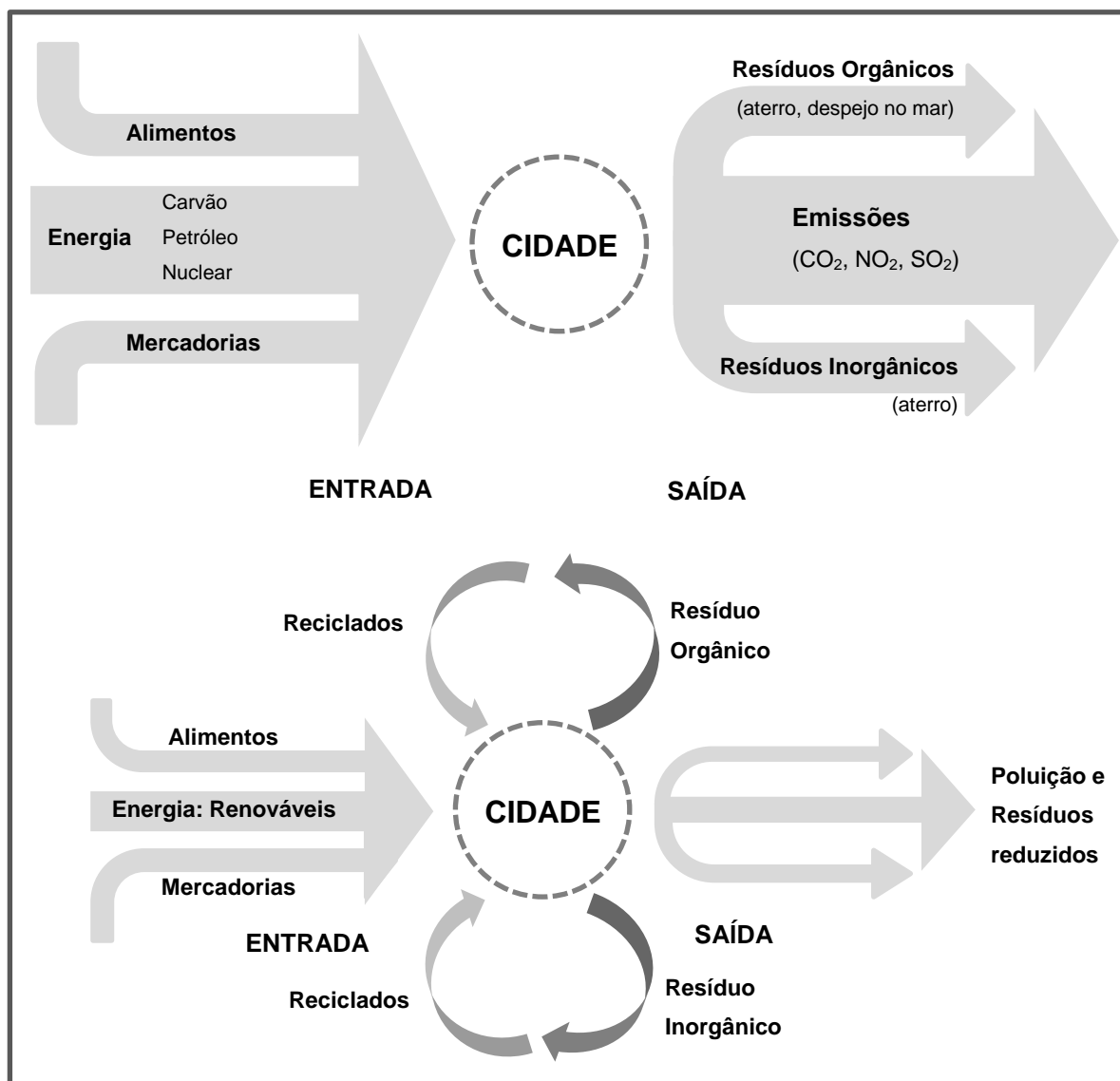
Na imagem 2 a seguir é possível observar as demandas de entrada e saída de uma cidade e como elas deveriam se comportar em uma cidade compacta e sustentável. A comparação feita entre elas é ideal para entender os conceitos urbanos e as necessidades de um desenvolvimento urbano de baixo impacto ambiental, dados os tamanhos e volumes de consumo, resíduos e emissões que as cidades produzem atualmente.

Há diversas outras vantagens ambientais importantes para cidades compactas, que estabeleçam menores vias de tráfego e mais ambientes públicos revitalizados. A primeira diretamente relacionada à redução do uso do automóvel condiz com a melhora da qualidade do ar externo, estimulando seus cidadãos a saírem às ruas e andarem de bicicleta em troca do automóvel. As pessoas se sentem estimuladas a abrirem as janelas de seus apartamentos e não ligarem o ar condicionado. Esta ação está diretamente relacionada com a redução do consumo de energia dos edifícios de uma cidade.

Devido à intensidade do uso do espaço público, a criação de áreas de convívio e de lazer se torna fundamental para a maximização das relações interpessoais. Parques públicos, jardins, centros de recreação, entre outros, são zonas de estímulo às pessoas e trazem o verde de volta às cidades concentradoras de concreto.

A coleta e geração de resíduos em uma cidade compacta também se torna mais eficiente à medida que as vias de coleta e sua geração são reduzidas por metro quadrado. Centros de reciclagem de resíduos e usinas de compostagem podem ser criados conforme as necessidades desses novos núcleos e utilizadas em conjunto por diversos outros.

Imagem 2 – Metabolismo Linear e Metabolismo Circular das Cidades.



Fonte: Adaptado de Rogers (2005, p. 31).

“Portanto, as Cidades Compactas sustentáveis recolocam a cidade como o habitat ideal para uma sociedade baseada na comunidade. É um tipo de estrutura urbana estabelecida que pode ser interpretada de todas as maneiras em resposta a todas as culturas.” (ROGERS, 2011, p. 40).

A cidade é uma matriz complexa e mutável de atividades humanas e efeitos ambientais. Diversos conceitos as classificam como sustentáveis, compactas, amigáveis, humanas, etc. “A loucura da renovação urbana centrada em construções nos lembra que as cidades não são estruturas; as cidades são pessoas. O que faz das cidades a maior invenção de nossa espécie” (GLAESER, 2011). Considerando que as cidades, por serem desenvolvidas pelos seres humanos, passam também pelo processo de design e projeto, outros conceitos recentes associados a este podem e devem ser inseridos no planejamento urbano de metabolismo cíclico, como por exemplo o *Cradle to Cradle Design* (“do berço ao berço”)

Este conceito de projeto regenerativo está associado a uma abordagem biomimética²⁰ de design de produtos e sistemas, que modela a indústria humana dentro de uma visão holística natural, enxergando materiais como nutrientes que circulam em metabolismos saudáveis e vivos. É uma estrutura holística econômica, industrial e social que busca criar sistemas que não sejam apenas eficientes, mas também essencialmente livres de resíduos. Assim como a natureza possui ciclos fechados, sem nenhum desperdício, esta abordagem sugere que a indústria humana deva alcançar esta mesma eficiência.

A teoria foi originalmente desenvolvida pelo arquiteto e designer americano *William McDonough* e pelo químico alemão *Michael Braungart* e vem sendo popularizada desde a publicação de *Cradle to Cradle: Remaking a Way We Make Things*, em 2002 (McDonough; Braungart, 2002). Eles demonstram que a maioria dos materiais de reuso é na verdade “*downcycled*”²¹, convertidos a uma menor utilização, adiando apenas o seu descarte final, que inevitavelmente o levará para um aterro ou um incinerador.

²⁰ 1. A natureza como modelo: Biomimética é uma nova ciência que estuda modelos da natureza e então imita ou se inspira em seus projetos ou processos para resolver problemas humanos. Exemplo: células solares inspiradas por uma folha.

2. A natureza como medida: Biomimética utiliza um padrão ecológico para julgar a retidão das inovações. Após 3.8 bilhões de anos de evolução, a natureza aprendeu o que funciona, o que é apropriado e o que é durável.

3. A natureza como mentora: Biomimética é uma nova forma de ver e apreciar a natureza. Introduz uma nova era baseada não no que podemos extrair do mundo natural, mas o que podemos aprender dele. Tradução da autora (BENYUS, 1997, apresentação).

²¹ É o processo de conversão de resíduos de materiais ou produtos sem utilidade em novos materiais ou produtos de menor qualidade e funcionalidade reduzida. O downcycling visa evitar o desperdício de materiais potencialmente úteis, reduzir o consumo de materiais naturais, assim como o consumo de energia, poluição do ar e da água.

“Planejar uma cidade sustentável exige uma ampla compreensão das relações entre cidadão, serviços, políticas de transporte e geração de energia, bem como seu impacto total no meio ambiente local e numa esfera geográfica mais ampla” (ROGERS, 2005, p. 32). As cidades são os centros pelos quais a cultura se desenvolve e se multiplica, ao mesmo tempo em que a poluição e suas crises internas se estabelecem.

A boa notícia é que as cidades podem enfrentar melhor os desafios do que o campo. Como centros produtores de cultura, política, liderança e crescimento econômico, as cidades possuem a capacidade de gerar inovação contínua e podem agir sobre as alterações climáticas, implementando medidas corajosas para reduzir os gases do efeito estufa e mitigar os demais efeitos indesejáveis ao desenvolvimento urbano. (LEITE, 2012, p. 34).

Seguindo a linha de pensamento de Jacobs (2011), onde ela sugere que as cidades devam se reinventar e propor novos usos e melhorias dentro de seu tecido urbano já consolidado, Leite discorre:

Sob o prisma do desenvolvimento urbano sustentado, voltar a crescer para dentro da metrópole e não mais expandi-la é outro aspecto altamente relevante nestes casos: reciclar o território é mais inteligente do que substituí-lo. Reestruturá-lo produtivamente é possível e desejável no planejamento estratégico metropolitano. Ou seja: regenerar produtivamente territórios metropolitanos existentes deve ser face da mesma moeda dos novos processos de inovação econômica e tecnológica. (LEITE, 2012, p. 13).

Não há discussão de que as oportunidades de reinvenção urbana nas cidades e bairros que estão sendo projetados neste momento se sobressaem em relação às cidades e bairros já consolidados. Com esta gama de informações correlatas entre si, além de criatividade e investimento financeiro, é possível projetar bairros e cidades que promovam lugares mais ativos e vivos, e acima de tudo, desenvolvimentos urbanos de baixo carbono e menor impacto ambiental. Este capítulo apresentará o bairro escolhido como estudo de caso deste trabalho, conforme conteúdo relacionado a seguir.

3.2. O Estudo de Caso – Parque da Cidade: Informações gerais.

Lançado em 2012 e ainda em fase de construção, o Parque da Cidade é um empreendimento urbanístico imobiliário de grande porte, desenvolvido pela iniciativa

privada Odebrecht Realizações Imobiliárias (OR), com outras empresas parceiras, que objetiva ser um marco urbanístico para a cidade de São Paulo e o bairro mais sustentável da América Latina, após sua conclusão em 2022.

Seu conceito principal está na criação de uma cidade compacta, onde, como já mencionado, é possível encontrar serviços, trabalho, moradia, entretenimento e lazer no mesmo local. Essas premissas iniciais de projeto delinearão todo o desenvolvimento do conceito do novo bairro, com a intenção de torná-lo não apenas um projeto de arquitetura singular, mas também um projeto urbanístico inovador, que promova sustentabilidade ambiental e qualidade de vida a seus moradores, vizinhos e visitantes.

Para garantir que os conceitos de cidade compacta e metabolismo circular serão atendidos, o empreendimento em questão está buscando diversos tipos de certificação ambiental, para cada edifício individualmente e para todo o conjunto do bairro, que pretendem comprovar e atestar as estratégias de sustentabilidade adotadas, promovendo uma real qualidade de vida aos seus moradores e visitantes. As certificações são uma forma de garantir que as práticas de gestão de energia, consumo de água, mobilidade urbana sustentável, gerenciamento e disposição de resíduos, entre outras estratégias, estejam alinhadas com os conceitos de cidade compacta (citados anteriormente) e a sustentabilidade a longo prazo.

Todo o projeto foi desenvolvido para que pudesse atender as diretrizes específicas de cada certificação, criando demandas e estratégias específicas a serem detalhadas neste capítulo, mais adiante. O projeto recebeu a primeira certificação *LEED ND – Fase II* do Brasil, que atesta a sustentabilidade do bairro em relação a projeto e construção de 75% de sua infraestrutura e desenvolvimento de desenho urbano²². Foi devido a este relevante fator que este projeto foi escolhido como o estudo de caso referencia deste trabalho, que servirá como modelo qualitativo e comparativo de suas emissões de GEE entre bairros certificados e não certificados.

Desta forma, é possível considerar que o bairro desenvolvido busca a sustentabilidade de sua construção e operação, prevendo diversas diretrizes sustentáveis em seu projeto e obra, para que atenda aos conceitos de cidade

²² Enquanto que a Fase I da Certificação LEED ND atesta itens de projeto e a Fase III avalia toda a construção do bairro, após sua conclusão final (100% de sua infraestrutura).

compacta e sustentável, ao mesmo tempo em que atende aos requisitos e metodologias das normas que estabeleceu como parâmetros.

As informações disponíveis do projeto do Parque da Cidade serão descritas neste capítulo. Outras informações sigilosas ou mais detalhadas não serão divulgadas, porém não interferirão na construção deste trabalho.

3.2.1. Localização

O Parque da Cidade está localizado na cidade de São Paulo, na margem do Rio Pinheiros, entre a Avenida das Nações Unidas e Avenida Chucri Zaidan, próximo de duas estações de trem CPTM, Granja Julieta e Morumbi, e próximo da futura linha ouro do metro de São Paulo. O local também possui infraestrutura de linhas de ônibus locais com conexão diversa às outras zonas da cidade.

Este terreno faz parte da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada²³, que foi a primeira aprovada após o Estatuto da Cidade e já nasceu como “Consorciada” podendo utilizar plenamente os dispositivos da lei federal. Tem como diretriz principal a revitalização da região de sua abrangência com intervenções que incluem sistema viário, transporte coletivo, habitação social e criação de espaços públicos de lazer e esportes. O terreno faz parte do setor que abrange o Plano Urbanístico Chucri Zaidan, dentro da Operação Urbana Consorciada, com diretrizes específicas de revitalização urbana e desenvolvimento da região, que englobam: a extensão da Av. Chucri Zaidan desde o Shopping Morumbi até a Av. João Dias, com extensão aproximada de 3.400m e que servirá de suporte a um sistema de transporte coletivo e a construção de transposição sobre o rio Pinheiros entre as pontes do Morumbi e João Dias. Em uma escala menor e não estrutural, existem diversas diretrizes específicas de revitalização e adensamento desta área, tais como: implantação de

²³ Operações urbanas consorciadas são intervenções pontuais realizadas sob a coordenação do Poder Público e envolvendo a iniciativa privada, empresas prestadoras de serviços públicos, moradores e usuários do local, buscando alcançar transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e valorização ambiental.

Nesse instrumento, o Poder Público deve delimitar uma área e elaborar um plano de ocupação, no qual estejam previstos aspectos tais como a implementação de infraestrutura, nova distribuição de usos, densidades permitidas e padrões de acessibilidade.

Trata-se, portanto, de um plano urbanístico em escala quase local, através do qual podem ser trabalhados elementos de difícil tratamento nos planos mais genéricos (tais como altura das edificações, relações entre espaço público e privado, reordenamento da estrutura fundiária, etc.). Prefeitura de São Paulo, 2016.

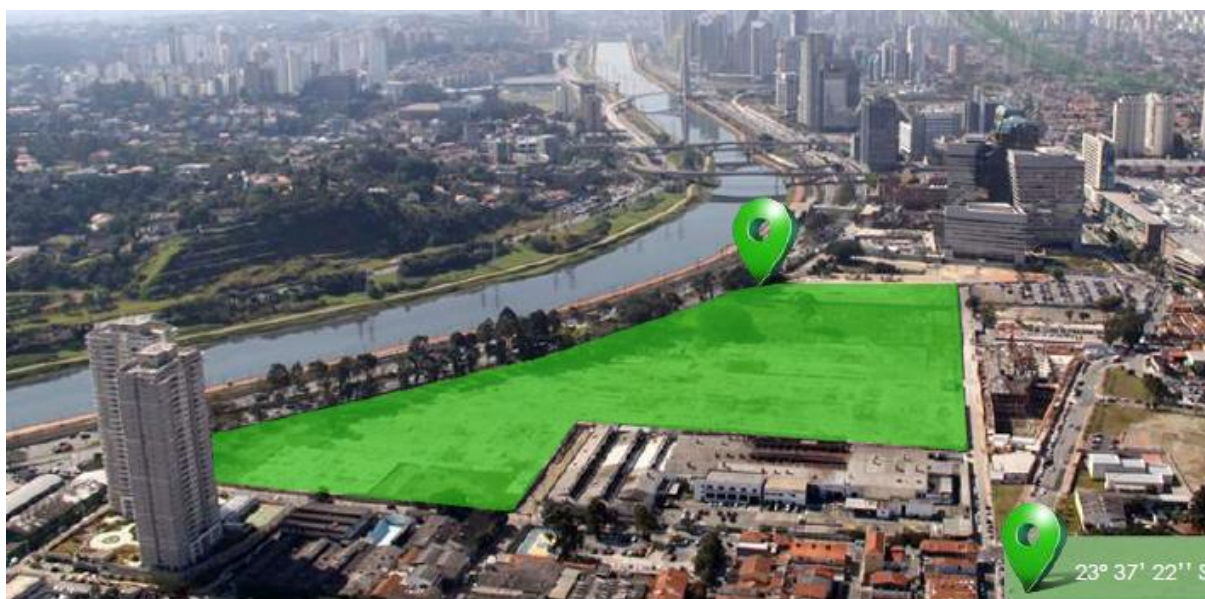
áreas verdes, áreas destinadas a equipamentos públicos e novas ligações viárias locais para facilitar a locomoção dos moradores e usuários da região, além de melhorias nos percursos de pedestres desde as estações da CPTM.

Imagem 3 – Mapa síntese do Plano Urbanístico do Setor Chucri Zaidan (áreas demarcadas em cinza escuro), da Operação Urbana Consorciada Água Espreiada.



Fonte: Prefeitura de São Paulo, 2011. Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento_urbano/sp_urbanismo/operacoes_urbanas/agua_espreiada/index.php?p=36251. Acesso em: 16 maio 2016.

Imagem 4 – Vista aérea da Marginal Pinheiros com demarcação do lote do Parque da Cidade.



Fonte: Nunes, Saulo. Apresentação de Odebrecht Realizações Imobiliárias, 2015.

3.2.2. Uso e Ocupação do Solo

O empreendimento consiste em um complexo multiuso, com mais de 600.000m² de área construída, incluindo: cinco torres corporativas, uma torre com salas comerciais, um hotel, um shopping (centro comercial), duas torres residenciais e espaços de lazer, convivência e entretenimento como cafés, restaurantes e praças públicas. O projeto possui como eixo principal um grande parque linear de 62 mil m², com 22 mil m² de área verde, aberto ao público e dotado de infraestrutura de serviços e lazer, totalmente integrado aos planos municipais de revitalização da região da Chucri Zaidan.

Imagem 5 – Vista aérea do Parque da Cidade concluído.



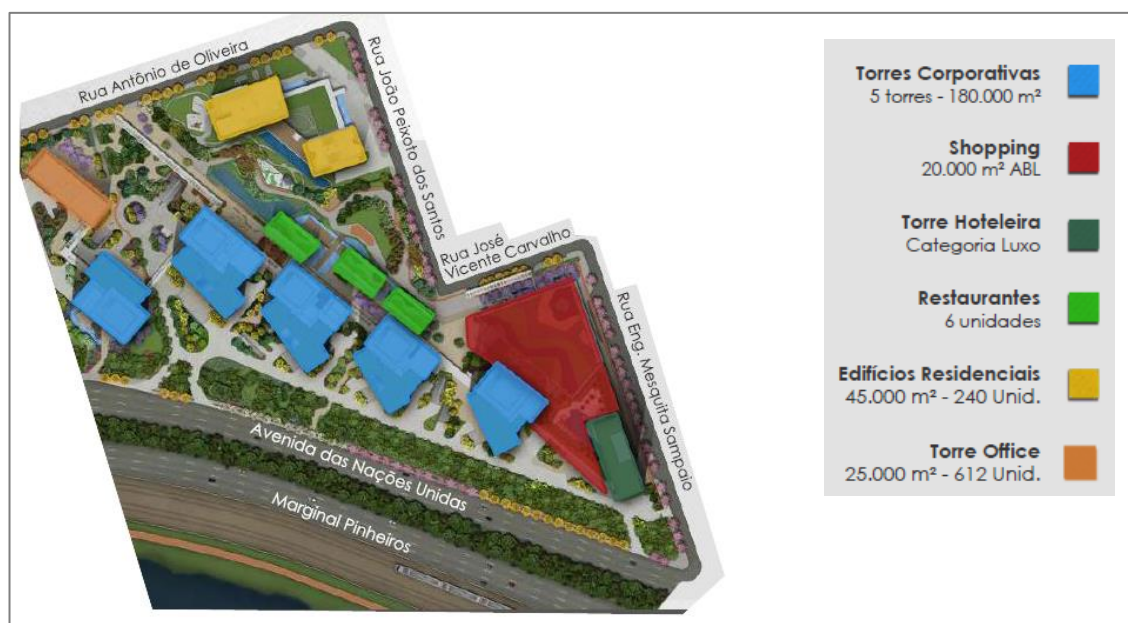
Fonte: Nunes, Saulo. Apresentação de Odebrecht Realizações Imobiliárias, 2015.

Como contrapartida ao alto adensamento do local, a prefeitura de São Paulo, e suas distintas secretarias administrativas, exigiram que modificações que favorecessem a cidade como um todo, fossem incluídas no projeto original. Desta forma, uma ponte que liga a margem do rio Pinheiros (onde está localizado o bairro) à outra margem, na altura do Parque Burle Marx, está sendo construída para desafogar o trânsito de veículos na região e melhorar o fluxo de transporte urbano. Além disso, uma grande área localizada no limite do bairro com a Marginal do Rio Pinheiros foi doada como parque para a cidade de São Paulo, e será considerada como área de proteção ambiental, impossibilitando a construção de edificações no futuro. Outras áreas internas do bairro também foram definidas como áreas verdes protegidas, em

alinhamento com as diretrizes da prefeitura, proporcionando centros de recreação e lazer disponíveis a população em geral. Outra exigência da CET foi a criação de uma rua pública dentro do bairro (dentro do terreno delimitado pelo seu perímetro), basicamente em função da estratégia de conexão de quadras, exigidas pelo plano diretor da Operação Urbana Água Espreada.

A ocupação do solo será de uso misto, com previsão de uma população fixa de 25.000 pessoas e uma população flutuante de 40.000 pessoas, somando uma população diária total de 65.000 pessoas após sua conclusão (no ano de 2022). Se a área do terreno é de 83.671,91 m², logo, a densidade demográfica proposta gira em torno de 7.832 hab/ha (muito próxima da densidade demográfica atual de SP = 7.387 hab/ha).

Imagem 6 – Planta aérea do projeto, com demarcação dos edifícios propostos.



Fonte: Nunes, Saulo. Apresentação de Odebrecht Realizações Imobiliárias, 2015.

Devido a sua grande escala, a incorporadora e proprietária do projeto optou por dividir o bairro em quatro setores, agrupando as áreas em volta dos edifícios e delimitando seus perímetros conforme necessidades de desenvolvimento. O Setor A compreende o centro comercial (*shopping center*), o hotel (Edifício A1 - junto de área residencial) e uma das torres corporativas (Edifício A2). O Setor B compreende três torres corporativas (Edifícios B1, B2 e B3) e o conjunto de restaurantes (seis edificações no total). O Setor C consiste na última torre corporativa (Edifício C1) e na

torre de escritórios (Edifício C2 – *office*). Por fim, o Setor D consiste nas duas torres residenciais (Edifícios D1 e D2). A imagem mostra em planta a divisão desses setores, conforme tipologias de agrupamento.

Imagem 7 – Imagem 3D aérea do Parque da Cidade, com indicação dos edifícios e dos setores propostos.



Fonte: Nunes, Saulo. Apresentação de Odebrecht Realizações Imobiliárias, 2015.

As tabelas a seguir mostram as áreas totais, áreas por setor e áreas por edifício, bem como a lotação máxima de pessoas em cada um dos edifícios, que foram utilizadas como referência para os cálculos de emissões de GEE apresentados no capítulo cinco deste trabalho. Essa é a população projetada para ocupar o bairro a partir de 2022, quando ele será finalizado e entregue.

Tabela 2 – Áreas totais do Parque da Cidade.

Quadro de Áreas Geral (m ²)			
	Computável	Não Computável	Total
Área do lote			83.671,91
Gleba A	106.833,30	113.828,77	220.662,07
Gleba B	125.375,12	102.984,92	228.360,04
Gleba C	64.864,00	53.973,99	118.837,99
Gleba D	37.615,20	44.399,39	82.014,59
Total	334.687,64	315.187,07	649.874,69

Fonte: Odebrecht Realizações Imobiliárias, 2015.

Tabela 3 – Áreas gerais e específicas de cada setor do Parque da Cidade.

Setor A - Residencial, Centro Comercial, Hotel e Corporativo		Lotação máxima - Setor A		Torre A1 - Hotel	
Parâmetros de Projeto		Centro Comercial		Torre A1 - Hotel	
Área do Terreno do Setor A	26.708,33m ²	2º Subsolo	41	2º Subsolo	87
Área de doação de calçada	1.276,75m ²	1º Subsolo	48	Térreo	288
Área do lote remanescente	25.431,58m ²	Térreo	1445	Pav. Técnico térreo	22
Área total de Garagem	95.143,60m ²	1º Pav.	1488	1º Pav. total	733
Área total do Hotel (A1)	28.354,50m ²	2º Pav.	2071	2º Pav. total	229
Área total Residencial (A1)	14.420,13m ²	Foyer	406	3º ao 5º pav.	
Área total Corporativo (A2)	46.827,46m ²	Cinemas	104	6º Pav.	
Área total Centro Comercial	35.512,09m ²	3º Pav.	1446	7º Pav.	
Quiosques	18m ²	Foyer	113	8º ao 11º pav.	
Mód. Pré (Sanit.)	9m ²	Teatro	400	12º Pav. Total	
Obras complementares	377,09m ²	4º Pav.	513	13º Pav. Total	
Área TOTAL SETOR A	220.662,07m ²	Total	8075	14º Pav. Total	
		Torre A1 - Residencial		Torre A2 - Corporativo	
		Pav. Técnico térreo		2º Subsolo	28
		16º ao 27º pav.		1º Subsolo	29
		28º pav. Lazer	53	Térreo e Sl. Reunião	44

Setor B - Corporativo		Lotação máxima - Setor B	
Parâmetros de Projeto		Restaurantes	
Área do Terreno do Setor B	31.343,78m ²	Restaurante 1	168
Área de doação de calçada	335,28m ²	Restaurante 2	97
Área do lote remanescente	31.008,50m ²	Restaurante 3	166
Área total Comum (subsolos)	90.375,37m ²	Torres Comerciais	
Restaurantes	1.854,40m ²	Torre B1	
Quiosques	36m ²	1º ao 15º e 17º, 19º, 21º e 22º	205
Passagem Coberta	208,8m ²	16º, 18º, 20º, 22º	214
Sanitários	9m ²	Torre B2	
Área total Corporativo B1	48.544,64m ²	1º ao 14º	234
Área total Corporativo B2	46.499,76m ²	15º ao 20º	241
Área total Corporativo B3	40.174,06m ²	Torre B3	
Obras complementares	658,01m ²	1º ao 12º	233
Área TOTAL SETOR B	228.360,04m ²	13º ao 17º	240

Setor C - Corporativo e Office		Lotação máxima - Setor C	
Parâmetros de Projeto		Torre C1	
Área do Terreno do Setor C	16.216,00m ²	Mezzanino	176
Área de doação de calçada	409,80m ²	1º ao 18º	160
Área do lote remanescente	15.806,20m ²	17º ao 24º	171
Área total Comum (subsolos)	6.494,13m ²	Torre C2	
Passagem coberta	125,85m ²	Térreo	28
Área total Corporativo C1	39.387,69m ²	1º ao 36º	79
Área total Office C2	32.523,71m ²		
Obras complementares	306,61m ²		
Área TOTAL SETOR C	118.837,99m ²		

Setor D - Residencial		Lotação máxima - Setor D	
Parâmetros de Projeto		Torre D1	
Área do Terreno do Setor D	9.403,80m ²	Tipo 1	134,65m ² 56 unid.
Área de doação de calçada	448,56m ²	Tipo 2	162,94m ² 56 unid.
Área do lote remanescente	8.955,24m ²	Tipo 3	211,66m ² 2 unid.
Área total Comum (subsolos)	30.466,25m ²	Tipo 4	269,78m ² 2 unid.
Área total Torre D1	20.754,58m ²	Torre D2	
Área total Torre D2	30.793,76m ²	Tipo 5	196,80m ² 62 unid.
Área TOTAL SETOR D	82.014,59m ²	Tipo 6	227,89m ² 62 unid.
		Tipo 7	324,91m ² 2 unid.
		Tipo 8	365,18m ² 2 unid.

Fonte: Odebrecht Realizações Imobiliárias, 2015.

3.2.3. Transporte

O Parque da Cidade proporciona a integração entre as pessoas, oferecendo espaços onde bicicleta e pedestres têm prioridade sobre automóveis. A priorização do pedestre é um item fundamental neste projeto, traduzida em iniciativas que limitam o uso do transporte individual, como a demarcação de vagas específicas para carros que promovam caronas compartilhadas; demarcação de vagas específicas para compartilhamento de automóveis e bicicletas; infraestrutura disponível para recarga de carros elétricos e incentivo ao uso da bicicleta como opção alternativa ao carro, com a criação de ciclovias e bicicletários. Além das estratégias projetuais de redução do uso do automóvel, a região proporciona outras opções de transporte público, como trens, metro e ônibus.

Porém, mesmo com estes incentivos, o projeto ainda prevê a construção de vagas para carros conforme estabelecido na legislação vigente. As tabelas a seguir mostram a quantidade de vagas específicas delimitadas para cada fim, por setor, incluindo uma área de acumulação de veículos no térreo, conforme permitido por lei.

Tabela 4 – Demonstrativo de vagas totais do Parque da Cidade.

Quadro demonstrativo de vagas Totais									
	Autos			Total	PNE	Motos	Carga e descarga	Caminhão	Bicicleta
	P	M	G						
Setor A	1128	1544	165	2837	84	581	100	8	293
Setor B	1825	1643	183	3851	110	731	126	3	455
Setor C	921	839	94	1854	56	371	64	2	187
Setor D	0	393	413	806	4	35	6	2	124
TOTAL	3874	4419	855	9148	254	1698	295	15	1059

Área de acumulação de veículos	
Total de vagas de Autos	Área de acumulação mínima exigida por lei (3%)
9.148	274 veículos - Pavimento Térreo

Vagas Car Pooling (caronas)		Vaga para Car Sharing		Pontos de carregador Carro elétrico (Atende 2 vagas)		Pontos de carregador taxi elétrico (atende 2 vagas)	
Setor A	490	Setor A	0	Setor A	17	Setor A	4
Setor B	735	Setor B	30	Setor B	15	Setor B	4
Setor C	245	Setor C	10	Setor C	15	Setor C	4
Setor D	0	Setor D	0	Setor D	3	Setor D	0

Fonte: Odebrecht Realizações Imobiliárias, 2015.

3.2.4. Consumo de Água e Energia

O projeto possui como meta a redução da demanda de energia em até 20% em relação à demanda total atual. Para alcançar esta meta, algumas estratégias projetuais foram consideradas, tais como: orientação adequada dos edifícios em função da insolação, sistemas de iluminação eficientes, utilização de painéis solares nos edifícios residenciais e elevadores de todas as torres com frenagem regenerativa²⁴.

As estratégias em relação à meta de redução de 50% do consumo de água total giram em torno de: captação, retenção e reuso de águas pluviais, eficiência no consumo de água para o paisagismo (por meio da irrigação automatizada), gerenciamento dos efluentes por meio de tratamento e reuso de águas cinzas, e sistema de esgotamento à vácuo e mictório seco nas torres corporativas.

Todas essas estratégias listadas para reduzir efetivamente o consumo de energia e água dos edifícios residenciais e comerciais estão alinhadas com as certificações LEED ou AQUA, as quais todos os edifícios do complexo estão em busca. Essas certificações permitirão que os edifícios sejam considerados eficientes e inteligentes, ajudando no atingimento da meta estipulada para as duas demandas ao longo do tempo. Porém é importante ressaltar que a real redução desses consumos está diretamente relacionada com o perfil de ocupação desses edifícios e com o comportamento dos usuários. A educação, operação e manutenção sobre a gama de possibilidades de redução dos consumos em edifícios certificados é a chave principal para atingir o sucesso desses objetivos.

3.2.5. Gerenciamento de Resíduos

O projeto prevê uma geração diária de aproximadamente 58.995,97 kg de resíduos, equivalente a um total de 1.373.969,72 Kg/mês, dos quais 33% representam resíduos orgânicos e comuns. A previsão da geração de resíduos por setor, torre, tipo e total, encontra-se detalhada no Anexo B²⁵ deste trabalho.

²⁴ Tecnologia que transforma a energia cinética liberada durante a frenagem do elevador em energia elétrica, permitindo a compensação de energia do equipamento e consequente redução do consumo.

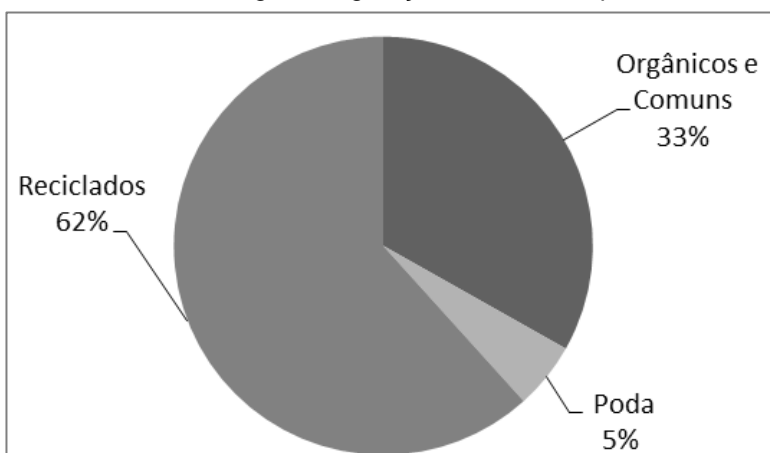
²⁵ ANEXO B. Geração total de resíduos em 2022, por edificação no Parque da Cidade.

Tabela 5 – Total de resíduos gerados por mês no Parque da Cidade, conforme tipologia.

Total Reciclados	Total Orgânicos e Comuns	Total Poda
847.610,93 Kg/mês	455.844,37 Kg/mês	70.514,42 Kg/mês

Fonte: Odebrecht Realizações Imobiliárias, 2015.

Gráfico 6 – Porcentagem de geração de resíduos por mês, conforme tipologia.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de Odebrecht Realizações Imobiliárias, 2015.

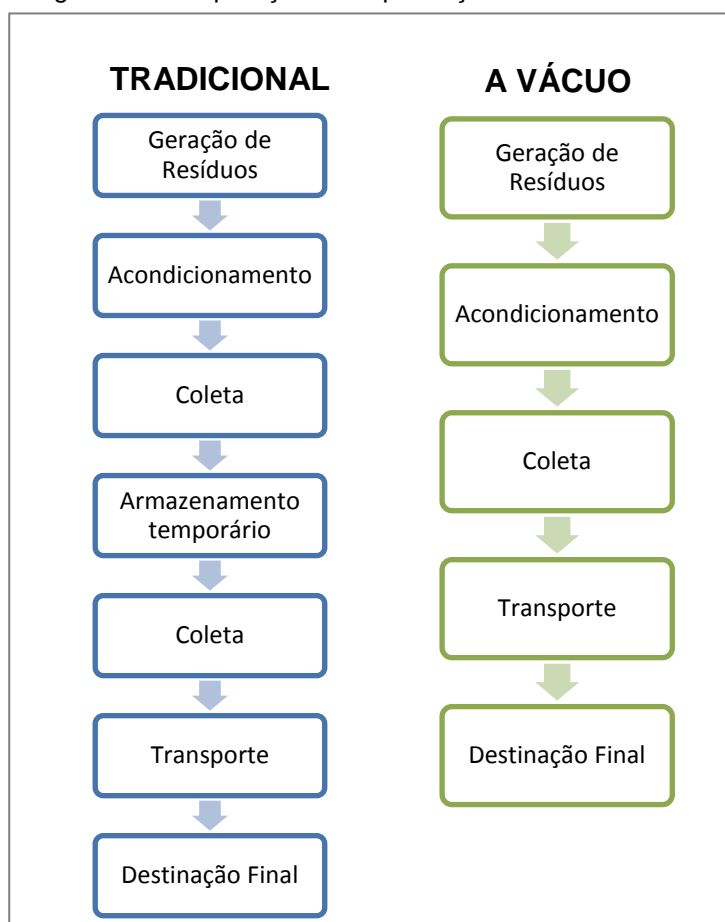
O projeto possui como meta a redução de 50% do volume de resíduo gerado a ser disposto em aterro sanitário. Para este fim, a criação de uma política de gerenciamento de resíduos visa implantar procedimentos administrativos e programas educacionais de reciclagem junto aos usuários, para que possam separar os resíduos adequadamente antes de descartá-lo. Os resíduos recicláveis e orgânicos serão recolhidos por cooperativas e o restante será incinerado e/ou destinado a aterros sanitários. Além disso, é prevista a criação de uma central de gerenciamento de resíduos perigosos: eletrônicos, lâmpadas e baterias.

Para facilitar e tornar mais eficiente a coleta, transporte e organização dos resíduos dentro do empreendimento, será instalado o primeiro sistema de resíduo a vácuo do Brasil (também conhecido como coleta pneumática²⁶). Diversos benefícios giram em

²⁶ A população deposita sacos de resíduos em coletores instalados nas vias e/ou edifícios. Quando esses coletores, conectados a uma tubulação subterrânea, estão cheios, um sensor aciona o disparo dos resíduos, que seguem em vácuo, por sucção, até as centrais de coleta, onde os materiais são separados e compactados em contêineres estanques, para destinação final.

torno deste sistema, já implantado em cidades como Barcelona e Ör, na Suécia (primeiro sistema urbano instalado no mundo), e os principais são: não-manuseio do resíduo por trabalhadores, o que aumenta a segurança, diminuição de ruídos e odores, incentivo e motivação ao uso e fracionamento dos resíduos, melhoria do visual das ruas e cidades e minimização do número de viagens necessárias para transportar resíduos para os locais apropriados. As principais diferenças entre os métodos tradicional e a vácuo estão listadas na figura a seguir.

Imagem 8 – Comparação da implantação dos sistemas de coleta de resíduos Tradicional e A Vácuo.



Fonte: Adaptado de Envac, 2015.

O sistema a vácuo permite reduzir o processo inteiro de coleta, transporte e destinação de resíduos no empreendimento, tornando-o mais eficiente e menos poluidor. No entanto, os maiores benefícios ambientais se devem ao fato de que o sistema não utiliza caminhões, bem como um sistema de coleta manual. Isso resulta vantagens como menor consumo de diesel e, assim, promove a redução de CO₂. O sistema a vácuo também consome menos eletricidade que os habituais e as

emissões de CO₂ da produção de eletricidade são geralmente muito menores do que os combustíveis fósseis com base diesel.

3.2.6. Redução das emissões de CO₂.

O Parque da Cidade pretende, ainda, calcular todas as emissões de gás carbônico da construção e operação do empreendimento inteiro, por cinquenta anos após sua conclusão em 2022. Nesta fase de obra atual já está sendo realizado o inventário de emissões que pretende estender-se para todas as etapas seguintes de construção e operação. Foi desenvolvido um plano de redução progressiva das emissões ao longo do tempo, para o qual são feitas medições contínuas e controle de todas as emissões do bairro. A meta do empreendimento é neutralizar todas as emissões, e, com isso, promover compensações por meio de plantio de árvores, por exemplo.

Após a conclusão do relatório de emissões de GEE do Parque da Cidade será possível comparar os resultados reais alcançados com os resultados obtidos neste trabalho, fazendo os ajustes necessários em relação ao escopo e aos métodos utilizados. Como não foi obtido acesso detalhado sobre este processo, não é possível avaliar as principais diferenças e semelhanças entre ambos.

3.3. As certificações ambientais do Parque da Cidade

O Parque da Cidade está buscando diversas Certificações Ambientais que comprovem o atendimento às estratégias de sustentabilidade proposta, tanto para cada edifício individualmente, como para o projeto inteiro do bairro.

Para as torres residenciais, o empreendimento está buscando a Certificação AQUA, desenvolvida no Brasil pela Fundação Vanzolini²⁷. Para as torres comerciais, a certificação proposta é o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)²⁸, desenvolvido pelo USGBC (*United States Green Building Council*). Para certificar o bairro inteiro (planejamento urbano sustentável), o proprietário está buscando a

²⁷ Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/aqua/>>. Acesso em: 17 maio 2016.

²⁸ Disponível em: <<http://www.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 08 maio 2016.

certificação LEED ND (*Neighborhood Development*)²⁹, focada somente em desenvolvimento de bairros sustentáveis. E, para completar, o empreendimento ainda faz parte do *Climate Development Program*³⁰, programa desenvolvido em parceria entre o C40 e a *Clinton Initiative*, que avalia as emissões de gases de efeito estufa em 17 cidades sustentáveis no mundo todo.

A única certificação recebida até o momento foi o LEED ND – *Stage 2 – Pre-Certified LEED ND Plan*. Como a certificação para bairros pode ser muito longa, o LEED ND permite certificar estágios diferentes do projeto, para que o empreendedor tenha um acompanhamento mais próximo de sua sustentabilidade, e ainda possa corrigir erros ou fazer ajustes de planos ao longo do processo, além de facilitar aprovações em órgãos locais que induzem à sustentabilidade nos projetos. Enquanto o Estágio 1 certifica o projeto apenas, o Estágio 2 certifica projetos que possuam não mais do que 50% de sua área total construída. Já o Estágio 3 certifica projetos 100% finalizados.

A seguir, serão expostos os conteúdos das duas certificações buscadas pelo empreendimento, com o intuito de demonstrar as estratégias vislumbradas no âmbito do urbanismo sustentável e compará-las com estratégias existentes.

3.3.1. *Climate Development Program*

O Programa de Desenvolvimento Climático (*Climate Development Program*)³¹ foi lançado em 2009 em parceria com o C40³², a *Clinton Climate Initiative* e o *U.S. Green Building Council*³³, com o intuito de ressaltar projetos urbanos que buscam atingir níveis positivos (negativar as emissões a tal ponto que a redução se torne créditos de carbono para outros projetos) de emissões de carbono no mundo todo. O

²⁹ Disponível em: <<http://www.usgbc.org/articles/getting-know-leed-neighborhood-development>>. Acesso em: 08 maio 2016.

³⁰ Disponível em: <<http://www.c40.org/networks/climate-positive-development-program>>. Acesso em: 08 maio 2016.

³¹ Disponível em: <<http://www.c40.org/networks/climate-positive-development-program>>. Acesso em: 17 maio 2016.

³² Ver 'Siglas e Abreviaturas' no início deste trabalho.

³³ O Conselho de Construção Sustentável Norte-Americano tem como objetivo principal fomentar este tipo de construção no país e no mundo, por meio de uma ferramenta de certificação (metodologia criada para este fim), denominada LEED. Esta é uma certificação voluntária e permite a avaliação de distintas tipologias construtivas, desde edifícios comerciais, até residências e bairros sustentáveis. Mais sobre esta certificação será abordado no item seguinte deste capítulo.

objetivo principal é criar um modelo para comunidades urbanas de grande escala, além de servir como laboratório urbano para cidades que buscam crescer por meios mais ambientalmente sustentáveis, climaticamente resilientes e viáveis economicamente.

O Programa de Desenvolvimento Climático (*Climate Development Program*) é um reconhecimento baseado nos esforços da Iniciativa C40 para os projetos de redução de carbono mais ambiciosos do mundo. O Programa apoia a criação e implementação de comunidades de grande escala para reduzirem as emissões de GEE e servem como modelo para cidades crescerem em meios ambientalmente sustentáveis e econômicos. O Programa apoia projetos que busquem atender emissões positivas focadas em operações de emissões de GEE relacionadas à Energia, Resíduos e Transportes. Este resultado de emissões positivas é atendido ao reduzir emissões na operação e compensar emissões por meio da redução de carbono na comunidade do bairro.

Este é um programa exclusivo, com um processo de aplicação bastante restritivo, que atualmente trabalha com dezoito projetos em seis continentes; e uma vez terminados, impactarão um milhão de pessoas que vivem e trabalham em comunidades positivas.

Através deste grupo de projetos reais, o Programa foca na criação de modelos replicáveis para que comunidades de grande escala possam reduzir suas emissões de GEE ao máximo possível, manifestando os mais altos padrões de sustentabilidade e criando soluções climáticas resilientes e inovadoras. Ao trabalhar com ambos os setores, privado e público, esses projetos ajudam a estabelecer colaborações críticas entre eles, criam um caso para planejamento holístico e desenvolvimento que melhore os ambientes locais, e ainda proporcionam trabalho e melhoria da qualidade de vida local.

Todo projeto listado como *Climate Positive* possui um perfil único, dados seus cenários e desafios econômicos, políticos e climáticos. Ainda assim, cada um se esforça para atingir seu ambicioso objetivo de reduzir suas emissões de GEE abaixo de zero. O Programa facilita a troca de conhecimento entre as cidades e os projetos participantes, permitindo assim que estratégias de sucesso possam ser replicadas e obstáculos evitados.

Para atender este Programa, o Parque da Cidade possui um programa interno de redução de GEE durante a construção e operação do empreendimento. Será emitido um Inventário de emissões de CO₂ ao final dos processos construtivos. Existe também um plano para que as emissões sejam reduzidas de forma progressiva ao longo dos anos e o projeto possa um dia chegar a emissão zero e logo positivar suas emissões. Para isto será feita uma medição e controle contínuos, acompanhada de relatórios e índices. Desta forma, será possível comparar este trabalho realizado com os resultados reais alcançados no futuro.

Quadro 3 – Projetos que fazem parte do *Climate Development Program*.

Nome do Projeto	Localização
<i>Bangaroo South</i>	Sidney, Australia
<i>Elephant & Castle</i>	Londres, Inglaterra
<i>Mahindra World City</i>	Jaipur, India
<i>Victoria Harbour</i>	Melbourne, Australia
<i>The Oberlin Project</i>	Oberlin, Estados Unidos
<i>ProjectZero</i>	Sonderborg, Dinamarca
Parque da Cidade	São Paulo, Brasil
Pedra Branca	Palhoça, Brasil
<i>Dockside Grenn</i>	Victoria, Canadá
<i>Waterfront Toronto</i>	Toronto, Canadá
<i>Nordhavn</i>	Copenhagen, Dinamarca
<i>Godrej Garden City</i>	Ahmedabad, India
<i>Shinagawa Project</i>	Tóquio, Japão
<i>Menlyn Maine</i>	Pretoria, África do Sul
<i>Magok Urban Development Project</i>	Seoul, Coreia do Sul
<i>Stockholm Royal Seaport</i>	Estocolmo, Suécia
<i>Treasure Island Development Project</i>	São Francisco, Estados Unidos
<i>South Waterfront EcoDistricts</i>	Portland, Estados Unidos

Fonte: *Clinton Climate Initiative*, 2015.

3.3.2. LEED ND

LEED for Neighborhood Development (LEED ND), onde LEED é a sigla para *Leadership in Energy and Environmental Design*³⁴, é uma metodologia criada pelo *U.S. Green Building Council*, o *Congress for the New Urbanism*³⁵ e o *Natural Resources Defense Council*³⁶, baseado em consenso, que integra os princípios básicos de crescimento inteligente (*smart growth*), urbanismo sustentável e edifícios verdes (*green buildings*), em um sistema único de projeto urbano. A certificação LEED, de caráter voluntário, permite uma verificação de terceira parte independente. O projeto e a obra de tal tipologia construtiva que recebem esta certificação buscam atender altos níveis de responsabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável.

Os projetos que visam este tipo de certificação são normalmente bairros, partes de bairros ou múltiplos bairros, de uso misto, que buscam a sustentabilidade em diversos itens de sua concepção. Esta é uma metodologia com acesso público, que além de servir de base para a criação de políticas públicas - pois possui um escopo amplo e viável de ser aplicado em diversos tipos de bairros no mundo todo -, permite também a promoção de comunidades mais ambientalmente equilibradas.

A metodologia possui diretrizes para a criação e o manutenção de níveis de sustentabilidade em diversas áreas de um bairro, como localização e conexões, desenho de bairro ou edifícios verdes. Todas essas diretrizes foram criadas para que diversas tipologias de projetos possam atendê-las e serem comparáveis entre si. Porém, não é recomendado que um projeto busque todos os itens listados na certificação, pois eles devem ser estudados e entendidos dentro de um contexto maior de bairros e cidades, e não somente de projetos. Um bairro pode ser líder em gerenciamento de águas pluviais, enquanto que outro pode possuir uma tecnologia inovadora de gerenciamento de tráfego, reduzindo o trânsito, mas nenhum dos dois (ou qualquer outro) pode ser líder em todas as áreas cobertas pela certificação LEED ND, pois a metodologia foi feita justamente para ser universal.

³⁴ Tradução da autora para: Liderança em Energia e Projeto Ambiental.

³⁵ Organização não-governamental que promove a criação de cidades e bairros mais vibrantes, com foco no pedestrianismo. Disponível em: <<https://www.cnu.org/>>. Acesso em: 17 maio 2016.

³⁶ Organização não-governamental focada na proteção dos recursos naturais e combate às mudanças climáticas. Disponível em: <<https://www.nrdc.org/>>. Acesso em: 17 maio 2016.

Desta forma, a ferramenta não deve ser considerada como um manual único de referência para bairros sustentáveis, mas sim uma referência de itens de sustentabilidade, que, uma vez criado um patamar mínimo de influências, possa promover bairros e cidades mais inovadoras e, conseqüentemente, mais sustentáveis. A certificação, e sua metodologia, podem servir como referência para a criação de políticas públicas e incentivo de parcerias entre os poderes público e privado, pois possui um conteúdo abrangente e totalmente aplicado às cidades atuais. Desta forma, ela pode servir como guia para a criação de projetos específicos, como a urbanização de vias, ou para projetos mais abrangentes, como o Plano Diretor de uma Cidade³⁷ ou Código de Obras de Municípios³⁸.

A metodologia do LEED ND enaltece os projetos que possuem as melhores práticas de crescimento inteligente, cidades compactas e do Novo Urbanismo³⁹, por meio de:

- Estímulo do local e de projetos de bairros que reduzam as viagens veiculares de seus habitantes;
- Criação de desenvolvimentos urbanos onde trabalho e serviços são acessíveis a pé ou por transporte público;
- Promoção da disposição e ordenação de edifícios verdes e de práticas de infraestrutura verde, particularmente para gestão mais eficiente dos recursos naturais como energia e água.

A metodologia abrange diversas áreas de um projeto e é separada em quatro grandes categorias que contém pré-requisitos e créditos, conforme descrito nos itens de (a) a (d) a seguir. Os pré-requisitos são obrigatórios de atendimento e os créditos são itens opcionais, que conforme atendidos, garantem pontos a serem somados na conclusão do projeto e obra. Se o projeto atender todos os pré-requisitos e 40 a 49 pontos, receberá a certificação básica; se atender de 50 a 59 pontos receberá a certificação nível prata; se atender de 60 a 79 pontos receberá a certificação nível ouro e acima de 80 pontos receberá a certificação nível platina. A metodologia do

³⁷ Instrumento básico no processo de planejamento municipal para implantação da política de desenvolvimento urbano, norteador das ações dos agentes públicos e privados. (ABNT, 1991).

³⁸ Regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, licenciamento, execução, manutenção e utilização de obras e edificações, dentro dos limites dos imóveis. (Município de São Paulo. Lei nº 11.228/92).

³⁹ Movimento que promove habitats ambientalmente amigáveis por meio da criação de bairros caminháveis, com intenso uso misto. Todos os seus conceitos estão relacionados com os conceitos de Cidades Compactas e Crescimento Inteligente, já citados anteriormente.

LEED ND é muito clara e objetiva, e é tratada da forma mais direta possível: se o projeto atende aos critérios estabelecidos no crédito, ele está apto a ganhar os pontos referentes, caso contrário, não receberá os pontos deste item.

a) LEED ND – Conexão e Localização Inteligente.

A primeira categoria da Certificação LEED ND – SLL – *Smart Location and Linkage* (Conexão e Localização Inteligente⁴⁰), aborda os itens relacionados à localização preferencialmente desenvolvida e suas conexões com outras comunidades por meio do transporte público disponível e da preservação de áreas naturais e intactas. Esta categoria foca na seleção de terrenos que minimizem os efeitos adversos de novos desenvolvimentos urbanos ao meio-ambiente, o que evita o espraiamento urbano e suas consequências.

O típico desenvolvimento urbano de baixa densidade, que segrega habitações e usos comerciais, tornando-os dependentes do automóvel, pode danificar o meio ambiente de distintas maneiras. O espraiamento urbano pode consumir áreas de florestas, destruir os habitats naturais de fauna e flora selvagem e degradar a qualidade das águas subterrâneas ao poluir os corpos hídricos e nascentes, e aumentar a velocidade de escoamento superficial do solo.

Porém, um dos piores danos do espraiamento urbano está relacionado com o aumento de viagens de automóveis. Pessoas que moram longe de seus trabalhos tendem a dirigir distâncias maiores, passar mais tempo dentro dos carros, correr mais riscos de acidentes de trânsito e, conseqüentemente, andar menos a pé. Além dos veículos corresponderem a 14% das emissões de GEE globais (IPCC, 2014), eles exigem espaços pra estacionamento e para circulação na superfície, e, com isso, consomem terras disponíveis e recursos não renováveis, o que perturba os fluxos naturais do solo e aumenta os efeitos de ilhas de calor.

Para reduzir os efeitos do espraiamento urbano e criar comunidades mais habitáveis, a preferência deve ser por localizações próximas a cidades existentes, centros consolidados, locais com bom acesso de trânsito, conectados a comunidades existentes e previamente desenvolvidos. Ao selecionar este tipo de

⁴⁰ Tradução da autora.

local, é possível prevenir o desenvolvimento em áreas verdes e protegidas, normalmente localizadas na periferia das cidades, reduzindo também as viagens de automóvel e suas emissões relativas ao deslocamento para áreas mais distantes. Além disso, esses locais possuem utilidades, estradas e outras infraestruturas existentes, o que reduz a necessidade de construir novas obras estruturais e minimiza a expansão das superfícies impermeáveis que pioram o escoamento superficial das águas pluviais.

Além dos efeitos ambientais causados pelo aumento da dependência do uso do automóvel, o espraiamento urbano pode causar a fragmentação e perda das áreas de habitat natural de espécies ameaçadas de extinção. A seleção de terrenos que estão próximos ou adjacentes a terrenos previamente desenvolvidos podem minimizar essa fragmentação e também ajudar na preservação das espécies ameaçadas. A escolha inteligente de locais que possuam oportunidades de reparo em comunidades que estão se desenvolvendo é a chave certa para a criação de oportunidades.

A certificação LEED ND promove este tipo de reconhecimento e interação nos créditos propostos nesta categoria, busca a construção de novos bairros em locais já desenvolvidos e desestimula o uso do automóvel para fins de deslocamentos diários. Essas estratégias estão alinhadas com o desenvolvimento urbano de baixo carbono, relacionadas com a conservação dos espaços e recursos naturais existentes e redução do uso do automóvel por meio de incentivos ao transporte alternativo. Essas estratégias principais relacionadas nesta categoria do LEED ND são fundamentais para o incentivo da redução das emissões de GEE dentro de uma cidade urbana. A lista de verificação dos créditos e pré-requisitos abordados nesta categoria está relacionada a seguir.

Quadro 4 – Lista de Verificação da Certificação LEED ND V3 – 2009 – Categoria *Smart Location and Linkage*.

Conexão e Localização Inteligente (<i>Smart Location and Linkage</i> – SLL)		
Crédito	Título	Pontos
SLL Pré-requisito 1	Localização inteligente	Obrigatório
SLL Pré-requisito 2	Espécies Ameaçadas e Conservação de Comunidades Ecológicas	Obrigatório

SLL Pré-requisito 3	<i>Wetlands</i> e Conservação de Corpos Hídricos	Obrigatório
SLL Pré-requisito 4	Conservação de Terras Agricultáveis	Obrigatório
SLL Pré-requisito 5	Evitar Planícies de Inundação	Obrigatório
SLL Crédito 1	Localização Preferencial	10
SLL Crédito 2	Recuperação de Terrenos Contaminados	2
SLL Crédito 3	Redução da Dependência do Uso de Automóveis	7
SLL Crédito 4	Rede de Ciclovias e Locais de Armazenamento de Bicicletas	2
SLL Crédito 5	Proximidade entre Casa e Trabalho	3
SLL Crédito 6	Proteção de Encostas Íngremes	1
SLL Crédito 7	Projeto do Terreno para Habitat ou <i>Wetlands</i> e Conservação de Corpos Hídricos	1
SLL Crédito 8	Restauração do Habitat ou <i>Wetlands</i> e Conservação de Corpos Hídricos	1
SLL Crédito 9	Gerenciamento de Conservação a Longo Prazo de Habitats ou <i>Wetlands</i> e Corpos Hídricos	1

Fonte: Tradução da autora de *U.S.Green Building Council*, 2009.

b) LEED ND – Projetos e Padrões de Bairros.

A segunda categoria da Certificação LEED ND – NPD – *Neighborhood Pattern and Design* (Projetos e Padrões de Bairros⁴¹) - aborda os conceitos de desenho urbano que enfatizam a criação de bairros compactos, caminháveis, vibrantes e de uso misto, com conexões estabelecidas com comunidades próximas. Estes bairros provêm importantes benefícios a seus residentes, empregados e visitantes, incluindo o meio ambiente que fazem parte.

Comunidades compactas utilizam terras e infraestrutura de forma eficiente, reduzem a fragmentação do habitat de vidas selvagens e perda de terras agricultáveis, promovem oportunidades de redução de emissões geradas por transportes automobilísticos, conservam recursos econômicos e ajudam a reduzir o

⁴¹ Tradução da autora.

espraçamento e o desenvolvimento urbano de baixa densidade. Os residentes podem aproveitar o fácil acesso a centros comerciais, serviços básicos da comunidade e espaços públicos de lazer dentro de distâncias caminháveis ou acessíveis a bicicletas. Desenvolvimentos compactos também facilitam o acesso a transporte público, pois o trânsito se torna economicamente mais viável quando suportado por grande quantidade da população.

A baixa taxa de velocidade, normalmente relacionada a este tipo de comunidade, pode reduzir as taxas de acidentes de trânsito relacionados com o uso do carro. Além disso, estratégias como maior densidade construtiva, uso misto da terra, calçadas e rotas para pedestres, arborização urbana, fachadas dos edifícios amigáveis ao pedestre, áreas menores para estacionamento de superfície e medidas para redução da velocidade dos carros, também ajudam a aumentar as atividades dos pedestres e o senso de integração comunitário. Espaços públicos, como praças e parques, encorajam interação social e atividades recreativas ao mesmo tempo em que ajudam a controlar o escoamento superficial de águas pluviais e reduzem os efeitos de ilhas de calor. Jardins comunitários também promovem interação social e atividade física, aumentando o acesso à produção local de alimentos frescos.

Comunidades que aceitam diversos tipos de padrões habitacionais que acomodem uma gama de diferentes rendas, idades e habilidades físicas, permitem que seus residentes morem próximos de seus trabalhos. Isto ajuda na retenção de pessoas e famílias em seus bairros mesmo que as circunstâncias mudem ao longo do tempo.

Os itens relacionados neste capítulo da certificação LEED ND, listados na tabela a seguir, preveem a criação de desenhos de bairros mais amigáveis aos seres humanos, que promovam maior interação da comunidade e consequentemente, melhorem a saúde e bem-estar de seus moradores e visitantes, e tornando, ainda, o ambiente construído mais interativo, amigável e agradável de viver. Estas relações entre a população residente e passageira do bairro são de extrema importância para o manutenção da sustentabilidade da comunidade e senso de pertencimento do bairro, que torna o ambiente mais verde e mais universal para todos os seres que o habitam.

Quadro 5 – Lista de Verificação da Certificação LEED ND V3 – 2009 – Categoria *Neighborhood Pattern and Design*.

Projetos e Padrões de Bairros (<i>Neighborhood Pattern and Design</i> – NPD)		
Crédito	Título	Pontos
NPD Pré-requisito 1	Ruas Caminháveis	Obrigatório
NPD Pré-requisito 2	Desenvolvimento Compacto	Obrigatório
NPD Pré-requisito 3	Comunidade Aberta e Conectada	Obrigatório
NPD Crédito 1	Ruas Caminháveis	9
NPD Crédito 2	Desenvolvimento Compacto	6
NPD Crédito 3	Vizinhanças de Uso Misto	4
NPD Crédito 4	Tipologias Habitacionais e Acessíveis Financeiramente	7
NPD Crédito 5	Reduzir Área para Estacionamento	1
NPD Crédito 6	Comunidade Aberta e Conectada	2
NPD Crédito 7	Instalações de Trânsito	1
NPD Crédito 8	Gestão da Demanda de Transportes	2
NPD Crédito 9	Acesso a Espaços Cívicos e Públicos	1
NPD Crédito 10	Acesso a Instalações Recreativas	1
NPD Crédito 11	Visitabilidade e Desenho Universal	1
NPD Crédito 12	Alcance e Envolvimento da Comunidade	2
NPD Crédito 13	Produção Local de Alimentos	1
NPD Crédito 14	Paisagens Urbanas Arborizadas e Sombreadas	2
NPD Crédito 15	Escolas de Bairro	1

Fonte: Tradução da autora de *U.S.Green Building Council*, 2009.

c) LEED ND – Infraestrutura Verde e Edifícios.

A terceira categoria com conteúdo técnico específico da Certificação LEED ND – GIB – *Green Infrastructure and Buildings* (Infraestrutura Verde e Edifícios⁴²), foca em medidas que podem reduzir os impactos ambientais das construções e operações de edifícios e infraestrutura urbana. Globalmente, a construção de edifícios consome

⁴² Tradução da autora.

40% da energia global, 25% dos recursos hídricos, 40% dos recursos naturais e é responsável por, aproximadamente, 1/3 das emissões de GEE mundiais, conforme dados da UNEP⁴³. As tecnologias para edifícios sustentáveis promovem a redução dos consumos de energia, água e materiais, e tornam as práticas de construção sustentável mais eficientes do que as convencionais.

Incluir edificações certificadas no projeto é um meio de reduzir efeitos ambientais negativos promovidos por edifícios ao meio ambiente. Os edifícios certificados atingem substancialmente melhor desempenho dentro de uma gama de questões ambientais e, em muitos casos, o custo por metro quadrado pode ser comparável ao custo de edifícios convencionais.

Eficiência energética é uma estratégia essencial para reduzir a poluição relacionada com a edificação e suas emissões de GEE referentes, que são possivelmente as consequências ambientais mais negativas da operação de edifícios. A produção de energia elétrica através de combustíveis fósseis é responsável pela poluição do ar, da água e de 25% das emissões de GEE mundiais (IPCC, 2014).

O consumo de energia elétrica de um bairro pode ser mais eficiente do que um edifício por utilizar equipamentos de maior escala. Os bairros também podem inovar em projetos que utilizam os resíduos descartados para a geração de energia, ou utilizar outros sistemas de geração de energia renovável no local. Os sistemas autônomos de geração de energia reduzem a perda nas linhas de transmissão (que se tornam menores e mais eficientes quanto mais próximas do local de geração), aumentam a confiabilidade no sistema por parte dos consumidores e reduzem os custos de energia por metro quadrado ao completar ou repor a eletricidade consumida.

Os impactos ambientais das construções dos edifícios também podem ser minimizados ao reduzir os resíduos de construção e demolição por meio do reuso no edifício ou na infraestrutura a ser construída para o bairro. Ao reduzir o volume de resíduos de construção e demolição por meio do reuso, é possível reduzir os custos de disposição de resíduos e seu acúmulo em aterros, que consomem terras possíveis de ocupação e causam poluição do ar e das águas. O reuso de materiais existentes também reduz os custos de construção.

⁴³ Disponível em: <<http://www.unep.org/sbci/AboutSBCL/Background.asp>>. Acesso em: 17 maio 2016.

O uso de materiais com conteúdo reciclado permite a conservação dos materiais naturais e incentiva a reciclagem de resíduos da construção, desviando os possíveis resíduos de aterros. A grande parte dos produtos comumente utilizados na construção civil podem ser encontrados também em sua versão com conteúdo reciclado como: metais, concreto, alvenaria, azulejos, revestimentos, carpetes, isolamento térmico-acústico, entre outros. A maioria dos produtos com conteúdo reciclado desempenha igual ou melhor do que produtos que contém apenas materiais virgens e podem ser facilmente incorporados nos projetos de edificações com baixo ou nenhum custo extra.

Todos os itens relacionados nesta categoria, descritos no quadro 6 a seguir, promovem a construção de edificações mais eficientes dentro de um bairro que busca ser sustentável desde seu cerne até sua mais ampla referencia externa. Os edifícios de um bairro, sendo ele certificado ou não, são partes importantes da estrutura existente e promoverão, ou não, a redução dos impactos a longo prazo. A Certificação LEED possui diretrizes específicas para a certificação de distintas tipologias de edifícios, que são totalmente cabíveis e alinhados com as perspectivas de um bairro certificado LEED ND.

Um bairro só poderá ser considerado sustentável e inteligente se seus edifícios também o forem. Desta forma, é essencial que as diretrizes de sustentabilidade para bairros sustentáveis sejam estendidas aos seus edifícios, os quais serão ocupados por seres-humanos, que viverão e/ou trabalharão neste local, promovendo a operação e o manutenção sustentável destas edificações.

Quadro 6 – Lista de Verificação da Certificação LEED ND V3 – 2009 – Categoria *Green Infrastructure and Buildings*.

Infraestrutura Verde e Edifícios (<i>Green Infrastructure and Buildings</i> – GIB)		
Crédito	Título	Pontos
GIB Pré-requisito 1	Edifícios Verdes Certificados	Obrigatório
GIB Pré-requisito 2	Desempenho Energético Mínimo dos Edifícios	Obrigatório
GIB Pré-requisito 3	Eficiência Hídrica Mínima dos Edifícios	Obrigatório
GIB Pré-requisito 4	Prevenção da Poluição na Atividade da Construção	Obrigatório
GIB Crédito 1	Edifícios Verdes Certificados	5

GIB Crédito 2	Eficiência Energética dos Edifícios	2
GIB Crédito 3	Eficiência Hídrica dos Edifícios	1
GIB Crédito 4	Irrigação Eficiente	2
GIB Crédito 5	Reuso do Edifício	1
GIB Crédito 6	Preservação dos Recursos Históricos e Reuso Adaptativo	2
GIB Crédito 7	Minimizar Distúrbios do Terreno durante o projeto e construção	1
GIB Crédito 8	Gerenciamento de Águas Pluviais	4
GIB Crédito 9	Redução das Ilhas de Calor	1
GIB Crédito 10	Orientação Solar	1
GIB Crédito 11	Produção de Energia Renovável no local	3
GIB Crédito 12	Aquecimento e Resfriamento do Bairro	2
GIB Crédito 13	Eficiência Energética da Infraestrutura	1
GIB Crédito 14	Gerenciamento de Águas Residuais	2
GIB Crédito 15	Reciclagem e Reuso da Infraestrutura	1
GIB Crédito 16	Gerenciamento de Resíduos Sólidos	1
GIB Crédito 17	Redução da Poluição Luminosa	1

Fonte: Tradução da autora de *U.S.Green Building Council*, 2009.

d) LEED ND – Inovação e Processo de Projeto e Créditos de Prioridade Regional.

Por fim, as duas últimas categorias da certificação LEED ND, listadas na tabela a seguir, consistem na listagem de créditos de inovação e prioridade regional, que são igualmente encontradas em outras categorias da certificação LEED para edifícios.

Qualquer estratégia que não tenha sido citada anteriormente e que possa ser considerada uma inovação, pode ser incluída nesta sessão para o ganho de pontos. Além disso, a certificação promove os créditos específicos que de alguma forma promovem a sustentabilidade regional onde o projeto está inserido. Ou seja, créditos pré-selecionados para todos os locais de cada país que o LEED está presente, são induzidos ao atendimento e ganho pontos extras na certificação.

Quadro 7 – Lista de Verificação da Certificação LEED ND V3 – 2009 – Categorias *Innovation & Design Process* e *Regional Priority Credits*.

Inovação e Processo de Projeto (<i>Innovation & Design Process</i>)		
Crédito	Título	Pontos
Crédito 1	Inovação	5
Crédito 2	Profissional Acreditado LEED®	1
Créditos de Prioridade Regional (<i>Regional Priority Credits</i>)		
Crédito	Título	Pontos
Crédito	Crédito de Prioridade Regional	4

Fonte: Tradução da autora de *U.S.Green Building Council*, 2009.

Esta apresentação geral da Certificação LEED ND teve como intenção ilustrar os itens que a certificação aborda, e qual sua relação direta com os conceitos gerais de bairros e cidades sustentáveis presentes na literatura atual e citados por distintos autores.

Enquanto diretriz de projeto e obra sustentável, sua abordagem é excepcional e rígida, promovendo parâmetros de sustentabilidade quase nunca utilizados em cidades ou bairros comuns (que não busquem uma certificação) e criando níveis de excelência em planejamento de projeto e gestão de obra sustentável. Pelo fato de obrigar o atendimento aos pré-requisitos e o atendimento mínimo de pontos descritos nos créditos, conclui-se que um bairro certificado pelo LEED ND já possui diretrizes e características elevadas quando comparados com bairros comuns, promovendo a sustentabilidade do projeto como um todo e também da vida em comunidade.

É incontestável que a Certificação LEED ND promova a criação de cidades e bairros mais saudáveis, verdes, conectados, vivos e humanos. Todos os conceitos relacionados anteriormente com cidades compactas e sustentáveis são descritos de alguma forma em algum dos pré-requisitos e créditos da Certificação. Porém, um item é falho dentro da Certificação LEED ND, que é justamente a base da criação deste trabalho: a contabilização das emissões de GEE do bairro ou cidade durante sua construção e também durante sua operação, fazendo referência direta aos

benefícios da Certificação e promoção das estratégias de sustentabilidade adotadas. Em nenhum item é abordada a quantificação das emissões de GEE ou a promoção de sua redução de forma clara e específica, deixando esta contabilização a mercê da boa vontade do empreendedor que busque uma certificação ou apenas busque a criação de um inventário de gases de efeito estufa relacionado com alguma política específica ou boa vontade do governo.

Apesar de todas as atividades descritas na certificação promoverem a redução das emissões, a falta da contabilização das emissões de GEE cria uma lacuna sobre o real benefício de uma certificação ambiental e a comprovação da eficácia das atividades relacionadas com o desenvolvimento urbano de baixo carbono. A contabilização de GEE permite quantificar e comparar as estratégias de sustentabilidade adotadas, promovendo políticas de redução conforme esta contabilização. A meta do governo brasileiro inclusive está relacionada com a redução das emissões de GEE a longo prazo e quantificar estas emissões é o primeiro passo para a criação de políticas de incentivo e mitigação de impactos.

Arelar a contabilização de emissões de GEE com a certificação ambiental de um bairro ou uma cidade permite que estratégias de redução possam ser qualificadas e incluídas nas políticas de planejamento urbano de municípios, incluindo a certificação ambiental como exemplo ou indução destas práticas.

O capítulo a seguir especificará os métodos e técnicas utilizados para a contabilização de GEE do Parque da Cidade e utilizará a referência da Certificação LEED ND como aplicação da metodologia e parâmetro de contabilização das emissões, descritos nos capítulos subsequentes.

4. Métodos e Técnicas

Segundo relatório publicado, as cidades ocupam apenas 2% do território terrestre, enquanto são responsáveis por 70% das emissões de GEE globais (UN-HABITAT, 2011). Todas as atividades das cidades, e como elas administram seus impactos sobre o meio ambiente, são as partes centrais do problema. Porém, para criar medidas e políticas de gerenciamento de emissões, e consequentemente poluição atmosférica, do ar, do solo e das águas, deve-se criar mecanismos de medição e qualificação de cada atividade poluidora, no âmbito do urbanismo sustentável.

Se por um lado a certificação LEED ND promove a construção de comunidades mais sustentáveis, mais conectadas e menos poluidoras e geradoras de GEE, conforme apresentado no capítulo 2 deste trabalho; por outro ela não garante a quantificação das emissões das atividades ocorrentes da cidade, mesmo sendo atividades que promovam baixa emissão de carbono. A certificação garante a realização de um projeto de baixo carbono bem planejado e executado, mas não garante que sua operação também o será. Tendo em vista que não é possível gerenciar aquilo que não é possível ser medido, somente receber uma certificação ambiental não garante que o bairro/cidade realmente estará promovendo baixo impacto ambiental, mas sim, quando este começar a contabilizar e gerir suas emissões relacionadas às atividades inseridas em bairros e cidades.

A vista disso, as avaliações de emissões de GEE das cidades por meios de inventários de emissão de gases de efeito estufa torna-se um princípio essencial de avaliação e início da criação de diretrizes e sugestões para a solução dessas questões.

Contudo, até recentemente, não existia uma metodologia de aplicação global que fornecesse orientações consistentes para a condução de levantamentos de emissões de GEE no nível das cidades. Diversas iniciativas foram desenvolvidas para avaliar e calcular as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera para distintos setores econômicos, como o corporativo, por exemplo, mas nenhum focado nas questões urbanas até então. Os programas de referência mais utilizados mundialmente por cidades e governos incluem: o IEAP- *International Local*

*Government GHG Emissions Analysis Protocol*⁴⁴, criado pelo ICLEI em 2009; o *International Standard for Determining GHG Emissions for Cities*⁴⁵, uma iniciativa desenvolvida em conjunto entre Banco Mundial, UNEP e UN-HABITAT em 2010; e o *Covenant of Mayors' Guidebook*⁴⁶ desenvolvido pela União Europeia em 2010 e disponível para as cidades signatárias que possuíam como comprometimento voluntário a redução de 20% das emissões de GEE baseados nos seus inventários de emissões. Referências e descrições sobre outras metodologias utilizadas para avaliar emissões de cidades podem ser encontradas no apêndice A⁴⁷ deste trabalho.

“Nesse sentido, os inventários das cidades, em maior ou menor grau, se apropriavam de conceitos oriundos das diretrizes do IPCC para inventários nacionais, da ISO 14064-1 e do GHG *Protocol* (sendo os dois últimos aplicáveis à compilação de inventários de organizações)⁴⁸”. Algumas outras normas e metodologias criadas para o setor corporativo relatar suas emissões, também foram comumente utilizadas como referência para a criação de inventários de emissões de GEE para cidades, como por exemplo o *Greenhouse Gas Protocol* (GHG) de 2001; ISO 14064: 2006 - Especificação para monitoramento e relatório de gases poluentes⁴⁹; PAS 2050: 2008 - Especificação para monitoramento e relatório de gases poluentes de produtos e serviços; ISO 14067: Contagem de créditos de carbono de produtos (em desenvolvimento).

Adicionalmente, diversas organizações e governos criaram softwares para ajudar as cidades a realizarem os cálculos de emissões e conduzirem a criação de seus inventários, tais como: a ferramenta GRIP⁵⁰ na Europa, CO₂ *Grobbilanz*⁵¹ na Áustria, *Bilan Carbone*⁵² na França, CO₂ *Calculator*⁵³ na Dinamarca e a ferramenta HEAT

⁴⁴ Disponível em: < <http://archive.iclei.org/index.php?id=ghgprotocol> >. Acesso em: 06 maio 2016.

⁴⁵ Disponível em: <http://www.unep.org/urban_environment/PDFs/InternationalStd-GHG.pdf>. Acesso em: 06 maio 2016.

⁴⁶ Disponível em: < http://www.eumayors.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_en.pdf>. Acesso em: 06 maio 2016.

⁴⁷ Apêndice A. Descrição das Metodologias de Avaliação de Emissões de GEE nas cidades.

⁴⁸ RATES, B., 2014. Disponível em: <<http://blog.waycarbon.com/2014/02/gerenciando-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-em-cidades/>>. Acesso em: 17 maio 2016.

⁴⁹ Ver Apêndice B.

⁵⁰ Disponível em: < <http://www.grips-software.com/what-is-grips>>. Acesso em: 06 maio 2016.

⁵¹ Disponível em: < <http://co2rechner.klimabuendnis.at/Intro.aspx>>. Acesso em: 06 maio 2016.

⁵² Disponível em: < <http://www.bilancarbonatepersonnel.org/>>. Acesso em: 06 maio 2016.

⁵³ Disponível em: < http://archive.northsearegion.eu/files/repository/20131128183232_Denmark_CO2_calculator_EXTENDED_VERSION__2_.pdf>. Acesso em: 06 maio 2016.

plus⁵⁴ desenvolvida pelo ICLEI e aplicada internacionalmente a qualquer cidade, com versões internacionais dos dados e conformidade com os princípios do IPCC⁵⁵.

Ao mesmo tempo em que essas normas, metodologias e ferramentas oferecem benefícios específicos diretos para cada cidade ou organização que as utiliza, coletivamente elas se diferem de diversas maneiras, criando algumas incoerências como:

- **Inconsistência:** Esses métodos variam em medições de tipos de gases, inclusão das fontes de emissões e caracterização das emissões (existem diversas definições distintas para indústrias, edifícios, transportes e outros). Essas diferenças podem confundir ou induzir ao erro os tomadores de decisões, usuários e profissionais.
- **Incompletude:** Muitos desses métodos focam apenas nas emissões de dióxido de carbono, excluindo outros gases de efeito estufa (que são citados pelo Protocolo de Quioto). Muitas das metodologias também são falhas em atender de forma sinérgica as emissões indiretas (aquelas que ocorrem fora da cidade como um resultado das atividades da própria cidade, por exemplo, geração de energia elétrica ou aterros sanitários de resíduos). As cidades fazem parte de um complexo cruzamento de fronteiras e trocas de bens e serviços, como eletricidade, resíduos, materiais de construção e extração de matérias-primas. Ao excluir essas emissões indiretas, o inventário promove uma imagem incompleta do impacto geral da cidade.
- **Dupla contagem:** Devido a uma caracterização não clara e divisão das emissões diretas e indiretas, a contagem dupla entre os inventários pode acontecer. Por exemplo, emissões de um caminhão se deslocando entre duas cidades podem ser contabilizada pelas duas cidades, ou em alguns casos, omitida pelas duas cidades, criando problemas de dupla contagem ou omissão de informações.

Sem uma liderança internacional consistente para definir a metodologia de cálculo a ser considerada para as cidades e qual metodologia de reporte de dados de emissões deveria ser considerada para centros urbanos, cada cidade seguiu

⁵⁴ Disponível em: < <http://heat.iclei.org/heatplusgpc/indexnew.aspx>>. Acesso em: 06 maio 2016.

⁵⁵ Disponível em: < <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>>. Acesso em: 06 maio 2016.

desenvolvendo seus próprios programas, metodologias e cálculos específicos para a criação de seus inventários. Os resultados dos relatórios podem ser confusos para as entidades públicas, investidores e a sociedade civil em termos comparativos e analíticos, podendo até ameaçar a responsabilidade e a eficiência dos esforços das cidades em reduzir suas emissões.

Até o momento, as cidades têm utilizado diversos métodos baseados em referências nacionais, locais ou próprias. Entretanto, a harmonização dessas abordagens pode melhorar significativamente a qualidade e a aplicabilidade das metodologias para os inventários de GEE. A norma ISO 14064:2006⁵⁶ e o GHG *Protocol*⁵⁷ foram, até o momento, as duas ferramentas de contabilização de GEE mais utilizadas dentro deste contexto para a criação de inventários de emissões para cidades. Essas duas metodologias orientam as organizações de como quantificar e elaborar relatórios de emissões, detalhes para a concepção e desenvolvimento de inventários de GEE, incluindo os requisitos de projeto, desenvolvimento, gerenciamento, reporte e verificação do inventário de uma organização. Porém, apesar da contabilização das emissões serem feitas de forma adequada dentro dessas duas ferramentas; as metodologias que definem escopo, perímetro, período de tempo, fonte, gases estudados, etc., não se adequam a uma escala maior de projeto – a das cidades.

Contudo, desde 2012, devido a uma ação conjunta entre as organizações ICLEI⁵⁸, WRI⁵⁹ e C40⁶⁰ (incluindo uma colaboração global de diversas outras partes interessadas), foi criada uma nova opção abrangente para a medição e reporte de gases de efeito estufa para cidades, chamada GPC *Protocol (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions)*⁶¹. Esta nova ferramenta, além de ter sido desenvolvida pelos maiores agentes do mercado internacional de carbono e fazer parte da iniciativa GHG *Protocol*; fornece um enquadramento abrangente, consistente e aceito internacionalmente para a criação de inventário de emissões para cidades.

⁵⁶ ISO 14064: 2006. Gases de efeito estufa. Mais informações disponíveis no Apêndice B. ISO 14064: 2006 – Gases de Efeito Estufa.

⁵⁷ Disponível em: < <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/>>. Acesso em: 06 maio 2016.

⁵⁸ Disponível em: < <http://www.iclei.org/>>. Acesso em: 06 maio 2016.

⁵⁹ Disponível em: < <http://www.wri.org/>>. Acesso em: 06 maio 2016.

⁶⁰ Disponível em: < <http://www.c40.org/>>. Acesso em: 06 maio 2016.

⁶¹ Disponível em: < <http://www.ghgprotocol.org/city-accounting>>. Acesso em: 06 maio 2016.

Por meio de seu conteúdo uniforme e completo, as cidades poderão avaliar efetivamente seus impactos ambientais e identificar potenciais oportunidades para reduzir emissões, criando uma economia efetiva de baixo carbono. O que mais se destaca dentro desta nova ferramenta é a possibilidade da criação real de uma economia de baixo carbono, tornando como foco a criação de uma política de sustentabilidade efetiva, dentro da agenda de políticas públicas sustentáveis das cidades.

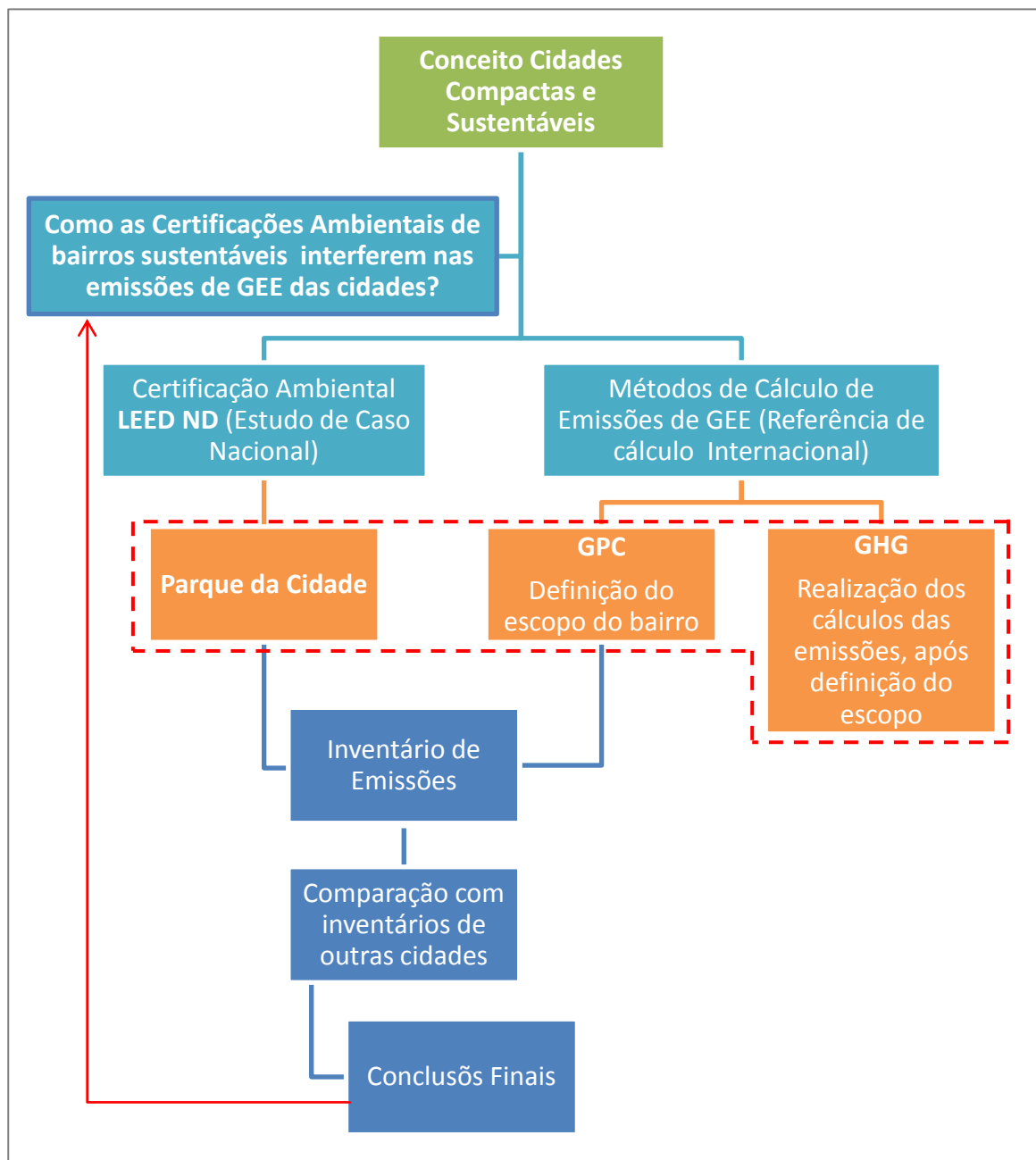
A metodologia GPC foi considerada como a mais adequada para ser utilizada como base deste trabalho, principalmente por permitir a comparabilidade entre cidades, que utilizarão a mesma ferramenta de definição global de cenários de emissões. Têm-se também como premissa que a tendência para as cidades adotarem esta metodologia é crescente, permitindo assim a possível criação de parâmetros de emissão entre cidades e bairros sustentáveis, conforme sua utilização é promovida e difundida no mundo todo.

O GPC especifica os princípios e as regras para a criação do inventário de emissões de GEE de uma cidade; porém, ele não especifica a metodologia de cálculo que deve ser utilizada para gerar os dados das emissões. Ou seja, o GPC deixa em aberto para que as cidades escolham a metodologia de cálculo mais adequada para seu objetivo, baseando-se no propósito de seu inventário, na disponibilidade de dados existentes e na consistência com outras medidas ou programas dos quais participam.

Com base neste cenário, a ferramenta do GHG *Protocol* Brasil permite a realização dos cálculos de forma mais rápida e coerente, pois possui os dados das atividades e valores secundários adaptados para a realidade brasileira. Atualmente é o método mais usado mundialmente pelas empresas e governos para a realização de inventários de GEE, sendo compatível com a norma ISO 14.064 e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). O GHG *Protocol* permite a realização dos cálculos de forma mais rápida e direta por meio da inserção dos dados em uma tabela disponibilizada publicamente.

Basicamente, a organização dos métodos e técnicas utilizados neste trabalho se relaciona da forma explicitada na imagem 9 a seguir.

Imagem 9 – Fluxograma de organização dos métodos e técnicas utilizados e criados.



Fonte: Elaborado pela autora.

Neste capítulo será explicitado detalhadamente o conteúdo das duas metodologias escolhidas como base para os cálculos do Estudo de Caso (o GPC e o GHG), e como foram inseridos os dados do projeto Parque da Cidade nas metodologias propostas.

Importante ressaltar que até o momento da publicação deste trabalho⁶², não havia sido encontrada nenhuma referencia de reporte de emissões que tinha como escopo um bairro, menos ainda um bairro certificado, utilizando a metodologia GPC. Apenas foram encontrados exemplos de cidades globais de distintos tamanhos e interferências, que calcularam suas emissões utilizando esta metodologia. Portanto, as adequações feitas para a aplicação da metodologia ao estudo de caso referente a um bairro foram as mais próximas da realidade possível, tendo em vista as diferenças de um bairro e de uma cidade. Considerando que este é um trabalho científico, esta abordagem inédita da aplicação da metodologia GPC em bairros (e ainda, bairros sustentáveis), servirá como base para estudos comparativos futuros deste mesmo exemplo.

Nas conclusões deste trabalho serão apresentados os dados de emissões *per-capita* do bairro (objeto do estudo de caso), e comparado com as emissões *per capitas* de cidades que possuem relatórios de emissões compatíveis. Desta forma, será possível avaliar quantitativamente a contribuição para a redução das emissões de GEE de um bairro certificado e avaliar a importância de buscar certificações ambientais. Será possível calcular a longo prazo qual seria o cenário de emissões futuras e utilizar estes dados para a criação de políticas públicas que incentivem a construção de bairros certificados.

Outro item inédito da aplicação desta metodologia em um bairro certificado está no período de tempo escolhido para as avaliações das emissões. Tradicionalmente, os inventários de emissões de GEE de cidades são realizados após a conclusão do ano calendário, contabilizando as emissões que já aconteceram no ano passado. A partir desses dados históricos, outros estudos permitem projetar as emissões futuras das cidades e criar políticas com bases nessas projeções.

Como este bairro ainda não foi concluído, todas as emissões futuras serão calculadas para o ano de sua conclusão – 2022. As emissões também serão calculadas para o ano de 2030, não só para criar uma base comparativa entre a projeção das emissões dos anos passados e futuros, mas também para permitir a comparação entre as projeções de emissões de outros inventários, permitindo

⁶² Junho de 2016.

avaliar mais profundamente sobre as políticas adotadas em distintas cidades, com distintos modelos de crescimento e urbanização.

Ao final, este trabalho avaliará dois cenários futuros de emissões (anos 2022 e 2030), que serão comparados com os mesmos anos e cenários futuros de outras duas cidades. O objetivo principal é entender como as iniciativas criadas especificamente para a certificação ambiental de bairros (estratégias e modelos apresentados no capítulo 2 deste trabalho), podem contribuir para uma economia de baixo carbono, induzida e projetada com base em uma certificação ambiental e quantificada pelo inventário de emissões; incentivando assim a criação de políticas públicas favoráveis à sustentabilidade urbana.

4.1. GPC Protocol – Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories.

As cidades brasileiras estão se interessando cada vez mais pelas emissões de GEE geradas em seus territórios. Muitas desenvolveram inventários e estabeleceram planos de ação climática e legislação específica para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Os métodos padronizados para delimitar, calcular e reportar essas emissões são fundamentais para avaliar o desempenho das cidades ao longo do tempo e desenvolver planos de ação para uma economia de baixo carbono, voltada para o desenvolvimento urbano sustentável.

O GPC é uma ferramenta criada dentro de um contexto global abrangente oficialmente lançado em 8 de Dezembro de 2014 durante a COP 20⁶³ em Lima – Peru. A metodologia GPC foi elaborada com base no conhecimento de três organizações mundialmente reconhecidas por suas extensas experiências com cidades, governos e sustentabilidade: ICLEI - *Local Governments for Sustainability*⁶⁴,

⁶³ *Conference of the Parties* – Conferência das Partes (tradução nossa). São as conferências internacionais das Nações Unidas sobre mudanças climáticas. Elas ocorrem todos os anos e servem para discutir e avaliar o progresso das relações comerciais relacionadas com mudanças climáticas e negociar as tratativas deliberadas desde o Protocolo de Quioto, relacionadas com a redução das emissões de GEE por parte dos países signatários.

⁶⁴ Governos Locais pela Sustentabilidade (tradução nossa). Disponível em: < <http://www.iclei.org/>>. Acesso em: 07 maio 2016.

C40 - *Climate Leadership Group*⁶⁵ e WRI - *World Resources Institute*⁶⁶. Os parceiros deste projeto são: *The World Bank*⁶⁷, UN HABITAT⁶⁸ e UNEP⁶⁹. No quadro a seguir é citada uma breve descrição dos autores do GPC.

Quadro 8 – Descrição das organizações autoras do GPC.

Organização	Descrição
WRI e GHG Protocol	WRI é uma organização global de pesquisa que trabalha com líderes para transformar grandes ideias em ações efetivas de sustentabilidade, em um ambiente saudável. O GHG Protocol é uma parceria entre empresas, organizações não-governamentais, governos e outros associados do WRI e WBCSD (<i>World Business Council for Sustainable Development</i>), para desenvolver ferramentas de contabilização e reporte de dados internacionalmente aceitos.
C40	É uma rede de conexão das maiores cidades do mundo comprometidas em abordar mudanças climáticas localmente e globalmente. Criado em 2005, reúne 70 cidades do mundo todo e oferece um fórum efetivo onde as cidades podem colaborar, compartilhar conhecimento e criar ações importantes, mensuráveis e sustentáveis em relação às mudanças climáticas.
ICLEI	É uma associação de cidades e governos locais dedicados ao desenvolvimento sustentável. Representa um movimento de mais de mil cidades em 88 países. Seu trabalho consiste em promover ação local para sustentabilidade global e apoiar as cidades a tornarem-se sustentáveis, resilientes, eficientes em recursos, biodiversa e de baixo carbono.

Fonte: GPC (2014, p.22, tradução nossa). Disponível em: <http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf>. Acesso em: 07 maio 2016.

Uma versão piloto da metodologia foi lançada em 2012 e publicada para comentários públicos. Após esta fase, o GPC foi então atualizado e testado em 35

⁶⁵ Grupo de Grandes Cidades para Liderança do Clima (tradução nossa). Disponível em: <<http://www.c40.org/>>. Acesso em: 07 maio 2016.

⁶⁶ Instituto de Recursos Mundiais (tradução nossa). Disponível em: <<http://www.wri.org/>>. Acesso em: 07 maio 2016.

⁶⁷ Banco Mundial (tradução nossa). Disponível em: <<http://www.worldbank.org/>>. Acesso em: 07 maio 2016.

⁶⁸ United Nations Human Settlements Programme (Programa de Assentamentos Humanos das Nações Unidas, tradução nossa). Disponível em: <<http://www.unhabitat.org/>>. Acesso em: 07 maio 2016.

⁶⁹ United Nations Environment Programme (Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas, tradução nossa). Disponível em: <<http://www.unep.org/>>. Acesso em: 07 maio 2016.

idades no mundo todo. Baseado no retorno dos testes da fase piloto foi então lançada uma segunda versão em 2014, na COP 20, em Lima – Peru. Já em 2015, os autores desenvolveram estudos para avaliar as atividades que acontecem fora dos limites da cidade, consideradas de escopo 3, permitindo às cidades um alcance maior e mais holístico em relação às suas emissões associadas aos seus processos, permitindo identificar oportunidades para possuir uma cadeia de suprimentos mais eficiente.

O GPC estabelece alguns princípios básicos de contabilização e reporte das emissões de uma cidade, que devem ser considerados antes do início de qualquer trabalho. Esses princípios foram adaptados do modelo do GHG *Protocol* e estão descritos no quadro a seguir.

Quadro 9 – Princípios de reporte de contabilização e emissões de GEE.

Princípio	Descrição
Relevância	As emissões de GEE devem refletir apropriadamente as emissões que ocorrem como resultado das atividades e padrões de consumo da cidade. O inventário também servirá para as necessidades dos tomadores de decisões da cidade, levando em consideração as normativas locais ou nacionais. O princípio da relevância se aplica quando forem selecionadas fontes de dados e como determinar e priorizar as melhorias dos dados coletados.
Abrangência	As cidades devem relatar todas as fontes de emissões requeridas dentro do perímetro do inventário. Qualquer exclusão das fontes de emissão devem ser justificadas e claramente explicadas. Anotações chave devem ser usadas quando uma fonte de emissão for excluída e/ou não ocorrer.
Consistência	Os cálculos de emissões devem ser consistentes em sua abordagem, perímetro e metodologia. Utilizar metodologias consistentes para calcular as emissões de GEE permite uma documentação preciosa das alterações das emissões ao longo do tempo, análises de tendências e comparações entre as cidades. O calculo das emissões deve seguir as abordagens metodológicas fornecidas pelo GPC. Qualquer desvio da metodologia apresentada deve ser exposto e justificado.

Transparência	Dados das atividades, fontes das emissões, fatores de emissões e metodologias de contabilização demandam divulgação e documentação adequada para permitir sua verificação. A informação deve ser suficiente para permitir indivíduos fora do processo do inventário a utilizarem a mesma fonte de dados e auferir os mesmos resultados. Todas as exclusões devem ser claramente identificadas, divulgadas e justificadas.
Precisão	Os cálculos das emissões de GEE devem não sistematicamente superestimar ou subestimar as atuais emissões de GEE. A precisão deve ser suficiente para garantir a integridade do reporte das informações. As incertezas no processo de qualificação devem ser reduzidas na medida do que é possível e prático.
Guia para usar os princípios	Dentro dos requisitos desta metodologia, uma cidade deverá tomar importantes decisões em termos de definir o perímetro do inventário, escolher os métodos de cálculo, decidir sobre incluir as fontes adicionais de escopo 3, etc. Trocas e balanços entre os cinco princípios acima poderão ser necessários conforme os objetivos ou necessidades da cidade em questão. Por exemplo, atingir um inventário completo pode em muitas vezes, exigir a utilização de informações menos precisas. Ao longo do tempo, com o crescimento da precisão e plenitude dos dados, a necessidade de trocas entre os princípios de contabilização e reporte tende a diminuir.

Fonte: GPC (2014, p.25, tradução nossa). Disponível em:
http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf. Acesso em: 07 maio 2016.

Em termos gerais a metodologia GPC é dividida em três partes principais, que definem o processo de contabilização e reporte do início ao fim. Cada uma dessas partes introduz aspectos distintos da criação do inventário e estabelece requisitos fundamentais para cada um dos itens abordados separadamente, conforme descrito a seguir:

- **Parte I:** Introduz os princípios de contabilização e reporte, estabelece como definir o perímetro do inventário, especifica os requisitos de reporte e oferece um modelo exemplo de como reportar.

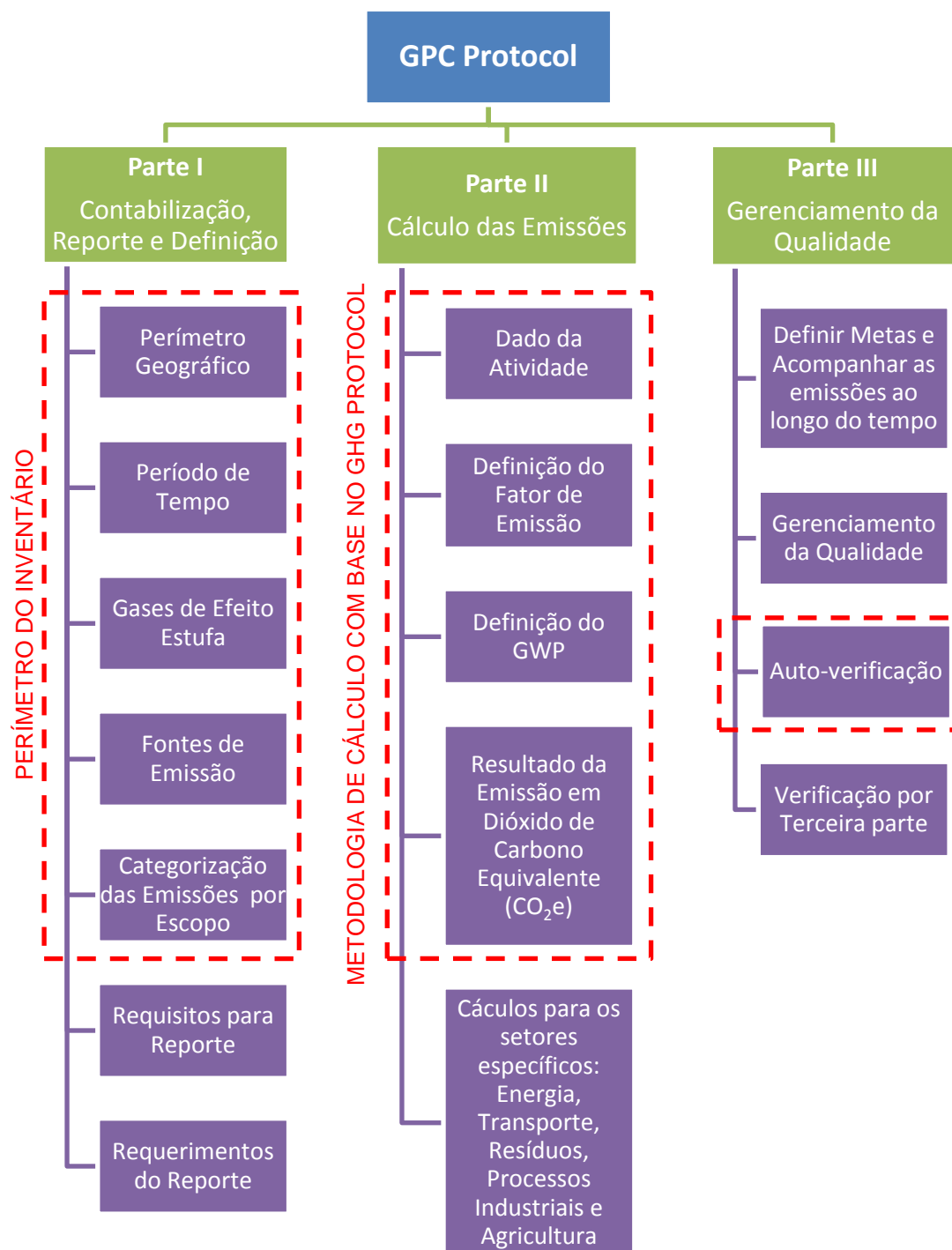
- **Parte II:** Oferece a contabilização abrangente e específica por setor, incluindo um guia para a busca de dados e cálculo das emissões (métodos e equações).
- **Parte III:** Mostra como os inventários podem ser utilizados para definir as metas de mitigação e rastrear o desempenho ao longo do tempo, mostrando como as cidades podem gerenciar a qualidade de seus inventários.

Para o Estudo de Caso foram utilizadas as referências contidas na parte I desta metodologia, para a definição dos itens básicos de reporte do projeto. Na parte II, a metodologia permite a escolha de métodos de cálculo abrangentes, para serem aplicados no objeto escolhido. Para o estudo de caso o, foi escolhida a metodologia GHG *Protocol* para a realização dos cálculos de emissões das atividades do Parque da Cidade.

A seguir, será demonstrada cada uma das partes da metodologia GPC, incluindo as diretrizes definidas para este trabalho em questão e quais foram as decisões tomadas para cada item da metodologia relacionada ao estudo de caso. Com base nas informações sobre o estudo de caso apresentadas no capítulo 2 deste trabalho, serão enfim realizados os cálculos das emissões no capítulo 4 e relacionadas as conclusões alcançadas no capítulo 5.

O quadro10 a seguir apresenta quais itens da metodologia GPC serão abordados no Estudo de Caso, destacados em linha tracejada vermelha e relacionados separadamente ao longo deste trabalho.

Quadro 10 – Fluxograma da metodologia GPC aplicada ao estudo de caso.



Fonte: Criados pela autora, com adaptação de GPC *Protocol*.

4.1.1. GPC Protocol: Parte I – Contabilização, reporte e definição do perímetro do inventário e das fontes de emissão.

O primeiro passo para calcular as emissões de GEE de uma cidade ou bairro consiste na definição dos itens básicos do projeto atendidos por um inventário de GEE, tais como: o perímetro do projeto (identificação da área geográfica da cidade ou bairro); a definição do intervalo de tempo (não só o intervalo mas também a condição do tempo como passado, presente e futuro); os gases que serão calculados e apresentados; e as fontes de emissão (atividades relacionadas ao projeto que emitem gases de GEE).

Após a definição dos itens básicos inventariados em uma cidade ou bairro escolhido como objeto de trabalho, a metodologia exige nesta primeira parte a categorização das emissões por escopo (que consiste na classificação das mesmas conforme os tipos de atividades relacionadas); e os requisitos para reportar essas emissões (reporte por escopo ou por emissões induzidas) como forma de organizar a apresentação dos dados obtidos. Esta organização é fundamental para fornecer à cidade um entendimento abrangente de onde as emissões provêm e de como elas podem criar diretrizes para influenciar nas mudanças necessárias. Além disso, ela permite a classificação da tipologia do objeto estudado e a comparação dos dados obtidos com outros inventários de emissões.

Toda a categorização desses itens e sua aplicação no estudo de caso em questão estão relacionadas a seguir.

a) Perímetro geográfico

O perímetro do inventário é necessário para fornecer à cidade um entendimento abrangente de onde as emissões provêm e de como elas podem criar diretrizes para influenciar nas mudanças necessárias. Qualquer perímetro geográfico pode ser utilizado para a criação de um inventário de GEE. Dependendo do propósito de inventário, o limite pode ser alinhado com o perímetro administrativo do governo local; uma divisão, um município ou um bairro dentro de uma cidade; uma combinação de divisas administrativas; uma área metropolitana; ou qualquer outra entidade geograficamente identificáveis. O perímetro deve ser escolhido

independentemente da localização de edifícios sobre o controle de um determinado órgão, como por exemplo, uma usina de geração de energia ou um aterro sanitário localizado em outro município.

Dentro deste contexto, para o trabalho em questão, foi definido o bairro “Parque da Cidade” como perímetro claramente identificável e suas fronteiras claramente definidas, para a realização da contagem das emissões. No capítulo 2 deste trabalho foram demonstrados os limites estabelecidos do projeto do bairro, dentro da cidade de São Paulo.

O ineditismo deste trabalho reside na aplicação da metodologia GPC em um bairro e não em uma cidade. A definição do perímetro de um bairro consiste na necessidade de avaliar escalas menores dentro de uma cidade que apresenta uma complexidade imensa de relações. Avaliar distintos bairros que são parte de uma megacidade maior e mais complexa como São Paulo, é fundamental para o aprofundamento de detalhes e dinâmicas locais, que não são representadas pela cidade como um todo. Dentro da cidade de São Paulo, por exemplo, os bairros não só apresentam necessidades e dinâmicas distintas entre si, como também apresentam dados de densidade, consumo, uso do solo, transporte, população e economia completamente diferentes entre si, não permitindo uma ação local mais efetiva.

Ao calcular as emissões de um bairro e não da cidade que este bairro está inserido, é possível entender a relação deste bairro com o todo e quais são as melhorias necessárias para determinados itens deste local promover a sustentabilidade urbana prevista. Do ponto de vista do município de São Paulo (ou de qualquer outra cidade que busque melhorar suas políticas em prol da sustentabilidade), olhar mais atentamente para os bairros e suas necessidades é fundamental para equalizar as relações entre eles e promover uma igualdade social, econômica e ambiental da cidade como um todo.

Para permitir a comparação de um bairro com uma cidade, é necessário equiparar as informações contidas nos inventários de ambos, com base na definição dos perímetros dos mesmos. Ao utilizar o bairro como perímetro, algumas fontes de emissão que são inerentes às cidades, como consumo de energia da indústria e tratamento de efluentes, são excluídas da avaliação do bairro devido ao seu envolvimento indireto nas atividades de bairro.

No capítulo 5 deste trabalho, as conclusões demonstram como foram estabelecidos os princípios de inclusão e exclusão das atividades emissoras relacionadas com as cidades de São Paulo e Recife, para permitir a comparação dos dados entre as cidades e o bairro em questão. Um exemplo está relacionado com a geração de energia industrial de uma cidade, que foi excluída para comparar com o modelo de geração de energia do bairro, que consiste apenas em edifícios residenciais e comerciais. Outro exemplo está no fato da cidade contabilizar o transporte e deslocamentos aéreo e hidroviário, que não fazem sentido na contabilização de um bairro, devido à falta de informações locais sobre essas referências.

De todas as formas, todas as diretrizes definidas para o bairro em questão foram justificadas e condizentes com os princípios de contabilização e reporte da metodologia, explicitados detalhadamente no capítulo 4 deste trabalho. Além disso, para fins comparativos, os dados dos inventários de São Paulo e Recife foram adaptados para que atendessem as mesmas diretrizes de reporte para o bairro e permitissem fazer as comparações *percapitas* entre o estudo de caso e os exemplos citados, explicitados detalhadamente no capítulo 5 deste trabalho.

b) Período de tempo

O GPC foi desenvolvido para contabilizar as emissões de GEE em um ano de referência único. O inventário deve contabilizar as emissões dentro de um período contínuo de 12 meses, alinhado com um calendário anual ou financeiro, consistente com o período mais comumente utilizado na cidade.

Para a realização deste trabalho, o ano definido como referência de reporte foi 2022, ano em que o empreendimento em questão será finalizado e entregue. Para criar um cenário de referência e comparação com outras cidades, também será calculada a projeção de emissões para o ano de 2030, pois além de este ser o ano de referência comumente utilizado em diversos outros inventários de emissões de outras cidades, é também o ano que o empreendimento poderá ser considerado com sua total ocupação e funcionamento.

Novamente, o ineditismo deste trabalho consiste na contabilização das emissões projetadas para os anos futuros e não a utilização de dados passados já ocorridos.

Enquanto que por um lado, a projeção de emissões permite apenas a contabilização das emissões por aproximação (por tratar-se da utilização de dados projetados e possíveis de serem alterados conforme interferências externas ao longo do tempo); por outro, a projeção de emissões permite a estimativa de emissões futuras e a valorização de atividades que emitam menos poluentes, ou restrição das atividades que emitam mais poluentes. Este tipo de abordagem possibilita a criação de incentivos à redução das emissões ao longo do tempo, conforme o alinhamento das políticas públicas das cidades, com base nos dados projetados pelo inventário.

A criação de um modelo comparativo futuro, com a utilização de dois anos futuros como referencia, também permite uma visualização mais abrangente da situação das emissões do bairro ou da cidade em questão, possibilitando uma abordagem mais holística em termos de redução das emissões a longo prazo.

c) Gases de efeito estufa

As cidades devem contabilizar as emissões dos sete gases de efeito estufa em seus inventários, conforme descritos no protocolo de Quioto e na metodologia GHG *Protocol* Brasil, listados no quadro 11.

Para este trabalho foi considerado a quantificação de todos os gases de efeito estufa, porém, somente a apresentação do dióxido de carbono ou gás carbônico (CO₂) considerado o mais relevante e importante gás em termos de emissões urbanas. Foram calculadas e apresentadas as emissões de carbono equivalente, que quantificam todos os outros gases, quando existentes. Os outros gases considerados pelo IPCC que não são emitidos no estudo de caso em questão ficaram excluídos na contabilização final.

Os gases do efeito estufa que envolvem a Terra absorvem parte da radiação infravermelha refletida pela superfície terrestre, impedindo que a radiação escape para o espaço e aquecendo a superfície da Terra. Os principais são os gases carbônico e metano. O dióxido de carbono ou gás carbônico (CO₂) é emitido, principalmente, pelo uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) nas atividades humanas. Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças do

Clima (IPCC, 2014), o CO₂ é o principal "culpado" pelo aquecimento global, sendo o gás de maior emissão (aproximadamente 78%) pelos humanos.

Quadro 11 – Gases de Efeito Estufa requeridos no inventário de emissões.

Símbolo	Nome	Fonte	GWP
CO ₂	Dióxido de Carbono	Queima de combustíveis fósseis, Desmatamento, Produção de cimento, etc.	1
CH ₄	Metano	Aterros Sanitários, Produção e distribuição de gás natural e petróleo, Fermentação digestiva de gado, Cultivo de arroz, Queima de combustíveis fósseis, etc.	25
N ₂ O	Óxido Nitroso	Queima de combustíveis fósseis, Fertilizantes, Produção de Nylon, Adubo (esterco), etc.	298
HFCs	Hidrofluorcarboneto	Gases refrigerantes, Fundição de alumínio, Produção de semicondutores, etc.	vários
PFCs	Perfluorcarbonetos	Produção de alumínio, Indústria de semicondutores, etc.	vários
SF ₆	Hexafluoreto de enxofre	Transmissão elétrica e sistemas de distribuição, Disjuntores, Produção de magnésio, etc.	22.800
NF ₃	Trifluoreto de nitrogênio	Fabricação de televisores de cristal líquido (LCD), Termelétricas à base de carvão, Veículos, etc.	17.200

Fonte: Adaptado de diversas fontes: GPC (2014, p.30, tradução nossa). Disponível em: <http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf>. Acesso em: 07 maio 2016; IPCC (2007). Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/tssts-2-5.html>. Acesso em: 07 maio 2016.

O gás metano (CH₄) é produzido pela decomposição da matéria orgânica. É abundante em aterros sanitários, lixões e reservatórios de hidrelétricas, e também na criação de gado (a pecuária representa 16% das emissões mundiais de gases de efeito estufa)⁷⁰ e cultivo de arroz. Também é resultado da produção e distribuição de combustíveis fósseis (gás, petróleo e carvão). Se comparado ao CO₂, também é mais perigoso: o metano é mais eficiente na captura de radiação do que o CO₂. O impacto comparativo de CH₄ sobre a mudança climática é mais de vinte vezes maior do que o CO₂, isto é, uma unidade de metano equivale a vinte unidades de CO₂.

⁷⁰ IPCC, 2014.

Cada gás citado possui um Potencial de Aquecimento Global⁷¹ ou Fator de Aquecimento Global⁷² que é o fator de medida da contribuição do gás para o aquecimento global e efeito estufa. Esta é uma medida relativa que compara o gás em questão com a mesma quantidade de dióxido de carbono, cujo potencial é definido como 1. O Potencial de Aquecimento Global é baseado na eficiência radiativa (habilidade de absorver calor), assim como a meia-vida de uma quantidade de cada gás, acumulado em certo período de tempo (normalmente 100 anos). Este valor nunca é absoluto, mas sim relativo ao CO₂. O GWP de cada gás significa quanto mais (ou menos) um gás aumenta o efeito estufa em 100 anos comparada com a mesma quantidade de CO₂ emitida ao mesmo tempo. O dióxido de carbono (CO₂) tem um potencial de 1 (visto que é a base de comparação). Os GWP's utilizados no estudo de caso possuem seus valores estabelecidos de acordo com a planilha do GHG *Protocol* Brasil e são inseridos automaticamente no cálculo, que por sua vez são baseados no IPCC 2007 (revisado), conforme descritos no quadro 11.

Estes dados são muito importantes economicamente pois suponhamos que uma tonelada de carbono equivalente vale mil dólares no mercado de carbono. A mitigação de uma tonelada de CO₂ vale mil dólares, a de metano equivale a 25 vezes mais, ou seja, vinte e cinco mil dólares e assim por diante, sempre levando em conta o potencial de dano de cada gás, mas padronizado em equivalência de carbono para evitar distorções de valores.

d) Fontes de emissão

As fontes de emissões estão relacionadas com as atividades que cada cidade possui dentro do perímetro determinado. Elas servem para categorizar as fontes poluidoras e comparar quais são as fontes mais promissoras em redução de impactos. As fontes de emissão das atividades das cidades podem ser classificadas em seis principais setores, incluindo:

- Energia estacionária;
- Transporte;

⁷¹ Em inglês, *Global Warming Potential – GWP*.

⁷² em inglês, *Global Warming Factor – GWF*.

- Resíduos;
- Processos industriais e uso de produto (IPPU - *Industrial processes and product use*);
- Agricultura, floresta e outros tipos de uso do solo (AFOLU - *Agriculture, forestry, and other land use*);
- Qualquer outro tipo de emissão que ocorra fora do perímetro geográfico, mas como resultado de alguma atividade específica da cidade (referidas como 'outras' no Escopo 3). Essas emissões não são definidas nesta versão do GPC.

As fontes de emissões podem ser divididas em subsetores e então subdivididas em subcategorias. Os setores definem as categorias de emissões gerais das cidades, que juntas configuram as atividades da cidade. Os sub-setores são divisões que configuram um setor (exemplo: métodos de tratamento de resíduos ou modalidades de transporte, como aviação e navegação). As sub-categorias são utilizadas para denotar um nível adicional de categorização, como tipos de veículos dentro do sub-setor de transporte, ou tipos de edifícios dentro do setor de energia estacionária. As sub-categorias promovem oportunidades de utilizar dados separados, melhorar os detalhes do inventário e ajudar a identificar ações de mitigação criando políticas específicas.

Quadro 12 – Setores e Subsetores das emissões de gases de efeito estufa de uma cidade.

Setor	Subsetor
Setor de Energia Estacionária	<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios residenciais; • Edifícios comerciais, institucionais e instalações; • Indústrias de manufatura e de construção; • Indústria de energia; • Agricultura, floresta e atividades de pesca; • Fontes não específicas; • Emissões fugitivas de mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão; • Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural.
Setor de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Estradas; • Vias férreas; • Navegação por via aquática; • Aviação; • Fora de estradas (<i>off-road</i>).

Setor de Resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • Disposição de resíduos sólidos; • Tratamento biológico de resíduos; • Incineração e queima a céu-aberto; • Tratamento de águas residuais (esgoto) e desastre.
Setor de Processos Industriais e Uso de Produto (IPPU).	<ul style="list-style-type: none"> • Processos industriais; • Uso de produto.
Setor de Agricultura, Floresta e Uso do Solo (AFOLU).	<ul style="list-style-type: none"> • Pecuária; • Solo; • Outros tipos agricultura.

Fonte: GPC (2014, p.31, tradução nossa). Disponível em: http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf. Acesso em: 07 maio 2016.

Os setores e subsetores que foram escolhidos dentro do estudo de caso, para a aplicação da metodologia de avaliação, se devem ao fato sua relevante importância dentro do contexto do bairro e das cidades de uma forma geral, além da aplicabilidade e facilidade de coleta de dados existentes para cada setor. São eles:

- **Energia Estacionária:** as fontes de energia estacionária correspondem a um dos maiores contribuintes para as emissões de GEE de uma cidade. Essas emissões são relativas à queima de combustíveis em edifícios residenciais, comerciais, institucionais, indústria de manufatura e construção, bem como plantas de geração de energia para a rede pública de abastecimento. Este setor também inclui as emissões fugitivas, que tipicamente ocorrem durante a extração, transformação e transporte de combustíveis fósseis primários. Para o Estudo de Caso serão consideradas as energias estacionárias do subsetor de Edifícios Residenciais e Edifícios Comerciais, as duas únicas tipologias consumidoras de energia localizadas dentro do bairro.
- **Transporte:** cobre todos os trajetos por estrada, água e ar, incluindo aqueles realizados dentro da cidade e de viagens internacionais. As emissões de GEE são produzidas diretamente pelo consumo de combustível ou indiretamente pelo uso de energia elétrica da rede. Coletar dados precisos sobre atividades de transporte, calcular as emissões e alocar essas emissões às cidades pode ser um processo muito desafiador.

Para o estudo de caso foram contabilizadas as emissões terrestres apenas (dentro do subsetor Estradas), emitidas pelos automóveis, metro, trem, ônibus e motos, conforme descritos no capítulo 4 deste trabalho. Os outros subsetores do Setor de Transportes não serão contabilizados neste trabalho devido à falta de informações relativas aos mesmos e a relação não-direta que eles possuem com o bairro estudado.

- **Resíduos:** disposição e tratamento de resíduos podem produzir emissões de GEE através da decomposição aeróbica e anaeróbica, ou incineração. As emissões de GEE de resíduos sólidos devem ser calculadas pela rota de disposição, tipo de aterro, tratamento biológico, incineração e queima ao ar livre. Se o gás metano for recuperado, de um tratamento de resíduos sólidos ou águas residuais, para uma fonte de energia, ele poderá ser reportado como energia estacionária. Similarmente, emissões do processo de incineração com energia recuperada serão reportados dentro do setor de energia estacionária.

No Estudo de Caso foram considerados os resíduos dispostos em aterros sanitários apenas (e listados os que foram destinados para reciclagem – não contabilizando suas emissões), pois não existem dados de outras destinações dos resíduos dentro do bairro, como tratamento biológico ou incineração (eles são apenas coletados de forma eficiente e destinados ao tratamento específico comumente utilizado na cidade).

e) Categorização das emissões por escopo

Antes de calcular as emissões das atividades da cidade é necessário classificar os tipos de escopo de emissões dentro do perímetro delimitado. As atividades que ocorrem dentro da cidade podem gerar emissões de GEE dentro do limite da própria cidade, bem como, fora do perímetro da mesma. Para diferenciar essas emissões, foram categorizados três grupos (escopos 1, 2 e 3) baseados onde as emissões ocorrem.

A metodologia baseia-se na definição dos escopos conforme os tipos de atividades relacionados direta ou indiretamente com o perímetro da cidade e entre si. As atividades que ocorrem dentro da cidade são definidas como Escopo 1,

diferentemente das atividades que ocorrem fora da cidade mas são impulsionadas por atividades que estão localizadas dentro do perímetro da cidade, definidas como Escopo 3; e diferentemente ainda das atividades relacionadas com produção de eletricidade, fornecidas por uma rede elétrica que pode ou não cruzar os limites da cidades, definidas como Escopo 2. O quadro 13 a seguir identifica os escopos e suas áreas de abrangência.

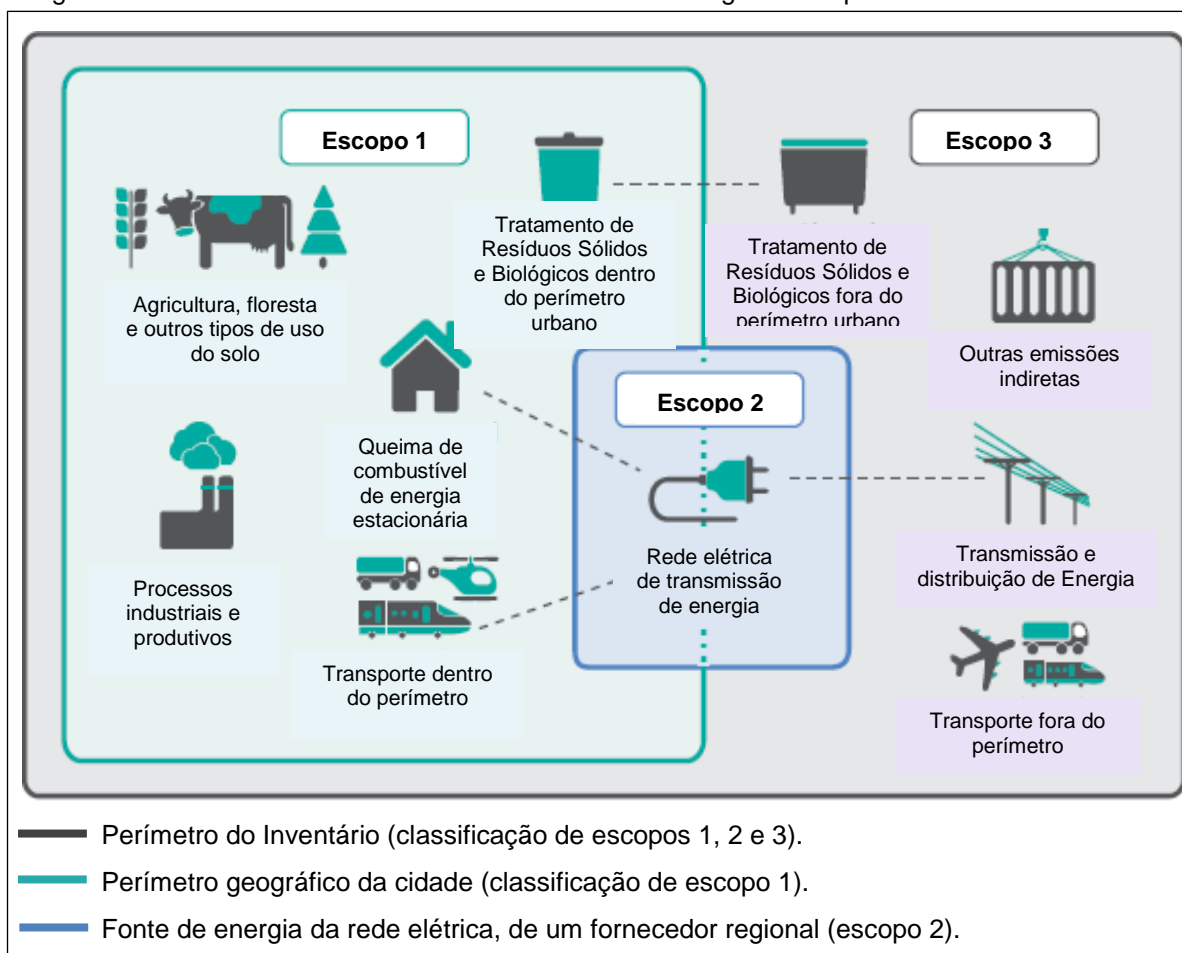
Quadro 13 – Definição de escopos para inventários das cidades.

Escopo	Definição
Escopo 1	Emissões de GEE de fontes localizadas dentro do perímetro da cidade.
Escopo 2	Emissões de GEE que ocorrem como consequência do uso da rede de energia elétrica, aquecimento ou resfriamento dentro do perímetro da cidade.
Escopo 3	Todas as outras emissões que ocorrem fora do perímetro da cidade, como resultado das atividades que ocorrem dentro dos limites da cidade.
Outros do Escopo 3	Emissões relacionadas com bens de consumo e serviços, localizados fora do perímetro das cidades, mas que estão associados à cadeia de fornecedores dos residentes e trabalhadores das cidades. Esta categoria de escopo ainda não possui guia específico para sua quantificação.

Fonte: Adaptado de GPC (2014, p.31, tradução nossa). Disponível em: <http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf>. Acesso em: 07 maio 2016.

As emissões de Escopo 1 também podem ser denominadas “territoriais”, pois ocorrem obrigatoriamente dentro dos limites da cidade. Basicamente, todos os cálculos do Estudo de Caso são referenciados como Escopo 1 (para Energia Estacionária e Transportes) e Escopo 2 (para tratamento de Resíduos que ocorre fora do perímetro do bairro). A imagem 10 a seguir exemplifica os escopos de uma cidade e quais são as fontes de emissão de gases relacionadas com cada um dos escopos (atividades emissoras das cidades), categorizadas conforme os limites geográficos das cidades.

Imagem 10 – Fontes e limites de emissões das cidades categorizadas pelo GPC.



Fonte: Adaptado de GPC (2014, p.32, tradução nossa). Disponível em: http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf. Acesso em: 07 maio 2016.

Os inventários para cidades e para bairros representam entidades explícitas (cidades e bairros localizados dentro das cidades), e podem compartilhar princípios similares de definição de perímetro e metodologias de cálculos. Um ponto fundamental de diferença entre uma contabilização de GEE a nível da cidade e a nível do bairro está diretamente ligada à abrangência do escopo. Enquanto que a nível da cidade uma atividade pode ser classificada como “dentro do perímetro”, no nível do bairro essa mesma atividade pode ser classificada como “fora do perímetro”. Isso significa que as emissões do escopo 2 e 3 podem contabilizar uma porcentagem maior em um bairro e não devem ser negligenciadas. Outra importante diferença é que um dado estatístico no nível do bairro pode não ser tão abrangente quanto um dado da cidade toda, devido à coleta de dados de ‘*Top-down*’ (fator de escalonamento).

f) Requisitos para reportar as emissões.

Após a definição do perímetro geográfico, definição do período de tempo, escolha dos gases a serem apresentados, relação das atividades dentro da cidade/bairro e cálculo da contabilização das emissões, é necessário classificar e reportar os resultados alcançados de forma organizada, que atenda aos atributos qualificados na metodologia e permita a comparação com outros inventários. A metodologia GPC exige que as emissões sejam reportadas por dois métodos complementares, mas distintos entre si:

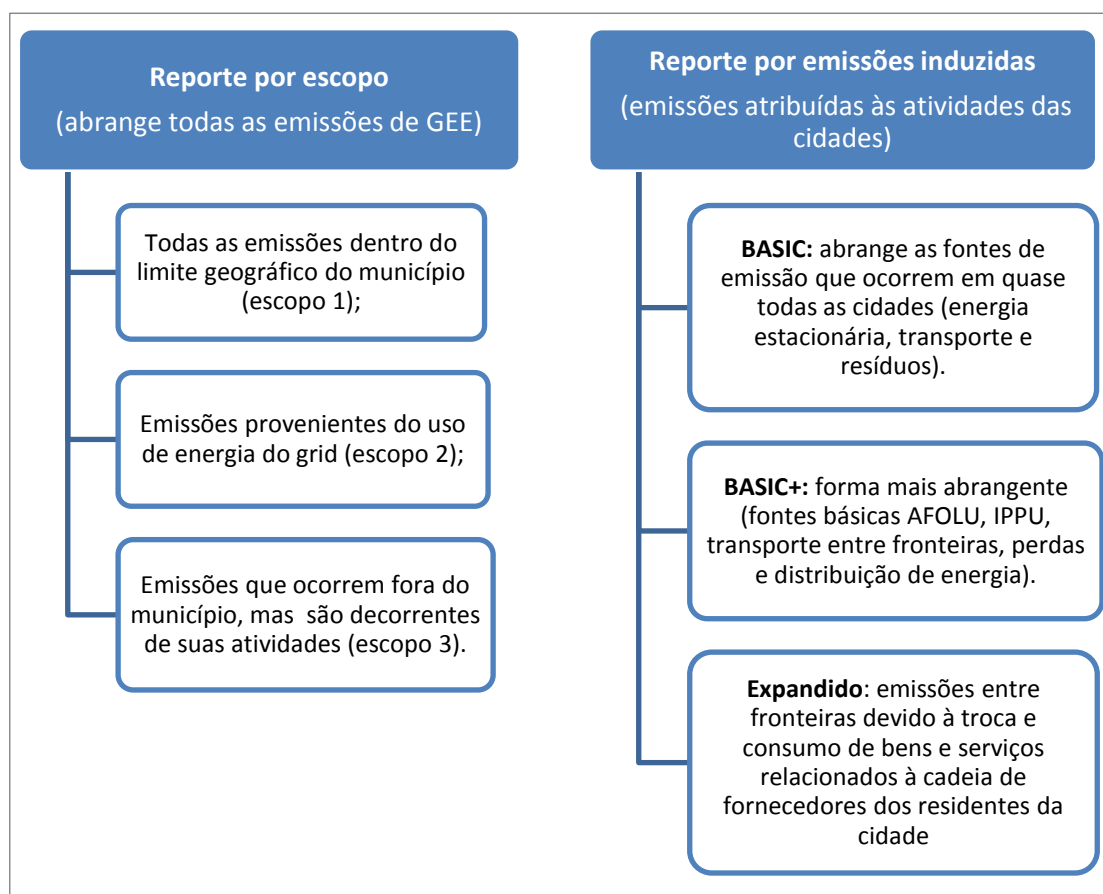
- **Reporte por escopo:** forma de relatar as emissões separadamente, conforme contabilizadas em cada um dos escopos (1, 2 e 3). No estudo de caso referente serão contabilizadas as emissões que são atribuídas às atividades relacionadas dentro do perímetro do bairro, categorizadas como territoriais listadas no escopo 1 (energia e transportes que ocorrem dentro do bairro) e escopo 2 (tratamento de resíduos fora do perímetro do bairro).
- **Reporte por emissões induzidas:** forma de relatar as emissões atribuídas às atividades que acontecem dentro dos limites da cidade, sem necessariamente separar/mensurar por escopo. Atende às fontes de emissões dos escopos 1, 2 e 3 que representam as fontes principais de emissão dentro de quase todas as cidades, e para qual estão disponíveis diversos métodos existentes. Neste item é possível reportar as informações que se classificam em três níveis distintos:
 - **Reporte Básico:** contempla todas as fontes de emissões de escopos 1 e 2 das emissões de fontes das atividades que ocorrem dentro do perímetro das cidades, relacionadas à energia estacionária, fontes móveis (transporte), processos industriais e resíduos gerados e processados dentro da cidade, também as emissões de escopo 3 do setor de resíduos quando o tratamento destes é feito fora do perímetro da cidade.
 - **Reporte Básico +:** contempla todas as emissões do item Básico e também as emissões providas dos setores de Processos Industriais e Uso de Produto (IPPU); Agricultura, Floresta e Uso do solo

(AFOLU); e emissões de escopo 3 do setor de fontes móveis (transporte) relacionadas à transbordo de veículos entre cidades; e transmissão e distribuição de energia.

- **Reporte Expandido:** contempla as emissões dos escopos 1, 2 e 3, incluindo emissões entre fronteiras devido à troca e consumo de bens e serviços relacionados à cadeia de fornecedores dos residentes da cidade. Este formato ainda não está disponível para cálculo e reporte, e deve ser indicado no item “outros do escopo 3”.

O quadro 14 a seguir apresenta um exemplo resumido da classificação de reporte das emissões conforme o escopo ou os tipos de emissões relacionadas às atividades das cidades.

Quadro 14 – Tipos de reportes das emissões das cidades.



Fonte: Elaborado pela autora com base no GPC.

Para aplicação da metodologia no estudo de caso, e conforme as áreas escolhidas para o desenvolvimento deste trabalho, foi possível obter informações parciais dos setores de ‘Energia estacionária’, ‘Transporte’ e ‘Resíduos’, incluindo as informações que atendam aos critérios do nível ‘Básico’, dentro do ‘Reporte por emissões induzidas’.

Desta forma, os dados de atividades relacionadas a transporte, energia estacionária e resíduos do estudo de caso em questão, com base nas informações disponíveis, foram definidos para o reporte do Inventário de GEE do Parque da Cidade. O quadro 15 apresenta os escopos e as fontes de emissão que serão reportadas neste trabalho, referentes ao estudo de caso abordado.

Quadro 15 – Formato de apresentação dos dados do Parque da Cidade.

Setor	Nível BASIC		
	Escopo 1 (Direto)	Escopo 2 (Direto)	Escopo 3 (Direto)
Transporte	Transporte terrestre (queima de combustíveis fósseis) dos residentes e trabalhadores do bairro.	Transporte terrestre dos residentes e trabalhadores do bairro que se deslocam para dentro e fora dele.	
Energia Estacionária	Energia consumida pelos edifícios residenciais e comerciais localizados dentro do perímetro do bairro.	Energia gerada de fontes localizadas fora do perímetro do bairro, que abastecerão os edifícios de dentro do bairro.	
Resíduos	Geração de resíduos (dentro do perímetro do bairro).		Disposição de resíduos (fora do perímetro do bairro – aterro da cidade de São Paulo).

Fonte: Elaborado pela autora.

4.1.2. GPC Protocol: Parte II – Cálculo das emissões de GEE.

A segunda parte da ferramenta GPC fornece especificações globais e detalhadas por setor para o fornecimento de dados e cálculo das emissões. As cidades devem selecionar as metodologias mais adequadas baseadas no propósito do inventário, verificar a disponibilidade de dados necessários para o cálculo e comparar a consistência com o inventário nacional de cada país e/ou outros programas de medição que a cidade participa.

O GPC não exige o uso de uma metodologia específica para calcular os dados de emissões. Ao invés disso, ele somente especifica os princípios e regras para o atendimento do inventário de emissões da cidade como um todo. Basicamente, o GPC recomenda o uso de metodologias alinhadas com o Guia para Inventários Nacionais de GEE do IPCC 2006 (*Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*)⁷³.

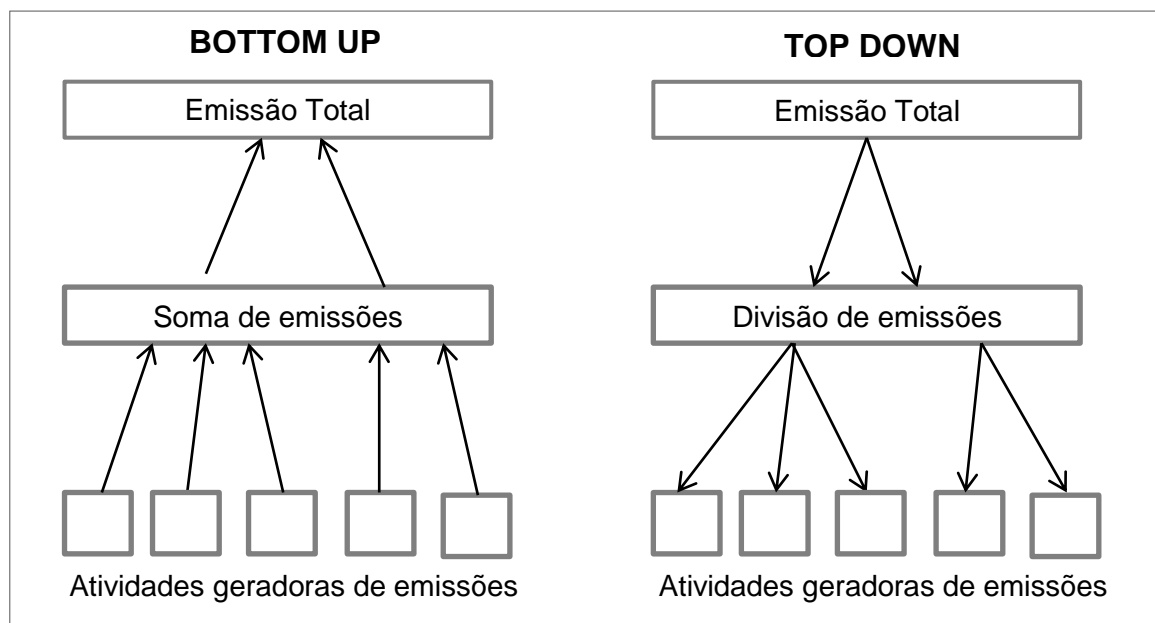
O cálculo das emissões de GEE de uma cidade ou do bairro em questão, pode ser realizado de duas maneiras distintas, conforme diretrizes contidas no IPCC:

- *Bottom-Up* – somam-se as emissões de carbono atribuídas a cada uma das atividades individuais.
- *Top-Down* – divide-se o total de emissões de uma entidade (país, cidade, organização) pelas suas atividades.

As emissões do Estudo de Caso serão reportadas a nível *Bottom-Up* devido à sua característica inicial de mensuração das emissões. Ou seja, uma abordagem *Bottom-Up* parte do princípio que as atividades geradoras de emissões estão sendo calculadas pela primeira vez para a criação de um Inventário de GEE e que a partir dessas informações, será calculada a emissão total do bairro, para fins de comparação com outros bairros e cidades que possuam inventários de emissões.

Já a abordagem *Top-Down* parte do princípio que a cidade ou o bairro já possuem inventários calculados e serão estabelecidas diretrizes para reduzir suas emissões a curto e longo prazo, visando atingir metas de redução estabelecidas previamente. O quadro a seguir apresenta o método de cálculo das duas abordagens.

⁷³ Disponível em: < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>>. Acesso em: 08 maio 2016.

Quadro 16 – Abordagens *Bottom-Up* e *Top-Down*.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em linhas gerais, para quase todas as fontes de emissões, as cidades precisarão estimar suas emissões multiplicando o 'dato de atividade' gerado por um 'fator de emissão' associado à atividade sendo medida, conforme descrito na eq.(1) e eq. (2) a seguir.

$$\text{Dado da atividade} \times \text{Fator de emissão} = \text{Emissão} \quad (1)$$

$$\text{Emissão} \times \text{Global Warming Potencial (GWP)} = \text{Emissão em dióxido de carbono equivalente (CO}_2\text{e)} \quad (2)$$

Fonte: IPCC, 2006.

'Dados de atividade' é uma medida quantitativa de um nível de atividade que resulta nas emissões de GEE que ocorrem dentro de um determinado período de tempo. Exemplos: volume de gás utilizado, quilômetros rodados, toneladas de resíduos enviados para um aterro, etc.

'Fatores de emissão' é a relação entre quantidade de poluição gerada e quantidade de matéria prima transformada ou queimada para este fim, relacionado com a

quantidade de gases de efeito estufa emitida na atmosfera. É um fator relacionado à massa (peso) das emissões de GEE em relação a uma unidade de uma atividade ou a quantidade de um determinado produto ou serviço. Por exemplo, estimar emissões de gás carbônico através do uso de eletricidade envolve multiplicar o dado em Quilowatt-hora (kWh) da energia utilizada, pelo fator (kgCO_2/kWh) de eletricidade, que dependerá do tipo de tecnologia e do tipo de combustível utilizado para gerar eletricidade. Os dados de emissões devem ser relatados como toneladas para cada GEE, bem como por carbono equivalente (CO_2e).

Para o desenvolvimento deste trabalho, serão utilizados os dados disponibilizados pela Odebrecht Organizações Imobiliárias (das atividades referentes ao Parque da Cidade) e a ferramenta de cálculo⁷⁴ do GHG *Protocol* Brasil 2014, que possui bases no IPCC 2006, porém já com todos os dados adaptados para a realidade brasileira (por exemplo, fatores de emissão de energia elétrica criados com base na geração de energia renovável da matriz brasileira). Para cada um dos itens a serem desenvolvidos separadamente, será destacada a fonte do dado utilizado e qual base de referência ele possui.

A ferramenta específica de medição de GEE chamada “Ferramenta de estimativa de gases de efeito estufa para fontes intersetoriais”, que atualmente se encontra na versão “Ferramenta v2014.0”, foi a principal ferramenta utilizada para calcular as emissões do estudo de caso, que permite o cálculo automático das emissões somente com a inclusão dos dados obtidos. Mais informações sobre esta ferramenta e o GHG *Protocol* Brasil estão descritos no item 3.2 deste capítulo.

Os dados de atividade podem ser coletados de diversas fontes, incluindo governo, agências de estatísticas, outros inventários públicos nacionais, universidades, institutos de pesquisas, artigos técnicos e científicos, livros, jornais, revistas e relatórios do setor privado. Em geral, é preferível utilizar dados locais ao invés de dados internacionais, além de serem públicos e providos de fontes seguras de informação, como publicações do governo federal e agências renomadas. Nos exemplos em que os melhores dados disponíveis não atendem, ou não estão alinhados com o limite geográfico da cidade em questão, o dado pode ser adaptado

⁷⁴ Disponível em: < <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>>. Acesso em: 08 maio 2016.

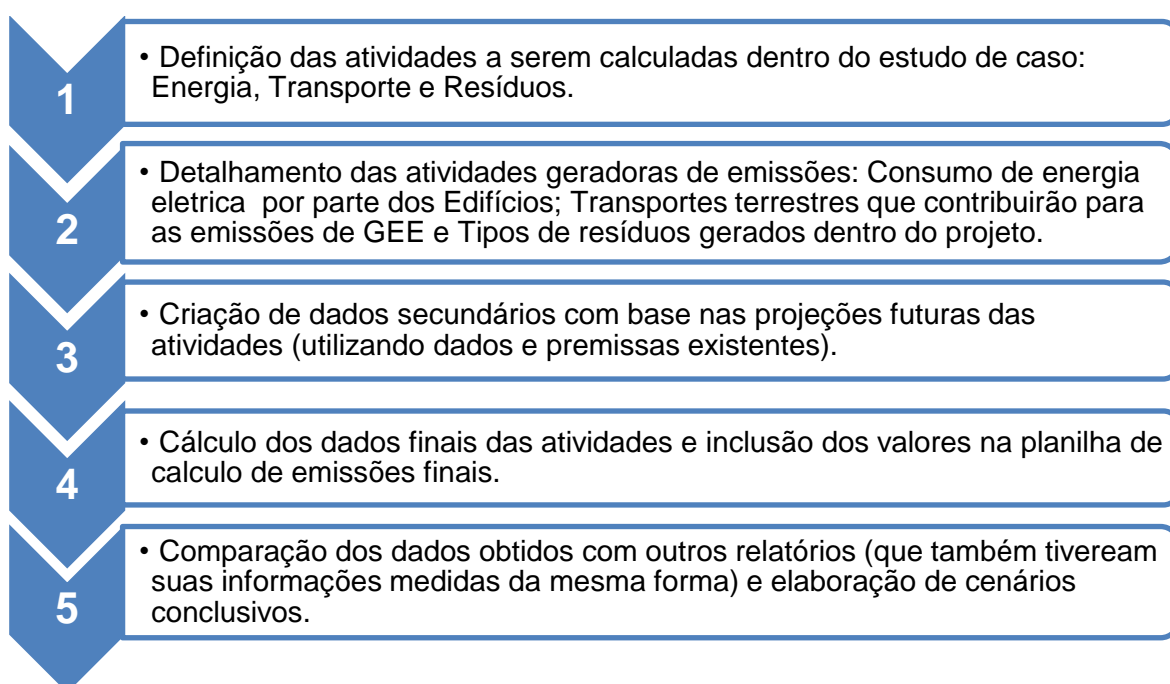
utilizando um fator de escalonamento, para que atenda ao limite do inventário estipulado e/ou o ano de referencia escolhido como base do inventário. Todos os dados referenciados neste trabalho serão destacados sua fonte e lógica utilizada para o escalonamento do bairro em questão, apresentados no capítulo 4 a seguir.

Os dados de atividades coletados são os dados de consumo dentro de uma cidade ou bairro, que acarretam emissões de gases de efeito estufa como, por exemplo, consumo de energia elétrica, consumo de combustíveis (transporte) e geração de resíduos (aterros, incineração).

Todos os dados coletados para a criação do inventário de GEE do Estudo de Caso em questão estão relacionados no capítulo 4 deste trabalho, incluindo as fontes consultadas e a linha de pensamento adotada para a definição das estimativas futuras do bairro. Todas as informações provêm de dados fornecidos pelo proprietário do Estudo de Caso (Odebrecht Realizações Imobiliárias) e/ou criados a partir de estimativas alinhadas com dados já existentes, definidas conforme linha de raciocínio distinta adotada para cada um dos itens relacionados no trabalho.

Basicamente, a linha de raciocínio adotada para a definição dos dados de atividade segue a sequência apresentada no quadro 17 a seguir.

Quadro 17 – Linha de raciocínio adotada para a definição dos dados de atividades relacionados ao Estudo de Caso deste trabalho.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.1.3. GPC Protocol: Parte III – Gerenciamento da qualidade do inventário e verificação.

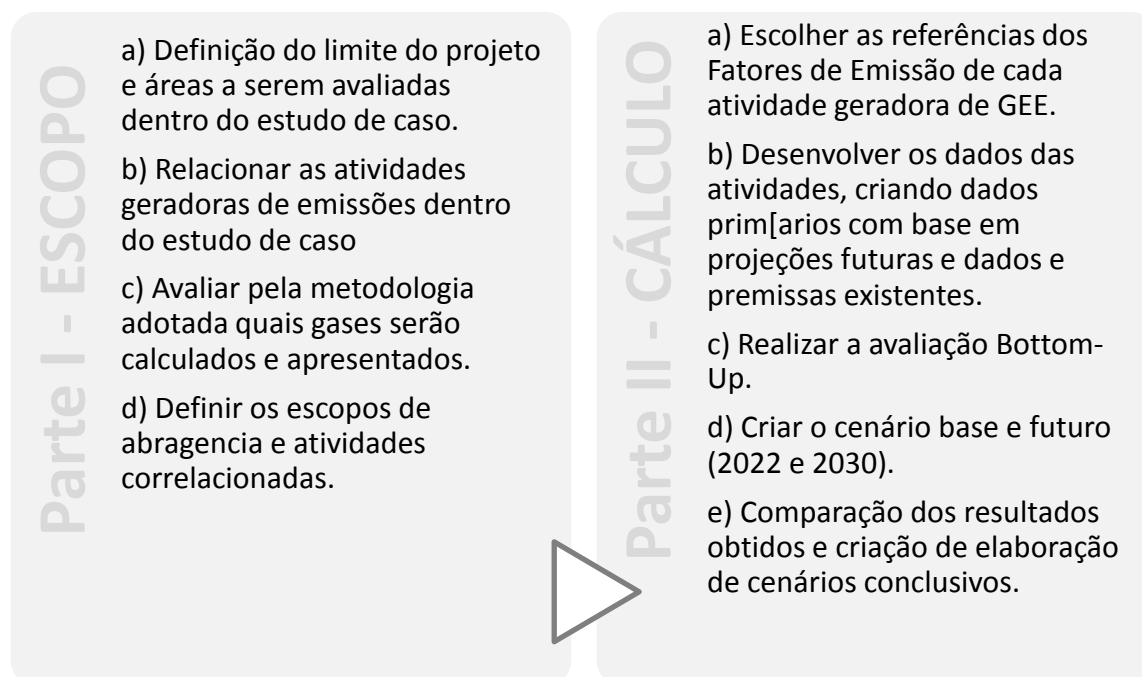
Esta parte refere-se à qualificação dos resultados obtidos e gestão dos dados ao longo do tempo. A metodologia GPC não exige que as cidades verifiquem os resultados obtidos por uma empresa de terceira parte, porém, recomenda que as cidades escolham o nível e o tipo de verificação que atenda suas necessidades e capacidades, ficando a seu critério se irão verificar os cálculos internamente ou por uma empresa de terceira parte. A verificação envolve uma avaliação da abrangência e precisão dos dados relatados.

As cidades podem verificar os dados e resultados alcançados para demonstrar que os cálculos estejam de acordo com os requerimentos do GPC, fornecendo confiança aos usuários de que as emissões de GEE são exatamente uma reflexão justa das atividades da cidade. Isso pode ser utilizado para aumentar a credibilidade das informações sobre emissões auditadas por terceira parte e aumentar a confiança nos dados utilizados para a criação de planos de redução de emissões, definição de metas e rastreamento do desempenho. A verificação pode ser realizada pela mesma organização que conduziu a aplicação da metodologia (auto verificação), ou por uma organização independente (verificação de terceira parte).

Para gerenciar a qualidade dos inventários ao longo do tempo, as cidades devem estabelecer um plano de gestão para o processo do inventário. O projeto de gestão de inventário deve proporcionar a seleção, aplicação e atualização das metodologias aplicadas, conforme novos dados tornem-se disponíveis.

Para este trabalho, não será desenvolvida nenhuma verificação, tendo em vista o caráter introdutório e de pesquisa acadêmica que possui. Desta forma, serão aplicadas somente as partes I e II da metodologia GPC (que consiste na definição do escopo e cálculo das emissões), para fins de pesquisa e avaliação dos dados e resultados obtidos. O quadro x a seguir apresenta o resumo das partes utilizadas como referência para o desenvolvimento deste trabalho.

Quadro 18 – Resumo da aplicação da metodologia do GPC no Parque da Cidade.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.2. Greenhouse Gas Protocol 2001 – GHG Protocol.

Enquanto que o GPC *Protocol* desenvolve a metodologia para a definição do perímetro, escopo e formas de reporte de emissão de inventários urbanos; o GHG *Protocol* desenvolve a metodologia de calculo das emissões relacionadas com qualquer atividade humana de impacto que emita GEE.

O GHG *Protocol*⁷⁵ é uma ferramenta utilizada para entender, quantificar, gerenciar e reportar as emissões de GEE na atmosfera. Originalmente desenvolvida em 1998 pelo *World Resources Institute* (WRI) e o *World Business Council on Sustainable Development* (WBCSD), hoje é o método mais utilizado mundialmente pelas empresas e governos para a realização de inventários de GEE. É uma metodologia compatível com a norma ISO 14.064 e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).

⁷⁵ Disponível em: < <http://www.ghgprotocol.org/>>. Acesso em: 07 maio 2016.

Dentre as características dessa ferramenta destacam-se o fato dela oferecer uma estrutura para contabilização de GEE; possuir caráter modular e flexível; apresentar neutralidade em termos de políticas ou programas e ainda o fato de ser baseada em um amplo processo de consulta pública.

Em 2008, o método foi adaptado ao contexto nacional pelo GVces⁷⁶ e WRI (*World Resources Institute*), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, o CEBDS (Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável), o WBSCD (*World Business Council for Sustainable Development*) e 27 empresas fundadoras, com o intuito de instalar no país uma cultura permanente de inventários de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) corporativos.

A aplicação no Brasil acontece de modo adaptado ao contexto nacional. O Programa Brasileiro organiza grupos de trabalho junto às empresas participantes, para o aperfeiçoamento do método e desenvolvimento de novas ferramentas de acordo com a realidade brasileira. Alguns diferenciais do Programa Brasileiro GHG *Protocol* incluem: contabilização, cálculo, elaboração e publicação do relatório de GEE em base voluntária; capacitação de empresas e organizações; plataforma online para divulgação pública dos inventários; espaço de intercâmbio de informações entre instituições públicas e privadas e modelos de gestão.

O GHG *Protocol Corporate Standard* define os escopos para a contabilização de emissões de uma empresa, também divididos em escopo 1, 2 e 3. A estrutura dos escopos é comumente adotada por empresas e foi adaptada pelo GPC para atender os perímetros geográficos das cidades. O quadro 19 a seguir, compara a definição de escopos para empresas e para cidades.

O GHG *Protocol* Brasil dispõe de uma ferramenta de cálculo que auxilia os gestores no processo de elaboração do inventário de GEE, por meio da “Ferramenta de estimativa de gases de efeito estufa para fontes intersetoriais”. Esta ferramenta disponível gratuitamente ao público ajuda às empresas brasileiras a calcularem suas emissões com base nos dados calculados para o país no último ano de referência.

⁷⁶ Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas.

Quadro 19 – Definição de escopos para inventários de empresas e de cidades/bairros.

	Empresa	Cidade
Escopo 1	Todas as emissões diretas de fontes que são da empresa ou controladas pela empresa.	Emissões de GEE de fontes localizadas dentro do perímetro da cidade/bairro.
Escopo 2	Emissões indiretas relacionadas à energia (compra, aquecimento, resfriamento), consumida pela empresa.	Emissões de GEE que ocorrem como consequência do uso da rede elétrica, dentro do perímetro da cidade/bairro.
Escopo 3	Todas as emissões indiretas que são consequências das atividades da empresa.	Todas as emissões indiretas que ocorrem fora do limite da cidade/bairro como resultado das atividades que estão dentro do perímetro da cidade/bairro.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os fatores de emissão sugeridos na ferramenta são baseados em publicações reconhecidas internacionalmente, como os métodos do IPCC (200, 2006), da US-EPA, da DEFRA, entre outros. Alguns fatores de emissão padrão (*default*) sugeridos nessa ferramenta devem ser utilizados nos cálculos na falta de um fator de emissão específico local. Todos os cálculos do Estudo de Caso deste trabalho foram realizados utilizando esta ferramenta, que possui acesso público e permite que as empresas calculem e relatem suas emissões de forma voluntária.

Além disso, as informações geradas nos inventários de GEE podem ser publicadas nos relatórios e questionários de organizações que dispõe essas informações e permitem a comparação das emissões entre empresas do mundo todo. Esse tipo de iniciativa é difundido no mundo todo e tem crescido exponencialmente nos últimos anos, conforme o mercado de carbono e a sustentabilidade ambiental empresarial tornam-se fundamentais para a continuidade dos negócios. A iniciativa privada e publica visualizam o reporte de seus dados e as ações para redução de emissões de GEE como benefícios tangíveis de reconhecimento e valorização de negócio, e ainda auxiliam os agentes na definição de estratégias para mitigação de GEE. A própria ferramenta GHG *Protocol* Brasil permite o registro público de emissões⁷⁷ por meio de uma plataforma online de registro, sendo considerada a primeira ferramenta

⁷⁷ Disponível em: < *Carbon Disclosure Project*>. Acesso em: 07 maio 2016.

deste tipo no país. Ainda, outras organizações internacionais possuem plataformas de reporte de dados de emissões de GEE como o *Carbon Disclosure Project* (CDP)⁷⁸, o Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial (ISE)⁷⁹ e o *Global Reporting Initiative* (GRI)⁸⁰.

⁷⁸ Disponível em: < <https://www.cdp.net/en-US/Pages/HomePage.aspx>>. Acesso em: 07 maio 2016.

⁷⁹ Disponível em: < http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/indices/indices-de-sustentabilidade/indice-de-sustentabilidade-empresarial-ise-1.htm>. Acesso em: 07 maio 2016.

⁸⁰ Disponível em: < <https://www.globalreporting.org/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 07 maio 2016.

5. Aplicação do Método no Estudo de Caso e Análise

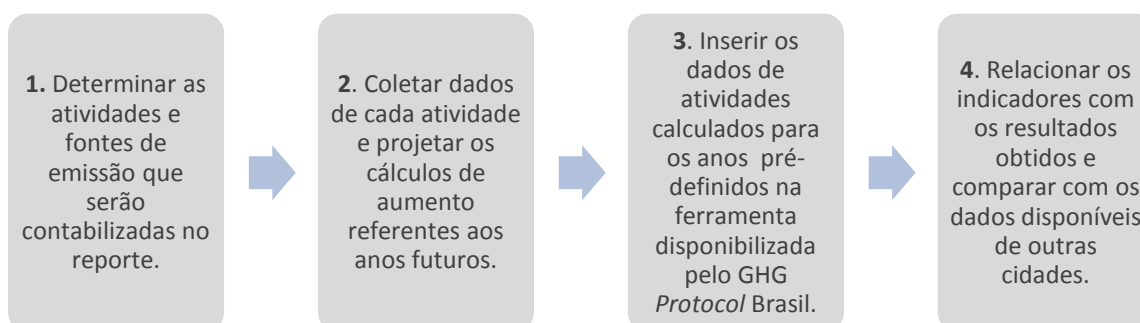
A aplicação do método no estudo de caso consiste basicamente em coletar os dados existentes do estudo de caso, desenvolver as premissas de projeções futuras de ocupação relacionadas com as atividades a serem avaliadas (transportes, energia e gestão de resíduos) com base nos dados históricos existentes, e então calcular as emissões dos anos futuros, com base nos dados encontrados.

Serão calculadas as emissões para os anos de 2022 e 2030, pois o primeiro refere-se ao ano de finalização e entrega do empreendimento, enquanto que o segundo é o ano em que o empreendimento será considerado completamente ativo, com toda a sua ocupação vigente e em plena operação. Adicionalmente, o ano de 2030 é o ano comumente utilizado como referência em outros inventários de emissões para estipular um prazo de projeções futuras. Desta forma, será possível estabelecer comparativos com outros inventários e emissões de outras cidades, consolidando cenários de projeção futura com base no mesmo ano pré-estabelecido.

Muito dos dados existentes (concedidos pelo proprietário do projeto do estudo de caso) serão os mesmos considerados para o ano de 2022, pois esta é a previsão da conclusão do mesmo com estimativas dos consumos e projeções de uso. A maior parte dos dados criados estão relacionados com as projeções para 2030 com base nos dados históricos, devido à projeção de cenário de consolidação.

A aplicação do método consiste em quatro etapas, apresentadas na imagem 11.

Imagem 11 – Passos para a aplicação do método no estudo de caso.



Fonte: Elaborado pela autora.

1. Determinar as atividades e fontes de emissão que serão contabilizadas no reporte. A determinação da fronteira não consiste apenas no espaço físico delimitado pelo perímetro do bairro, mas também corresponde à definição das fontes de emissão relacionadas com as atividades localizadas dentro do bairro. Dentro do escopo de avaliação, as fontes de emissão consideradas em uma cidade são: Energia Estacionária; Transporte; Resíduos; Processos industriais e uso de produto (IPPU – *Industrial processes and product use*); Agricultura, floresta e outros tipos de uso do solo (AFOLU - *Agriculture, forestry, and other land use*). Dentre elas, foram definidas três áreas de análise para o bairro estudado, conforme diretrizes do próprio projeto do bairro:

- Demanda do Setor de Transportes – equivalente ao escopo 1 das fontes de emissão conforme o Programa GPC e escopo 3 das fontes de emissão conforme o Programa GHG *Protocol* Brasil.
- Consumo do Setor de Energia – equivalente ao escopo 2 das fontes de emissão conforme o Programa GPC e também Programa GHG *Protocol* Brasil.
- Gestão do Setor de Resíduos – equivalente ao escopo 3 das fontes de emissão (Programa GPC) e escopo 1 das fontes de emissão conforme o Programa GHG *Protocol* Brasil.

Essas três áreas serão avaliadas no estudo de caso, dentro dos limites do perímetro do projeto. Não foram consideradas outras áreas explicitadas na metodologia do GPC devido à falta de aplicabilidade ao estudo de caso em função de limitações de projeto arquitetônico, fronteiras estabelecidas ou outros. Itens como, por exemplo, processos industriais, agricultura, floresta e uso do solo, comumente avaliados em inventários para cidades, não foram considerados neste estudo de caso.

2. Coletar dados de cada atividade e projetar os cálculos de aumento referentes aos anos futuros. Se necessário, serão feitas adaptações de dados existentes para calcular as projeções futuras (métodos de escalonamento para atender ao item especificado), que serão demonstrados e detalhados o passo-a-passo para cada um dos casos.

3. Inserir os dados de atividades calculados para os anos definidos na ferramenta disponibilizada pelo GHG *Protocol* Brasil. Os resultados são automáticos e utilizam os dados atualizados para a realidade brasileira.

4. Relacionar os indicadores com os resultados obtidos e comparar com os dados disponíveis de outras cidades. Os resultados devem ser apropriados para comparação entre si, permitindo adaptações de outros inventários para atender às escalas definidas pelo projeto.

Para facilitar o entendimento das etapas do método, os cálculos e o raciocínio lógico serão apresentados por atividade geradora de emissões dentro do estudo de caso. Cada atividade será apresentada de forma independente nos itens a seguir, porém com resultados comparativos ao final.

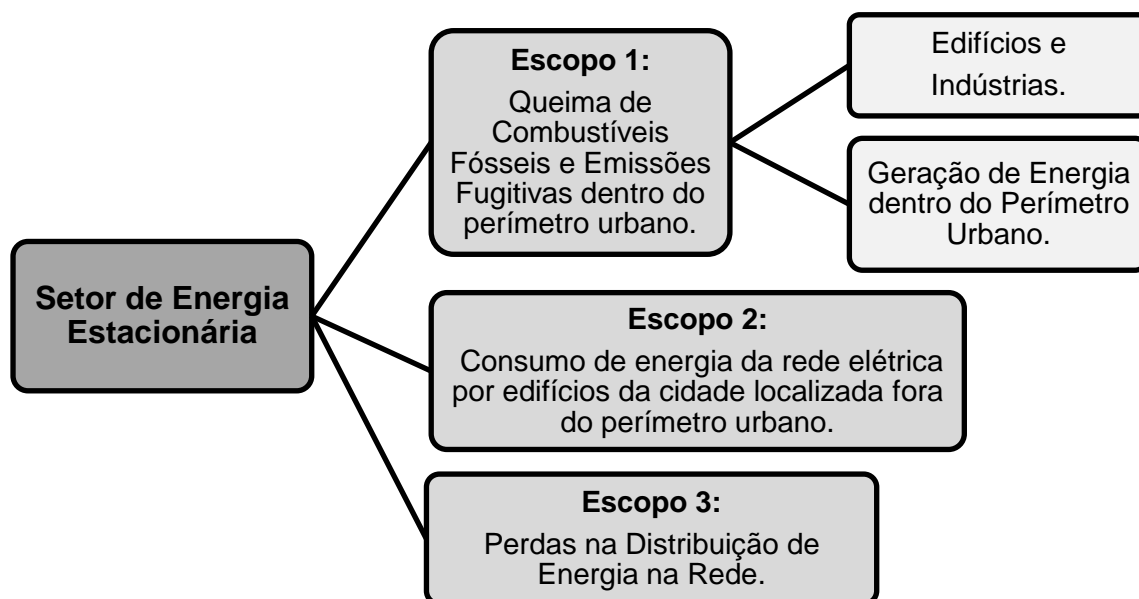
5.1. Energia Estacionária

As fontes de consumo de energia são um dos maiores contribuidores das emissões de GEE de uma cidade. Essas emissões originam da queima de combustíveis fósseis na matriz de geração de energia e das emissões fugitivas liberadas no processo de geração, entrega e consumo de energia.

As emissões contabilizadas de GEE do setor de energia são oriundas de algumas atividades específicas como queima de combustíveis, emissões fugitivas de combustíveis e armazenamento geológico de dióxido de carbono (CO₂). Elas podem ser classificadas por escopo ou por subsetores do Setor de Energia. A estrutura classificada por escopo com base nas diretrizes apresentadas pelo GPC é apresentada na imagem 12.

No município de São Paulo, onde o objeto de estudo em questão está localizado, não realiza a atividade de armazenamento geológico de dióxido de carbono (CO₂). Desta forma, as emissões de GEE contabilizadas para o setor de energia restringem-se a dois itens apenas: 'queima de combustíveis' e 'emissões fugitivas' dentro do perímetro urbano.

Imagem 12 – Estrutura de categorização de emissões por escopo do setor de energia.



Fonte: Elaborado pela autora, com base em GPC *Protocol*.

O setor de Energia Estacionária é dividido em nove subsetores. Sete dos nove subsetores produzem emissões da geração e do consumo de energia, enquanto que os dois últimos estão relacionados com emissões fugitivas das atividades relacionadas com combustíveis, conforme listagem a seguir. A classificação por subsetores do setor de energia considera que a queima de combustíveis provém da geração de energia elétrica para um determinado consumo final, sendo ele edificações, atividades específicas ou emissões fugitivas da rede. Os subsetores de energia estacionária são:

- Edifícios residenciais;
- Edifícios comerciais, institucionais e instalações;
- Indústrias de manufatura e de construção;
- Indústria de energia;
- Agricultura, floresta e atividades de pesca;
- Fontes não específicas;
- Emissões fugitivas de mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão;
- Emissões fugitivas de sistemas de petróleo e gás natural.

Dentre os subsetores de energia estacionária considerados na metodologia GPC, serão incluídos neste trabalho apenas o consumo de energia dos setores de edifícios residenciais e comerciais, as duas únicas tipologias construtivas inseridas no estudo de caso. Será excluído deste cálculo o consumo energético da indústria, bem como os outros tipos de geração energética no município e suas respectivas emissões fugitivas. Alguns inventários consideram o setor de transporte dentro do setor de energia, e o relacionam como sendo uma fonte móvel (oposta da fonte estacionária). Porém, o GPC listou o setor de transporte separadamente do setor de energia, sabendo que este é um dos setores que mais geram emissões de GEE à atmosfera e necessitam ser avaliados separadamente do consumo energético.

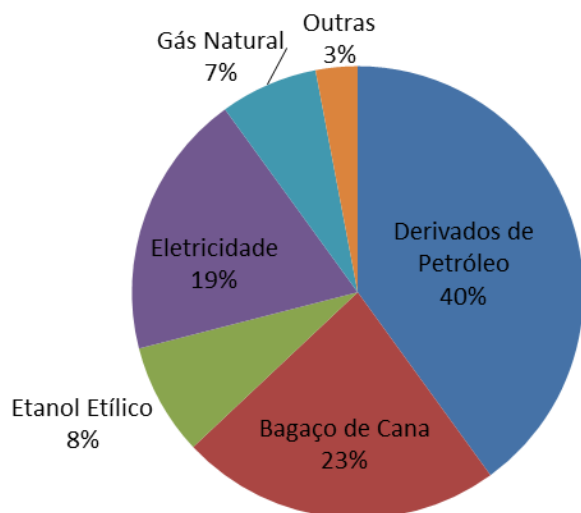
As cidades podem possuir usinas geradoras de energia localizadas dentro do perímetro geográfico da cidade, mas na maior parte dos casos as cidades não conseguem provar que o consumo de uma edificação provém de uma determinada fonte de energia gerada localmente. Desta forma, fontes de geração de energia devem ser consideradas como escopo 1 (pois é possível determinar o local de geração) e fontes de consumo de energia devem ser consideradas como escopo 2 (pois não é possível determinar o local de geração).

A eletricidade é a forma mais comum de consumir energia de uma rede elétrica dentro de uma cidade. Basicamente, as emissões do estudo de caso provêm da energia elétrica, mas não é possível avaliar exatamente a influência das distintas fontes de geração elétrica no consumo de cada bairro da cidade. Por este motivo que diferentes fontes estacionárias de consumo energético foram excluídas deste escopo. A queima de combustíveis da indústria de transformação, tais como gás natural, GLP (gás liquefeito de petróleo) e outros óleos combustíveis possuem uma representatividade pequena nos setores residenciais e comerciais, desta forma, a interferência no consumo final do Parque da Cidade não sofrerá grandes alterações. A composição da matriz energética final no município de São Paulo em 2010 e a participação setorial da demanda energética no estado de São Paulo em 2005 e 2035, conforme publicados no Plano Paulista de Energia 2020⁸¹ apresenta, que basicamente, as outras fontes de consumo energético além da eletricidade, servem

⁸¹ Secretaria de Energia e Mineração do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.energia.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 maio 2016.

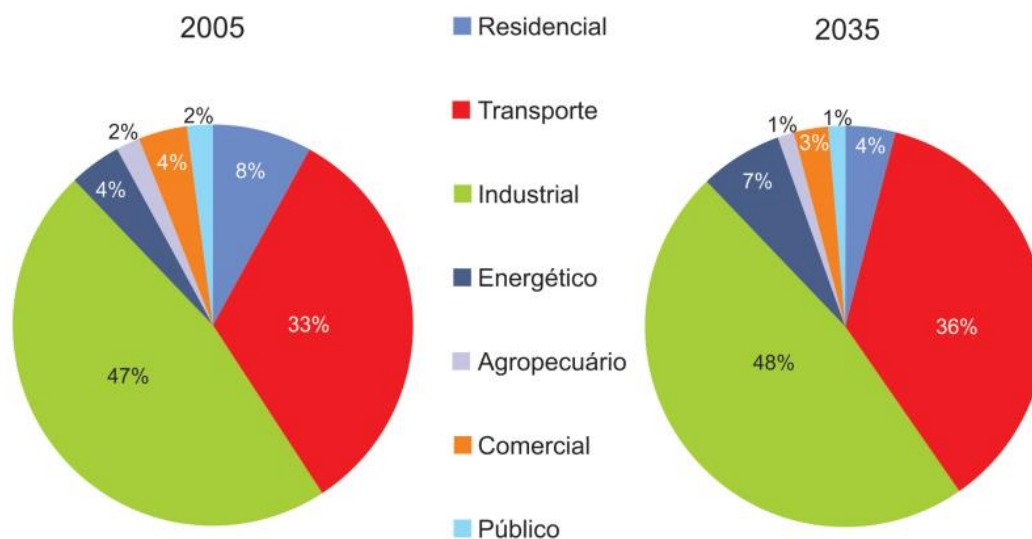
para abastecer a indústria e o setor de transportes, totalizando mais de 80% do consumo total de energia do município.

Gráfico 7 – Consumo final de energia em São Paulo no ano de 2010.



Fonte: Plano Paulista de Energia, 2012.

Gráfico 8 – Participação setorial na demanda energética do Estado de São Paulo.



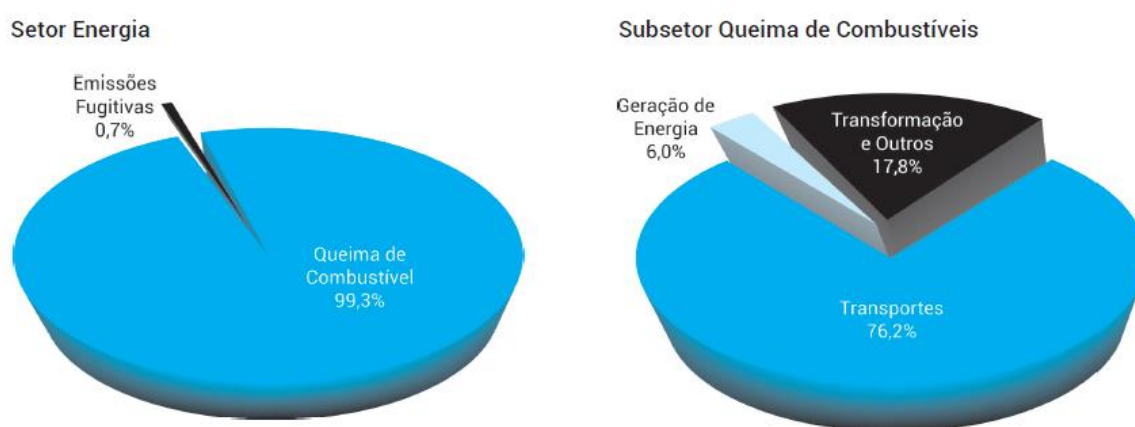
Fonte: Matriz Energética do Estado de São Paulo 2035

Fonte: Plano Paulista de Energia, 2012.

Além disso, o perfil de emissões percentuais do setor de Energia e do subsetor 'Queima de Combustíveis', no município de São Paulo em 2011, mostra que a representatividade da geração de energia é de somente 6%, conforme o Inventário

de GEE do Município de SP. Conforme citado anteriormente, o inventário de São Paulo incluiu os transportes no subsetor 'queima de combustíveis', dentro do 'setor de energia' e não separadamente, como o GPC considera. Esta é uma forma de apresentar os dados referentes ao consumo de combustíveis (tanto para transporte urbano, quanto para geração de energia), porém distorcido da realidade, onde o setor de geração e consumo de energia não possui relação direta com fontes móveis de consumo.

Gráfico 9 – Perfil das emissões percentuais do setor Energia e do subsetor Queima de Combustível em 2011.



Fonte: Inventário de GEE do Município de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/menu/index.php?p=167735>. Acesso em 28 maio 2016.

A energia elétrica consumida no Parque da Cidade, assim como em todo o município de São Paulo, é proveniente do SIN⁸². Isto significa que a energia consumida em todo o município foi gerada em diversas regiões do país para suprir a demanda do município. A contabilização das emissões na geração de energia elétrica foi baseada na quantidade de eletricidade consumida pelos edifícios residenciais e comerciais do bairro em questão e no fator de emissão médio do sistema SIN, o qual é composto por diferentes fontes (hidrelétricas, termoelétricas, eólicas, entre outras fontes).

⁸² Sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil, considerado um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. O Sistema Interligado Nacional é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Apenas 1,7% da energia requerida pelo país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica.

Para calcular o consumo dos setores residencial e comercial dentro do perímetro definido, é necessário considerar as unidades individuais residenciais e comerciais que serão conectadas à rede elétrica. Ou seja, se um edifício possuir 200 unidades de apartamentos, deve ser considerado 200 consumidores individuais neste edifício.

Foi levado em consideração que em 2022 o empreendimento ainda não estará em sua ocupação total, possuindo diversos imóveis vagos, tanto para os edifícios comerciais, quanto para os residenciais e de escritório. Será considerada a taxa de vacância (relação entre o volume de imóveis disponíveis e o volume total existente), como um dado equivalente aos imóveis que estarão vazios ainda na entrega do empreendimento em 2022. Utilizando como referência os dados da taxa de vacância dos imóveis em São Paulo, conforme estudos realizados pela *Cushman & Wakefield*, nas pesquisas *Marketbeat* de 2010 a 2014⁸³, apresentados na tabela 6, foi calculada a taxa de vacância média dos últimos 5 anos de 13,8%.

Tabela 6 – Taxa de vacância em São Paulo nos últimos 5 anos.

Ano	Taxa de Vacância
2014	22,8%
2013	17,2%
2012	13,2%
2011	8,4%
2010	7,5%

Fonte: Relatório *Marketbeat*, *Cushman & Wakefield*, 2014.

Conforme dados do Parque da Cidade⁸⁴, o empreendimento possuirá as seguintes unidades individuais disponíveis, quando completamente ocupado em 2030:

- Comercial (compreende torres corporativas, torre *office*, hotel, quiosques, restaurantes e lojas) – total de 1.275 unidades individuais.
- Residencial (compreende 3 torres residenciais) – total de 328 unidades individuais).

⁸³ Disponível em:

<http://www.cushmanwakefield.com/~media/marketbeat/2014/02/Brazil_Americas_MarketBeat_Office_Portuges_Q42013.pdf>. Acesso em 15 junho 2016.

⁸⁴ Disponíveis no Anexo B deste trabalho.

Desta forma, ao aplicar a taxa de vacância média de 13,8% para o ano de 2022, o empreendimento possuirá as seguintes unidades ocupadas:

- Comercial – 1.099 unidades ocupadas
- Residencial – 283 unidades ocupadas

Para 2030 será considerado que o empreendimento possuirá sua ocupação total e, portanto, todas as unidades disponíveis estarão ocupadas.

O segundo passo é calcular qual o consumo médio por unidade habitacional e comercial no município de São Paulo, para alcançar o total consumido nos anos referentes. Conforme dados do Balanço Energético do Estado de São Paulo, os consumos por habitantes e tipologias da cidade de São Paulo, considera o consumo total por classe representado em GWh (residencial, industrial, comercial e demais), dividido pelo número de consumidores (unidades individuais conectadas à rede elétrica). O resultado é a média anual de consumo por consumidor, representada em kWh por ano, descritos na tabela 7.

Tabela 7 – Consumo por consumidor no Estado de São Paulo – Média anual em KWh.

Discriminação	Anos					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Residencial	2.381,9	2.413,4	2.450,2	2.503,0	2.492,0	2.479,7
Industrial	408.175,0	434.532,2	463.310,8	456.028,6	447.572,6	421.051,8
Comercial	21.493,5	22.750,8	23.795,4	24.879,6	25.757,3	27.462,3
Demais	36.029,2	37.178,6	37.551,8	37.885,3	38.036,5	38.636,9
Total	7.718,7	7.978,4	8.029,0	8.043,0	7.951,8	7.791,0

Fonte: Balanço Energético do Estado de São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.energia.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/731.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

O Plano Nacional de Energia 2030 prevê alguns cenários de crescimento do consumo energético, conforme a variação econômica do país, crescimento populacional e disponibilidade de fontes energéticas. Enquanto que o cenário A representa o melhor cenário em termos de crescimento econômico e populacional, o cenário C representa a dinâmica de baixo crescimento econômico dos últimos 20 anos.

Tabela 8 – Projeções do Consumo Final de Energia no Brasil – Setores (milhares de tep).

	2005	2010	2020	2030	$\Delta\%$ ao ano 2005-2030
CENÁRIO A	165.044	207.334	309.268	474.014	4,3
Agropecuário	8.358	10.985	17.443	28.602	4,6
Comercial/Público	8.904	11.338	18.406	34.046	5,5
Transportes	52.459	65.783	95.794	151.856	4,3
Industrial	73.496	96.787	147.349	217.186	4,4
Residencial	21.827	22.442	30.278	42.327	2,7
CENÁRIO B1	165.044	206.149	288.658	402.821	3,6
Agropecuário	8.358	10.456	14.997	21.339	3,8
Comercial/Público	8.904	11.165	16.430	26.955	4,5
Transportes	52.459	65.898	92.655	139.119	4,0
Industrial	73.496	94.791	135.357	179.948	3,5
Residencial	21.827	23.839	29.223	40.461	2,5
CENÁRIO B2	165.044	206.328	267.925	356.285	3,1
Agropecuário	8.358	10.455	13.298	17.751	3,1
Comercial/Público	8.904	11.178	15.113	23.089	3,9
Transportes	52.459	66.172	84.589	115.863	3,2
Industrial	73.496	94.690	123.481	156.412	3,2
Residencial	21.827	23.834	31.446	43.172	2,8
CENÁRIO C	165.044	200.013	243.649	309.283	2,5
Agropecuário	8.358	9.609	12.095	15.796	2,6
Comercial/Público	8.904	10.745	14.023	20.024	3,3
Transportes	52.459	63.900	74.845	95.315	2,4
Industrial	73.496	92.513	113.426	138.669	2,6
Residencial	21.827	23.247	29.260	39.480	2,4

Fonte: Plano Nacional de Energia 2030, 2007. Disponível em:
http://www.epe.gov.br/PNE/20080111_1.pdf. Acesso em: 15 junho 2016.

Desta forma, para calcular a projeção futura de consumo médio por consumidor, será considerada a média das projeções futuras para os setores residencial e comercial. Considerado uma variação de 2,6% ao ano para o consumo residencial e de 4,3% ao ano para o consumo comercial/público, obtêm-se os seguintes valores descritos na tabela 9.

Tabela 9 – Projeção do consumo médio por consumidor no Estado de São Paulo até 2030 (unidades individuais conectadas à rede elétrica) – Média Anual em kWh.

Ano	Consumo Residencial (Δ 2,6% ao ano)	Consumo Comercial (Δ 4,3% ao ano)
2009	2.381,90	21.493,50
2010	2.413,40	22.750,80
2011	2.450,20	23.795,40
2012	2.503,00	24.879,60
2013	2.492,00	25.757,30
2014	2.479,70	27.426,30
2015	2.544,17	28.605,63
2016	2.610,32	29.835,67
2017	2.678,18	31.118,60
2018	2.747,82	32.456,70
2019	2.819,26	33.852,34
2020	2.892,56	35.307,99
2021	2.967,77	36.826,24
2022	3.044,93	38.409,76
2023	3.124,10	40.061,38
2024	3.205,33	41.784,02
2025	3.288,66	43.580,74
2026	3.374,17	45.454,71
2027	3.461,90	47.409,26
2028	3.551,91	49.447,86
2029	3.644,26	51.574,12
2030	3.739,01	53.791,80

Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto, ao multiplicar a quantidade de consumidores do Parque da Cidade (unidades individuais residenciais e comerciais), com o consumo médio do município, teremos os seguintes consumos e emissões para os anos de 2022 e 2030, descritos na tabela 10.

Tabela 10 – Consumo total de energia elétrica para o setor Residencial do Parque da Cidade, nos anos de 2022 e 2030, em KWh e MWh.

	Residencial (KWh/ano)	Residencial (MWh/ano)
2022	861.715,19	861,80
2030	1.226.395,28	1.226,40

Fonte: Elaborado pela autora.

Dado importante a ser considerado, é em relação ao consumo de energia elétrica do Shopping Center, localizado no Setor A do empreendimento. Para esta tipologia construtiva não será considerada as unidades individuais de consumo, pois não existe ainda a definição da planta arquitetônica do shopping com as quantidades de lojas, mas sim, o consumo energético por metro quadrado construído.

Conforme um levantamento realizado e publicado no final de 2005 em conjunto com o IAB-RJ, Procel Edifica e Eletrobrás⁸⁵ é possível afirmar que os shoppings centers no Brasil são grandes consumidores de energia elétrica. Seus indicadores de consumo mensal de energia por área locável variam entre 30 kWh/m² e 70 kWh/m². Considerando a média entre esses valores de 50 kWh/m², e a área construída do shopping-center localizado no Parque da Cidade de 19.104,97 m², o shopping em questão consumirá 955.248,5 kWh por mês, totalizando o consumo de 11.462.982 kWh por ano, em 2022. Aplicando a mesma variação de 4,3% ao ano de consumo de energia elétrica no setor comercial, em 2030 o shopping-center estará consumindo 16.053.586,70 kWh ao ano.

Ao somar as quantidades de consumo do Shopping Center, ao consumo total do setor comercial do empreendimento para os anos de 2022 e 2030, obtêm-se os seguintes valores descritos na tabela 11.

⁸⁵ Disponível em: <http://www.viavelarquitectura.com.br/noticias_interna.php?id=13>. Acesso em: 20 maio 2016.

Tabela 11 – Consumo total de energia elétrica do setor Comercial do Parque da Cidade, incluindo o consumo do Shopping Center, nos anos de 2022 e 2030, em KWh/ano e MWh/ano.

	Comercial Edifícios (KWh/ano)	Comercial Edifícios + Shopping Center (KWh/ano)	Comercial Edifícios + Shopping Center (MWh/ano)
2022	42.212.326,24	53.675.308,24	53.675,30
2030	68.584.545,00	84.638.131,70	84.638,13

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com diversos relatórios e dados de consumo sobre a certificação LEED, os edifícios certificados podem reduzir em até 60% de seu consumo elétrico. Porém, estes valores de redução só podem ser identificados conforme o nível da certificação recebido (após conclusão, entrega e início da operação dos edifícios), incluindo a tipologia de uso e ocupação do edifício. Por outro lado, um dos pré-requisitos da Certificação LEED é que o edifício em questão reduza em 10% seu consumo elétrico em relação ao edifício base (edifício sem certificação). Desta forma, como todos os edifícios comerciais deste complexo (incluindo o shopping), pretendem receber a certificação LEED, iremos considerar neste contexto uma redução de 10% no consumo anual de energia em relação ao consumo projetado, para todos os edifícios comerciais do complexo, considerando um cenário pessimista em relação ao uso e ocupação dos usuários nos anos de projeção.

A tabela 12 apresenta os valores de consumo final com a projeção de redução de 10% no consumo dos edifícios comerciais do Parque da Cidade.

Tabela 12 – Projeção de redução do consumo de Energia do Parque da Cidade.

Comercial Edifícios + Shopping Center com redução de 10% (MWh/ano)	
2022	48.307,77
2030	76.174,31

Fonte: Elaborado pela autora.

A energia elétrica consumida no Município de São Paulo é proveniente do SIN (Sistema Integrado Nacional). Isso significa que a energia gerada em diversas regiões do Brasil foi utilizada para suprir a demanda do município. A contabilização

das emissões na geração de energia elétrica foi baseada na quantidade de eletricidade consumida e no fator de emissão médio (anual) do sistema SIN, o qual é composto de distintas fontes (hidrelétricas, termoelétricas, eólicas, entre outras).

Para quantificar as emissões de dióxido de carbono (CO₂) provenientes da geração de energia elétrica consumida no empreendimento em 2022 e 2030, foi utilizado o fator de emissão médio anual de 2014, divulgado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI. A média anual para 2014 foi de 0,1355 tCO₂/MWh⁸⁶. Este valor é variável e calculado ano a ano com base nas proporções da oferta interna de energia elétrica por fonte de geração.

Importante ressaltar que as emissões de CO₂ podem variar de ano para ano, justamente em função do fator de emissão, que é resultante do percentual de eletricidade despachado para a rede por cada uma das formas de geração (hidráulica, térmica, eólica e nuclear) e de seus respectivos fatores de emissão aplicáveis para a geração a partir de combustíveis fósseis. Desta forma, mesmo o consumo de eletricidade aumentando de ano para ano, se o fator de emissão for baixo, ou seja, fontes de energia provenientes de fontes renováveis (pouco poluentes), as emissões de CO₂ tendem a reduzir.

Para este trabalho, além das incertezas de cálculo de valores de projeções futuras, foi considerado um cenário futuro positivo em relação à demanda e investimento de energia renovável no país. Ou seja, a tendência de crescimento do investimento neste setor é alta e conseqüentemente, os Fatores de Emissão tendem a reduzir. Desta forma, foi utilizado o mesmo valor de Fator de Emissão do ano de 2014 (último ano a ser contabilizado no sistema nacional), para as projeções de 2022 e 2030.

O cálculo é realizado conforme Eq. (3) e os resultados estão dispostos na tabela 13, representando as emissões totais finais do empreendimento, para os setores residencial e comercial, conforme energia total consumida e média anual do fator de emissão.

$$\text{ECO}_2 = \text{Cons.} \times \text{Fe} \quad (3)$$

⁸⁶⁸⁶ Fonte: Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, 2014. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html#ancora>>. Acesso em: 08 maio 2016.

Onde:

ECO_2 = Emissão de GEE [tCO_2 /ano]

Cons. = Consumo de Eletricidade [MWh/ano]

Fe = Fator de Emissão do SIN [tCO_2 /MWh]

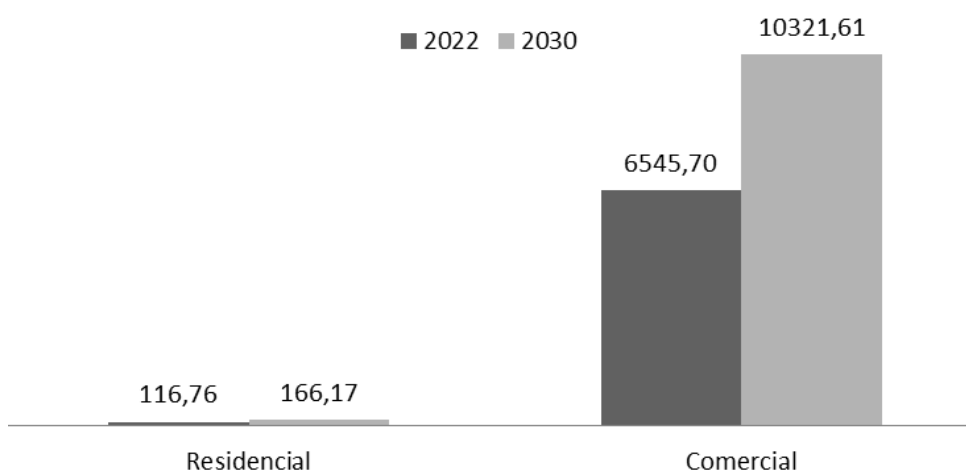
Tabela 13 – Emissões de CO_2 (t) dos setores residencial e comercial do Parque da Cidade, nos anos de 2022 e 2030.

	Residencial (tCO_2 /ano)	Comercial (tCO_2 /ano)	Total (tCO_2 /ano)
2022	116,76	6.545,70	6.662,46
2030	166,17	10.321,61	10.487,78

Fonte: Elaborado pela autora.

O gráfico a seguir apresenta os resultados das variações de emissões por tipologia construtiva nos anos relacionados. É possível observar que apenas 1% das emissões nos dois anos apresentados (2022 e 2030), equivale às emissões do setor residencial e 99% das emissões são provenientes do setor comercial. Esta desproporção em relação às emissões de ambas as tipologias reside no fato da quantidade construtiva não estar proporcional entre si, tendo mais edificações voltadas para o setor comercial e de serviços, propiciando oportunidades de crescimento no setor residencial do bairro e seus bairros vizinhos.

Gráfico 10 – Emissões Totais de Energia (tCO_2e).



Fonte: Elaborado pela autora.

5.2. Transportes Terrestres

O setor de transportes é responsável pela maior parcela de monóxido de carbono (CO) emitida na Região Metropolitana de São Paulo, representando 97% das emissões totais. (CETESB, 2005).

Os veículos emitem gases poluentes tanto pelo escapamento quanto por evaporação. Os hidrocarbonetos (HC) reúnem vários poluentes, e também são conhecidos como compostos orgânicos voláteis (COV). O setor de transportes é responsável por aproximadamente 25% das emissões antropogênicas de HC, 35% delas no mundo industrializado. Na Região Metropolitana de São Paulo, os veículos contribuem com mais de 97% das emissões totais deste poluente (CETESB, 2005).

Os HCs são precursores da formação do ozônio troposférico, e alguns são tóxicos ou cancerígenos. O setor de transportes é responsável por 50 a 75% das espécies de HC no mundo consideradas cancerígenas. Podem também causar problemas neurológicos, danos ao crescimento e à reprodução e impactos sobre o sistema respiratório. Desta forma, este setor possui extrema importância na redução das emissões de gases de efeito estufa e desenvolvimento urbano de baixo carbono.

O transporte no Parque da Cidade procurará priorizar o pedestre, reduzindo a dependência do uso de automóveis para locomoção diária. Será incentivado o uso de bicicleta (por meio de ciclovias e bicicletários), serão disponibilizadas vagas unicamente para carros eficientes (*car pooling*), vagas para compartilhamento de automóveis e bicicletas (*car sharing* e *bike sharing*), além de vagas específicas para carros e taxis elétricos.

Utilizando como referência os dados do projeto descritos na tabela 4 do capítulo 3 deste trabalho, o empreendimento possuirá um total de 9.148 vagas para carros (abrangendo todos os setores) + 274 vagas de acumulação de veículos no térreo e 3.321 vagas de diferentes usos, incluindo: PNE, carga e descarga, caminhões e bicicletas. Dentre essas 9.422 vagas para carros, foram destinadas 1.470 vagas para *Car Pooling* (caronas compartilhadas); 40 vagas para *Car Sharing* (carros compartilhados); 12 vagas para carregadores de taxis elétricos e 50 vagas para carregadores de carros elétricos. Também foram disponibilizadas 1.698 vagas para

motos, 295 vagas para carga e descarga, 15 vagas para caminhões e 1.059 vagas para bicicletas.

Desta forma, podemos considerar que o bairro terá um uso misto de população, proveniente de distintos bairros, utilizando distintos meios de transporte, mas com indução de redução do uso do automóvel individual. O empreendimento calcula que se estiver em sua ocupação total, possuirá 65.000 pessoas (fixas e flutuantes) se deslocando diariamente para dentro e fora do bairro. Para calcular as emissões de transporte no empreendimento, foram consideradas diversas premissas, conforme explicitado no passo-a-passo a seguir.

Foi realizada uma comparação dos dados disponíveis da pesquisa do Metrô de São Paulo sobre Mobilidade urbana na cidade de São Paulo, entre os anos de 1997⁸⁷, 2007⁸⁸ e 2012⁸⁹. Os entrevistados de todas as regiões da cidade avaliaram os tipos de transportes utilizados e informaram quais os principais meios de transportes utilizados para seus deslocamentos diários. É possível observar que não houve diferença efetiva de usos por tipos de transportes na cidade, nos últimos 15 anos.

A pesquisa confirma que o ônibus é o principal meio de deslocamento na cidade atualmente, considerando ainda que 46% do transporte é realizado de forma individual e 54% de forma coletiva (viagens produzidas por tipo). Para projeções futuras não será considerada uma alteração no modelo de distribuição atual do uso de transporte por tipo na cidade de São Paulo. Mesmo que exista hoje maior cobrança e consciência por parte da população, ainda os grandes investimentos por parte do poder público, são prioritariamente favoráveis ao uso do automóvel. Além disso, as médias das distâncias diárias percorridas também serão consideradas iguais, tendo em vista a lenta transição da substituição de um tipo de transporte a outro, nos últimos 10 anos.

⁸⁷ Metrô de São Paulo, 1997. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/numeros-pesquisa/pesquisa-origem-destino-1997.aspx>. Acesso em: 20 maio 2016.

⁸⁸ Metrô de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/numeros-pesquisa/pesquisa-origem-destino-2007.aspx>. Acesso em: 20 maio 2016.

⁸⁹ Metrô de São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/numeros-pesquisa/pesquisa-mobilidade-urbana-2012.aspx>. Acesso em: 20 maio 2016.

Tabela 14 – Viagens diárias produzidas por modo principal nos anos de 1997, 2007 e 2012.

Tipo de Transporte	Quantidade equivalente em 1997	Quantidade equivalente em 2007	Quantidade equivalente em 2012
Ônibus	23%	24%	21%
Fretado	2%	1%	1%
Escolar	1%	4%	5%
Automóvel (motorista)	21%	19%	20%
Automóvel (passageiro)	10%	8%	9%
Táxi	0%	0%	0%
Metrô	5%	6%	7%
Trem	2%	2%	3%
Moto	0%	2%	2%
Bicicleta	1%	1%	1%
A pé	35%	33%	31%

Fonte: Metrô de São Paulo, 1997, 2007, 2012.

Em relação à população total circulando no bairro em 2022, foi considerada a mesma taxa de vacância calculada para as unidades habitacionais e comerciais, conforme descrito anteriormente para o setor de energia estacionária. Será considerado que a população do bairro em 2022 possuirá 13,8% menos habitantes do que a população do bairro em 2030, considerado como consolidado e em sua total ocupação.

Ao aplicar esta redução de ocupação para o ano de 2022, o empreendimento possuirá uma quantidade total de 56.030 pessoas por dia. Para o ano de 2030, consideraremos que a população absoluta do empreendimento estará em sua total ocupação (fixos e flutuantes) e o Parque da Cidade possuirá uma população média diária de 65.000 habitantes. Desta forma, se considerarmos essas porcentagens para os distintos modos de transporte no bairro, em comparação com suas populações para 2022 e 2030, teremos as seguintes quantidades de pessoas utilizando cada tipo de transporte, conforme descrito na tabela 15.

Tabela 15 – Projeção da quantidade da população do Parque da Cidade que utilizará cada tipo de transporte nos anos de 2022 e 2030.

Tipo de Transporte	2022	2030
Ônibus	11.766	13.650
Fretado	560	650
Escolar	2.801	3.250
Automóvel (motorista)	11.206	13.000
Automóvel (passageiro)	5.042	5.850
Táxi	0	0
Metrô	3.922	4.550
Trem	1.680	1.950
Moto	1.120	1.300
Bicicleta	560	650
A pé	17.369	20.150

Fonte: Elaborado pela autora.

Existem políticas específicas de incentivo de redução do automóvel no planejamento deste bairro, com a criação de vagas específicas para caronas e carros compartilhados, representando um total de 1.780 vagas, o que equivale a 19% das vagas totais disponibilizadas. Desta forma, será considerada esta mesma porcentagem para redução da quantidade de automóveis para 2022 e 2030, considerando que as pessoas utilizarão menos os carros, em comparação aos outros meios de transporte, como o coletivo e a bicicleta.

a) Premissas de cálculos de emissão do transporte individual – Automóvel privado

Conforme os valores apresentados na tabela 15, a quantidade total de motoristas circulando com carros todos os dias no empreendimento em 2022 será de 11.206. Se considerarmos a taxa de redução de 19% em relação à quantidade total de veículos (em referência à política de incentivo de redução de uso do automóvel), teremos, portanto, 9.076 automóveis circulando diariamente no empreendimento.

Logo, a quantidade total anual circulando no empreendimento em 2022 será de 3.312.740 automóveis.

Para 2030, considerando que a população motorista de automóveis é de 13.000 pessoas, ao aplicarmos a redução de 19% em relação à quantidade total de veículos (em referência à política de incentivo de redução de uso do automóvel), teremos, portanto, 10.530 automóveis circulando diariamente no empreendimento. Logo, a quantidade total anual circulando no empreendimento em 2030 será de 3.843.450 automóveis.

Para calcular suas emissões totais é necessário ainda incluir a distância que estes automóveis percorrem diariamente, com o intuito de saber a quantidade total de combustível queimado. Desta forma, deve-se encontrar a média de deslocamentos diários na cidade, para saber qual a quilometragem média realizada por cada tipo de transporte.

O modelo ideal (modelo de quatro etapas⁹⁰) seria incluir a matriz OD (Origem/Destino), calculando todos os deslocamentos antes e depois da implantação do bairro. Porém, para simplificar, usaremos a metodologia explicitada a seguir, como forma de pesquisa acadêmica, esperando não chegar muito longe do possível resultado.

Foi realizada uma simulação pelo Software EMME⁹¹ para a produção quilométrica dos automóveis na cidade de São Paulo, com base nas pesquisas de Origem/Destino realizadas pelo Metro em 2007. Para automóveis foi encontrada a quilometragem média diária de 6,43 km, totalizando uma média de 160,75 km por mês⁹² e 1.929 km por ano.

Para concluir o cálculo de emissões de veículos, é necessário incluir os tipos de combustíveis que estes veículos irão utilizar; o ano que estes veículos foram fabricados e estarão ainda em circulação nos anos futuros e a média de consumo por tipo de automóvel. Estes dados influenciam diretamente nas emissões de GEE,

⁹⁰ Geração de Viagens; Distribuição de Viagens; Divisão/Repartição Modal; e Alocação das Viagens.

⁹¹ Disponível em: <<https://www.inrosoftware.com/en/products/emme/>>. Acesso em: 15 junho 2016.

⁹² Foi considerado que os Dias Úteis Equivalentes (DUE) no ano são 300 e por mês, são 25 DUE. Considerando que sábado, domingo e feriado equivalem a metade de um dia útil.

devido à quantidade de poluentes que cada motor emite, conforme sua tipologia de consumo e o ano de produção.

O Cenário de referência desenvolvido supõe que o quadro atual do setor de Transportes não sofrerá muitas mudanças estruturais. Desta forma, não foram consideradas neste cenário as inovações tecnológicas ou melhoria de desempenho energético em novos veículos. Por outro lado, mudanças na divisão do consumo entre etanol e gasolina foram contempladas. Atualmente, a repartição de consumo entre etanol e gasolina é de 37% para o etanol e 63% para a gasolina. Em 2030, o etanol e a gasolina representarão respectivamente 53% e 47% do consumo nacional de combustíveis⁹³.

Para 2022, será considerado, portanto, que 1.225.714 automóveis utilizam etanol e 2.087.026 automóveis utilizam gasolina. Para 2030, será considerado que 2.037.029 automóveis utilizam etanol, enquanto que 1.806.421 automóveis utilizam gasolina.

De acordo com Relatório da Frota Circundante de 2015, a idade média da frota de veículos desde 2010, é por volta de 9 anos (levando em consideração uma perspectiva mais conservadora). Ou seja, os veículos avaliados desde 2010 até 2014, possuem uma idade média de uso de 9 anos.

Quadro 20 – Idade média da frota circulante brasileira.

Segmento	2010	2011	2012	2013	2014
Automóveis	8 anos e 7 meses	8 anos e 7 meses	8 anos e 6 meses	8 anos e 7 meses	8 anos e 9 meses
Comerciais Leves	8 anos e 5 meses	8 anos e 1 mês	7 anos e 10 meses	7 anos e 7 meses	7 anos e 7 meses
Caminhões	10 anos e 1 mês	9 anos e 7 meses	9 anos e 6 meses	9 anos e 5 meses	9 anos e 5 meses
Ônibus	9 anos e 7 meses	9 anos e 4 meses	9 anos e 3 meses	9 anos e 2 meses	9 anos e 2 meses
Total	8 anos e 8 meses	8 anos e 7 meses	8 anos e 6 meses	8 anos e 6 meses	8 anos e 8 meses
Motocicletas	4 anos e 11 meses	5 anos e 1 mês	5 anos e 5 meses	5 anos e 9 meses	6 anos e 2 meses

Fonte: Sindipeças, 2015. Disponível em:

<http://www.sindipeças.org.br/sindinews/Economia/R_Frota_Circulante_Marco_2015.pdf>. Acesso em: 20 maio 2016.

⁹³ Estudo de baixo carbono para o Brasil – Relatório de Síntese Técnica, 2010. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/3817166-1276778791019/Transporte_Final_Portugues.pdf>. Acesso em: 20 maio 2016.

Porém, se avaliarmos mais atentamente, veremos que quase metade da frota é de automóveis com até 5 anos de uso e a outra metade equivale a automóveis com mais de 5 anos de uso.

Imagem 13 – Idade da frota circulante em São Paulo.

Idade da frota circulante

Idade	Ano	Frota	Frota acumulada
1	2014	2.887.086	
2	2013	3.684.166	16.849.395
3	2012	3.622.200	41%
4	2011	3.384.574	
5	2010	3.271.369	
6	2009	2.908.285	
7	2008	2.607.780	10.893.851
8	2007	2.210.363	26%
9	2006	1.691.580	
10	2005	1.475.843	
11	2004	1.383.930	
12	2003	1.153.659	6.255.561
13	2002	1.224.068	15%
14	2001	1.304.068	
15	2000	1.189.836	
16	1999	960.468	
17	1998	1.109.602	5.746.757
18	1997	1.354.735	14%
19	1996	1.171.120	
20	1995	1.150.832	

41% dos automóveis têm até 5 anos de idade

Outros 41% têm entre 6 e 15 anos de idade

4% têm mais de 20 anos de idade

Fonte: Sindipeças, 2015. Disponível em: http://www.sindipeças.org.br/sindinews/Economia/R_Frota_Circulante_Marco_2015.pdf. Acesso em: 20 maio 2016.

Desta forma, para 2022, consideraremos que 50% da frota representa carros fabricados em 2012 e os outros 50% para carros fabricados em 2017. Já para 2030, consideraremos que 50% da frota representa carros fabricados em 2021 e os outros 50% representa carros fabricados em 2025. Porém, além da ferramenta GHG *Protocol* não permitir inserir dados de automóveis fabricados no futuro, não é possível avaliar as emissões de tecnologias que ainda não existem, desta forma, todos os automóveis fabricado posteriormente a 2014 serão considerados como fabricados em 2014, pois é deste ano os dados de referência disponíveis atualmente.

Com todas essas premissas definidas, o valor das emissões dos veículos no Parque da Cidade em 2022 e 2030, será conforme descrito na tabela 16.

Tabela 16 – Quantidade das emissões dos usuários de veículos no Parque da Cidade para os anos de referência.

	Emissões Totais (t CO₂e)	Emissões de Biomassa (t CO₂)
2022	585.289,44	531.177,41
2030	517.453,01	782.515,07

Fonte: Elaborado pela autora.

b) Premissas de cálculos de emissão do transporte individual – Motocicletas

Conforme os valores apresentados na tabela 15, a quantidade total de motocicletas circulando no empreendimento em 2022 será de 1.120 e em 2030 de 1.300 motocicletas diariamente.

Será considerada a mesma quilometragem média dos automóveis para as motocicletas, portanto, 1.929 km por mês.

A mesma premissa é adotada para a distribuição do consumo de combustível das motocicletas. Desta forma, em 2022 terão 414 motocicletas utilizando etanol e 706 motocicletas utilizando gasolina. Já em 2030, serão 689 motocicletas utilizando etanol e 611 motocicletas utilizando gasolina.

De acordo com o Relatório da Frota Circundante⁹⁴ a idade média da frota de motocicletas equivale a 5 anos. Portanto, para 2022 serão consideradas as motocicletas fabricadas em 2017 e para 2030, as motocicletas fabricadas em 2025. Porém, não é possível avaliar as emissões de tecnologias que ainda não existem, desta forma, todas as motocicletas serão considerados fabricadas em 2014, pois é deste ano os dados de referência disponíveis atualmente.

Tabela 17 – Quantidade das emissões de usuários de motocicletas no Parque da Cidade para os anos de referência.

	Emissões Totais (t CO₂e)	Emissões de Biomassa (t CO₂)
2022	54,67	51,74
2030	48,01	76,50

Fonte: Elaborado pela autora.

⁹⁴ Sindipeças, 2015.

c) Premissas de cálculos de emissão do transporte coletivo – Ônibus, Fretado e Escolar

Conforme os valores apresentados na tabela 15, a quantidade total de pessoas utilizando o ônibus como meio de transporte principal no empreendimento em 2022 será de 11.766 pessoas. Para 2030, a quantidade total de pessoas utilizando o ônibus como meio de transporte principal será de 13.650.

Para fretado, a quantidade total de pessoas é de 560 em 2022 e de 650 em 2030.

Para escolar, a quantidade total de pessoas é de 2.801 em 2022 e de 3.250 em 2030.

Conforme a simulação pelo Software EMEE, que estima a produção quilométrica dos ônibus na cidade de São Paulo, a quilometragem média diária circundante dos ônibus na cidade é de 11,25 Km, totalizando 3.375 km por ano.

Já para fretados e escolares, será considerada a média geral estimada para o transporte coletivo, de 17,64 Km, totalizando 5.292 km por ano.

De acordo com Relatório da Frota Circundante⁹⁵ a idade média da frota de ônibus desde 2010, é por volta de 9 anos (levando em consideração uma perspectiva mais conservadora). Ou seja, os veículos avaliados desde 2010 até 2014, possuem uma idade média de uso de 9 anos. Desta forma, consideraremos que a frota média dos ônibus em 2022 será de 2.013 unidades, e de 2030, será de 2.021 unidades. Porém, para fins de calculo, consideraremos 2014 como o ano de referência final, disponível atualmente.

Para fretados e escolares, será considerada a idade média da frota de 8 anos, conforme descrito em comerciais-leves. Portanto, para 2022, será considerada a frota de 2014 e para 2030, teoricamente, seria considerada a frota de 2022, mas conforme viabilidade técnica será considerada também a frota de 2014.

Com todas essas premissas definidas, o valor das emissões dos ônibus, fretados e escolares no Parque da Cidade em 2022 e 2030, será conforme apresentado na tabela 18.

⁹⁵ Sindipeças, 2015. Disponível em: <http://www.sindipeças.org.br/sindinews/Economia/R_Frota_Circulante_Marco_2015.pdf>. Acesso em: 20 maio 2016.

Tabela 18 – Quantidade das emissões de usuários de ônibus no Parque da Cidade para os anos de referência.

	Ônibus	Fretados	Escolares
Emissões Totais em 2022 (tCO₂e)	42.809,53	1.945,92	2.820,51
Emissões Totais em 2030 (tCO₂e)	49.664,29	2.258,65	3.272,64
Emissões de Biomassa em 2022 (tCO₂)	2.378,41	107,43	621,42
Emissões de Biomassa em 2030 (tCO₂)	2.759,25	124,70	721,04

Fonte: Elaborado pela autora.

d) Premissas de cálculos de emissão do transporte coletivo – Trem e Metrô

Conforme os valores apresentados na tabela 15, a quantidade total de pessoas circulando diariamente em trens e metrôs em 2022, equivalem respectivamente à, 1.680 e 3.922 pessoas. Já para 2030, a quantidade total de pessoas circulando diariamente em trens e metros será de 1.950 e 4.550, respectivamente. De acordo com a simulação do software EMME, a quilometragem média circulada pelas pessoas que utilizam trem (CPTM) é de 18,17 Km, já para o metrô é de 9,21 Km.

Na CPTM de São Paulo, o combustível comumente utilizado é o diesel. Cada locomotiva consome em média 2,5 Km/litro. Desta forma, o consumo total de combustível, considerando a quilometragem média anual e a quantidade total de pessoas utilizando este modal é de 3.663.072 litros por ano para 2022 e de 4.251.780 litros em 2030.

Tabela 19 – Quantidade das emissões de usuários de trem no Parque da Cidade para os anos de referência.

	Emissões Totais (t CO₂e)	Emissões de Biomassa (t CO₂)
2022	9.152,23	504,61
2030	10.623,12	585,71

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme pesquisa do Metrô de São Paulo⁹⁶, cada quilômetro rodado pelo modal equivale a 6g de gás carbônico emitido (CO₂e). Se em 2022 o empreendimento possuirá 3.922 pessoas utilizando o metrô, percorrendo uma média diária de 9,21 km (2.763 km por ano); este modal emitirá 65.018.916g de CO₂e/ano, que equivale a 65 toneladas de CO₂e/ano. Para 2030, a população prevista utilizando este tipo de transporte é de 4.550. Portanto, 75,50 toneladas de CO₂e/ano, conforme descrito na tabela 20.

Tabela 20 – Quantidade das emissões de usuários de metrô no Parque da Cidade para os anos de referência.

	Emissões Totais (t CO₂e)
2022	65
2030	75,50

Fonte: Elaborado pela autora.

e) Emissões totais

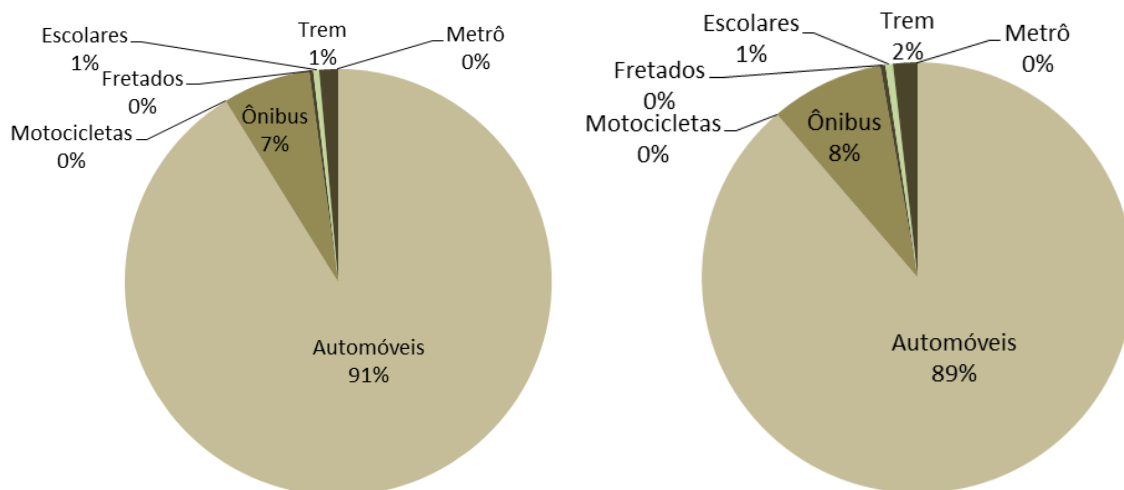
As emissões provenientes do setor de transporte no Parque da Cidade em 2022 totalizaram 642.137,30 tCO₂e. Ao avaliarmos os consumos totais, é possível notar a grande representatividade do automóvel em relação às emissões dos outros tipos de transporte. O metrô, um meio de transporte coletivo que permite o deslocamento de um grande número de pessoas ao mesmo tempo, quase não teve representatividade no total das emissões deste setor, referente à queima de combustíveis fósseis.

Já para 2030, as emissões do setor de transporte totalizaram 583.395,22 tCO₂e. Houve uma leve diminuição das emissões totais, principalmente devido aos incentivos de redução do uso do automóvel a longo prazo. Porém, os automóveis ainda serão a principal fonte de emissão, destacando-se muito à frente em relação aos outros tipos de transporte. Importante considerar que os dados disponíveis não condizem com a tecnologia futura, que ainda será desenvolvida e pretende-se que seja mais eficiente e menos poluidora do que a atual. Desta forma, observa-se uma tendência maior de redução das emissões do setor do transporte individual,

⁹⁶ Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/metro/sustentabilidade/menos-emissao-gases.aspx>>. Acesso em: 20 maio 2016.

principalmente representado pelo automóvel, devido às políticas de redução de uso do automóvel individual.

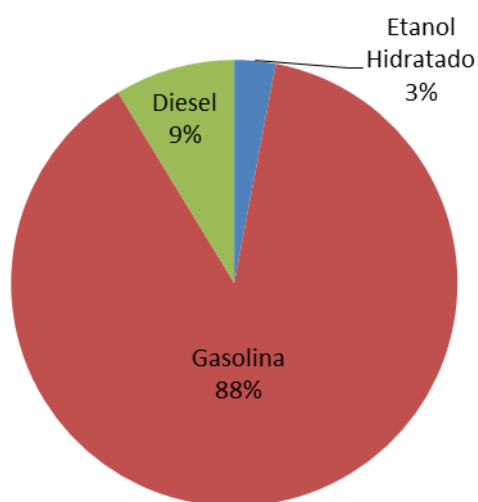
Gráfico 11 – Representação das emissões de CO₂ por setor de transporte em 2022 e 2030, respectivamente, no Parque da Cidade.



Fonte: Elaborado pela autora.

Referente ao tipo de combustível utilizado, o consumo de etanol, assim como suas emissões, é quase irrelevante em comparação com os demais combustíveis, especialmente a gasolina. Em termos de emissões de gases de efeito estufa, o etanol é o tipo de combustível que menos emite GEE.

Gráfico 12 – Representatividade dos tipos de combustíveis consumidos no Parque da Cidade.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na tabela 21 estão relacionadas as emissões totais calculadas para cada tipo de transporte e a quantidade total de emissões do setor de transporte para os anos de 2022 e 2030.

Na tabela geral 22 a seguir, desenvolvida com base no GHG *Protocol* Brasil, estão relacionados todos os tipos de emissão do setor de transporte do Parque da Cidade, para cada tipo de modal por ano, incluindo os dados de emissão dos outros gases de efeito estufa. Este é o resultado final das emissões calculadas a partir da ferramenta do GHG *Protocol* Brasil (2014).

Tabela 21 – Emissões totais do setor de transportes do Parque da Cidade, nos anos de 2022 e 2030.

	Emissões Totais em 2022 (t CO₂e)	Emissões Totais em 2030 (t CO₂e)
Automóveis	585.289,44	517.453,01
Motocicletas	54,67	48,01
Ônibus	42.809,53	49.664,29
Fretados	1.945,92	2.258,65
Escolares	2.820,51	3.272,64
Trem	9.152,23	10.623,12
Metrô	65	75,50
TOTAL	642.137,30	583.395,22

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 22 – Relação final das emissões por tipo de modal e por ano, no Parque da Cidade.

Registro da frota (tipo - ano)	Quantidade	Tipo da frota de veículos	Ano da frota	Distância anual (km)	Emissões de CO ₂ (t)	Emissões de CH ₄ (t)	Emissões de N ₂ O (t)	Emissões totais (t CO ₂ e)	Emissões de biomassa (t CO ₂)
Auto - 2022	1.043.513	Automóvel flex a gasolina	2012	2,012,936,577	273,726.38	28.18	38.25	285,828.15	62,945.51
Auto - 2022	612.857	Automóvel flex a etanol	2012	1,182,201,153	-	33.10	20.10	6,816.57	202,643.19
Auto - 2022	1.043.513	Automóvel flex a gasolina	2014	2,012,936,577	273,726.38	28.18	38.25	285,828.15	62,945.52
Auto - 2022	612.857	Automóvel flex a etanol	2014	1,182,201,153	-	33.10	20.10	6,816.57	202,643.19
Auto - 2030	1.806.421	Automóvel flex a gasolina	2014	3,484,586,109	473,846.59	48.78	66.21	494,795.92	108,964.72
Auto - 2030	2.037.029	Automóvel flex a etanol	2014	3,929,428,941	-	110.02	66.80	22,657.09	673,550.35
Moto - 2022	706	Motocicleta flex a gasolina	2014	1,361,874	52.30	0.03	0.00	53.79	12.03
Moto - 2022	414	Motocicleta flex a etanol	2014	798,606	-	0.02	0.00	0.88	39.71
Moto - 2030	611	Motocicleta flex a gasolina	2014	1,178,619	45.26	0.02	0.00	46.55	10.41
Moto - 2030	689	Motocicleta flex a etanol	2014	1,329,081	-	0.03	0.00	1.46	66.09
Escolar - 2022	2.801	Veículo comercial leve flex a gasolina	2014	14,822,892	2,702.33	0.13	0.39	2,820.51	621.42
Escolar - 2030	3.250	Veículo comercial leve flex a gasolina	2014	17,199,000	3,135.51	0.15	0.45	3,272.64	721.04
Fretado - 2022	560	Micro-ônibus a diesel	2014	2,963,520	1,914.98	0.18	0.09	1,945.92	107.43
Fretado - 2030	650	Micro-ônibus a diesel	2014	3,439,800	2,222.74	0.21	0.10	2,258.65	124.70
Onibus - 2022	11.766	Ônibus urbano a diesel	2013	39,710,250	42,394.95	2.38	1.19	42,809.53	2,378.41
Onibus - 2030	13.650	Ônibus urbano a diesel	2014	46,068,750	49,183.33	2.76	1.38	49,664.29	2,759.25
Registro da frota	Descrição da fonte	Tipo de combustível		Consumo anual (litros)	Emissões de CO ₂ (t)	Emissões de CH ₄ (t)	Emissões de N ₂ O (t)	Emissões totais (t CO ₂ e)	Emissões de biomassa (t CO ₂)
Trem - 2022	1.680	Óleo Diesel (comercial)		3,663,072	8,994.66	0.55	0.48	9,152.23	504.61
Trem - 2030	1.950	Óleo Diesel (comercial)		4,251,780	10,440.23	0.64	0.56	10,623.12	585.71

Fonte: Elaborado pela autora, com base no GHG Protocol, 2014.

5.3. Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos são definidos como o conjunto de produtos não aproveitados resultado de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, incluindo os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição (ABNT, 2004).

A classificação dos resíduos sólidos é realizada de acordo com a natureza física (seco ou molhado), a composição química (orgânica ou inorgânica) e o risco potencial ao meio ambiente e saúde pública (perigosos, não-inertes e inertes). A definição dos resíduos é classificada de acordo com sua origem. Dessa forma, os resíduos sólidos gerados no Parque da Cidade são definidos como Urbanos e classificados como resíduos Classe IIA – Não-inertes e Classe IIB – Inertes (ABNT, 2004).

Conforme estimativas da equipe de projeto são previstas as gerações dos seguintes tipos de resíduos para o Parque da Cidade: Lixo Comum; Lixo Orgânico; Papel; Plástico; Metal; Vidro; Resíduos de Serviços de Saúde (RSS); Óleo Vegetal Pós-Consumo; Lâmpadas Fluorescentes; Pilhas; Baterias; Entulhos (obras); Poda (Jardinagem); Resíduos Eletrônicos e Óleo Lubrificante.

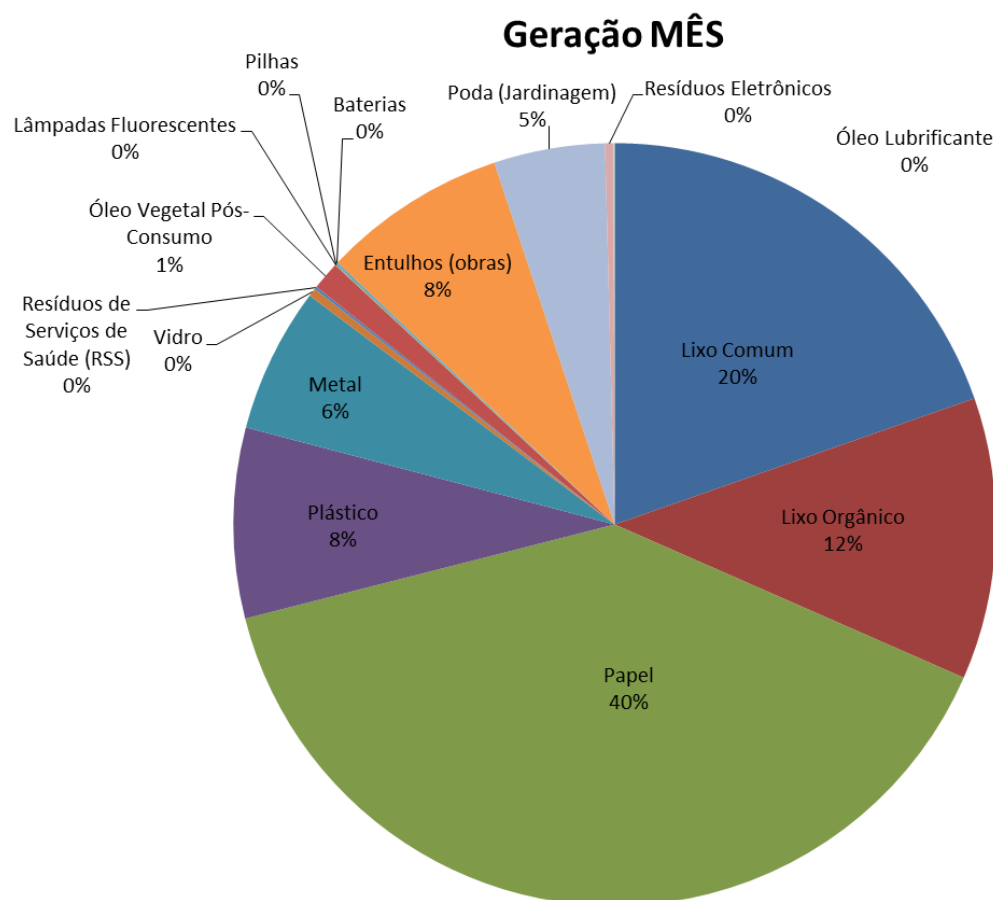
As estimativas de geração por mês de cada tipo de resíduos encontram-se na tabela 23 a seguir. Para consideração dos tipos de resíduos na ferramenta GHG *Protocol*, serão inseridos as seguintes porcentagens por tipos:

Tabela 23 – Tipos e quantidades de resíduos no Parque da Cidade.

Tipo	Quantidade em peso
Papel / Papelão	40%
Alimentar	12%
Poda (Jardinagem)	5%
Outros	43%

Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 13 – Tipos de resíduos gerados por mês no Parque da Cidade.



Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados de Odebrecht Organizações Imobiliárias, 2015.

Observa-se que grande parte da geração de resíduos de países em desenvolvimento são resíduos orgânicos, provindos da geração de resíduos domésticos⁹⁷. Mais de 50% da composição dos resíduos totais gerados no país são classificados como resíduos orgânicos⁹⁸. Contudo, o empreendimento possui uma composição comercial e de serviços (total de onze edificações) maior do que residencial (total de duas edificações). Desta forma, será considerado o mesmo volume de geração por tipos distintos de resíduos para os anos de 2022 e 2030.

Os resíduos sólidos são fontes de emissão de GEE como o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), que são provenientes dos processos

⁹⁷ Banco Mundial. Disponível em:

<<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTURBANDEVELOPMENT/0,,contentMDK:23172887~pagePK:210058~piPK:210062~theSitePK:337178,00.html>>. Acesso em: 26 maio 2016.

⁹⁸ Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2014. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/E99F974D/Doc_PNRS_consultaspublicas1.pdf>. Acesso em: 26 maio 2016.

de degradação ou tratamento dado a esta categoria de resíduos. Além dos impactos relacionados às mudanças climáticas, a disposição inadequada destes resíduos gera outros problemas ambientais e riscos à saúde da população.

O destino final dos resíduos sólidos deve ser para tratamento e/ou para aterros, de acordo com sua classificação. Sendo que a disposição final dos resíduos deve ser realizada de modo a não prejudicar o meio ambiente e a saúde pública. Atualmente no município de São Paulo, as formas principais de destinação dos resíduos gerados são aterros sanitários (resíduos domésticos) e incineração (resíduos de serviços de saúde). Para este trabalho foi considerado o destino final dos resíduos conforme coleta e destinação realizada atualmente no município de São Paulo, dando ênfase na reciclagem de resíduos e considerando sua abrangência ao longo do tempo.

De acordo com a metodologia GPC, as emissões de metano proveniente da disposição de resíduos devem ser classificadas como escopo 1 ou como escopo 3. Como os resíduos são encaminhados para um aterro sanitário fora do limite demarcado deste trabalho⁹⁹, essas emissões serão classificadas como escopo 3.

Todos os resíduos sólidos urbanos (RSU), provenientes dos domicílios, comércio e limpeza pública (conforme classificação geral dos resíduos do Parque da Cidade definidos para este trabalho), são dispostos em aterros sanitários localizados na cidade de São Paulo ou próximo dela. Os aterros sanitários que recebem resíduos do município de São Paulo são o Aterro Sanitário Caieiras e Aterro Sanitário Pedreira. Os resíduos coletados da parte noroeste do município (abrangendo 13 subprefeituras) são destinados para o aterro Caieiras (após a desativação do aterro Bandeirantes). Já a coleta da parte sudeste do município (abrangendo 18 subprefeituras) são dispostos no aterro sanitário de Pedreira, desde 2009 (anteriormente eram enviados ao aterro São João).

⁹⁹ Mesmo que o aterro sanitário seja localizado dentro da cidade de São Paulo, ele está localizado fora do perímetro do Parque da Cidade.

Tabela 24 – Destinação primária do lixo por tipo de tratamento no Município de São Paulo nos anos 1980, 1991 e 2000 a 2008.

Tipo de Tratamento	Aterro Sanitário e de Inertes	Compostagem	Incinerador Grupo B1 (2)	Incinerador Animais	Transbordo (3)	Triagem (4)
1980	233.880	189.162	-	-	204.937	10.727
1991	1.844.789	23.168	-	-	739.036	5.946
2000	2.235.388	492.730	-	-	2.361.496	18.376
2001	2.529.719	503.420	-	-	2.645.425	18.588
2002	2.529.533	490.750	522	590	2.613.029	15.331
2003	2.218.516	334.420	233	780	2.812.346	19.402
2004	1.957.216	193.101	394	890	2.918.884	22.727
2005	2.264.517	-	453	1.023	3.135.309	16.462
2006	2.291.511	-	383	1.090	3.095.356	22.901
2007	2.144.617	-	-	-	3.284.744	30.143
2008	2.490.120	-	-	-	3.484.627	40.963

Fonte: Infocidade – Prefeitura de São Paulo. Disponível em:

<http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/htmls/2_destinacao_primaria_do_lixo_por_tipo_de__1980_604.html>. Acesso em: 08 maio 2016.

Normalmente, os RSU são compostos por materiais putrescíveis (resíduos alimentares, resíduos de jardinagem, etc.), vidros, papéis, plásticos, metais e outros (CANDIANI, 2011).

O percentual de reciclagem hoje em São Paulo é de 2% em relação ao total coletado, com uma meta de aumento de 10% para 2016, conforme o índice de coleta seletiva publicado pelo município (SISCOR, 2015). Hoje a cidade produz um total de 17 mil toneladas de resíduos por dia, sendo que 10,5 mil toneladas de resíduos são domiciliares. Deste montante, os orgânicos representam 50%, cerca de 35% é resíduo seco com possibilidade de ser reciclado e um percentual de 18% é rejeito. Por isso, se considerarmos somente a porcentagem de resíduos secos, com as quatro centrais de reciclagem, a cidade processaria cerca de 45% dos recicláveis produzidos.

Tabela 25 – Índice de Coleta Seletiva do Município de São Paulo de 2009 a 2014.

Período	Resíduo doméstico coletado (ton)	Resíduo doméstico coletado seletivamente (ton)	Valor do indicador
2014	3.130.121,99	53.131,04	1,69
2013	3.831.461,87	66.443,72	1,73
2012	3.799.597,14	40.274,83	1,05
2011	3.817.787,51	48.586,11	1,27
2010	3.726.776,31	36.790,68	0,98
2009	3.659.056,00	34.247,00	0,93

Fonte: Observa Sampa. Disponível em:

<<http://observasampa.prefeitura.sp.gov.br/index.php/indicadores/indicadores-por-tema/>>. Acesso em: 08 maio 2016.

Não foram encontrados estudos referentes ao aumento da taxa de reciclagem dos resíduos conforme projeção do aumento demográfico. Desta forma, será considerado que a reciclagem aumentará no município de São Paulo ao longo dos anos, conforme valores de crescimento indicados nos dados históricos dos últimos anos pesquisados. A média da variação do índice de reciclagem entre 2009 a 2014 resultou em um percentual de crescimento de 16,02% de um ano para o outro. A tabela 26 apresenta os dados de projeção de crescimento da taxa de reciclagem dos resíduos sólidos urbanos no Município de São Paulo, e conseqüentemente, no Parque da Cidade, de 2009 a 2030.

Tabela 26 – Projeção de crescimento da taxa de reciclagem anual para o município de São Paulo.

Ano	Taxa de Reciclagem	Ano	Taxa de Reciclagem
2009	0,93	2020	4,12
2010	0,98	2021	4,78
2011	1,27	2022	5,55
2012	1,05	2023	6,44
2013	1,73	2024	7,47
2014	1,69	2025	8,66
2015	1,96	2026	10,05
2016	2,27	2027	11,66
2017	2,64	2028	13,53
2018	3,06	2029	15,70
2019	3,55	2030	18,21

Fonte: Desenvolvido pela autora, com base nos dados da Prefeitura de São Paulo.

Foi levado em consideração que o empreendimento ainda não estará em sua ocupação total, possuindo diversos imóveis vagos, tanto para os edifícios comerciais, quanto para os residenciais e de escritório. Iremos considerar a mesma taxa de vacância calculada anteriormente para ser aplicada à população total fixa do empreendimento em 2022. Portanto, se em 2030 serão 33.476 habitantes fixos diariamente, em 2022 serão 28.857 habitantes fixos diariamente.

Conforme dados da OECD de 2009, a geração per capita em 2020 será de 635 Kg/habitante/ano, conforme descrito no quadro 21. Será considerado o ano de 2020 como referência, pelo fato de ser o dado mais próximo para o ano de 2022. Desta forma, em 2022 teremos uma geração anual de 18.324.195 Kg. Considerando a taxa de reciclagem de 5,55% ao ano em 2022, teremos uma geração total de 17.307.202,18 Kg (17.307,21 toneladas) neste ano.

Quadro 21 – Índices de crescimento da população, do produto interno bruto e dos resíduos municipais, em países estudados pela Organization for Economic Cooperation and Development (1980-2030).

	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
2025PIB OECD	100	113	129	146	163	193	219	249	277	306	337
População OECD	100	104	108	112	116	121	124	128	130	132	134
Total resíduos gerados	100	112	126	142	158	165	178	191	203	215	228
Geração per capita (Kg/hab/ano)	408	442	478	517	557	559	584	611	635	664	694

Fonte: *Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2010. Municipal waste generation – Fact book 2009: Economic, Environmental and Social Statistics*. Disponível em: <<http://www.oecdilibrary.org/preview/sites/factbook-2009-en/08/02/02/index.html>>. Acesso em: 27 maio 2016.

Em 2030, com o empreendimento em sua completude de operação, totalizando 33.476 habitantes diários, e considerando a geração de 694 Kg/habitante/ano, será gerado no empreendimento um total de 23.232.344 Kg por ano. Porém, partes desses resíduos gerados serão destinados à reciclagem, principalmente devido à intensa política de gestão de resíduos sólidos a ser aplicada no empreendimento. Desta forma, com uma taxa de reciclagem de 18,21% no ano em questão, serão gerados 19.001.734,16 Kg (19.001,74 toneladas) de resíduos em 2030.

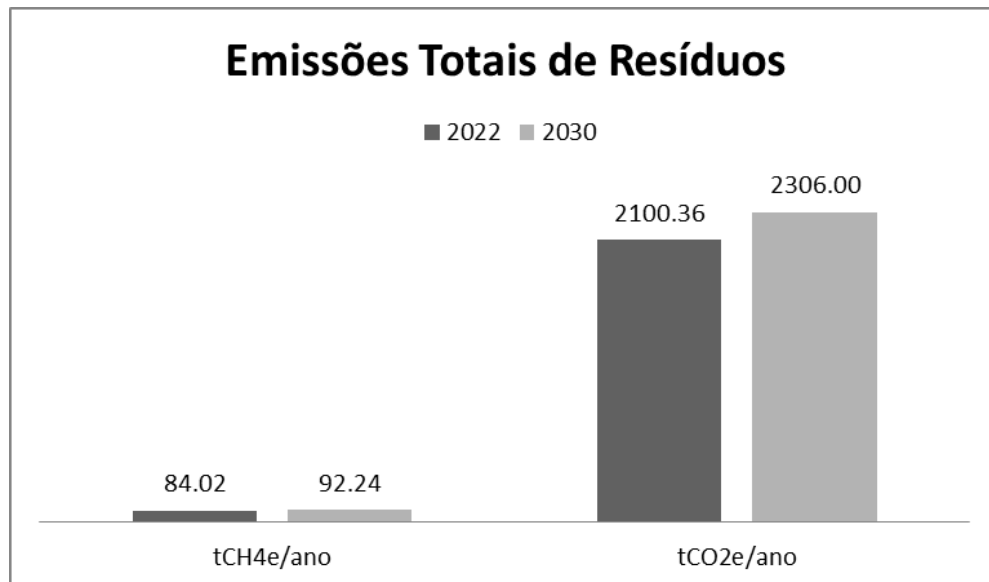
Tabela 27 – Resumo da geração total de resíduos no Parque da Cidade e suas respectivas emissões.

Ano	Geração de Resíduos (t/ano)	Geração de Metano (tCH ₄ /ano)	Geração de Dióxido de Carbono (tCO ₂ e/ano)
2022	17.307,21	84,02	2.100,36
2030	19.001,74	92,24	2.306,00

Fonte: Elaborado pela autora.

As emissões provenientes do setor de resíduos no Parque da Cidade em 2022 totalizaram 2.100,36 tCO₂e/ano e 84,02 tCH₄/ano. Em 2030, houve um leve aumento das emissões, totalizando 2.306,00 tCO₂e/ano e 92,24 tCH₄/ano. Considerando que o bairro possuirá um índice de reciclagem maior que a atual prevista e que as políticas de gerenciamento de resíduos serão aplicadas e desenvolvidas no empreendimento, pode-se concluir que este aumento das emissões está diretamente relacionado com o crescimento populacional previsto.

Gráfico 14 – Emissões Totais do Setor de Resíduos do Parque da Cidade, em 2022 e 2030.



Fonte: Elaborado pela autora.

A meta do Parque da Cidade é reduzir em 50% os resíduos dispostos em aterros sanitários. Observa-se que a única maneira de atingir esta meta é incentivando a reciclagem e dispondo os resíduos gerados em usinas de reciclagem. Esta é a única forma de aumentar a taxa de reciclagem prevista de 18,21%, para 50% em 2030.

Outra opção para redução da disposição de resíduos em aterros sanitários é iniciar um programa de compostagem dos resíduos orgânicos coletados. Desta forma, além da redução da destinação de resíduos domésticos para aterros, a geração do metano (resultado da compostagem), pode ser recuperada em forma de energia e/ou créditos de carbono, compensando as emissões futuras da gestão dos resíduos sólidos do empreendimento e reduzindo a emissão total final.

6. Conclusões

6.1. Conclusões Gerais

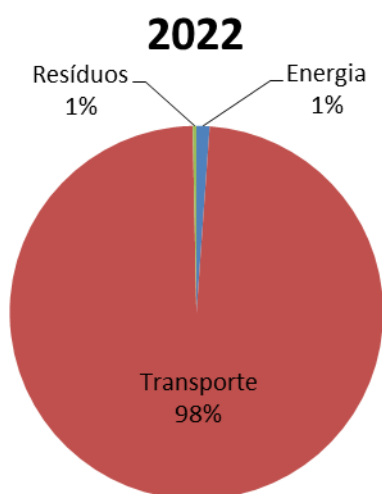
A projeção de emissões totais para o Parque da Cidade em 2022 corresponde a 650.900,12 tCO₂e; e, para 2030, corresponde a 596.189,00 tCO₂e. Observa-se uma redução das emissões ao longo dos anos, e pode-se concluir que isso se dá devido aos incentivos de redução do uso do transporte individual no bairro, provenientes do setor que mais emite CO₂: o de transportes, que, por serem as mais significativas, podem influenciar em grande parte a redução de emissões totais de um bairro, e, conseqüentemente, de uma cidade.

Tabela 28 – Emissões Totais por Setor do Parque da Cidade.

Setor	2022 (tCO ₂ e)	2030 (tCO ₂ e)
Energia	6.662,46	10.487,78
Transporte	642.137,30	583.395,22
Resíduos	2.100,36	2.306,00
TOTAL	650.900,12	596.189,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 15 – Porcentagem de emissões Totais por Setor do Parque da Cidade em 2022 e 2030.



Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se observar uma grande disparidade entre os valores de emissões encontrados, onde o setor de Transportes equivale a 98% das emissões do bairro e os outros dois setores estudados, Resíduos e Energia, somente 1% cada.

Sabe-se, de fato, que o setor de transporte é o mais poluente em diversas cidades brasileiras e do mundo. Conforme dados do Inventário de Emissões do Município de São Paulo, a cidade emitiu, em 2011, 13.990 GgCO₂e, dos quais 72,6% representam as emissões do setor de transportes¹⁰⁰.

Este aumento de consumo do setor de transportes ocorre devido ao crescimento no consumo de gasolina e diminuição do consumo de etanol hidratado nos anos inventariados no município de São Paulo.

Ao compararmos as emissões do setor de energia (incluindo geração de energia, transformação e transportes), com o setor de resíduos da cidade de São Paulo, é possível observar a discrepância em relação aos setores, de onde 85,2% da geração de GEE provêm do setor de energia, que, por sua vez, é equivalente a 76,2% de emissões do setor de Transportes.

Tabela 29 – Emissões totais de GEE no Município de São Paulo de 2003 e 2011.

Setor	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	(tCO ₂ e)								
Energia	12.911	13.065	12.689	12.544	13.114	13.860	12.384	13.642	13.990
Resíduos	2.199	2.260	2.335	2.474	2.658	2.307	2.363	2.445	2.440
TOTAL	15.110	15.325	15.025	15.018	15.772	16.167	14.748	16.087	16.430

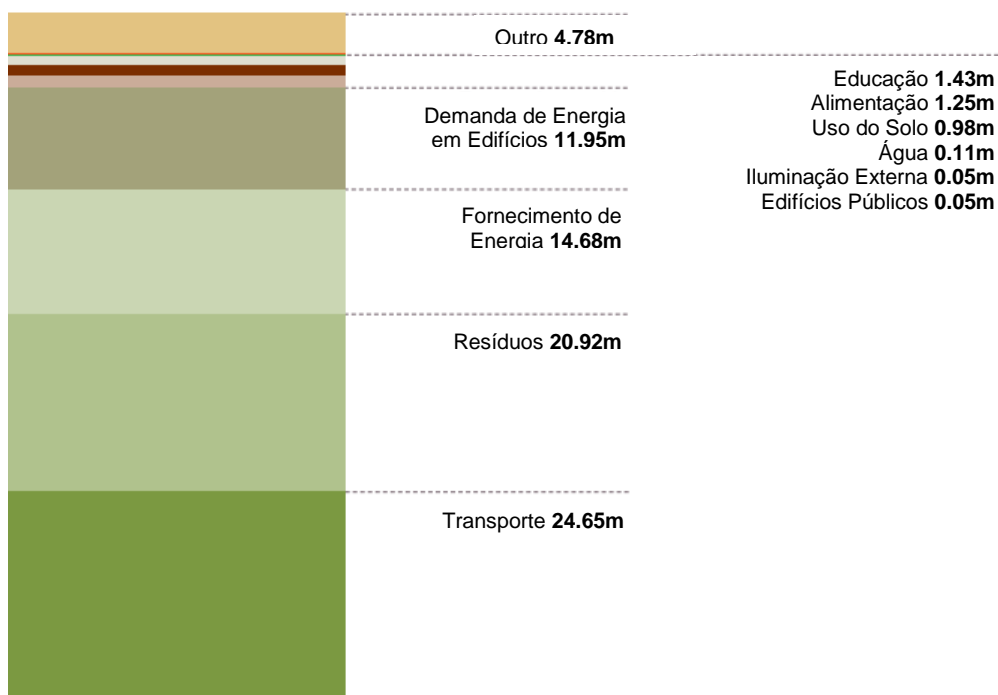
Fonte: Inventário de GEE do Município de São Paulo, 2009.

Também, ao compararmos outras cidades no mundo conforme os setores de emissões de GEE é possível observar a disparidade entre emissões provenientes da geração de energia, as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis para o transporte e as emissões provenientes da geração de resíduos. Em termos globais, as emissões relacionadas com o setor de transporte equivalem a 26% da

¹⁰⁰ Fonte: Inventário de GEE do Município de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/menu/index.php?p=167735>. Acesso em 28 maio 2016.

geração total global, atrás somente das emissões do consumo energético, com 30% das emissões totais globais (IPCC, 2014).

Quadro 22 – Quantidades de emissão por setor nas cidades inventariadas pelo CDP (em milhões de toneladas de CO₂e).



Fonte: *Summary Report on 110 Global Cities*, CDP, 2013 Disponível em: <https://www.cdp.net/CDPResults/CDP-Cities-2013-usage-summary.pdf>. Acesso em: 15 junho 2016.

Além do setor de transporte ser comprovadamente um dos setores mais poluentes das cidades globais conforme apresentado, outro fator que aumentou a diferença de emissões entre os setores estudados no Estudo de Caso foi a exclusão do cálculo de outras atividades e interferências da cidade global, que não faziam parte do bairro somente, mas sim da cidade como um todo e de outros escopos de emissões. Como não é possível avaliar a influência direta de cada item gerador de emissões no bairro estudado, estes foram excluídos do cálculo para não serem avaliados duplamente (de acordo com a definição dos escopos de cada perímetro estudado, conforme metodologia GPC).

Para o setor de energia, considerou-se apenas os consumos de energia elétrica dos edifícios residenciais e comerciais dentro do bairro estudado, e excluiu-se do cálculo os consumos de energia de outras fontes estacionárias, como a pública, industrial e

rural, além da geração de energia e das emissões fugitivas (energia gerada por sistemas de petróleo e gás natural).

Para o setor de resíduos, considerou-se apenas os resíduos sólidos gerados no bairro provenientes de residências e comércio local. Foram excluídas do cálculo as emissões provenientes da disposição de resíduos sólidos de outras fontes, emissões do tratamento de efluentes líquidos (esgoto sanitário), emissões da varrição de vias e podas públicas, emissões de incineração (basicamente resíduos hospitalares), e, por fim, tratamento biológico.

Já para o setor de transportes, excluiu-se do cálculo as emissões provenientes de outras fontes móveis, como o transporte rodoviário, aéreo e hidroviário. Porém, foram incluídas todas as interferências no transporte local, como os veículos de fora do bairro que circularão por ele durante o dia e a noite.

Mesmo com estas exclusões na avaliação final do bairro, o setor de transportes ainda obteve maior destaque nas emissões finais, não só por ser o mais poluente diretamente nas questões locais, mas também por possuir maior influência sobre os itens externos ao bairro, contabilizando as emissões de viagens diárias de pessoas que só o utilizam para determinados fins (como trabalho ou serviço, por exemplo).

6.2. Consolidação de Cenários

Com o intuito de prover uma melhor visualização do cenário de emissões contabilizado para o Parque da Cidade, e criar um modelo comparativo entre os dados levantados e os existentes de outras cidades, foram levantados dados de inventários de emissões de GEE de outras cidades. Foram escolhidas duas cidades que possuíam dados comparativos com os dados disponíveis do bairro em questão: São Paulo, por ser a cidade em que o bairro está localizado, o que permite uma comparação direta com seu local de inserção; e Recife, por ter sido a primeira cidade brasileira a utilizar a metodologia GPC e publicar seu inventário com base nela, igualmente utilizada neste trabalho para o Parque da Cidade.

Para poder comparar o bairro estudado com as cidades escolhidas, foi necessário definir corretamente os dados apresentados para as cidades que faziam relação direta com o bairro estudado. As cidades são muito mais complexas do que apenas um bairro e possuem diversos outros itens que geram emissões de GEE, que não foram considerados para um bairro. Desta forma, foi preciso selecionar as informações de cada cidade para poder compará-las com as informações de igual equivalência no bairro estudado.

Além disso, as informações referentes às emissões de São Paulo e Recife são relativas a anos-base passados, não condizentes com as emissões futuras dos anos de referência 2022 e 2030. Será necessário calcular as projeções dessas emissões conforme a referência dos anos existentes.

A seguir é apresentada uma tabela geral comparativa do Parque da Cidade com as cidades de São Paulo e Recife, com os dados presentes em seus inventários passados.

Tabela 30 – Dados gerais do Parque da Cidade, da cidade de São Paulo e da cidade de Recife.

Escopo	tCO₂e	População	Emissões per capita (tCO₂e/hab)	Ano Base
Parque da Cidade	650.900,12	56.030	11,61	2022
Parque da Cidade	596.189,00	65.000	9,17	2030
Recife	3.120.426	1.537.704	2,03	2012
São Paulo	15.115.000	11.000.000	1,4	2011

Fonte: 1º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Recife (2015); Fujihara (2016); Inventário de GEE do Município de São Paulo (2009).

Tabela 31 – Resumo das informações gerais do Parque da Cidade.

Dados Gerais			Transporte		
Área do terreno	83.671,91 m ²		Emissões totais (tCO ₂ e)		Emissões totais (tCO ₂ /hab)
Área total Construída	649.874,69 m ²				
Total habitantes 2022	56.030		2022	642.137,30	11,46
Total habitantes 2030	65.000		2030	583.395,22	8,97

Energia Estacionária					
Tipo	Consumo Energético			Geração de Dióxido de Carbono	
Unid.	Residencial (KWh/ano)	Comercial (KWh/ano)	Total (KWh/ano)	tCO ₂ /ano	KgCO ₂ /ano
2022	861.715,19	48.307.770,00	49.169.485,19	6.662,46	6.662.460
2030	1.226.395,28	76.174.310,00	77.400.705,28	10.487,78	10.487.780

Tipo	Emissões Percapitas				
Unid.	KWh/hab	MWh/hab	tCO ₂ /hab	KgCO ₂ /hab	
2022	877,55	0,87	0,11	119	
2030	1.190,78	1,19	0,16	161	

Resíduos				
	Geração de Resíduos (t/ano)	Geração de Metano (tCH ₄ /ano)	Geração de Dióxido de Carbono (tCO ₂ e/ano)	Emissões Percapitas (KgCO ₂ e/hab)
2022	17.307,21	84,02	2.100,36	37,5
2030	19.001,74	92,24	2.306,00	35,5

Fonte: Elaborado pela autora.

6.2.1. São Paulo (2011)

Para o estudo comparativo desta cidade, utilizaremos como referência os dados apresentados no Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade de São Paulo, publicado em 2009 com atualizações para 2010 e 2011¹⁰¹ (últimos dados

¹⁰¹ Inventário de GEE do Município de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/menu/index.php?p=167735>. Acesso em 28 maio 2016.

disponíveis), considerando os três setores relacionados neste trabalho: Energia, Resíduos e Transporte.

O consumo total de energia elétrica no Município de São Paulo em 2011 foi de 2,39 MWh/habitante, considerando-se uma população de 11.250.000 de habitantes (IBGE *apud* SNIS, 2012). Já a emissão relativa foi de 59 kgCO₂/habitante. Para estabelecer uma equivalência comparativa com o bairro estudado, será apenas considerado o consumo de eletricidade residencial e comercial do município de São Paulo entre os anos de 2003 a 2011, conforme dados mostrados na tabela 32.

Tabela 32 – Consumo de eletricidade no Município de São Paulo dos anos de 2003 a 2011.

Ano	Residencial	Comercial
2003	7.805.405	7.513.526
2004	8.175.559	7.579.164
2005	8.612.702	7.779.404
2006	9.189.637	8.094.012
2007	9.736.162	8.400.941
2008	10.355.049	8.578.990
2009	10.754.774	8.871.081
2010	11.127.289	9.187.709
2011	11.706.551	9.613.034

Fonte: Inventário de GEE do Município de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/menu/index.php?p=167735>. Acesso em 28 maio 2016.

O setor residencial do município de São Paulo consumiu 11.706.551 MW/h em 2011. Já o setor comercial consumiu 9.613.034 MW/h em 2011. O equivalente deste consumo em emissões de CO₂ é de 341.177 tCO₂ no setor residencial e 189.589 tCO₂ no setor comercial, totalizando 530.766 tCO₂ das emissões desses setores, o equivalente a 530.766.000 KgCO₂. Para realizar o cálculo de emissões relativas ao consumo energético da cidade, devemos considerar o Fator de Emissão do SIN do ano a ser avaliado, utilizando como referência a eq.(1):

$$ECO^2 = \text{Cons.} \times FE$$

(1) - Emissão de CO₂ proveniente do consumo de eletricidade

Onde:

ECO^2 = Emissão de GEE (tCO₂/ano)

Cons. = Consumo de Eletricidade (MWh/ano)

EF = Fator de Emissão do SIN (tCO₂/MWh)

Fonte: IPCC, 2006.

Se a população de São Paulo em 2011 era de 11.250.000 de habitantes, então as emissões per capita referentes ao consumo de energia residencial e comercial deste ano equivalem a 47,2 KgCO₂/habitante.

Para aproximar os dados existentes aos anos estudados (2020 e 2030), é necessário estimar o aumento da população do município e, conseqüentemente, a projeção do aumento do consumo energético. Se analisarmos os dados de consumo Residencial e Comercial nos anos de 2003 a 2011¹⁰², é possível observar um aumento médio de consumo energético de 5,20% ao ano no setor Residencial, e de 3,13% ao ano no setor Comercial. Considerando os seguintes aumentos anualmente, teremos em 2022 e 2030 os seguintes consumos:

Tabela 33 – Projeção Consumo Energético nos setores Residencial e Comercial de São Paulo (MWh).

	Residencial (MWh/ano)	Comercial (MWh/ano)	Total (MWh/ano)
2022	20.445.705,43	13.492.600,87	33.938.306,30
2030	30.671.005,79	17.265.367,05	47.936.372,84

Fonte: Elaborado pela autora.

Para calcular as emissões totais do município de São Paulo para 2020 e 2030, deve-se considerar o mesmo fator de emissão do SIN atualmente disponível para o município de São Paulo (média anual para o ano de 2014, conforme referência do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação), no qual o valor para o ano de 2014 é igual a 0,1355 tCO₂/MWh.

¹⁰² Inventário de GEE do Município de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/menu/index.php?p=167735>. Acesso em 28 maio 2016.

Para calcular as emissões *percapitas*, será considerada uma taxa de crescimento anual para o município de São Paulo de 0,79%, possuindo assim em 2022 a quantidade de 12.367.932 habitantes, e 13.171.543 habitantes em 2030.

Tabela 34 – Emissões totais e percapitas de Energia Residencial e Comercial do Município de SP.

	Total (tCO₂/ano)	tCO₂/hab	KgCO₂/hab
2022	4.598.640,5	0,37	400
2030	6.495.378,5	0,49	530

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a contabilização das emissões provenientes do setor de resíduos do Município de São Paulo, será considerada apenas a geração de resíduos domiciliares, compatíveis com a geração de resíduos do Parque da Cidade. O setor pode ser dividido em três grandes áreas: Subsetor Disposição de Resíduos Sólidos, Subsetor Incineração e Subsetor Efluentes Líquidos. Para esta avaliação serão apenas considerados os resíduos sólidos advindos de domicílios da cidade. Em 2011 foram coletados 3.570.975 toneladas de resíduo doméstico e 48.069 de resíduo de poda, conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2012). Esses resíduos foram depositados em aterros e geraram 2.112.844 tCO₂e, conforme dados do Inventário de GEE do Município de São Paulo¹⁰³.

A geração de resíduos é diretamente proporcional ao crescimento populacional. Desta forma, aplicou-se a taxa de 0,79% ao ano de projeção de crescimento da geração de resíduos, conforme dados definidos pela projeção de crescimento populacional da cidade de São Paulo, disponibilizados pelo IBGE nos últimos 10 anos (de 2000 a 2010). Se em 2011 foram coletados 3.570.975 toneladas de resíduo doméstico, a uma taxa de crescimento de 0,79% ao ano; em 2022 serão geradas 3.893.846 toneladas anuais e em 2030 serão 4.146.850 toneladas, que equivalem a emissões de tCO₂e/ano.

¹⁰³ Inventário de GEE do Município de São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/menu/index.php?p=167735>. Acesso em 28 maio 2016.

Tabela 35 – Emissões totais de Resíduos Domiciliares do Município de São Paulo, nos anos de referência.

Resíduos (tCO₂e/ano)	
2022	472.546
2030	503.250

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação a transportes, no Inventário de GEE do Município de São Paulo, as emissões provenientes do consumo de gasolina e diesel totalizaram 9.422.601 tCO₂e em 2011. As emissões referentes a etanol hidratado e GNV não são contabilizadas, pois são de origem biogênica, conforme orientação do IPCC (2006). Para este item não foram contabilizadas as emissões provenientes do setor de transporte aéreo, pois não equivale aos dados contabilizados no Parque da Cidade.

Como o aumento de emissões relacionadas ao transporte está diretamente ligada ao aumento da frota de veículos, utilizamos os dados referentes à quantidade total de veículos e suas respectivas projeções.

Para calcular a projeção de aumento da frota de veículos nos anos futuros, utilizou-se os dados históricos de emplacamentos do DETRAN-SP¹⁰⁴ (de 2008 a 2015), que totalizaram uma média de crescimento de 3.6% ao ano. Essa taxa de crescimento foi aplicada no valor das emissões de 2011, para estimar as projeções das emissões do setor.

Tabela 36 – Emissões totais de Transporte Rodoviário do Município de São Paulo, nos anos de referência.

Transportes (tCO₂e/ano)	
2022	10.444.550,18
2030	13.860.145,32

Fonte: Elaborado pela autora.

104 Disponível em: <<http://www.detran.sp.gov.br/wps/portal/portaldetran/detran/estatisticastransito/>>. Acesso em 15 junho 2016.

6.2.2. Recife (2012)

Para o estudo comparativo desta cidade, utilizaremos como referência o Relatório *Urban Leds*, 1º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Recife, publicado em 2015 com os dados levantados de 2012, considerando os três setores relacionados neste trabalho: Energia, Resíduos e Transporte.

O setor residencial do município de Recife consumiu em 2012 1.168.973 MWh. Já o setor comercial consumiu 176.448 MWh em 2012¹⁰⁵. O fator de emissão adotado foi a média mensal publicada pelo MCTI (Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação), de 0,0634 tCO₂/MWh. Desta forma, o equivalente deste consumo em emissões de CO₂ é de 74.112 tCO₂ no setor residencial e de 11.187 tCO₂ no setor comercial, totalizando 85.299 tCO₂ das emissões desses setores, o equivalente a 85.299.000 KgCO₂.

Se a população de Recife em 2012 era de 1.537.704 habitantes, então as emissões per capita referentes ao consumo de energia residencial e comercial deste ano equivalem a 56 KgCO₂/habitante.

Para aproximar os dados existentes aos anos de referência (2020 e 2030), é necessário estimar o aumento da população do município e, conseqüentemente, a projeção do aumento do consumo energético. Se analisarmos os dados de consumo Residencial e Comercial nos anos de 2003 a 2011¹⁰⁶, é possível observar um aumento médio de consumo energético de 3,16% ao ano no setor residencial, e de 4,76% ao ano no setor comercial.

Tabela 37 – Projeção do Consumo Energético nos setores Residencial e Comercial de Recife (MWh).

	Residencial (MWh/ano)	Comercial (MWh/ano)	Total (MWh/ano)
2022	1.580.030	1.969.392	3.549.422
2030	2.026.544	2.856.907	4.883.451

Fonte: Elaborado pela autora.

¹⁰⁵ 1º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Recife.

¹⁰⁶ Base de Dados do Estado de Pernambuco – Companhia de Eletricidade de Pernambuco. Disponível em:

<http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?CodInformacao=416&Cod=3>. Acesso em: 15 junho 2016.

Para calcular as emissões totais do município de Recife para 2020 e 2030, deve-se considerar o mesmo fator de emissão do SIN atualmente disponível o município de Recife (média anual para o ano de 2012, conforme referência do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação), onde o valor para o ano de 2012 é igual a 0,0634 tCO₂/MWh.

Para calcular as emissões *percapitas*, foi considerada uma taxa de crescimento anual de 2000 a 2010, a qual corresponde a 0,78% ao ano. Considerando que a população de Recife era de 1.537.704, estima-se que essa população será de 1.687.971 habitantes em 2022, e de 1.796.221,20 habitantes em 2030.

Tabela 38 – Emissões totais e percapitas de Energia Residencial e Comercial do Município de Recife.

	Total (tCO₂/ano)	tCO₂/hab	KgCO₂/hab
2022	225.034	0,13	133
2030	309.611	0,17	172

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a contabilização das emissões provenientes do setor de resíduos, será considerado apenas a geração de resíduos sólidos domiciliares, que representam 69% das emissões totais de CO₂, que equivalem a 411.805 tCO₂e. Compondo a geração total: resíduos volumosos (diversos não classificados) representam 30% da geração total, resíduos de poda representando 1% e RSS (resíduos de serviços de saúde) representando 1%, conforme dados do Inventário de Emissões de GEE da Cidade do Recife (ICLEI, 2015).

Em 2012 foram gerados 544.715,17 toneladas de resíduo domiciliar, composto por 70% orgânico, 25% inorgânico reciclável e 5% outros. Esta quantidade total gerada foi responsável pela emissão de 411.805 tCO₂e. Se a população de Recife em 2012 era de 1.537.704 habitantes, então as emissões per capita referentes à geração de resíduos domiciliares na cidade era de 3,73 tCO₂/habitante.

A geração de resíduos está diretamente proporcional ao crescimento populacional. Desta forma, aplicou-se a taxa de 0,78% ao ano de projeção de crescimento da geração de resíduos, conforme dados definido pela projeção de crescimento

populacional do município de Recife, conforme dados disponibilizados pelo IBGE dos últimos 10 anos (de 2000 a 2010).

Se em 2012 foram coletados 544.715,17 toneladas de resíduo domiciliar, a uma taxa de crescimento de 0,78% ao ano, em 2022 serão geradas 588.725,72 toneladas anuais, e em 2030 serão geradas 626.481 toneladas, conforme dados da tabela 39.

Tabela 39 – Emissões totais de Resíduos Domiciliares do Município de São Paulo, nos anos de referência.

Resíduos (tCO ₂ e/ano)	
2022	71.446
2030	76.028

Fonte: Elaborado pela autora.

O setor dos transportes no ano de 2012, conforme o Inventário da Cidade do Recife, contabilizou as emissões dos setores de Transporte Terrestre, Transporte Aéreo e Transporte Hidroviário. Para o item dessa comparação, consideraremos apenas o setor de Transporte Terrestre da comunidade (excluindo as operações do governo), que totalizaram 1.413.617 tCO₂e.

Para a projeção dos dados referentes ao Transporte Terrestre da cidade do Recife, foi considerado que a frota de automóveis em 2013 era de 639.114, de acordo com o DETRAN-PE (2013). A partir dos dados históricos do DETRAN foi calculada a taxa de crescimento de frota de 5,45% ao ano, conforme tabela 40. Essa taxa de crescimento foi aplicada para estimar as projeções das emissões do setor de transporte para os anos de 2020 e 2030, conforme a quantidade de emissões totais do Setor de Transporte Terrestre em 2012.

Tabela 40 – Frota registrada segundo o tipo na cidade do Recife de 1990 a Janeiro/2016.

Anos	Total	Automóvel	Carga ⁽¹⁾	Ônibus ⁽²⁾	Motos ⁽³⁾	Outros	%
1990	203.608	162.450	21.723	1.811	13.414	4.210	-
1991	230.451	182.073	27.280	2.373	14.498	4.227	13,18%
1992	249.647	197.445	29.889	2.615	15.190	4.508	8,33%
1993	270.139	214.523	32.326	2.693	15.702	4.895	8,21%
1994	291.281	231.859	33.800	2.779	16.306	6.537	7,83%
1995	311.158	247.728	36.979	3.149	17.427	5.875	6,82%
1996	327.727	260.629	38.920	3.351	18.581	6.246	5,32%
1997	339.420	268.788	40.407	3.406	20.394	6.425	3,57%
1998 ⁽⁴⁾	309.299	244.955	36.811	3.102	18.578	5.853	-8,87%
1999	317.825	247.596	36.907	3.165	24.344	5.813	2,76%
2000	335.256	257.714	37.917	3.578	28.566	7.481	5,48%
2001	350.731	265.828	39.944	3.907	33.161	7.891	4,62%
2002	364.665	273.100	41.812	4.072	37.274	8.407	3,97%
2003	374.054	278.215	42.819	4.199	40.165	8.656	2,57%
2004	384.651	283.796	44.172	4.335	43.093	9.255	2,83%
2005	397.718	291.159	46.146	4.347	46.355	9.711	3,40%
2006	403.676	290.983	46.920	4.324	50.966	10.483	1,50%
2007	425.185	301.404	49.588	4.450	57.858	11.885	5,33%
2008	452.134	312.756	52.836	4.732	68.401	13.409	6,34%
2009	485.015	327.744	57.406	5.023	79.805	15.037	7,27%
2010	527.840	348.232	64.402	5.641	92.811	16.754	8,83%
2011	570.979	366.196	72.862	6.314	106.460	19.147	8,17%
2012	607.781	382.974	79.988	6.834	116.589	21.396	6,45%
2013	636.114	394.456	85.185	7.066	125.832	23.575	4,66%
2014	659.250	402.270	90.258	7.131	134.002	25.589	3,64%
2015	674.782	405.690	91.861	7.041	139.787	30.403	2,36%
2016	677.424	406.613	92.189	7.050	140.168	31.404	0,39%

Fonte: DETRAN-PE, 2016. Disponível em:

<http://www.detrان.pe.gov.br/images/stories/estatisticas/HP/1.12_frota_combustivel.pdf>. Acesso em: 15 junho 2016.

Tabela 41 – Emissões totais de Transporte Rodoviário do Município de Recife, nos anos de referência.

Transportes (tCO ₂ e/ano)	
2022	2.049.547
2030	3.133.506

Fonte: Elaborado pela autora.

6.3. Conclusões finais

Para efetivar um modelo comparativo entre os exemplos citados (São Paulo, Recife e Parque da Cidade), foi preciso calcular as emissões totais por habitante em cada um dos exemplos, para poder criar um cenário comparativo base de uma cidade

com o de um bairro isolado e medido individualmente. Os resultados são vistos nas tabelas 42 e 43 a seguir.

Tabela 42 – Comparação final dos valores de emissões totais do Parque da Cidade, da Cidade de São Paulo e da Cidade de Recife.

	Energia (tCO₂)	Resíduos (tCO₂e)	Transporte (tCO₂e)	Emissões TOTAIS (tCO₂e)
Parque da Cidade 2022	6.663	2.100	642.137	650.900
Parque da Cidade 2030	10.488	2.306	583.395	596.189
São Paulo 2022	4.598.641	472.546	10.444.551	15.515.738
São Paulo 2030	6.495.379	503.250	13.860.146	20.858.775
Recife 2022	225.034	71.446	2.049.547	2.346.027
Recife 2030	309.611	76.028	3.133.506	3.519.145

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 43 – Comparação final dos valores de emissões percapitas do Parque da Cidade, da Cidade de São Paulo e da Cidade de Recife.

	Habitantes	Energia (tCO₂e/hab)	Resíduos (tCO₂e/hab)	Transporte (tCO₂e/hab)	Emissões TOTAIS por hab. (tCO₂/hab)
Parque da Cidade 2022	56.030	0,11	0,037	11,46	11,61
Parque da Cidade 2030	65.000	0,16	0,035	8,97	9,17
São Paulo 2022	12.367.932	0,40	0,038	0,84	1,25
São Paulo 2030	13.171.543	0,49	0,038	1,05	1,58
Recife 2022	1.687.971	0,13	0,042	1,21	1,38
Recife 2030	1.796.222	0,17	0,042	1,74	1,95

Fonte: Elaborado pela autora.

Enquanto que o Parque da Cidade emite relativamente mais carbono por habitante do que as duas cidades comparadas, basicamente devido ao alto valor de emissões do setor de transporte, ele é o único exemplo que reduz suas emissões ao longo do tempo (comparações feitas para os anos de 2022 e 2030), tanto as totais quanto por habitante, também dentro do setor de transportes.

O alto valor final da emissão *percapita* no setor de transportes do Parque da Cidade em comparação com as emissões das outras duas cidades, pode ser devido ao cálculo conservador sobre este setor do bairro, que considerou que mesmo com o desestímulo do uso do automóvel, seus moradores e visitantes ainda o utilizarão como meio de transporte preferencial, por mais que haja disponibilidade de outros meios de transporte de baixa emissão próximos do bairro estudado. Ou seja, um fator comportamental relacionado à população deste local pode interferir drasticamente as emissões de GEE do Parque da Cidade e da cidade de São Paulo como um todo.

Outro fator que pode ser considerado um possível aumento das emissões do setor de transportes é o tímido uso misto previsto na concepção do projeto. São apenas dois edifícios residenciais a serem construídos no complexo todo, de um total de doze edificações (cinco torres corporativas, três restaurantes, uma torre de escritórios e um shopping center). Este modelo urbano, basicamente comercial, não promove a permanência no bairro em questão (para moradia), tornando-o basicamente de uso comercial e promovendo o maior deslocamento de pessoas diariamente dentro da cidade para fins de trabalho. Como o sistema de transporte urbano focado no transporte individual é o maior emissor de gases de efeito estufa dentro de uma cidade, logo o bairro que não promove um uso mais diversificado e misto, consequentemente emitirá mais carbono à atmosfera. Estes conceitos foram completamente explorados e citados nos capítulos 3 e 4 deste trabalho.

Por outro lado, o bairro pretende, sim, incentivar a redução do transporte individual ao longo do tempo, sendo o único a promover a redução de suas emissões a longo prazo, justamente no setor que mais promove emissões de GEE, o de Transportes. Isso torna todos os itens de sustentabilidade inseridos no projeto quase irrisórios perto do tamanho da potencialidade de redução do setor de transporte a longo prazo, influenciadas por uma mudança cultural e hábitos da população.

De todas as formas é possível observar menores valores de emissões per capita no setor de energia e no setor de resíduos dentro do bairro certificado, justamente devido às iniciativas de sustentabilidade inseridas nos projetos dos edifícios e no projeto urbano em geral. No setor de energia, por exemplo, o Parque da Cidade prevê emitir 27,5% menos energia do que a média da cidade de São Paulo em 2022, e até 32,7% menos energia do que a média da cidade em 2030. Já as emissões do setor de transporte serão reduzidas em torno de 21% ao longo de 8 anos (entre 2022 e 2030).

Como a sustentabilidade ocorre somente a longo prazo e as políticas que promovem mudanças de comportamento e visão dentro de uma cidade devem ser observadas e acompanhadas ao longo do tempo, logo, o bairro estudado apresenta um enorme potencial de sustentabilidade urbana e ambiental, promovido principalmente pela certificação ambiental almejada.

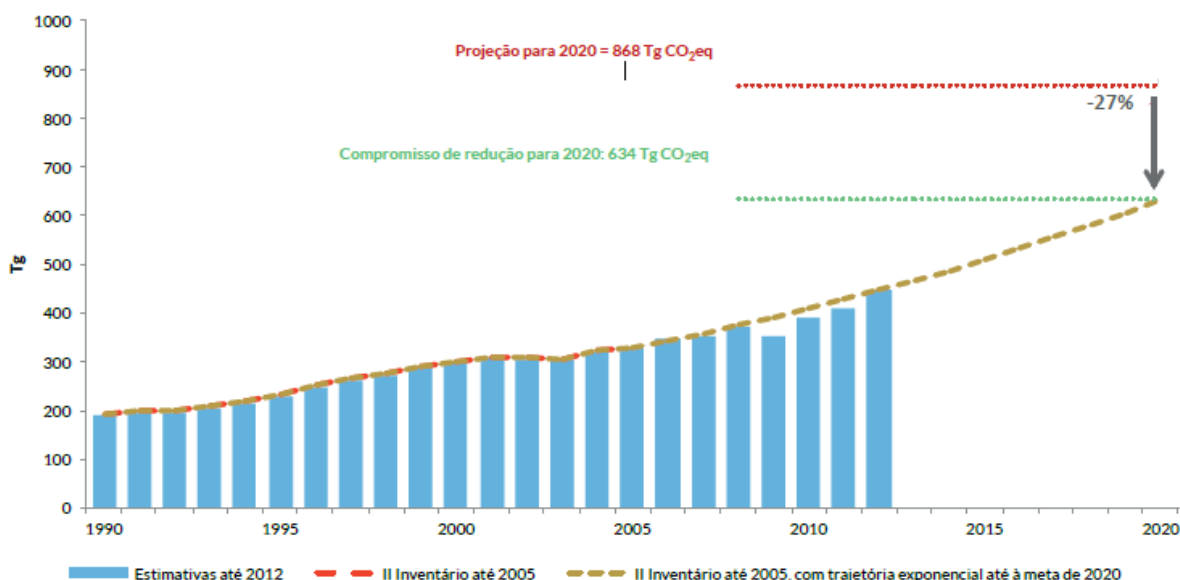
Sendo assim, a sustentabilidade proposta no projeto, mesmo com previsão de valores de emissões *percapitas* maiores do que as cidades estudadas, permitirá a redução das emissões de GEE ao longo do tempo, promovendo um enorme benefício ambiental e urbano para a cidade e seus moradores. Existe um plano para que as emissões sejam reduzidas de forma progressiva ao longo dos anos, e que o projeto possa um dia chegar a emissão zero e logo positivar suas emissões. Para isto será feita uma medição e controle contínuos, acompanhado de relatórios e índices. Desta forma, será possível comparar este trabalho realizado com os resultados reais alcançados no futuro.

A redução das emissões a longo prazo favorece ainda o alinhamento de políticas públicas existentes, tais como a Política Nacional sobre Mudança do Clima, dentro de uma perspectiva macro econômica e urbana.

Segundo o Decreto no 7.390/2010, que regulamenta a Política Nacional sobre Mudança do Clima, a linha de base de emissões de gases de efeito estufa para 2020 foi estimada em 3,236 GtCO₂-eq. Assim, a redução absoluta correspondente ficou estabelecida entre 1,168 GtCO₂-eq e 1,259 GtCO₂-eq, 36,1% e 38,9% de redução de emissões, respectivamente.

O decreto considera o percentual de redução de emissões de gases de efeito estufa contido no Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), de 27% em 2020, para o setor de Energia.

Tabela 44 – Estimativas de emissões do Setor Energia em 2020 (CO₂eq.).



Fonte: Ministério da Tecnologia e Inovação, 2014. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf>. Acesso em: 11 maio 2016.

Ora, se as edificações do bairro certificado promovem a redução de 27,5% (em 2020) até 32,7% (em 2030) do consumo energético de suas edificações, em comparação com a cidade de São Paulo, logo o bairro em questão já atenderia esta meta do Plano. Se fosse possível escalonar e aplicar esta eficiência energética em diversos outros edifícios da cidade de São Paulo e demais municípios, então seria possível atender a meta de redução da política nacional.

Por outro lado, o estado de São Paulo está diante do desafio de cumprir a meta de redução de 20% de emissão de CO₂ até 2020, com base em 2005, contido na Lei Estadual 13.798, de 09 de novembro de 2009 e Decreto nº 55.947, de 24 de junho de 2010, que a regulamentou e dispõe as diretrizes sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Para isto, será necessário, pelo lado da demanda, induzir o aumento da eficiência energética das edificações, da gestão de resíduos sólidos e redução da demanda de transportes individuais; todos esses itens estudados e avaliados nestes exemplos citados, presentes na certificação urbana e permissíveis em reduzir as emissões conforme estipulado pela meta.

Diante deste cenário é possível avaliar que a chave para a redução das emissões de GEE de grandes centros urbanos é a redução da utilização do automóvel individual para deslocamentos diários. “Atualmente, todos os que prezam pelas cidades estão incomodados com os automóveis.” (JACOBS, 2013, p. 377). A criação de políticas que reduzam seu uso e o desenvolvimento de tecnologias verdes para melhorar seu desempenho deve ser o foco dos governos e fabricantes que miram o desenvolvimento sustentável.

Porém, o uso do automóvel baseia-se no distanciamento entre habitação e trabalho da população. Ou seja, o espraiamento urbano e a baixa densidade habitacional promove o uso massivo do automóvel diariamente. As cidades de países em desenvolvimento investem massivamente nos transportes individuais, construindo cada vez mais estradas e rodovias que interliguem seus extremos. Ao construir casas nas periferias e distanciar a vida pública urbana dos centros, promove-se o esvaziamento e a dispersão populacional. Desta forma, é fundamental prever cidades mais compactas e centros urbanos mais consolidados urbanisticamente. Focar nos bairros de grandes cidades e promover o desenvolvimento de centros urbanos conectados e sustentáveis.

A projeção da criação de bairros de uso misto é outro agente indutor de emissões de GEE, pois também reduz as viagens de deslocamento com automóvel e transporte de massa, estimulando as conexões entre espaços para pedestres e ciclistas. Esses fatores impactam diretamente na saúde e bem-estar dos moradores dessa cidade, que, estimulados a este tipo de deslocamentos, tendem a ser mais saudáveis.

Os automóveis, porém, não são os únicos causadores de emissões de GEE. As emissões relacionadas com a construção da nova infraestrutura necessária para suprir a demanda dos deslocamentos são de alta relevância em cidades em desenvolvimento. A expansão global da infraestrutura é um agente-chave de emissões em múltiplos setores, afetando seu aumento em três fases principais: construção, uso/operação e demolição.

As emissões de carbono, por dirigir automóvel e pelo uso de energia doméstica nas áreas metropolitanas mais verdes do globo, ainda são mais muito superiores às emissões de uma área metropolitana média da China.

Outro grande problema surge quando potências como China e Índia começam a se desenvolver nos mesmos moldes que a era moderna se desenvolveu: em função do automóvel. A Índia possui atualmente o maior complexo viário do planeta, 5.800 quilômetros de autoestradas interligando suas quatro maiores cidades, o Golden Quadrilateral, ao mesmo tempo em que lança um carro muito barato e acessível à grande parte de sua população.

A China ora investe pesadamente em imensos, genéricos e assépticos conjuntos habitacionais nas periferias de suas megacidades para atender à população imigrante (modelo fracassado no ocidente e amplamente publicizado desde a reconstrução do pós-guerra na Europa). Obviamente, nenhum dos modelos responderá adequadamente às necessidades de um planeta mais harmonioso (LEITE, 2012, p. 41).

Se estes países super populosos e em desenvolvimento, incluindo o Brasil, continuarem com a mesma cultura de culto ao automóvel e espraiamento urbano, investindo pesadamente em políticas públicas que promovam seu uso, nosso pequeno planeta não será suficiente para suportar a grande demanda de emissões de poluentes e de gases de efeito estufa que serão liberados na atmosfera nos próximos anos. A maior preocupação neste momento é em entender como países em desenvolvimento poderão alinhar suas políticas desenvolvimentistas com suas emissões de GEE e qual o papel dos países desenvolvidos neste contexto.

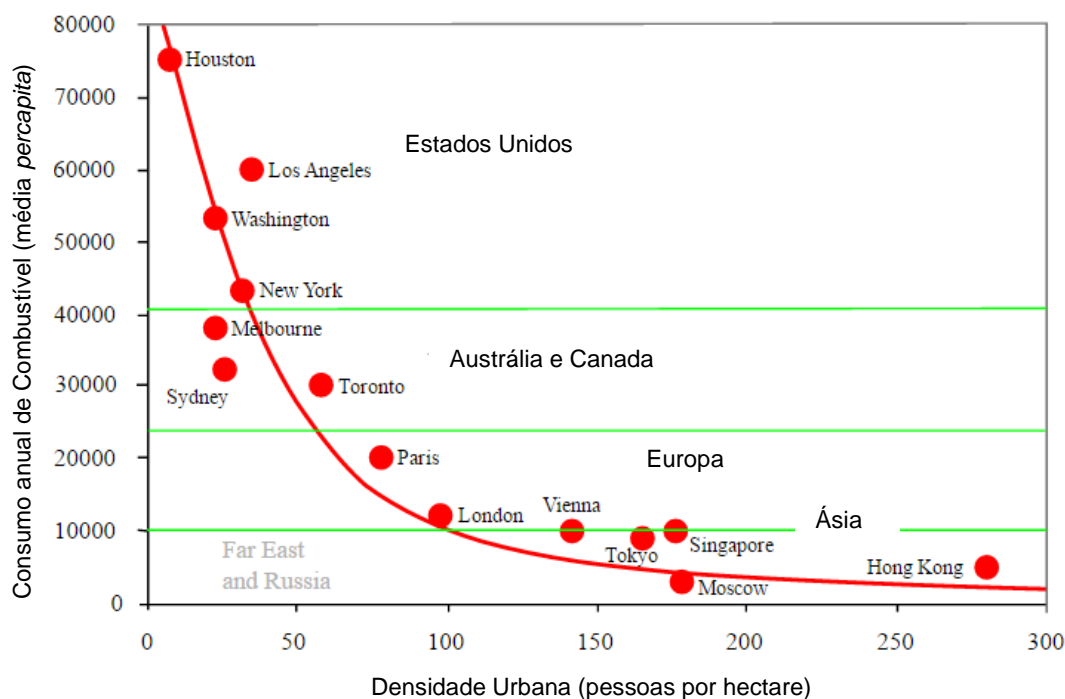
Mas, à medida que a Índia e a China se desenvolvem economicamente e se urbanizam, suas escolhas relacionadas ao desenvolvimento urbano afetarão toda a humanidade. Se seguirem um padrão de desenvolvimento americano, e criarem dispersas áreas nos subúrbios que dependerão de automóveis para se locomoverem, as emissões per capita mundiais podem aumentar até 139%, mas se estagnarem em níveis franceses, a emissão global aumentará apenas 30% (GLAESER, 2011). O uso de automóveis e os padrões de urbanização nesses países poderão ser, claramente, a questão ambiental mais importante do século XXI.

Se as emissões de carbono na Índia e na China subirem aos níveis per capita americanos, o consumo de carbono no mundo aumentará em 139%, mesmo se sua população permanecer a mesma. Os maiores benefícios para o meio ambiente no apoio a empreendimentos com maior densidade nos Estados Unidos poderiam muito bem ser no sentido de ajudar a persuadir a China e a Índia a construírem para cima e não para os lados. (GLAESER, 2011, p. 215).

O gráfico 16 mostra a relação entre o consumo de combustível *percapita* e as densidades urbanas de algumas cidades, evidenciando com clareza que maiores

densidades urbanas correspondem a menos consumo *percapita* de combustível, consequentemente, menores deslocamentos automobilísticos diários.

Gráfico 16 – Relação do Consumo percapita de combustível com densidade urbana.



Fonte: Adaptado de Newman e Kenworthy, 1989.

Os governos europeus, após décadas de aprendizado e evolução, criaram políticas que retardaram o avanço do automóvel, cobrando impostos pesados sobre a gasolina e investindo menos em rodovias.

O imposto médio sobre a gasolina na França, ao longo dos últimos 30 anos, tem sido aproximadamente oito vezes maior do que a média de imposto sobre combustível nos EUA. Em meados da década de 1990, quando o preço médio por 1 litro de gasolina nos EUA estava perto de \$1, o preço médio por litro na Itália ou na França estava perto de \$5. (GLAESER, 2011).

Atualmente, na França, 84% do transporte de passageiros (por quilômetro) ocorrem com o uso do automóvel. Na Itália existem cerca de 6 carros para cada 10 pessoas; os números equivalentes para a França e a Alemanha são, respectivamente, 5 e 5,66. Os EUA ainda possuem mais carros - existem 7,76 carros para cada 10 americanos, mas a distancia está consideravelmente se estreitando. (GLAESER, 2011).

Cidades com bons sistemas de transporte público e que têm evitado a sua expansão desmedida apresentam menores níveis de emissões de gases estufa por pessoa do

que cidades que não têm. Cingapura, por exemplo, tem um quinto da população de carros *per capita* em comparação com cidades de outros países de elevado rendimento, mas também uma maior renda *per capita*. A maior parte das cidades europeias que têm altas densidades possui centros onde andar a pé e de bicicleta são meios de mobilidade preferidos por grande parte da população. (LEITE, 2012, p. 136). Copenhague, por exemplo, é uma grande cidade europeia que não possui congestionamentos e 36% dos deslocamentos são feitos de bicicleta (*European Green City Index*, 2015).

Estudos apontam que existe muita pouca conexão entre o tamanho da cidade e seu desempenho ambiental. Contudo, as cidades que normalmente ocupam o topo do ranking de cidades sustentáveis na Europa tendem a ser menores, com populações abaixo de um milhão de habitantes. Até certo ponto, isso faz sentido: cidades menores fisicamente facilitam que sua população caminhe ou pedale para o trabalho, por exemplo. Dentro deste contexto, bairros sustentáveis e conectados com o restante da cidade, como o exemplo apresentado do Parque da Cidade, são fundamentais de serem desenvolvidos em prol da sustentabilidade urbana de menor escala, influenciando a escala maior da megalópole já consolidada.

Em relação à indústria do automóvel, novas tecnologias permitirão deslocar-se emitindo muito menos GEE e reduzindo a destruição dos recursos naturais. A popularização dos *Hypercars* ultraleves, mais seguros e com acionamento híbrido (acionados por uma célula de combustível de hidrogênio e eletricidade) permitirão constituir uma nova forma tecnológica de deslocamento com base na eficiência.

Nos próximos vinte anos, a indústria automotiva mundial enfrentará uma transformação radical que modificará totalmente a natureza de suas empresas e produtos [...] pode ser que, duas décadas, os maiores fabricantes já não controlem a indústria de veículos; pode ser que se verifique uma transferência radical do poder para os fornecedores de peças e sistemas. É possível que protagonistas completamente novos, como as empresas de eletrônica e de software, venham a ser os verdadeiros concorrentes da indústria automobilística. (HAWKEN, 1999).

Em termos de previsão de futuro, ainda não temos como saber onde a tecnologia pode nos levar e quais serão seus desdobramentos e virtudes. O avanço tecnológico nos permitirá construir e destruir diversos processos ainda, criando desafios e solucionando outros, como qualquer processo evolutivo.

Contudo, é possível saber o que as previsões tradicionais nos mostram ao examinarmos os fatos e depois apresentamos as tendências de um futuro provável. Este foi justamente o modelo apresentado neste trabalho, conforme linha de raciocínio apresentada e dados calculados, dentro de uma métrica e uma função. Porém, o que não pode ser medido nem mensurado neste modelo de previsão tradicional são os fatos naturais que podem ocorrer ao longo do tempo. Este modelo tradicional pode fracassar catastroficamente, como quando um fato imprevisto altera os termos da equação e promove resultados variados e não específicos.

Uma importante indagação para a sociedade é se ela está disposta a deixar seu destino por conta de previsões tradicionais ou ajustar-se conforme catástrofes e mudanças climáticas ocorram. O fato é que a cada instante, é mais necessário levar em consideração os possíveis declínios para que uma crise ambiental, caso ocorra, tenha o menor impacto possível. O grande desafio é que o meio ambiente nunca “erra” de veras, simplesmente se altera de acordo com influências externas e os princípios da natureza.

Nesse contexto, o mais improvável cenário ambiental é o de que nada improvável há de acontecer. A maior surpresa não será uma surpresa. Embora seja insensato acreditar em qualquer projeção ambiental para o futuro, é importante ter em mente que a natureza apresentará todos os dados e sinais, e comandará os cenários e investimentos futuros. O homem precisará criar os modelos que se ajustem a ela.

7. Referências Bibliográficas

ABNT NBR ISO 14064-1:2007. Gases de efeito estufa – Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.

ABNT NBR ISO 14064-2:2007. Gases de efeito estufa – Parte 2: Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa.

ABNT NBR ISO 14064-3:2007. Gases de efeito estufa – Parte 3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa.

BENYUS, JANINE M. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York, New York. Harper Collins Publishers Inc. 1997. 310p.

CARSON, RACHEL. *Primavera Silenciosa*. São Paulo, São Paulo. Editora Gaia. 2010. 330p.

Congress For The New Urbanism and the Natural Resources Defense Council. Green Neighborhood Development. Washington, DC. 2009.

DUANY, ANDRES; SPECK, JEFF; e LYDON, MIKE. *The Smart Growth Manual*. New York, New York. Mc Graw Hill. 2010.

FUJIHARA, MARCO ANTONIO; e LOPES, FERNANDO. *Sustentabilidade e Mudanças Climáticas: Guia para Amanhã*. São Paulo, São Paulo. Terra das Artes Editora. 2009. 172p.

Fundação Getúlio Vargas. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP (2008). *Programa Brasileiro GHG Protocol. Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa (Segunda Edição)*. Fundação Getúlio Vargas & *World Resources Institute*.

Fundação Getúlio Vargas. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP (2011). *Programa Brasileiro GHG Protocol. Especificações de Verificação do Programa Brasileiro GHG Protocol*. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP: Fundação Getúlio Vargas & *World Resources Institute*.

Fundação Getúlio Vargas. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP (2009). *Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)*. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP: Fundação Getúlio Vargas & *World Resources Institute*.

GLAESER, EDWARD. *Os Centros Urbanos: A Maior Invenção da Humanidade*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Editora Campus. 2010/2011. 340p.

GOULD, KIRA; e HOSEY, LANCE. *Woman In Green: Voices Of Sustainable Design*. Bainbridge Island, WA. Ecotone Publishing. 2007. 238p.

HAWKEN, PAUL. *The Ecology Of Commerce: A Declaration Of Sustainability*. Sausalito, California. HarperCollins Publishers. 2010. 228p.

HAWKEN, PAUL; LOVINS, AMORY; e LOVINS, L HUNTER. *Capitalismo Natural: Criando a Próxima Revolução Industrial*. São Paulo, São Paulo. Editora Cultrix. 1999. 364p.

JACOBS, JANE. *Morte e Vida de Grandes Cidades*. São Paulo, São Paulo. Editora WMF Martins Fontes. 2011. 512p.

KOOLHAAS, REM. *Nova York Delirante: Um Manifesto Retroativo Para Manhattan*. São Paulo, São Paulo. Cosac Naify. 2008. 368p.

LEITE, CARLOS. *Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes: Desenvolvimento Sustentável Num Planeta Urbano*. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Editora Bookman. 2012. 268p.

LOVELOCK, JAMES. *Gaia: Alerta Final*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Intrínseca. 2010. 264p.

MARQUES, LUIZ. *Capitalismo e Colapso Ambiental*. Campinas, São Paulo. Editora Unicamp. 2015. 648p.

MCDONOUGH, WILLIAN. *Cradle to Cradle: Criar e Reciclar Ilimitadamente*. São Paulo, São Paulo. Editora G Gili. 2013. 194p.

ROMERO, MARCELO DE ANDRADE; e BRUNA, GILDA COLLET. *Metrópoles e o Desafio Urbano Frente ao Meio Ambiente*. São Paulo, São Paulo. Editora Blucher, 2010. 120p.

VÁRIOS AUTORES. *Urbanismo Ecológico*. São Paulo, São Paulo. Editora G Gili. 2014. 660p.

VÁRIOS AUTORES. *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*. *World Resources Institute*, 2014. Disponível em: <http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf>. Acesso em: 07 maio 2016.

ADAMS, ROSS EXO. *O medo sustenta o urbanismo sustentável*. Disponível em: <<http://www.iclei.org/our-activities/our-agendas/low-carbon-city/gcc.html>>, Acesso em: 07/março/2016

ONU HABITAT e ICLEI. *Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixo Carbono - Urban LEDS*. Disponível em: <<http://sams.iclei.org/o-que-fazemos/promovemos-a-acao-local/projetos-em-andamento/urban-leds.html>>, Acesso em: 04/janeiro/2016

ROMERO, MARTA; e SILVA, GEOVANY. *O Urbanismo Sustentável no Brasil*. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.128/3724>>, Acesso em: 09/agosto/2015

DUARTE, DENISE; GONÇALVES, JOANA; e, MULFARTH, ROBERTA. *Urbanismo Sustentável*. Disponível em: <<http://www.vivaocentro.org.br/media/111222/urbs44.pdf>>, Acesso em: 17/fevereiro/2016

INTERNATIONAL SOCIETY OF BIOURBANISM. Disponível em: <<http://www.biourbanism.org/>>, Acesso em: 25/novembro/2015

RESILIENT CITIES SERIES. Disponível em: <<http://resilient-cities.iclei.org/>>, Acesso em: 14/agosto/2015

URBAN LEDS. Disponível em: <<http://urbanleds.iclei.org/>>, Acesso em: 27/agosto/2015

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Política Nacional Sobre Mudança do Clima. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima>>, Acesso em: 27/agosto/2015

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Cidades Sustentáveis. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis>>, Acesso em: 02/setembro/2015

US GREEN BUILDING COUNCIL. Advancing Better Buildings. Disponível em: <<http://www.usgbc.org>>, Acesso em: 12/setembro/2015

GREEN CLIMATE FUND. Changing The Way World Tackel Poverty. Disponível em: <<http://news.gcfund.org/>>, Acesso em: 12/setembro/2015

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>, Acesso em: 19/setembro/2015

PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/>>, Acesso em: 29/outubro/2015

UNITED NATIONS. Framework Convention on Cilmate Change. Disponível em: <https://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8108.php>, Acesso em: 30/outubro/2015

EMISSION FACTORS. Disponível em: <<http://emissionfactors.com/>>, Acesso em: 07/novembro/2015

UNITED NATIONS. Framework Convention on Cilmate Change. Disponível em: <http://unfccc.int/ghg_data/items/4133.php>, Acesso em: 09/novembro/2015

GREENHOUSE GAS PROTOCOL. Disponível em: <<http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools>>, Acesso em: 17/novembro/2015

C40 CITIES. Disponível em: <<http://www.c40.org/networks/climate-positive-development-program>>, Acesso em: 08/dezembro /2015

Guia de Implementação: Gestão de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (GEE) a [recurso eletrônico] / Associação Brasileira de Normas Técnicas, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. – Rio de Janeiro: ABNT; Sebrae, 2015. 39 p.: il.color. Modo de acesso: <http://portalmpa.abnt.org.br/bibliotecadearquivos/>.

Guia Metodológico para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Engenharia e Construção (2013). Grupo de Trabalho de Engenharia e Construção

do Fórum Clima, composto pelas construtoras Andrade Gutierrez, Camargo Corrêa, OAS e Odebrecht. 50 pp.

IPCC 2006, *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Guia de Orientação 2009 / [coordenação geral Isaura Maria de Rezende Lopes Frondizi] Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio: FIDES.42pp.

Protocolo de Gases com Efeito Estufa. Normas Corporativas de Transparência e Contabilização (2004). Edição Revista. BSCD Portugal: Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável; World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development. Edição Portuguesa.

United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC (2013). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>

BRASIL. Lei Federal 12.187. Política Nacional sobre Mudança do Clima. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm> Acesso em: 11/dezembro /2015.

BRASIL. Decreto número 6.263, 2007. Institui o comitê interministerial sobre mudança do clima - cim, orienta a elaboração do plano nacional sobre mudança do clima, e dá outras providências. Disponível em:

<http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/DEC%206.263-2007?OpenDocument>, Acesso em: 08/dezembro /2015.

BRASIL. Lei número 12.187. 2009. Institui a política nacional sobre mudança do clima - pnmc e dá outras providências. Disponível em:
 <http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%2012.187-2009?OpenDocument>, Acesso em: 14/março/2016.

BRASIL. Decreto número 7390. 2007. Regulameta os arts. 6º, 11 e 12 da lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a política nacional sobre mudança do clima - pnmc, e dá outras providências. Disponível em:
http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/DEC%207.390-2010?OpenDocument, Acesso em: 27/março/2016.

CENTRO POLAR E CLIMÁTICO UFRGS. Disponível em:
 <<http://www.ufrgs.br/centropolar/>>, Acesso em: 08/dezembro /2015

INTC PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Disponível em: <<http://inct.ccst.inpe.br/>>, Acesso em: 08/dezembro /2015

OBSERVATÓRIO CLIMA E SAÚDE. Disponível em:
 <<http://www.climasaude.iciet.fiocruz.br/>>, Acesso em: 09/dezembro /2015

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Disponível em:
 <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/en/>>, Acesso em: 15/dezembro /2015

RED CLIMA. Disponível em: < <http://redeclima.ccst.inpe.br/>>, Acesso em: 15/dezembro /2015

Apêndice A. Descrição das Metodologias de Avaliação de Emissões de GEE nas cidades.

IEAP – *International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol*: exige dois níveis de reporte: emissões gerais da cidade e emissões de operações do governo local.

ISDGC – *International Standard for Determining Greenhouse Gas Emissions for Cities*: exige que emissões a montante incorporadas em comida, combustível e materiais de construção que sejam consumidos pela cidade, devem ser reportadas como informação adicional. Recomenda que cidades ou regiões urbanas com população maior que um milhão de pessoas, utilizem o método de reporte normal. Para cidades com menos de um milhão de pessoas, podem utilizar métodos com menos detalhes de informações como BEI/MEI.

BEI/MEI – *Baseline Emissions Inventory/Monitoring Emissions Inventory methodology*: apenas exige quantificação obrigatória das emissões de CO₂ devido ao consumo final de energia. Reportar emissões de setores que não possuam energia ou não possuam emissões de CO₂ não é obrigatório. Foi especificamente projetado para cidades participantes da Assembléia de Prefeitos da União Européia, que busca rastrear seu progresso em função de uma meta geral.

U.S.A. Community Protocol – *U.S. Community Protocol for Accounting and Reporting of Greenhouse Gas Emissions*: introduz os conceitos de “fontes” e “atividades” ao invés de “escopo” e “estruturas”, onde “fontes” são equivalentes ao escopo 1 e “atividades” são equivalente aos escopos 2 e 3, com algumas sobreposições no escopo 1. Atividades são processo que podem ser gerenciados para redução de emissões independente de onde eles ocorrem. Este protocolo utiliza diferentes categorias de emissões além do IPCC *Guidelines* e também fornece uma estrutura de reporte com cinco emissões básicas de atividades geradoras e estruturas adicionais e voluntárias.

PAS 2070 – *Specification for the assessment of greenhouse gas emissions of a city*: fornece duas metodologias para acessar as emissões de GEE e reconhece as cidades como consumidores e produtores de bens e serviços. Uma das metodologias captura as emissões de GEE da cidade e aquelas associadas com os

maiores fornecedores da cidade, consistente com o GPC. Já a outra metodologia utiliza dados de entrada e saída para estimar as emissões diretas e do ciclo de vida das emissões de GEE para todos os bens e serviços consumidos pelos residentes da cidade.

Apêndice B. ISO 14064: 2006 – Gases de Efeito Estufa.

Publicada em 2006, é parte da série de normas ISO criadas especificamente para a gestão ambiental incluindo emissões e remoção de gases de efeitos estufa e mudanças climáticas, estabelecendo diretrizes e procedimentos para a implementação de Projetos de MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), previstos no Protocolo de Quioto. Esta norma fornece ao governo, à indústria, regiões e outras organizações um conjunto de ferramentas para desenvolver programas focados na quantificação, monitoramento, reporte e verificação das emissões de GEE. Ela também irá ajudar nas operações de programas de comércio de emissões (*Cap and Trade*¹⁰⁷). Esta norma foi elaborada por um grupo de trabalho integrado por cerca de 70 experts internacionais procedentes de 30 países (entre eles o Brasil) e de numerosas organizações em rede, inclusive o Fórum Internacional de Credenciamento (IAF). Já as ABNT NBR ISO 14064-1 e ABNT NBR ISO 14064-2 foram elaboradas no Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (ABNT/CB-38), pela Comissão de Estudo de Mudanças Climáticas (CE- 38:009.01).

Esta norma é composta por três partes:

- ABNT NBR ISO 14064-1:2007. Gases de efeito estufa – Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. – Especifica os requisitos para a concepção e desenvolvimento de inventários de GEE, incluindo os requisitos de projeto, desenvolvimento, gerenciamento, reporte e verificação do inventário de uma organização.
- ABNT NBR ISO 14064-2:2007. Gases de efeito estufa – Parte 2: Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa. – Especifica os requisitos detalhados para a quantificação, monitoramento e emissão de relatórios sobre reduções de emissões e melhorias na redução de projetos de GEE. Inclui requisitos

¹⁰⁷ É um sistema regulatório que visa reduzir alguns tipos de emissões e poluição e de prover às empresas um incentivo lucrativo para reduzir seus níveis de emissões. Dentro de um programa de *cap-and-trade*, o limite (*cap*) em certos tipos de emissões é limitado, e empresas são autorizadas a vender (*trade*) a porção não utilizada de seus limites a outras empresas que estão lutando para cumprir suas metas de redução.

para planejamento do projeto, identificação e seleção das fontes de emissão, sumidouros e reservatórios relevantes para o projeto e para o cenário base, monitoramento, quantificação, documentação e reporte do desempenho e qualidade dos dados coletados.

- ABNT NBR ISO 14064-3:2007. Gases de efeito estufa – Parte 3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa. – Fornece os requisitos e orientações para a condução da validação e verificação de informações sobre GEE.

Anexo A. IPCC

IPCC 1996/2006

Fonte: IPCC, 2016. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>>. Acesso em: 19maio 2016.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) é o principal órgão internacional de avaliação das mudanças do clima. Criado pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) em 1988, tinha como objetivo apresentar uma visão científica clara sobre o real conhecimento em relação às mudanças do clima e, conseqüentemente, seus potenciais impactos ambientais e socioeconômicos. No mesmo ano, a Assembleia Geral da ONU aprovou a ação pela OMM e do PNUMA no estabelecimento do IPCC de forma conjunta.

O IPCC revisa e avalia as informações científicas, técnicas e socioeconômicas mais recentes produzidas no mundo que sejam relevantes para a compreensão das mudanças climáticas. O órgão, porém, não conduz ou monitora qualquer pesquisa ou dados relacionados ao clima ou seus parâmetros.

Como um órgão intergovernamental, a adesão ao IPCC é aberta a todos os países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) e da OMM. Atualmente, 195 países são membros do IPCC. Governos participam tanto do processo de revisão quanto das sessões plenárias, em que as principais decisões sobre o programa de trabalho do IPCC são tomadas, e os relatórios são aceitos, adotados e aprovados. Os membros do IPCC, incluindo o Presidente, também são eleitos durante as sessões plenárias.

Milhares de cientistas de todo o mundo contribuem para o trabalho do IPCC. A revisão é uma parte essencial do processo, para garantir uma avaliação objetiva e completa das informações atuais. O IPCC tem como objetivo refletir uma gama de pontos de vista e conhecimentos. A Secretaria coordena todo o trabalho do IPCC e articula com os governos. É estabelecido pela OMM e pelo UNEP e localizado na sede da OMM em Genebra, de onde é administrado de acordo com regras e procedimentos da UNEP, WMO e da ONU, incluindo códigos de conduta e princípios

éticos (como previsto na Ética da ONU, Função WMO Ética, Estatuto e 2012/07-Retaliação).

Devido à sua natureza científica e intergovernamental, o IPCC incorpora uma oportunidade única para fornecer informação científica rigorosa e equilibrada para os tomadores de decisão. Ao endossar os relatórios do IPCC, os governos reconhecem a autoridade do seu conteúdo científico. O trabalho da organização é, portanto, tanto de relevância política quanto de política neutra, e nunca política prescritiva.

Anexo B. Geração total de resíduos em 2022, por edificação no Parque da Cidade.

Geração total de resíduos em 2022, por edificação no Parque da Cidade.

Fonte: Odebrecht Realizações Imobiliárias, 2015.

Geração de resíduos do Setor A, Torre Corporativa.

Setor A - Torre Corporativa				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades	5.261	Lixo comum	0,25	416	1.315,36	34.199,29
			Lixo orgânico	0,08	416	438,28	11.395,20
			Papel	0,75	333	3.928,18	102.132,75
Unidades Privativas		100	Plástico	0,14	222	748,18	19.452,55
			Metal	0,10	400	538,77	14.008,03
			Vidro	0,002	25	8,42	218,88
Área total	m²	36.83	Poda		416	38,00	988,00

Geração de resíduos do Setor A, Hotel.

Setor A - Hotel				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ L	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades	1.032	Lixo comum		416	85	2.550,00
			Lixo orgânico		416	330	9.900,00
			Papel		333	100	3.000,00
Usos e Atividades		258	Plástico		222	35	1.050,00
			Metal		400	45	1.350,00
			Vidro		25	20	600,00
Área total	m²	29.884	Poda		416	156	4.680,00

Geração de resíduos do Setor A, Residencial.

Setor A - Residencial				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ L	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades	150	Lixo comum	0,62	416	93,00	2.790,00
			Lixo orgânico	0,62	416	93,00	2.790,00
			Papel	0,60	333	90,00	2.700,00
Unidades Privativas		84	Plástico	0,13	222	19,50	585,00
			Metal	0,12	400	18,00	45,00
			Vidro	0,01	25	1,50	
Área total	m²	11.236,70	Poda		416	75,00	2.250,00

Geração de resíduos do Setor A, Shopping.

Setor A - Shopping				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ L	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades	2.17	Lixo comum		416	1.150,00	34.500,00
			Lixo orgânico		416	1.600,00	48.000,00
			Papel		333	210,00	6.300,00
Usos e Atividades		4,00	Plástico		222	45,00	1.350,00
			Metal		400	20,00	600,00
			Vidro		25	18,00	540,00
Área total	m²	19.104,97	Poda		416	300,00	9.000,00

Geração de resíduos do Setor A, Áreas Comuns.

Setor A - Áreas Comuns				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/hab.dia	Kg/ L	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	378,56	9.842,56
			Lixo orgânico		416	20,80	50,80
			Papel		333	340,37	8.849,62
Usos e Atividades			Plástico		222	64,51	1.677,26
			Metal		400	46,00	1.196,00
			Vidro		25	0,75	19,50
Área total	m²	95.151,62	Poda		416	39,50	1.027,00

Geração de resíduos do Setor A, Quiosques (2 unidades).

Setor A - Quiosques (2 unidades)				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ L	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	30,00	780,00
			Lixo orgânico		416	50,00	1.300,00
			Papel		333	30,00	780,00
Usos e Atividades		2	Plástico		222	12,00	312,00
			Metal		400	12,00	312,00
			Vidro		25	2,00	52,00
Área total	m²	18,00	Poda		416		

Geração de resíduos do Setor A, Master / Parque.

Setor A - Master / Parque				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ L	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	208,00	6.240,00
			Lixo orgânico		416	83,20	2.496,00
			Papel		333	33,80	1.014,00
Usos e Atividades		2	Plástico		222	22,40	672,00
			Metal		400	32,00	960,00
			Vidro		25	0,50	15,00
Área total	m²	18,00	Poda		416	345,00	8.970,00

Geração de resíduos do Setor B, Torre Corporativa B1.

Setor B - Torre Corporativa B1				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades	5.634	Lixo comum	0,25	416	1.408,48	36.620,54
			Lixo orgânico	0,08	416	469,31	12.201,96
			Papel	0,75	333	4.206,29	109.363,57
Unidades Privativas		92	Plástico	0,14	222	801,14	20.829,76
			Metal	0,10	400	576,91	14.999,77
			Vidro	0,002	25	9,01	234,37
Área total	m²	39.437,50	Poda		416	35,50	923,00

Geração de resíduos do Setor B, Torre Corporativa B2.

Setor B - Torre Corporativa B2				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades	5.451	Lixo comum	0,25	416	1.362,82	35.433,36
			Lixo orgânico	0,08	416	454,09	11.806,39
			Papel	0,75	333	4.069,93	105.818,18
Unidades Privativas		80	Plástico	0,14	222	775,17	20.154,49
			Metal	0,10	400	558,21	14.513,50
			Vidro	0,002	25	8,72	226,77
Área total	m²	38.159,00	Poda		416	30,77	800,02

Geração de resíduos do Setor B, Torre Corporativa B3.

Setor B - Torre Corporativa B3				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades	4.625	Lixo comum	0,25	416	1.156,16	30.060,18
			Lixo orgânico	0,08	416	385,23	10.016,05
			Papel	0,75	333	3.452,76	89.771,72
Unidades Privativas		68	Plástico	0,14	222	657,62	17.098,23
			Metal	0,10	400	473,56	12.312,65
			Vidro	0,002	25	7,40	192,39
Área total	m²	32.372,50	Poda		416	20,00	520,00

Geração de resíduos do Setor B, Áreas Comuns.

Setor B - Áreas Comuns				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	364,00	9.464,00
			Lixo orgânico		416	18,72	486,72
			Papel		333	326,17	8.480,42
Usos e Atividades			Plástico		222	61,60	1.601,60
			Metal		400	44,00	1.144,00
			Vidro		25	0,75	19,50
Área total	m²	92.121,52	Poda		416	37,40	972,40

Geração de resíduos do Setor B, Master / Parque.

Setor B - Master / Parque				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	520,00	15.600,00
			Lixo orgânico		416	208,00	6.240,00
			Papel		333	84,50	2.535,00
Usos e Atividades			Plástico		222	56,00	1.680,00
			Metal		400	80,00	2.400,00
			Vidro		25	1,25	37,50
Área total	m²	12.399,00	Poda		416	865,00	22.490,00

Geração de resíduos do Setor B, Quiosques (6 unidades).

Setor B - Quiosques (6 unidades)				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	90,00	2.340,00
			Lixo orgânico		416	150,00	3.900,00
			Papel		333	90,00	2.340,00
Usos e Atividades		6	Plástico		222	36,00	936,00
			Metal		400	36,00	936,00
			Vidro		25	6,00	156,00
Área total	m²	54,00	Poda		416		

Geração de resíduos do Setor B, Restaurantes (6 unidades).

Setor B - Restaurantes (6 unidades)				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	180,00	4.680,00
			Lixo orgânico		416	1.000,00	26.000,00
			Papel		333	300,00	7.800,00
Usos e Atividades		6	Plástico		222	120,00	3.120,00
			Metal		400	150,00	3.900,00
			Vidro		25	90,00	2.340,00
Área total	m²	2.232,46	Poda		416	140,00	140,00

Geração de resíduos do Setor C, Torre Corporativa.

Setor C - Torre Corporativa				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades	4.643	Lixo comum	0,25	416	1.160,86	30.182,29
			Lixo orgânico	0,08	416	385,40	10.020,52
			Papel	0,75	333	3.466,78	90.136,38
Usos e Atividades		48,00	Plástico	0,14	222	660,30	17.167,68
			Metal	0,10	400	475,49	12.362,66
			Vidro	0,002	25	7,43	193,17
Área total	m²	32.504,00	Poda		416	20,00	520,00

Geração de resíduos do Setor C, Torre Office.

Setor C - Torre Office				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades	3.607	Lixo comum	0,25	416	901,63	23.442,45
			Lixo orgânico	0,08	416	302,95	7.876,66
			Papel	0,75	333	2.692,64	70.008,55
Usos e Atividades		612,00	Plástico	0,14	222	512,85	13.334,07
			Metal	0,10	400	369,31	9.602,03
			Vidro	0,002	25	5,77	150,03
Área total	m²	25.245,72	Poda		416	118,00	3.068,00

Geração de resíduos do Setor C, Áreas Comuns.

Setor C - Áreas Comuns				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	189,30	4.921,80
			Lixo orgânico		416	10,40	312,00
			Papel		333	170,70	4.438,20
Usos e Atividades			Plástico		222	32,50	845,00
			Metal		400	22,00	572,00
			Vidro		25	0,38	9,88
Área total	m²	46.166,52	Poda		416	21,00	546,00

Geração de resíduos do Setor C, Master / Parque.

Setor C - Master / Parque				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	208,00	6.240,00
			Lixo orgânico		416	83,20	2.496,00
			Papel		333	33,80	1.014,00
Usos e Atividades			Plástico		222	22,40	672,00
			Metal		400	32,00	960,00
			Vidro		25	0,50	15,00
Área total	m²	5.353,65	Poda		416	345,00	8.970,00

Geração de resíduos do Setor C, Quiosques (2 unidades).

Setor C - Quiosques (2 unidades)				Fator	Densidade	Geração	
Crítérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	30,00	780,00
			Lixo orgânico		416	50,00	1.300,00
			Papel		333	30,00	780,00
Usos e Atividades		2	Plástico		222	12,00	312,00
			Metal		400	12,00	312,00
			Vidro		25	2,00	52,00
Área total	m²	18,00	Poda		416		

Geração de resíduos do Setor C, Loja (café)

Setor C - Loja (café)				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/ hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades		Lixo comum		416	1.170,00	108,00
			Lixo orgânico		416	1.950,00	180,00
			Papel		333	1.170,00	135,00
Usos e Atividades		1	Plástico		222	468,00	81,00
			Metal		400	468,00	45,00
			Vidro		25	78,00	120,00
Área total	m²	85,00	Poda		416		

Geração de resíduos do Setor D, Torres Residenciais.

Setor D - Torres Residenciais				Fator	Densidade	Geração	
Critérios	Unidades de Medida	Quantidades	Resíduos	Kg/hab.dia	Kg/ m³	Kg/ dia	Kg/ mês
Pessoas	unidades	903,00	Lixo comum	0,62	416	559,86	16.795,80
			Lixo orgânico	0,62	416	559,86	16.795,80
			Papel	0,62	333	550,83	16.524,90
Unidades Privativas		244,00	Plástico	0,13	222	117,39	3.521,70
			Metal	0,12	400	108,36	3.250,80
			Vidro	0,01	25	9,03	270,90
Área total	m²	45.153,00	Poda		416	155,00	4.650,00