

Proposta de seleção de um sistema de indicadores para avaliação dos impactos ambientais da mobilidade urbana**A proposal for the selection of a system of indicators for the evaluation of the environmental impacts of urban mobility**

DOI:10.34117/bjdv6n12-121

Recebimento dos originais: 07/11/2020

Aceitação para publicação: 07 /12/2020

Mônica Coelho Varejão

Mestre em Engenharia Ambiental pelo PEA / UFRJ

Endereço: Rua Doutor Juvenal dos Santos 227, apto 1001, Luxemburgo. CEP: 30380-530. Belo Horizonte MG

E-mail: monicavarejao@hotmail.com

Eduardo Gonçalves Serra

DSc Engenharia Oceânica - Coppe / UFRJ

Rua Alzira Brandão 211 Ap 208 Rio de Janeiro RJ 20550-035

E-mail: serra@poli.ufrj.br

RESUMO

Em um contexto de mudanças climáticas e ameaças à estabilidade do Sistema Terra, o intenso crescimento das cidades introduz uma elevada carga de pressão sobre o meio ambiente, formada, em muitos casos, pela ocupação desordenada do solo, altos níveis de emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), lançamento de efluentes líquidos nos corpos d'água, produção de resíduos sólidos em grande volume e outros elementos característicos da vida em aglomerações humanas. A busca pela sustentabilidade urbana faz-se necessária para a garantia da preservação do meio ambiente, da sustentação da economia e mesmo para a sobrevivência da espécie humana. O setor de transportes é a maior fonte de emissões urbanas de GEE, com 46,3% do total dessas emissões, brasileira, segundo o Balanço Energético Nacional (2019). O presente trabalho identifica e analisa indicadores e índices de mobilidade urbana e define os parâmetros mais relevantes a serem considerados na busca pela sustentabilidade ambiental do setor transporte. A mobilidade sustentável proporciona o incremento da resiliência das cidades e melhorias de cunho social e econômico, como o aumento da acessibilidade, a melhor ordenação da ocupação do solo e o crescimento econômico.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Sustentabilidade Urbana, Mobilidade Sustentável, Indicadores Ambientais.

ABSTRACT

In a context of climate change and threats to the stability of the Earth System, the intense growth of cities introduces a high pressure load on the environment, formed, in many cases, by the disordered occupation of the soil, high levels of Greenhouse Gas emissions Greenhouse (GHG), discharge of liquid effluents into water bodies, production of solid waste in large volume and other elements characteristic of life in human agglomerations. The search for urban sustainability is necessary to guarantee the preservation of the environment, to sustain the economy and even for the survival of the

human species. The transport sector is the largest source of urban GHG emissions, with 46.3% of the total of these emissions, Brazilian, according to the National Energy Balance (2019). This work identifies and analyzes indicators and indices of urban mobility and defines the most relevant parameters to be considered in the search for environmental sustainability in the transport sector. Sustainable mobility provides an increase in the resilience of cities and improvements of a social and economic nature, such as increased accessibility, better ordering of land occupation and economic growth.

Keywords: Sustainability, Urban Sustainability, Sustainable Mobility, Environmental Indicators.

1 INTRODUÇÃO

No contexto urbano, a busca pela sustentabilidade induz à revisão de conceitos e práticas relativos à forma como a sociedade e as atividades sociais e econômicas se organizam e interagem com o meio ambiente. As discussões a respeito dessa temática, no Brasil, giram, principalmente, em torno de temas como o crescimento urbano desordenado e as ocupações irregulares, o comprometimento da mobilidade de parte da população, com destaque para a de baixa renda, em virtude da pouca ou falta de transportes nas áreas mais periféricas, onde costumam estar localizadas as ocupações irregulares, a degradação ambiental oriunda da ocupação desordenada do solo, muitas vezes em áreas sensíveis ambientalmente, da prevalência do modo individual motorizado de transporte, da poluição do ar, do ruído e da escassez de áreas verdes dentro do perímetro urbano. Outros elementos frequentemente citados são a atuação setORIZADA e muitas vezes não coordenada do poder público no gerenciamento do espaço urbano (Costa, 2008); e a falta de interação entre planejamento urbano e transportes.

Segundo Costa (2008), as questões relacionadas aos transportes e à mobilidade urbana são de especial interesse para o desenvolvimento urbano sustentável, uma vez que os atuais padrões de mobilidade têm se refletido em inúmeras deseconomias para as cidades, como os intensos congestionamentos, além de afetarem diretamente a qualidade de vida de seus cidadãos. Nas cidades brasileiras, assim como, grande parte das cidades de países desenvolvidos e em desenvolvimento, há a predominância do modo rodoviário, com ônibus, automóveis e motos movidos a diesel ou a gasolina.

A prevalência do rodoviarismo no Brasil vem, principalmente, do rumo da industrialização que o país seguiu, a partir dos anos 50, tendo a indústria automobilística como um dos seus principais pilares. Esta indústria exerceu e exerce forte influência na esfera política em favor de seus interesses, o que explica, em parte, a lentidão com que os sistemas ferroviários – trens, metrô, veículos leves sobre trilhos (VLTs) – e aquaviários – o transporte de cargas e passageiros por barcas, catamarãs, navios e embarcações para a navegação fluvial, lacustre e de cabotagem –, bem mais sustentáveis, não

tenha se desenvolvido plenamente no Brasil. As cidades brasileiras, em sua maioria¹, não tiveram sua concepção e seu desenvolvimento planejados, o que ajuda a explicar o não desenvolvimento ou o desenvolvimento tardio de ciclovias e vias para o andar a pé. Uma primeira abordagem para a busca da construção da mobilidade urbana sustentável aponta também para o desincentivo do transporte individual motorizado, o incentivo da mobilidade ativa, composta pelos modos andar a pé e de bicicleta, com o investimento em infraestrutura de apoio, e ao incentivo de transportes de massa e coletivos mais “verdes”, que façam uso de combustíveis alternativos e de energia de fonte renovável.

Para a avaliação do cenário de mobilidade urbana de uma dada localidade usam-se indicadores e índices, instrumentos de avaliação que permitem não só o conhecimento da realidade mas a identificação das potencialidades e fragilidades do setor para posterior direcionamento do que precisa ser reformulado e do que carece de investimentos em prol da sustentabilidade da mobilidade urbana. Nesse sentido, é bastante referenciada a abordagem da construção da sustentabilidade baseada no tripé formado pelas esferas social, econômica e ambiental. A partir da divulgação do Relatório Nosso Futuro Comum (o Relatório Brundtland²), em 1987, surge o conceito de desenvolvimento sustentável, definido como aquele que permite a satisfação das necessidades das gerações presentes sem comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras. O desenvolvimento sustentável requer que a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estejam de acordo com as necessidades atuais e futuras (CMMAD, 1991). Diante desse tripé, acredita-se que a dimensão ambiental seja balizadora do crescimento econômico e social, uma vez que as relações meio ambiente x economia e meio ambiente x sociedade devem preservar os sistemas naturais bióticos e abióticos minimizar a geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos e reduzir o consumo de recursos naturais não renováveis, dado que as sociedades dependem da manutenção e da preservação dos recursos da natureza para sua sobrevivência, no longo prazo.

Os sistemas de indicadores e índices existentes para a análise e avaliação da sustentabilidade, e da sustentabilidade urbana são, em geral, compostos por um número extremamente elevado de elementos, o que dificulta a sua compreensão e a elaboração de diagnósticos concisos e de fácil entendimento. Essa multiplicidade de elementos dificulta também a proposição de pesos que possam definir a importância de cada indicador ou índice na composição do impacto total. Assim, foram identificados, dentre os índices e conjuntos de indicadores selecionados, os indicadores mais relevantes para a avaliação dos impactos ambientais da mobilidade urbana para a sustentabilidade ambiental das

¹ Mesmo no caso de cidades planejadas, como Brasília e Belo Horizonte, houve o predomínio da adoção de soluções rodoviárias para a mobilidade urbana.

² Elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMED) da ONU.

idades, com base em estudos nacionais e internacionais, para a proposição de um conjunto conciso e efetivo.

2 SUSTENTABILIDADE URBANA

A relação homem/natureza vem se modificando ao longo do tempo. Novas percepções, conceitos, práticas empresariais e políticas públicas vêm se desenvolvendo no rumo do equacionamento dos problemas ambientais e da superação da dicotomia entre desenvolvimento e natureza. Vêm sendo apontados, ainda, novos caminhos de construção da sustentabilidade, que, é um conceito em construção. O debate acerca da sustentabilidade, vem, ao longo das últimas décadas, se consolidando e se implantando no espaço público internacional. Em 1987, a partir da divulgação do Relatório *Nosso Futuro Comum*, conhecido como Relatório Brundtland, surge o conceito de “desenvolvimento sustentável”, amplamente utilizado nos dias de hoje, definido como “aquele capaz de satisfazer as necessidades da geração presente sem comprometer a a satisfação das necessidades das gerações futuras. Este conceito é alvo de críticas – por exemplo, por não considerar se as necessidades da geração atual são sustentáveis, ou seja, se a antiga relação dicotômica homem/natureza não se faz presente no atual padrão da economia, e se as necessidades das gerações futuras serão outras. Tampouco fica clara, à luz dessa definição, a quais camadas sociais ela se refere quando menciona as necessidades, que, certamente, diferem entre si de acordo com a escala social.

Em 2016 entram em vigor os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), a serem cumpridos até 2030, sendo também conhecidos como Agenda 2030. O propósito dos ODS, representados por 17 objetivos globais é acabar com a pobreza até 2030 e promover universalmente a prosperidade econômica, o desenvolvimento social e a proteção ambiental (CEBDS, 2017, p.19). Esses objetivos foram acordados no âmbito das Nações Unidas, mais precisamente na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável realizada no Rio de Janeiro, em 2012, a “Rio + 20”³. Os Objetivos versam sobre temas ambientais, políticos e econômicos, e são um chamado à ação contra a pobreza e à proteção ao meio ambiente. Os ODS substituem os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que, definidos pela ONU em 2000, estabeleceram um conjunto de objetivos diretamente, interligados, e metas para, entre outros desafios, superar a pobreza extrema e a fome, combater doenças mortais e estender a educação básica

³ Referindo-se aos 20 anos passados desde a realização da Conferência Rio 92, ou Cúpula da Terra, que produziu importantes resoluções, com destaque para a Agenda 21.

à universalidade, incluindo novos temas como mudanças climáticas, desigualdade social, consumo sustentável e a busca da paz e da justiça.

Paralelamente ao surgimento dos ODS, e coerentemente com o 13º ODS, ocorre, em 2015, durante a 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas – a COP 21 –, a negociação e a aprovação, no mesmo ano, por 195 países, do Acordo de Paris. O Acordo tem como objetivos centrais, fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima, o maior e mais complexo problema ambiental da atualidade, e reforçar a capacidade dos países em lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças. O compromisso entre os países signatários é manter o aumento da temperatura média global em menos de 2,0°C acima dos níveis pré-industriais (e buscar limitar este incremento a 1,5°C). Apesar de existir um aparente consenso da sociedade global em relação aos princípios básicos da sustentabilidade, verifica-se uma dificuldade de formação de consenso acerca da aplicação do conceito, haja vista a diversidade e complexidade dos fatores envolvidos (SILVA, 2000).

Aplicar o conceito de sustentabilidade no espaço urbano⁴ confere inúmeros desafios aos atores envolvidos, sejam eles, governantes, sociedade civil e/ou formadores de opinião. O espaço urbano inclui muitos atores e requer processos de tomada de decisão mais participativos e colaborativos. O estabelecimento de consensos de ação para soluções sustentáveis torna-se ainda mais complexo e desafiador. Além disso, a aplicação do conceito de sustentabilidade encontra dificuldades quando a retórica da sociedade não condiz com a sua prática, situação muito comum dado o status elevado do discurso sustentável e de seus clamadores. Ignacy Sachs, formulador do conceito de ecodesenvolvimento⁵, ao aprofundar seus estudos sobre o Terceiro Mundo, se deparou com o crescimento urbano desordenado que se verifica, em numerosos casos, nos países em desenvolvimento. Sachs destacou que a cidade deve ser tratada como um ecossistema, no qual seus recursos devem ser valorizados em benefício da população e administrados com responsabilidade, como na busca de alternativas para diminuir o consumo de energia, do acesso à água encanada, etc. (OLIVEIRA; MONTEIRO, 2015).

Segundo Liu Zhenmin⁶, subsecretário-geral das Nações Unidas para Assuntos Econômicos e Sociais, “muitas das populações que crescem mais rapidamente estão nos países mais pobres, onde o crescimento da população traz desafios adicionais ao esforço para erradicar a pobreza, alcançar uma

⁴ Segundo o Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as áreas urbanas são definidas como as áreas internas ao perímetro urbano de uma cidade ou vila, sendo este perímetro definido por lei municipal.

⁵ O conceito ecodesenvolvimento se baseia no tripé constituído por eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica, sendo uma estratégia de desenvolvimento que rejeita o crescimento econômico a partir da degradação ambiental.

⁶ Fonte: <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/>

maior igualdade, combater a fome e a mal nutrição e fortalecer a cobertura e a qualidade dos sistemas de saúde e de educação para garantir que ninguém seja deixado para trás”. Esses obstáculos destacados por Liu Zhenmin retratam a dificuldade que alguns países terão em atender aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial o ODS 11, que propõe tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Assim, a formulação de políticas públicas que incentivem o desenvolvimento sustentável associadas a legislações que funcionem como prática institucional de estruturação das políticas em questão compõe um arranjo de ações governamentais essencial para o êxito na construção de sociedades sustentáveis.

3 A MOBILIDADE URBANA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas são o maior e mais complexo problema ambiental da atualidade, tendo em vista seu escopo de abrangência global, e para a mitigação e adaptação dessa problemática e de seus respectivos impactos, o Acordo de Paris vem a cooperar globalmente para tal. Segundo o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), “Os principais problemas envolvendo mudanças climáticas e cidades são o aumento de temperatura, aumento no nível do mar, ilhas de calor, inundações, escassez de água e alimentos, acidificação dos oceanos e eventos extremos. [...] Mudanças exacerbadas no ciclo hidrológico pelo aquecimento global tendem a acentuar os riscos existentes, tais como inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor e limitações de fornecimento de água potável” (PBMC, 2016, p.11).

A vulnerabilidade de uma cidade, frente às mudanças climáticas, está relacionada, de forma inversamente proporcional, à sua resiliência, que tem, na supressão vegetal, desencadeada pelo crescimento urbano desenfreado, uma das principais causas para a sua redução, caracterizando uma urbanização não sustentável. A supressão de ecossistemas, assim como a queima de combustíveis fósseis, são as principais fontes de emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (do inglês, IPCC) aponta que as emissões antropogênicas de GEE são provavelmente a principal causa do aumento da temperatura global desde meados do século XX e, portanto, a maior responsável pelo desequilíbrio ambiental vigente (IPCC, 2013 *apud* PBMC, 2016). Os centros urbanos são responsáveis pelo consumo de 70% da energia disponível e por aproximadamente 40% das emissões de GEE (ECF, 2014 *apud* PBMC, 2016), ou seja, as cidades são a maior fonte dessas emissões, que afetam a maior parte da população mundial, que se concentra nas cidades.

O CO₂ é o GEE mais abundante, que tem origem, principalmente, na queima de combustíveis fósseis como carvão, gás natural e petróleo, sendo o setor de transportes o mais relevante neste aspecto (FIRJAN, 2017). Dentre o total de emissões de GEE associadas à matriz energética brasileira, em 2018, 46,3% (192,7 milhões de toneladas de CO₂ equivalente)⁷ foram geradas pelo setor de transportes, sendo este também o setor que mais demanda energia (BEN, 2019). Os números das emissões de GEE nas cidades revela a maior participação das fontes móveis – veículos –, com 77 %, no caso do Rio de Janeiro, contra 23% de participação das fontes fixas (CUNHA et al., 2014).

Essa notoriedade do setor de transportes, quanto às emissões de CO₂ e à demanda por energia, pode ser melhor entendida quando se analisa a representatividade do modo rodoviário nas cidades brasileiras. Segundo a Fundação Dom Cabral (FDC), cerca de 76% dos serviços de transportes de carga das principais empresas do país ocorre via rodovias (FDC, 2017). O transporte de passageiros nas cidades brasileiras também é realizado majoritariamente pelo modo rodoviário, sendo o ônibus o principal meio de transporte público coletivo. No transporte individual, o automóvel é o principal meio de locomoção (ANTP, 2018). Dessa forma, verifica-se que o modo mais utilizado no país é também o de maior potencial de emissão de GEE, dado, o intenso uso de combustíveis fósseis, como, gasolina e diesel. Outros fatores, como o tempo diário gasto nas viagens, o conforto oferecido no transporte público e o ruído gerado estão presentes entre os impactos causados pelos transportes na qualidade da vida da sociedade.

A predominância do modo rodoviário no Brasil, nas cidades e no transporte intermunicipal e interestadual, seria extremamente reforçada nos anos 50, quando, no governo Juscelino Kubitschek, é tomada a decisão de implantar-se definitivamente, no país, a indústria automobilística, com a vinda de empresas montadoras estrangeiras. O setor automobilístico passaria a ser o polo dinâmico da economia brasileira, com crescente e significativa influência política, em conjunto com os setores associados, como o de transportes, nas decisões políticas. O uso dos automóveis – símbolo de “status” e de modernidade –, se daria, a seguir, de forma crescente, e a substituição dos bondes elétricos por ônibus a diesel, nas cidades, seria a tônica das décadas seguintes.

A construção dos sistemas metroviários também se deu de forma tardia, tendo sido iniciada ao final dos anos 70, no Rio de Janeiro e em São Paulo. Mais recentemente, começaram a ser implantados sistemas de Veículos leves sobre trilhos, os VLT, nas grandes cidades, ainda que de forma bastante limitada. Os meios de transporte não motorizados, como bicicletas e o andar a pé, são pouco presentes

⁷ Outros gases, como o Metano – CH₄ – também contribuem para o efeito estufa, e sua contribuição é medida em relação à contribuição do CO₂.

no país, tendo em vista a pequena malha urbana de ciclovias e a falta da cultura do andar a pé. No contexto do Acordo de Paris, este cenário tem mudado, em especial, nas capitais, onde ciclovias têm sido desenvolvidas como forma sustentável de mobilidade urbana. Entretanto, cabe destacar que a falta de segurança nas cidades brasileiras também dificulta a adoção desses meios.

O documento “O Futuro que Queremos”, fruto da Rio + 20⁸, destaca, em seu artigo 134, a importância das cidades para um futuro sustentável e reconhece que a mobilidade é um tema central nesse tema, uma vez que o transporte sustentável auxilia no crescimento econômico e na acessibilidade sendo, portanto, um dos meios para atingir a equidade social, melhorar a saúde e resiliência das cidades (KAHN, 2015, p.4).

A tendência atual é que o setor de transporte tenha a maior taxa de crescimento das emissões de CO₂ comparado com os demais setores que usam energia (KAHN, 2015, p.5). Para reversão dessa tendência, cabe ao poder público a formulação e implementação de políticas que promovam a mobilidade sustentável. Segundo o PBMC (2016), a busca por um sistema de transporte sustentável inclui novas tecnologias, tanto de veículos como combustíveis e infraestrutura e novas práticas e padrões de consumo. Para a eficácia dessas medidas é preciso que o governo monitore o setor com o uso de indicadores adequados, que tenham transparência e representatividade.

Ressalte-se que a eletrificação dos transportes e o uso mais intenso de meios de transporte não motorizados são recomendações presentes em grande parte dos documentos-síntese das conferências internacionais que debatem caminhos e propõem implementar ações para a sustentabilidade e nos estudos acadêmicos sobre o tema.

4 INDICADORES E ÍNDICES

O uso de indicadores e índices é essencial não apenas para o trabalho de investigação científica como também para dar base a processos de decisão política, pois permite uma melhor avaliação da situação presente e a elaboração de cenários futuros por meio da análise das tendências mostradas com o uso desses instrumentos. Independentemente da adjetivação dos indicadores ou índices, sejam eles ambientais ou de desenvolvimento sustentável, verifica-se a relevância dos mesmos no cenário internacional quanto ao seu papel de instrumento de apoio à tomada de decisões de governos e empresas, pois são ferramentas de conhecimento da realidade e sua tendência de evolução. Entende-se

⁸ Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável que ocorreu em 2012 no Rio de Janeiro, 20 anos após a Conferência da ONU ECO-92, também sediada na mesma cidade.

que uma cidade não mais pode ser avaliada exclusivamente pelos seus aspectos econômicos, mas sim por uma avaliação integrada dos fatores econômicos, sociais, políticos e ambientais.

Segundo SHENG (1997 apud SILVA, 2000, p.102): “Se desejamos (o que, como sociedade, temos expressado) construir uma sociedade sustentável do ponto de vista ecológico, social e econômico, deve-se atribuir menos importância ao papel do PIB e da renda nacional na formulação de políticas e alargar o uso de indicadores sociais e ambientais”. Todavia, cabe destacar que formular e fazer uso de indicadores que considerem aspectos socioambientais é de maior complexidade do que de indicadores econômicos, os quais tendem a ser mais específicos e objetivos.

Em relação à conceituação dos termos indicador e índice, existe, de modo superficial, uma equivalência entre os mesmos, os quais são utilizados por muitos autores como sinônimos. Porém, neste trabalho, diferenciaremos um do outro, segundo definições abordadas por SICHE e outros (2007). Para esse autor, *índice* é o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam dados primários e/ou indicadores como variáveis que o compõem, sendo que o mesmo pode se transformar no componente de outro índice; *indicador* é um parâmetro selecionado e considerado isoladamente ou em combinação com outros para refletir sobre as condições do sistema em análise. Desse modo, verifica-se que, ao se optar pelo uso de um índice ao invés de um indicador, o formulador/usuário terá, como resultado, uma informação que possui maior potencial de síntese, mas, por outro lado, poderá ser um resultado mais subjetivo, haja vista o maior feito de escolhas e priorizações feitas durante o processo de construção do índice.

O uso de indicadores e índices ambientais é oportuno para avaliação de um dado sistema urbano, porém é questionado por diversos autores devido a uma série de fatores que envolvem a sua formulação e utilização. Segundo SILVA (2000, p.139), “Os riscos na formulação de indicadores/índices se apresentam tanto pelo lado da complexidade, inerente às medições ambientais, como pela simplificação que é necessária para que sejam compreensíveis e comunicativos para a sociedade que vai utilizá-los”. Essa complexidade pode ser exemplificada pela dificuldade de obtenção de dados ambientais ideais, o que resultaria na adoção de outros dados, por ora, inadequados para o propósito do instrumento formulado. Em relação à simplificação das informações, críticas são tecidas ao fato de que informações possam ser perdidas nesse processo de adensamento, mas, por outro lado, segundo MITCHELL (1996 apud SILVA, 2000), acredita-se que se o índice/indicador for formulado apropriadamente (isto é, compatibilizando o seu propósito com dados coerentes), a informação perdida não deverá provocar grave distorção nas respostas às questões que se busca responder.

Já os riscos na utilização desses instrumentos dizem respeito à possível não coerência entre a finalidade do índice/indicador e a aplicação do mesmo, sendo, portanto, essencial entender o propósito daquele instrumento de avaliação, ou seja, o que ele busca responder, assim como o que o usuário espera como resposta. Segundo SICHE e outros (2007), algumas das principais vantagens e limitações dos índices de sustentabilidade em geral, mas que também se aplicam aos indicadores, encontram-se descritas no quadro abaixo:

Quadro 1 - Vantagens e Limitações dos Índices de Sustentabilidade

Vantagens	Limitações
Avaliação dos níveis de sustentabilidade	Subestima a informação associada à sustentabilidade
Capacidade de sintetizar a informação de caráter técnico/científico	Dificuldades na definição de expressões matemáticas que melhor traduzem os parâmetros selecionados
Identificação das variáveis-chave do sistema	Perda de informação nos processos de junção dos dados
Facilidade de transmitir a informação	Diferentes critérios na definição dos limites de variação
Bom instrumento de apoio à decisão e aos processos de gestão ambiental	Complexidade nos cálculos para chegar ao índice final
Sublinhar a existência de tendências pressagiadoras	Dificuldades na aplicação em determinadas áreas como o ordenamento do território e a paisagem

Fonte: Modificado de SICHE, Raúl et al. (2007).

Além do potencial de cunho técnico/científico que os indicadores e índices apresentam, os mesmos têm a capacidade de se transformar em agentes catalisadores de movimentos sociais participativos, uma vez que “podem corresponder aos anseios de leitura de uma dada realidade, contribuindo na ampliação perceptiva que uma sociedade requer para pleitear a sua transformação” (SILVA, 2000, p.247). Independentemente das limitações que os instrumentos de avaliação aqui abordados possam trazer, estes representam formas eficientes de mensuração e, por conseguinte, de avaliação de um dado sistema urbano, servindo como ferramentas relevantes no apoio à tomada de decisões. Todavia, SILVA (2000) destaca que a implementação de indicadores ou índices para avaliação e monitoramento de um sistema encontra as maiores dificuldades não nos aspectos conceituais ou estatísticos, mas sim nos problemas institucionais que impossibilitam a sua adequada utilização. Segundo NAREDO (1999 *apud* SILVA, 2000, p. 89): Não cabe modificar o modelo atual de urbanização dominante com simples planejamentos técnicos e científicos, se não se modificar também o ‘status quo’ mental e institucional que o gerou. A racionalização dos problemas é condição necessária, mas também requerem transformações nas atitudes e nas instituições, suficientemente capazes de fornecer os meios para resolvê-los”.

5 INDICADORES E ÍNDICES DE MOBILIDADE URBANA SELECIONADOS

Nesse contexto de incentivo ao transporte sustentável como forma de mitigação das mudanças climáticas, de promoção da ocupação do solo mais ordenada, de melhoria da mobilidade e do impulsionamento da economia, tem-se como ação, a priori, a necessidade de conhecimento das características do setor por meio do uso de indicadores e índices de mobilidade urbana sob o enfoque da sustentabilidade. O uso desses instrumentos permite identificar as potencialidades e as fragilidades do setor de transporte em relação aos parâmetros de sustentabilidade para que se possa formular e implementar políticas públicas e regulamentações direcionadas para tal.

Pesquisadores, como, Campos e Ramos (2005), Litman e Burwell (2006), Costa (2003, 2008), Machado (2010), entre outros, além de organizações como o *World Business Council For Sustainable Development* (WBCSD) com o projeto *Sustainable Mobility Project 2.0* (SMP 2.0) de 2015, vêm desenvolvendo extenso trabalho no sentido de compilar aqueles indicadores que melhor capturem os objetivos da mobilidade sustentável. O quadro abaixo apresenta um compilado dos indicadores referentes à dimensão ambiental da sustentabilidade, de todos os autores e projetos citados acima, estes, separados por categorias. A categorização facilita a identificação e, portanto, o agrupamento dos indicadores correlatos.

É importante ressaltar que os sistemas de indicadores existentes, em geral tendem a ser complexos, com um número muito elevado de indicadores, o que dificulta o estabelecimento de inter-relações e a elaboração de conclusões quanto às decisões a serem tomadas para atingir os objetivos determinados, como no caso da sustentabilidade urbana. Aplicar um número muito elevado de indicadores no contexto de uma localidade pode não ser trivial, uma vez que a dificuldade de execução e posterior monitoramento dos dados, o que afeta a qualidade do resultado e, por conseguinte, as atividades de gerenciamento e planejamento urbano.

Quadro 2 - Compilado dos Indicadores Ambientais adv

Categorias	Costa (2003)	Campos e Ramos (2005)	Litman e Burwell (2006)	Costa (2008)	Machado (2010)	WBCSD (2015)
Emissões Atmosféricas	Impactos do uso de automóveis ¹ Dias por ano em que os padrões de qualidade do ar não são atendidos Emissão de gases acidificantes pelos transportes Emissão de gases que geram o efeito estufa pelos transportes Emissões causadas pelos transportes e intensidade das emissões ² População exposta à poluição do ar causada pelos transportes ³		Emissões per capita de CO ₂ e de outros gases associados às mudanças climáticas Emissões per capita de poluentes do ar "convencionais" (CO, COV, NOx, partículas, etc.)	Emissões de CO (%) Emissões de CO ₂ (%)		Emissões de GEE
Combustível e Energia		Parcela de veículos do Transporte Público Urbano (TPU) utilizando energia limpa	Consumo per capita de combustíveis fósseis Consumo de recursos não renováveis na produção e no uso de veículos e instalações de transporte	Consumo combustível (litro/hab/ano) Uso energia limpa e combustíveis alternativos (%)	Consumo de combustíveis fósseis (venda combustível fóssil (Gasolina+diesel) per capita) Consumo de combustíveis alternativos (venda de álcool hidr. per capita)	Eficiência energética (energia total consumida no transporte urbano)
Ruído	Impactos do uso de automóveis ⁴ Poluição sonora (distribuição da população exposta a longo prazo a pesados níveis de ruído ambiental) População exposta ao ruído acima de 65 dB (A) causado pelos transportes Ruído de tráfego: exposição e incômodos		Parcela da população exposta a altos níveis de ruído do tráfego	População exposta ao ruído do tráfego (%)		
Uso do Solo	Fragmentação de terras e florestas ⁵	População residente com acesso a áreas verdes ou de lazer, dentro de um raio de 500m das mesmas	Terra per capita dedicada a instalações de transporte	Fragmentação urbana Ocupações irregulares		Uso do espaço de mobilidade (proporção de uso do solo destinado a todos os modais de transporte, incluindo uso direto e indireto)
Modo Não Motorizado		Parcela de interseções com faixas para pedestres Parcela de vias com calçada		Extensão e conectividade de ciclovias Frota de bicicletas Estacionamento para bicicletas Vias para pedestres Vias com calçadas		Mobilidade ativa (opções e infraestrutura para a mobilidade ativa, que se refere aos modos: andar a pé e de bicicleta)
Modo Motorizado				Vias para transporte coletivo	Taxa de motorização (nº de veículos em circulação per capita)	
Poluição Água			Perdas de fluido do veículo per capita			
Congestionamento		Horas de congestionamento nos corredores de transportes, próximos ou de passagem na região				Congestionamento e atrasos (atrasos no tráfego rodoviário e nos transportes públicos durante o horário de pico em comparação com viagens de fluxo livre)
Resíduos	Resíduos gerados por veículos rodoviários					
Planejamento Estratégico				Planejamento urbano, ambiental e transporte integrado Política Mobilidade Urbana		
Acidentes com Usuários de Modos Não Motorizados		Acidentes com pedestres e ciclistas por 1000 hab				
Estudos Ambientais				Estudos impacto ambiental (sim/não)		
Preservação ambiental			Preservação da vida selvagem dos habitats (zonas úmidas, florestas, etc.)			
Qualidade de Vida				Qualidade de vida (população satisfeita com a cidade como local para viver)		

Costa (2003):
¹ Indicador que relaciona de forma direta: emissão de poluentes, ruído, dispersão das cidades, entre outros.
² Emissões de CO₂, CO, NOx, VOC e SOx, contribuição relativa no total de emissões, intensidade de emissões per capita e por unidade de PDB. Emissões para o tráfego rodoviário por unidade de volume de tráfego.
³ Indicador que mede a percentagem da população exposta a padrões inferiores de qualidade do ar devido a emissões causadas pelos transportes.
⁴ Indicador que relaciona de forma direta: emissão de poluentes, ruído, dispersão das cidades, entre outros.
⁵ Indicador obtido a partir da percentagem da população exposta a 4 diferentes níveis de ruído (dB(A)): 45-55 dB, 55-65 dB, 65-75 dB e >75 dB. Percentagem da população exposta ao ruído de tráfego por modo de transporte.
⁶ Indicador relacionado à preservação da biodiversidade e à manutenção da conectividade entre áreas naturais. A fragmentação está diretamente associada ao desenvolvimento de infra-estrutura de transportes.

Fonte: Elaboração própria.

Os indicadores selecionados dos estudos analisados foram separados, no quadro acima, em quatorze categorias, sendo que algumas concentram maior número de indicadores, com mais de cinco indicadores representados, como, é o caso das categorias ‘Emissões Atmosféricas’, ‘Combustível e Energia’, ‘Ruído’, ‘Uso do Solo’ e ‘Modo Não Motorizado’, e outras englobam somente um ou dois indicadores, como é o caso das categorias ‘Modo Motorizado’, ‘Poluição Água’, ‘Congestionamento’, ‘Resíduos’, ‘Planejamento Estratégico’, ‘Acidentes com Usuários de Modos Não Motorizados’, ‘Estudos Ambientais’, ‘Preservação Ambiental’ e ‘Qualidade de Vida’.

Para a seleção dos indicadores adequados para compor o conjunto proposto, com maior potencial de contribuição na avaliação da sustentabilidade ambiental da mobilidade urbana, foram avaliados indicadores referentes às cinco categorias de maior representatividade, citadas no parágrafo acima, uma vez que entende-se que a maior representatividade significa um maior grau de contribuição para a avaliação, na visão de diferentes especialistas, portando, também, maior respaldo técnico. Para a seleção dos indicadores de cada categoria foi verificada a equivalência ou a disparidade de função entre eles, sendo os indicadores, então, separados mediante este critério. A partir daí, foram escolhidos, dentre os equivalentes, algum(ns) para representá-los, de modo a restringir o que seria redundante.

Em relação às demais categorias, com representatividade de um ou dois indicadores, as mesmas não foram consideradas para fins deste trabalho devido à baixa representatividade e à dificuldade e subjetividade de mensuração que alguns indicadores apresentam, como, por exemplo, o indicador ‘Qualidade de Vida’. Entretanto, a categoria ‘Modo Motorizado’ merece destaque através do indicador ‘Taxa de Motorização’, haja vista que, em se tratando de mobilidade urbana sustentável, o modelo de urbanização não deve ter como foco o transporte motorizado individual ou com número reduzido de passageiros e, portanto, mensurar o número de veículos em circulação per capita é de grande relevância para se conhecer e poder acompanhar o crescimento da frota nacional, o que tem relação direta com o potencial poluidor do setor de transporte no meio urbano, uma vez que a matriz energética da frota é baseada, predominantemente, em combustíveis fósseis.

A partir da categorização dos indicadores identificados nos estudos analisados, das análises dos mesmos segundo suas características correlatas entre si ou díspares e da posterior seleção dos indicadores-chave, tem-se abaixo a proposta de um conjunto de dez indicadores para mensuração da sustentabilidade ambiental da mobilidade urbana.

Quadro 3 - Conjunto de Indicadores-chave Proposto

Categories	Indicadores-chave	Descritivo/Unidade de mensuração
Emissões Atmosféricas	Emissões de GEE	t CO2 eq do setor de transporte por ano e per capita
Combustível e Energia	Consumo de combustíveis fósseis Consumo de combustíveis alternativos Percentual de uso de energia renovável	Venda combustível fóssil (Gasolina+diesel) per capita (l/hab/ano) Venda etanol/gás natural/biodiesel per capita (l/hab/ano) Percentual da matriz de transporte que faz uso de energia renovável - veículos elétricos e a hidrogênio (%)
Ruído	Parcela da População exposta ao ruído do tráfego acima de 53 dB	Porcentagem da população vivendo em áreas cujo ruído produzido pelos transportes ultrapassa 53 dB (%)
Uso do Solo	Fragmentação urbana Ocupações irregulares	Percentual da superfície do solo urbano destinado aos modais de transporte motorizado (%) Percentual do solo urbano destinado às ocupações irregulares (%)
Modo Não Motorizado	Vias com calçadas Extensão de ciclovias	Percentual de vias com calçadas em ambos os lados, com largura superior a 1,20m, em relação à extensão total de vias. Unidade: km/km (%) Razão entre a extensão de vias com ciclovias e a extensão total de vias coletoras e arteriais. Unidade: km/km (%)
Modo Motorizado	Taxa de Motorização	Número de veículos em circulação per capita (nº/hab/ano)

Fonte: Elaboração própria.

Um conjunto com número mais restrito de indicadores tenha melhor desempenho, tanto na sua execução, devido à maior facilidade de coleta dos dados e aplicação, quanto no seu monitoramento periódico, relevante para fins de planejamento urbano. Cabe ressaltar que os dez indicadores apresentados no quadro acima foram selecionados a partir de um total de 51 indicadores levantados dos seis trabalhos de referência analisados, ou seja, apresentam embasamento técnico para suas escolhas.

Outro ponto de destaque é a transformação do valor absoluto de um determinado parâmetro em um valor mais específico e comparável através do cálculo per capita. Essa especificidade na mensuração foi realizada para os indicadores referentes ao potencial poluidor, como os relativos às emissões de GEE, ao consumo de combustíveis e à taxa de motorização.

No quadro abaixo é descrita a direção que cada indicador deve seguir para alcançar a sustentabilidade da mobilidade urbana:

Quadro 4 - Direção dos Indicadores-chave

Categorias	Indicadores-chave	Direção
Emissões Atmosféricas	Emissões de GEE	Diminuir
Combustível e Energia	Consumo de combustíveis fósseis Consumo de combustíveis alternativos Percentual de uso de energia renovável	Diminuir Aumentar Aumentar
Ruído	Parcela da População exposta ao ruído do tráfego acima de 53 dB	Diminuir
Uso do Solo	Fragmentação urbana Ocupações irregulares	Diminuir Diminuir
Modo Não Motorizado	Vias com calçadas Extensão de ciclovias	Aumentar Aumentar
Modo Motorizado	Taxa de Motorização	Diminuir

Fonte: Elaboração própria.

Vale ressaltar a respeito do Quadro 4 que a direção do indicador ‘Consumo de combustíveis alternativos’, em um cenário de mobilidade sustentável, deve aumentar por meio da diminuição do consumo de combustíveis fósseis, o que não quer dizer que o etanol, o biodiesel e o gás natural sejam opções com potencial poluidor irrelevante. Além disso, o indicador ‘Fragmentação urbana’ deve diminuir em um caminho de busca pela sustentabilidade, uma vez que, quanto menos fragmentado o espaço urbano for pelos modos de transporte motorizado, menos vias de tráfego irão existir, e, portanto, mais eficiente deverá ser o transporte de massa e coletivo para atender à demanda da população, assim como mais presente deverá ser a mobilidade ativa, com infraestrutura e segurança de apoio, para permitir à população uma mobilidade mais democrática e mais acessível financeiramente, em especial à população de baixa renda. Vale destacar que a fragmentação urbana aqui abordada diz respeito ao recorte da superfície do solo urbano e não ao solo subterrâneo, o qual, em um caminho de sustentabilidade, deveria aumentar sua fragmentação e não diminuir, haja vista a relevância da expansão do modo metroviário.

Em relação ao indicador ‘Ocupações Irregulares’, tem-se que essas áreas, em geral, representam zonas periféricas da cidade e precárias, com dificuldade de acesso a serviços e desprovidas de

infraestrutura básica, além, muitas vezes, de serem áreas instáveis ambientalmente. Assim, quanto maior o valor deste indicador, pior é o desenvolvimento social e humano daquela localidade e, portanto, a direção deste no caminho da sustentabilidade deve ser diminuir. Os demais indicadores do Quadro 4 apresentam direções mais óbvias na busca pela sustentabilidade pelo entendimento comum, como no caso do indicador ‘Emissões de GEE: quanto maior o nível de emissão, pior para a sociedade e para o meio ambiente, tendo em vista os impactos causados sobre a saúde humana e sobre os recursos naturais.

A aplicação do conjunto proposto depende, certamente, da disponibilidade dos dados da área de estudo, mas vale ressaltar que os indicadores de mensuração mais difícil e subjetiva não foram selecionados para compor este conjunto. Além disso, a análise dos resultados, após aplicação do conjunto em uma localidade, deve ser sempre acompanhada de avaliação crítica do contexto urbano local, uma vez que, por exemplo, um alto valor para a extensão das ciclovias não significa que essas sejam conectadas entre si.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca pela sustentabilidade da mobilidade urbana passa pelo desincentivo ao transporte motorizado individual ou com número reduzido de passageiros, pelo incentivo à mobilidade ativa, que seria o andar a pé e de bicicleta, desde que para isso haja infraestrutura de suporte, o que envolve desde vias exclusivas à segurança pública, e também o incentivo à eficiência dos transportes coletivos, com uso de energia limpa e combustíveis alternativos.

A contabilização, quantitativa e /ou qualitativa, dos aspectos da mobilidade urbana de uma localidade pode ser realizada a partir de um conjunto de indicadores que meçam parâmetros diferentes desta realidade a fim de que se possa identificar as potencialidades e as fragilidades do setor de transporte no contexto da mobilidade sustentável. Neste sentido, foi proposto um conjunto de indicadores para avaliação das condições da mobilidade urbana de uma localidade com vistas à sustentabilidade ambiental.

A pesquisa bibliográfica e o estudo do material selecionado confirmam a importância da atividade de transportes para a sustentabilidade urbana. A elaboração de um conjunto mais restrito e mais coerente de indicadores ambientais – considerados os mais relevantes – sobre a mobilidade urbana permite que haja não apenas uma melhor avaliação e um entendimento mais consensual do desempenho ambiental dessa atividade, como também, uma melhor condição para a formulação de políticas públicas para a superação dos problemas encontrados.

Dado que este trabalho trata da avaliação da sustentabilidade ambiental da mobilidade urbana, recomenda-se, para trabalhos futuros, que seja realizada também a análise das esferas social e econômica. Além disso, o conjunto de indicadores ambientais aqui proposto pode servir como ponto de partida para a formulação de um índice de sustentabilidade da mobilidade urbana para as cidades, pois, como afirma Costa (2003, p.125), é fundamental ainda avaliar o quanto as questões relacionadas à mobilidade urbana têm contribuído para o desenvolvimento sustentável das cidades.

REFERÊNCIAS

ANTP – Agência Nacional de Transportes Públicos. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - Simob/ANTP. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://files.antp.org.br/simob/simob-2016-v6.pdf>> Acesso em 22 de junho de 2019.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa; RAMOS, Rui António Rodrigues. Proposta de Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável relacionando Transporte e Uso do Solo. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO REGIONAL INTEGRADO SUSTENTÁVEL, 1., 2005, São Carlos. Anais...São Carlos: PLURIS, 2005. Disponível em: <[http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(21\)INDICADORES.pdf](http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(21)INDICADORES.pdf)> Acesso em 7 de setembro de 2019.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável. Sustentabilidade Urbana: Uma Nova Agenda para as Cidades. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://cebds.org/publicacoes/sustentabilidade-urbana-uma-nova-agenda-para-cidades/#.XLzKITBKjIV>> Acesso em 16 de maio de 2019.

COSTA, Marcela da Silva. Mobilidade Urbana Sustentável: um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para Brasil e Portugal. 2003. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-26042004114926/publico/dissert_final_marcela.pdf> Acesso em 18 de agosto de 2019.

COSTA, Marcela da Silva. Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável. 2008. 274 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-01112008-200521/publico/Tese_MCOSTA.pdf> Acesso em 3 de setembro de 2019.

CUNHA, José Mauro de Carvalho; GUIMARÃES, Claudinei de Souza; SERRA, Eduardo Gonçalves. Avaliação Econômica do Monitoramento dos Principais Poluentes Emitidos na Atmosfera e de seus Efeitos na Saúde da População do Rio de Janeiro. Em pauta: revista SODEBRAS, São Paulo, v. 9, n. 98, p. 3-9, 2014. Disponível em: <<http://sodebras.com.br/edicoes/N98.pdf>> Acesso em 22 de junho de 2019.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2019: Relatório Síntese. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>> Acesso em 20 de junho de 2019

FDC – Fundação Dom Cabral. Custos Logísticos no Brasil 2017. Disponível em: <<https://www.fdc.org.br/conhecimento-site/nucleos-de-pesquisa-site/Materiais/pesquisa-custos-logisticos2017.pdf>> Acesso em 22 de junho de 2019.

FIRJAN – Federação das Indústrias do Rio de Janeiro. Cartilha Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/publicacoes/manuais-e-cartilhas/cartilha-inventario-de-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa.htm>> Acesso em 20 de junho de 2019.

KAHN, Suzana. Reflexões sobre sustentabilidade urbana. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 67, n. 1, 2015. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252015000100002> Acesso em 24 de junho de 2019.

LITMAN, Todd Alexander e BURWELL, David. Issues in sustainable transportation. *Int. J. Global Environmental Issues*, v. 6, n. 4, p.331-347, 2006. Disponível em: <https://www.vtpi.org/sus_iss.pdf> Acesso em 3 de setembro de 2019.

MACHADO, Laura. Índice de Mobilidade Sustentável para Avaliar a Qualidade de Vida Urbana – Estudo de caso: Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). 2010. 173 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/27850>> Acesso em 7 de setembro de 2019.

MORAES, Clauciana S. B., GONÇALVES, Juliano C., EVANGELISTA, Marcela. O. P., CAPPAROL, Daniela. C. A. Programas e metodologias de indicadores de sustentabilidade: análise comparativa como subsídio para a gestão ambiental urbana. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 5, n. 7, p.10333-10366jul. 2019

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/>> Acesso em 27 de maio de 2019.

OLIVEIRA, Daiana Felix de; MONTEIRO, Luciana de Vasconcelos Gomes. Ecodesenvolvimento: uma abordagem sob o contributo de Ignacy Sachs. *Revista de Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável*, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 29-48, jul./dez. 2015. Disponível em: <<https://indexlaw.org/index.php/revistadddsus/article/viewFile/939/933>> Acesso em 27 de maio de 2019.

PBMC - Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Mudanças Climáticas e Cidades: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [RIBEIRO, Suzana Kahn; SANTOS, Andrea Souza (Eds.)]. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf> Acesso em 12 de junho de 2019.

SICHE, Raúl et al. Índices versus Indicadores: Precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. *Revista Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. x, n. 2, p.137-148, jul./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v10n2/a09v10n2.pdf>> Acesso em 1 de agosto de 2019.

SILVA, Sandra Regina Mota. Indicadores de sustentabilidade urbana as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável. 2000. 272 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4231?show=full>> Acesso em 20 de junho de 2019.

VAREJÃO, Mônica Coelho. Indicadores de Sustentabilidade Ambiental da Mobilidade Urbana: Avaliação de Sistemas em Uso e Apresentação de Proposta Alternativa. 2019. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development. SMP 2.0 - Sustainable Mobility Indicators. Suíça, 2015. Disponível em: <<https://www.wbcd.org/Programs/Cities-and->

Mobility/Transforming-Mobility/SiMPLify/Resources/SMP2.0-Sustainable-Mobility-Indicators-2nd-Edition> Acesso em 23 de setembro de 2019.