



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

ANÁLISE DO INDICADOR DO INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (IGEE) PARA A SUSTENTABILIDADE MUNICIPAL

Hermógenes Henrique Oliveira Nascimento, IFCE, henrique.semace@gmail.com

Resumo

O Inventário de Gases de Efeito Estufa (IGEE) é um mecanismo de transparência e seus resultados permitem subsidiar planos de ação para redução dos gases de efeito estufa, com base em padrões e protocolos de emissões. O IGEE é um tipo de instrumento de gestão previsto na Política Nacional sobre Mudança do Clima. O presente trabalho tem por objetivo analisar a importância do referido inventário para a gestão ambiental do município de Fortaleza. A metodologia seguiu a proposta da Análise de Conteúdo de Bardin (2004), utilizando o procedimento metodológico em três etapas, a saber: pré-análise, exploração do material e interpretação referencial como método investigativo para fins dessa pesquisa. Os resultados apontaram que diversos instrumentos de gestão, inclusive o inventário de GEE contribuem para mitigar as diversas pressões e impactos urbanos existentes na cidade de Fortaleza, que a depender da continuidade de suas políticas de médio e longo prazo poderá ampliar a qualidade ambiental e promover melhores condições para o bem-estar social.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas, Gestão Ambiental, Gases de Efeito Estufa.

1. Introdução

Sabe-se que a questão ambiental é tema cada vez mais recorrente na agenda internacional e nas agendas multilaterais. Pode-se dizer que a criação de muitos órgãos ambientais foi resultado da busca em dar uma resposta às pressões externas. De acordo com Barros (2011), o Brasil tem se organizando para responder às agendas de temas ambientais globais, os quais, a despeito de sua importância, podem ofuscar a dimensão de graves problemas ambientais internos que ainda não foram equacionados no Brasil e que nos países mais desenvolvidos não entram mais em pauta, por já estarem bem encaminhados ou resolvidos.

Na atualidade existe consenso científico de que o fenômeno das mudanças climáticas é algo inequívoco e causado pela influência humana, além de que seus efeitos estão aumentando (IPCC, 2013). De acordo com estudos realizados pela Comissão Econômica da América Latina



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

(CEPAL), os impactos das mudanças climáticas são consideráveis para os países da América Latina, principalmente por sua alta dependência econômica dos recursos naturais e do setor agrícola.

Observa-se que a partir da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas – UNCCD, na qual o Brasil foi signatário, o país assumiu o compromisso de buscar soluções que minimizem os efeitos deletérios do processo de degradação das terras em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas (FUNCEME, 2015).

Ressalta-se também que os países ainda apresentam uma baixa capacidade adaptativa; uma alta densidade demográfica nas cidades, atrelada a uma deficiente capacidade de planejamento urbano; e uma posição geográfica de alta vulnerabilidade a eventos extremos, sobretudo nas cidades litorâneas. No caso do Brasil, atacar a mudança climática, significa de alguma maneira reduzir a emissão no meio rural. 40% das emissões brasileiras estão ligadas a desmatamento. Então, combater o desmatamento é a melhor resposta que o Brasil pode dar no combate às mudanças climáticas (IPAM, 2021).

A partir desse cenário, adverte-se que esses impactos são desafios diários, tanto do poder público quanto de toda a sociedade envolvida em prol de uma cidade que vise à implementação conjunta de medidas de mitigação das emissões de Gases de Efeito Estufa. Dessa forma, estudar o Inventário de Gases de Efeito Estufa (IGEE) é uma forma de identificar as fontes de emissão e quantificá-las para uma atividade. Além do mais, por ser uma ferramenta de gestão, de acordo com a WRI (2011), o inventário é uma espécie de raio-X que se faz em uma empresa, grupo de empresas, setor econômico, cidade, estado ou país.

Por isso que cada vez mais, é ouvido o termo governança climática. Segundo Gorla, Sgobbi e Homeyer (2010), a governança é um instrumento que serve para operacionalizar as políticas governamentais. Portanto, a governança com o enfoque nas mudanças climáticas possibilita integrar outros instrumentos de planejamento urbano para os enfrentamentos necessários à crise climática e para a busca permanente da resiliência urbana.

A salvaguarda ambiental por meio da instituição de áreas protegidas pode ser uma importante estratégia para minimizar ou evitar a tragédia dos bens comuns, que Garret Hardin



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

comentou em seu artigo da *Science*, em 1968. Por isso que em BRASIL (2003), há um dispositivo do ponto de vista legal, com base na Lei nº 9985/2000, no art. 4º, que preconiza a promoção do desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais. Além do mais, a instituição de áreas protegidas, em especial as Unidades de Conservação, proporciona meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental, objetivo esse que coaduna com as premissas do instrumento do IGEE analisado neste artigo.

Como forma de exemplificar a discussão, segundo estudos do BRASIL (2010), as unidades de conservação ligadas ao Programa de Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa), do governo federal brasileiro, já ajudam a reduzir em 1,8 bilhão de toneladas as emissões de carbono na atmosfera. Ou seja, as Unidades de Conservação têm um potencial indireto de redução das emissões.

No entanto, todo esse contexto deve ser ponderado de forma sistêmica, pois é preciso levar em conta os custos de expansão e manutenção do sistema de áreas protegidas do Brasil. Então, é prioritário que o Governo Federal estabeleça estratégias econômicas e ambientais para proteger o meio ambiente com uma fonte natural de bens coletivos (HARDIN, 1968) adotando a combinação de diversos instrumentos de gestão ambiental, uma vez que, hoje, o Brasil é o quinto maior emissor de gases que agravam o aquecimento global (TALANOVA, 2020).

O recorte espacial desse estudo traz Fortaleza que é a capital do estado do Ceará, sendo a cidade sede que compõe, juntamente com outros 18 municípios, a Região Metropolitana de Fortaleza, chamada de Grande Fortaleza, a sexta maior região metropolitana do país. Fortaleza possui 2.686.612 habitantes, sendo a quinta cidade com maior número de habitantes no país e a mais populosa do Nordeste (IBGE, 2020). Apesar de ocupar posição de destaque na economia estadual, a cidade tem ainda grandes desafios sociais, econômicos e ambientais a serem resolvidos que tornam o enfrentamento aos impactos da mudança do clima ainda mais desafiadores.

Este artigo propõe em seu escopo fazer um levantamento crítico e sistemático a partir dos instrumentos de gestão ambiental afetos à política climática do município de Fortaleza, com o enfoque na base do inventário de gases de efeito estufa (GEE), trazendo à baila também o



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

contexto internacional que cerca a temática, com a necessária abordagem nacional e com o devido recorte a nível do estado do Ceará.

Em outras palavras, o objetivo desse trabalho é analisar a importância do inventário de gases de efeito estufa para a gestão ambiental municipal de Fortaleza e qual a sua contribuição para compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção do sistema climático local.

2. Fundamentação teórica

2.1 O PSA no contexto da ODS 13

De acordo com a ONU (2015), a ODS 13 trata de integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais, com mais especificidade nas emissões totais de gases de efeito estufa por ano, pode-se concatenar com o princípio do protetor recebedor, como um instrumento de incentivo econômico, o qual se convencionou denominar de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), pois consiste na “transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes” (BRASIL, 2021).

Salienta-se que, em governos com uma política instalada de PSA voltada para mudanças climáticas, a aplicação do princípio do protetor recebedor pode ser acionada e também ser uma alternativa por quem está interessado em fazer a neutralização do carbono, como forma de incentivar financeiramente projetos que promovam a redução de fontes de gases de efeito estufa.

Como forma de enriquecer a discussão, cabe trazer a visão de Wunder (2006), onde destaca que a ideia central da compensação pelos serviços ambientais é que os beneficiários externos destes serviços paguem de maneira direta, contratual e condicionada aos proprietários e usuários locais pela adoção de práticas que assegurem a conservação e restauração dos ecossistemas, voltadas à mitigação das fontes de emissão de GEE, com a requalificação necessária para a sustentabilidade de toda a cadeia produtiva e da gestão ambiental local.

Em função da complementariedade que existe entre os instrumentos econômicos, ressalta-se a conexão entre as normativas do arcabouço jurídico ambiental brasileiro, de posse



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

disso, Derani (1997) afirma que, os princípios ambientais são construções teóricas que visam orientar melhor a formação do Direito Ambiental. Logo, o princípio do poluidor-pagador tem por objetivo internalizar os custos das externalidades (IRIGARAY, 2010), principalmente, quando se trata de inventário de gases de efeito estufa por todo o apelo da temática.

Consubstanciado no artigo 4º, VIII da Lei 6.938/81, o princípio do poluidor-pagador leva em conta que os recursos ambientais são escassos, portanto, sua produção e consumo geram reflexos ora resultando sua degradação, ora resultando sua escassez. Além do mais, ao utilizar gratuitamente um recurso ambiental sob o efeito da emissão de gases de efeito estufa está se gerando um enriquecimento ilícito, pois como o meio ambiente, em especial no caso em tela, o ar que é um bem que pertence a todos, são necessárias medidas que possam salvaguardar esse ativo ambiental que é primordial para o bem-estar social e para uma sadia qualidade de vida.

Com relação ao âmbito do Estado do Ceará, vale mencionar que apesar de ainda estar no papel, a minuta de lei que institui o PSA estadual vem sendo discutida com os principais interessados no estabelecimento dessa política no Ceará. No entanto se faz oportuno apontar que tanto o governo estadual quanto o municipal já adotaram medidas de intervenção benéfica para o enfrentamento das mudanças climáticas, com a implantação de políticas públicas, em especial com o Plano Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC e Plano Estadual de Adaptação – PEA e com Plano Local de Ação Climática de Fortaleza, respectivamente.

2.2 Avaliação Ambiental Estratégica como suporte para aferir a qualidade do ar

Para alinhar com as interfaces desse trabalho, é importante mencionar que a Avaliação de Impacto Ambiental é um instrumento de gestão ambiental, de suporte a tomada de decisão. Uma das modalidades é a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) em que Fischer (2007) menciona que a aplicação da AAE contribui para que o processo de tomada de decisão se torne mais coerente, consistente e confiável, contanto que a fase de participação pública ocorra efetivamente. Portanto, segundo De Almeida et al. (2018), a AAE seria, então, um instrumento de política ambiental sistemático, público, participativo e democrático, que objetiva promover



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

o desenvolvimento sustentável através da incorporação da variável ambiental no processo de planejamento estratégico das políticas públicas.

Para trazer maior aderência à argumentação dessa pesquisa é pertinente frisar os padrões de qualidade ambiental que estão previstos na Lei nº 6.938/81 e em seu artigo 4º norteia intrinsecamente o Princípio do Limite, em que Antunes (2005) defende que tais padrões são concretizados na forma de limites de emissões de partículas, de limites aceitáveis de presença de substâncias. É importante destacar que dentre muitas alternativas para induzir ações de mitigação de GEEs, o inventário é um instrumento indutor e informativo para mitigar os impactos ambientais nas cidades. Contudo, pela ótica de Krull (2015), apesar das suas vantagens, destaca-se que as ações de mitigação e compensação não dependem tão somente dos instrumentos da política ambiental, mas também de outras medidas, principalmente econômicas e de gestão.

Constata-se que de acordo com Gioda *et al.* (2004) e Ignotti *et al.* (2010), a análise da consecução dos padrões atuais de qualidade do ar no país é limitada pela insuficiência de redes de monitoramento. Ainda carecem de regulamentação, em nível federal, aspectos que estabeleçam uma uniformidade para essas redes, como diretrizes sobre localização, dimensionamento, operação, calibração, representatividade das medidas e interpretação, validação e comunicação de dados. Por essas evidências, pode-se inferir com base nos mesmos autores que não há uma rede nacional de monitoramento da qualidade do ar com efetiva participação do governo federal e sim, iniciativas isoladas estaduais que operam com critérios próprios, dificultando a obtenção de um panorama nacional.

Compreende-se também que a maior parte dessas redes ainda enfrenta dificuldades de manutenção, com muitas séries de dados não representativas e lacunas temporais importantes de operação (IEMA, 2012). Como é o caso, por exemplo, do Estado do Ceará que desde da década de 1980 vem apresentando problemas dessa ordem no gerenciamento do monitoramento do ar.

Em se tratando do âmbito estadual, além de outras normativas que tratam sobre o assunto, tem-se a Resolução COEMA nº2/2009 que instituiu a Câmara Técnica para definição de limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas em empreendimentos de geração de energia elétrica. Portanto, o monitoramento da qualidade do ar é fundamental



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

para a Gestão Ambiental, e possibilita uma gestão ambiental mais efetiva em prol de uma saudável qualidade de vida da população, fornecendo as informações necessárias para que os órgãos públicos possam planejar e executar ações para o controle da poluição atmosférica.

Como forma de realizar um controle desse condicionante, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE divulga os boletins assegurando o direito da população de conhecer as condições do ar monitorado através de sua estação fixa e da estação móvel. De acordo com a Semace (2021), os dados da qualidade do ar são gerados em tempo real pela estação e divulgados no Site da Órgão. São analisados Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis (PM10) e (PM2,5), o Dióxido de Enxofre (SO₂), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Monóxido de Nitrogênio (NO), Ozônio (O₃), Monóxido de Carbono (CO), além de Parâmetros Meteorológicos, como a Direção do Vento (DD), Velocidade do Vento (VV), Pressão Atmosférica (PATM), Temperatura do Ar (T), Umidade Relativa do Ar (UR), Radiação Solar (RS) e Precipitação (PRP).

3. Metodologia

A essência metodológica constituída para esse artigo é baseada na Análise de Conteúdo, proposta por Bardin (2004), onde o autor objetiva analisar o que foi dito em meio a uma investigação, construindo e apresentando concepções em torno de um objeto de estudo.

Assim, todo o escopo argumentativo pertinente ao objeto de estudo do presente trabalho foi dado por uma revisão bibliográfica crítica, coleta de fontes oficiais, análise acerca do arcabouço jurídico da gestão ambiental vigente, das referências técnicas e doutrinárias que embasam a temática e também das experiências empíricas, ou melhor, do caso concreto que é inerente das ações executadas pela administração pública.

Do ponto de vista lógico-semântico, a proposição desse artigo se vale da concepção de Bardin (2004) que produzir inferências, em análise de conteúdo significa, não somente reproduzir suposições subliminares acerca de determinado conteúdo, mas em embasá-las com pressupostos teóricos de diversas fontes sobre o assunto desejado que no caso em tela permeou as políticas de combate às mudanças climáticas e a importância do inventário de gases de efeito estufa.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Para melhor compreensão acerca dos procedimentos metodológicos citados, a tabela 1 mostra a estratégia adotada para o alcance dos objetivos desse artigo.

Tabela 1 – Esquema metodológico do artigo

Passos	Estrutura	Técnica	Fontes/Dados
1º	Pré-Análise	Leitura flutuante	Pesquisas por meio de sites de governos nacionais e internacionais, periódicos nacionais e internacionais e bibliografia temática da área do trabalho
		Escolha dos Documentos	PNMA, SNUC, PSA, Plano Fortaleza 2040, Projeto Ceará 2050, IGEE, ARPA, IPCC, ODS, Política Nacional de Mudança do Clima, Política Estadual de Mudança do Clima, IBGE, IEMA, ANP, WRI
2º	Exploração do Material	Criação das Categorias (temas)	<ul style="list-style-type: none"> • ODS 13 • Princípio do Protetor-Recebedor/Poluidor-Pagador • Padrões de Qualidade do Ar • Plano Local de Ação Climática – PLAC • 4º Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa (IGEE 2018) - Fortaleza
			As inferências trouxeram resultados para o atingimento do objetivo proposto, implicando nas contribuições da



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

3º	Tratamento dos Resultados	Interpretação dos Resultados	aplicação do inventário de gases do efeito estufa como um importante instrumento de informação para a tomada de decisão do governo municipal
----	---------------------------	------------------------------	--

Fonte: Autor, 2021

4. Resultados

O IGEE está diretamente atribuído ao condicionante ambiental do ar, por isso todo o arcabouço legal que versa sobre esse componente terá maior aderência para intervenção na qualidade desse elemento abiótico. Logo, pelo entendimento de Corte (2011), um Inventário de Gases de Efeito Estufa é uma ferramenta de gestão ambiental que permite a identificação de fontes e sumidouros e a contabilização das respectivas emissões e remoções de gases de efeito estufa de uma organização. Assim, o inventário de GEE permite traçar um perfil climático, identificar fontes chave de emissão e a contribuição de cada empresa para o aumento da concentração desses gases na atmosfera.

Dessa maneira, no âmbito da agenda ambiental local deve-se incentivar, por meio de planos, programas e projetos municipais, práticas, atividades e tecnologias de baixa emissão de gases de efeito estufa (a exemplo de planos de ação para a prevenção e controle do desmatamento, das queimadas e dos incêndios florestais). Considera-se que a existência de um Plano Municipal de Mudanças Climáticas de Fortaleza pode auxiliar na identificação dos riscos e incertezas ambientais presentes no território municipal.

Sob o enfoque municipal, é importante salientar que a cidade de Fortaleza instituiu um Plano de Mudanças Climáticas, internalizando um processo de transversalização da agenda de mudança climática em setores chave para reduzir as emissões de GEE na fonte, de Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente - SEUMA (2020), nos setores com maior participação na Pegada de Carbono de Fortaleza, que são o residencial, comercial, de transporte, de resíduos



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

sólidos, e industrial, priorizando a eficiência energética, projetando mudança na política de energia urbana, promovendo uma mobilidade sustentável e, por fim, a qualidade ambiental da cidade.

Exemplificando esse cenário, é verificado que os inventários de emissões de GEE realizados pelo município de Fortaleza seguem a metodologia do *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories* (GPC), desenvolvido pelo ICLEI, WRI (*World Resources Institute*) e C40 (*Climate Leadership Group*), na qual as emissões podem ser agregadas em cinco setores:

- 1) Energia estacionária: Referente às emissões da queima de combustíveis bem como emissões fugitivas proporcionadas pelos processos de geração, distribuição e consumo de energia (especialmente elétrica).
- 2) Transporte: São as emissões proporcionadas pela queima de combustíveis ou utilização de energia elétrica da rede para transporte rodoviário, ferroviário, aquaviário e aeroviário.
- 3) Resíduos: Referem-se às emissões do tratamento e disposição final de resíduos sólidos, tratamento biológico (como compostagem) e térmico (como a incineração) e o tratamento de esgoto (ou efluentes líquidos) pelo processo de decomposição anaeróbica e aeróbica.
- 4) Processos Industriais e Uso de Produto (IPPU): Relacionadas às emissões originadas dos processos de transformação física ou química na fabricação e uso de produtos.
- 5) Agricultura, Floresta e Uso da Terra (AFOLU): Contempla as emissões inerentes à criação de animais, alterações no uso do solo e uso de fertilizantes.

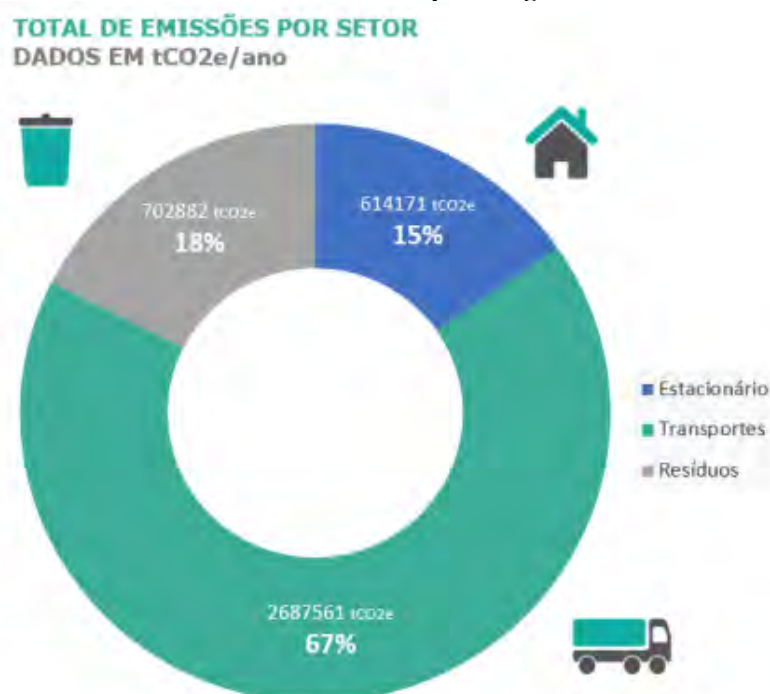
Ressalta-se que, pelo perfil amplamente urbanizado do município de Fortaleza, as emissões dos setores do setor de AFOLU e IPPU tem baixa relevância para o município. As emissões do setor de IPPU, relacionados à utilização de solventes nas indústrias da cidade, foram inventariados apenas em 2014 representaram uma participação pouco significativa nas emissões totais (0,2%).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

De acordo com a metodologia aplicada, as emissões de Gases de Efeito Estufa no município de Fortaleza durante o ano de 2018 totalizaram o quantitativo de 4.523.015 tCO₂e, o que resulta em um índice de 1,7 tCO₂e/hab/ano. Sendo o setor de transportes o principal contribuinte para as emissões. O gráfico abaixo apresenta a distribuição das emissões totais por setores:

Gráfico 1 – Emissões por categoria



Fonte: Adaptado de CIRIS, 2020

A partir da análise do gráfico acima, tem-se que o setor de Transporte é o setor que mais contribuiu para as emissões de GEE na cidade em 2018, sendo responsável por 67% do total de emissões inventariadas.

Vale destacar após estudo sobre o 4º inventário de GEE de Fortaleza que as limitações referentes aos cálculos do setor de Transporte estão intrinsecamente relacionadas ao fato de uma possível incoerência na determinação da origem das emissões de transporte, uma vez que, os cálculos foram baseados na comercialização de combustíveis em Fortaleza, não havendo uma classificação na origem ou destino dos veículos, embarcações ou aeronaves que utilizaram os mesmos.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Apesar desse contexto apresentado, infere-se que a mudança climática é uma realidade em curso, e a cidade de Fortaleza tem demonstrado o compromisso público no enfrentamento da crise climática, oficialmente, desde 2013, quando se associou ao ICLEI e fez também sua adesão como cidade membro do CB27, Fórum de Secretários de Meio Ambiente das Capitais Brasileiras, segundo os dados de FORTALEZA (2020).

Sabendo da necessidade de combater as consequências da mudança do clima em seu território e a fim de trazer melhor qualidade de vida a sua população, Fortaleza elaborou, em 2020, o Plano Local de Ação Climática (PLAC), tendo como norte a neutralização de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) até 2050.

A elaboração do Plano Local de Ação Climática surge com uma tarefa estratégica de indicar o caminho a ser trilhado para que a cidade se desenvolva de forma mais justa, resiliente e integrada. Para isso, indica medidas realistas, baseadas na contribuição de atores externos à administração pública e no olhar técnico de diversas equipes da Prefeitura Municipal de Fortaleza e do ICLEI América do Sul, com resultados mensuráveis e medidas replicáveis.

Portanto, o PLAC tem como principal meta a neutralização de emissões de GEE até 2050, segundo Fortaleza (2020). Ou seja, a cidade decidiu que se tornará carbono neutro em 30 anos. A abordagem do plano é holística, por isso traz uma série de outros benefícios: criação de oportunidades socioeconômicas, redução da pobreza e da desigualdade, melhoria da saúde das pessoas e uma natureza cada vez mais integrada à cidade. O desafio está proposto, cabe a toda sociedade fazer a sua parte.

5. Conclusões

Constata-se que a correlação das políticas climáticas entre as esferas de governo é válida em suas premissas e deve-se ter a perspectiva de que iniciativas políticas venham a cada dia promover a sustentabilidade nas cidades, como o uso do instrumento de inventário de emissões de GEE, medidas de compensação, padrões de qualidade ambiental, relatórios de sustentabilidade, certificações ambientais alcançadas e todos os tipos de projetos que promovam o desenvolvimento sustentável por meio de ações assertivas, que de alguma forma possam a vir contribuir para a desaceleração das mudanças climáticas no país.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Compreende-se que a cidade de Fortaleza caminha em direção a este futuro se houver continuidade em suas ações de sustentabilidade e sua participação em redes internacionais e nacionais de cidades. Sua legislação climática apresenta forte sinergia com as políticas estaduais e nacionais no tema e são amparadas por programas e projetos de médio e longo prazo.

A comunhão dos principais atores governamentais das três esferas de poder é fundamental para fomentar a conservação do meio ambiente ao mesmo tempo com projeções para o desenvolvimento socioeconômico das cidades, em especial a de Fortaleza. É abarcado ao longo trabalho que a participação social é essencial ao longo de todo o processo e durante os próximos anos. Para tanto, é necessário que o Poder Público, por meio da sua governança reconheça que a educação ambiental é o melhor caminho a seguir para combater as desigualdades sociais, econômicas, demográficas, políticas e culturais presentes na sociedade, a fim de se balizar adequadamente as políticas ambientais e, principalmente, de enfrentamento às mudanças climáticas locais.

Por fim, evidenciou-se que a cidade de Fortaleza fez avanços significativos em sua agenda climática na última década. O 4º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa tem como referência o ano de 2018 e representa a continuidade da atualização das informações em torno do panorama de emissões, considerando também projeções e cenários futuros baseados em levantamentos evidenciados em documentos validados anteriormente. Assim, deve-se seguir o ritmo das evoluções tecnológicas com os instrumentos de gestão aqui apresentados e o desenvolvimento da cidade, de forma que a ambição do objetivo proposto dessa pesquisa possa ser revisitada sempre que possível.

6. Referências bibliográficas

ANTUNES, P. de B. **Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA: Comentários à Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005, p. 34.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2004. 223 p.

BARROS, A. F. G. **O Brasil na governança das grandes questões ambientais contemporâneas, país emergente?** Brasília: Cepal; Ipea, 2011.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. **Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza – SNUC**: 3. ed. aum. Brasília: MMA/SBF, 2003.52p.

_____. **Programa Áreas Protegidas da Amazônia**, Fase II; documento de programa do Governo Brasileiro. Brasília, MMA-SBFDAP-Arpa. 79 p, 2010.

_____. Lei n. 14.119, de 13 de janeiro de 2021. **Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>. Acesso em 13 mai. 2021.

CORTE, A.P.D. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa, projetos de compensação e neutralização de emissões**. 2011. 45 p. Apostila - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

CIRIS - C40 Cities - Climate Leadership Group. **User Guide for the City Inventory Reporting and Information System (CIRIS)**. 2020 Disponível em: <https://resourcecentre.c40.org/resources/measuring-ghg-emissions> . Acesso em: 06 mai. 2021.

DE ALMEIDA, N. G.; CAVALCANTE, F. L. de S.; FERREIRA, L. K. B.; MARTINS, R. do N.; VASCONCELLOS, C. de F. P.; NASCIMENTO, H. H. O. **Avaliação Ambiental Estratégica como instrumento para a proteção ambiental e ordenamento territorial**. REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 11, n. 2, p. 62-72, abr. 2018. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/488>>. Acesso em: 07 maio 2021.

DERANI, C. **Direito Ambiental Econômico**. São Paulo: Max Limonad, 1997, p. 155.

FISHER, T. B. **Theory and Practice of Strategic Environmental Assessment**: Towards a More Systematic Approach. United States of America, 2007.

FORTALEZA. **Plano Fortaleza 2040**: qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais. Prefeitura Municipal de Fortaleza: Iplanfor, 2020, 312p.

FUNCEME. **Zoneamento ecológico-econômico das áreas susceptíveis à desertificação do núcleo I – Irauçuba/Centro-Norte**. / Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. / Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. - Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2015.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

GIODA, A.; SALES, J. A.; CAVALCANTI, P. M. S.; MAIA, M. F.; MAIA, L. F. P. G.; NETO, F. R. A. **Evaluation of air quality in Volta Redonda, the main metallurgical industrial city in Brazil.** Journal of Brazilian Chemical Society, v. 15, n. 6, p. 856-864, 2004.

GORIA, A; SGOBBI, A; HOMEYER, I. **Governance for the Environment: A Comparative Analysis of Environmental Policy Integration.** Cheltenham: Edward Elgar. Environment and Planning C: Cheltenham, UK, 2010.

HARDIN, G. **The tragedy of the commons.** Science, Vol. 162, 1968, pp. 1243-1248.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Panorama das cidades 2020.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/fortaleza/panorama> Acesso em: 01 mai. 2021.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE - IEMA. **Padrões de qualidade do ar: experiência comparada Brasil, EUA e União Europeia.** 2012. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/C1CB3034/Estudo_Padros_Qualidad_e_Ar.pdf . Acesso em: 22 abri. 2021.

IGNOTTI, E.; VALENTE, J. G.; LONGO, K. M.; FREITAS, S. R.; HACON, S. S.; NETTO, P. A. **Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region.** Revista de Saúde Pública, v. 44, n. 1, p. 121-30, 2010.

IPAM. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. **Cartilhas.** Disponível em <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-funciona-o-mercado-de-carbono/>>. Acesso em 14 mai. 2021.

IPCC .Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis.** Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

IRIGARAY, C. T. J. H. **O pagamento por serviços ecológicos e o emprego de REDD para contenção do desmatamento na Amazônia.** In: Congresso Internacional de Direito Ambiental. São Paulo, 2010.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

KRULL, André. **Proporcionalidade e condicionantes na licença ambiental**. Revista Jus Navigandi, Teresina, ano 17, no 3310, 24 jul. 2012. Disponível em: < <https://jus.com.br/artigos/22262/a-aplicacao-da-proporcionalidade-no-estabelecimento-de-condicionantes-na-licenca-ambiental>> . Acesso em: 20 abri. 2021.

MOZZATO, A. R; GRZYBOVSKI, D. Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: Potencial e Desafios. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 15, n. 4, pp. 731-747, jul./ago. 2011.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 14 mai. 2021.

TALANOA. **A Política Nacional de Mudança do Clima em 2020**: estado de metas, mercados e governança assumidos na Lei 12.187/2009. Rio de Janeiro, Brasil: 2020.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI), World Business Council for Sustainable Development [WBCSD], 2011. **Corporate value chain (Scope 3) accounting and reporting standard. Greenh. Gas. Protoc.** Retrieved Disponível em: <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/Corporate%20Value%20Chain%20%28Scope%203%29%20Accounting%20and%20Reporting%20Standard.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2021.

WUNDER, S. **Pagos por servicios ambientales**: Principios básicos esenciales. Editoria CIFOR: Jacarta, Indonésia, 2006.