

## **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SETOR DE TRANSPORTE COLETIVO: CENÁRIO DO ÔNIBUS ELÉTRICO NA AMÉRICA LATINA**

**FÁBIO JOSÉ RICARDO**

INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO - LACTEC

**FABIANA GONDIM MARIUTTI**

UNIVERSIDADE POSITIVO

### **Resumo**

Esse ensaio acadêmico de natureza expositiva e descritiva propõe um diálogo teórico com embasamento prático sobre uso do ônibus elétrico no transporte coletivo, como agente de transformação e transição sustentável de eficiência energética. O crescimento das cidades ocasiona o congestionamento e a falta de espaço nas vias urbanas, que podem ser resolvidos com a implantação de mais veículos de transporte coletivo sustentáveis. Sabe-se que além da melhor eficiência energética, os ônibus elétricos oferecem menor índice de ruídos e maiores benefícios à população, argumentando que os altos preços de combustíveis fósseis e baixos preços de eletricidade podem vir a motivar a troca da frota pelos modelos com motor elétrico à bateria. Desse modo, esse ensaio apresenta um escopo reflexivo amparado na seguinte tripla lógica argumentativa: (i) o contexto do setor industrial automotivo relacionado com a eficiência energética, (ii) o panorama histórico sobre ônibus elétrico no Brasil, e (iii) a comparação da evolução do uso do ônibus elétrico na América Latina. Como contribuições desse debate imperativo pode se destacar um esforço científico para promoção da sustentabilidade e da busca por soluções inteligentes no contexto da mobilidade urbana em cidades cada vez mais sustentáveis, com veículos que prezam eficiência energética e consumo sustentável.

### **Palavras Chave**

eficiência energética, transporte coletivo, ônibus elétrico

## **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SETOR DE TRANSPORTE COLETIVO: CENÁRIO DO ÔNIBUS ELÉTRICO NA AMÉRICA LATINA**

### **RESUMO**

Esse ensaio acadêmico de natureza expositiva e descritiva propõe um diálogo teórico com embasamento prático sobre uso do ônibus elétrico no transporte coletivo, como agente de transformação e transição sustentável de eficiência energética. O crescimento das cidades ocasiona o congestionamento e a falta de espaço nas vias urbanas, que podem ser resolvidos com a implantação de mais veículos de transporte coletivo sustentáveis. Sabe-se que além da melhor eficiência energética, os ônibus elétricos oferecem menor índice de ruídos e maiores benefícios à população, argumentando que os altos preços de combustíveis fósseis e baixos preços de eletricidade podem vir a motivar a troca da frota pelos modelos com motor elétrico à bateria. Desse modo, esse ensaio apresenta um escopo reflexivo amparado na seguinte tripla lógica argumentativa: (i) o contexto do setor industrial automotivo relacionado com a eficiência energética, (ii) o panorama histórico sobre ônibus elétrico no Brasil, e (iii) a comparação da evolução do uso do ônibus elétrico na América Latina. Como contribuições desse debate imperativo pode se destacar um esforço científico para promoção da sustentabilidade e da busca por soluções inteligentes no contexto da mobilidade urbana em cidades cada vez mais sustentáveis, com veículos que prezam eficiência energética e consumo sustentável.

**PALAVRAS-CHAVES:** eficiência energética; transporte coletivo; ônibus elétrico.

### **INTRODUÇÃO**

Arelado ao cenário urbano em termos de transporte coletivo, especificamente o ônibus elétrico, encontra-se o crescimento constante do consumo de energia, conforme relatórios da EPE (2020), alterando assim a matriz energética brasileira, que é o conjunto de fontes disponível para uso em equipamentos, geração de energia e movimentação de veículos. Segundo relatório do Balanço Energético de 2020, ano base 2019 (EPE, 2020), o setor de transporte foi o maior consumidor de energia, com uma fatia de 32,7% da matriz energética brasileira daquele ano, superando a indústria que alcançou um consumo de 30,4%. A matriz energética brasileira apresenta uma maior porcentagem de energias renováveis em comparação com a mundial, mas ainda com dependência de fontes fósseis, devido ao perfil de alguns setores como o de transporte coletivo que, de acordo com dados do IBGE (2020), contava no ano de 2020 com cerca de 1,081 milhões de veículos (micro-ônibus / ônibus) movimentados através de motores a combustão interna, com uma produção de 18,4 mil de unidades no mesmo ano e 10,3 mil só no primeiro semestre de 2021 conforme dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA (2021). De 2020 para 2020 a frota de micro-ônibus e ônibus cresceu mais de 149% e que, apesar da crise econômica, impactada principalmente pela COVID 19 nos anos de 2020 e 2021, o setor projeta um crescimento na produção em 2021. A produção de ônibus foi de 5.176 unidades contra 5.974, para o 1º trimestre de 2021 e 2020 respectivamente, caindo cerca de 14%, porém com perspectiva de aumento nos demais trimestres subsequentes, não tendo um aumento em exportações (ANEXO A).

Associada à matriz energética está a eficiência energética, capacidade de gerar a mesma quantidade de energia utilizando menos recursos naturais (EPE,2021). Mas segundo dados do relatório mundial de energia da Internacional Energy Agency - IEA (2020), o Brasil possui uma evolução negativa em relação à evolução primária energética, comparado a países como Alemanha e Estados Unidos, tendo uma tendência inversa de preservação das fontes primárias com consequências negativas na eficiência energética. Outros fatores também influenciam e alteram o efeito das variações no consumo de energia em vários setores de um país como, por exemplo, crescimento econômico e mudanças estruturais em política.

Em relação ainda ao uso de recursos naturais para a geração de energia, praticamente a totalidade da frota de ônibus e micro-ônibus no Brasil usam combustíveis derivados do petróleo (ANFAVEA, 2021), emergindo também a preocupação com relação a emissão de GEE (Gases de Efeito Estufa) que aumenta a poluição atmosférica. No caso do transporte coletivo, embora os ônibus e micro-ônibus representem uma fatia de cerca de 1,01% em relação de toda frota de veículos brasileiros ativos em 2020 (IBGE, 2020), esta questão agrava-se mais ainda pela natureza de sua operação e que, segundo Liu et

al. (2016) emitem mais CO<sub>2</sub> e demais gases diretamente à natureza do que outros tipos de veículos, além da poluição sonora. Para Dreier et al. (2018), um ônibus emite cerca de 85% da energia transformada em movimento pelos motores em CO<sub>2</sub> durante o período de operação, em CO<sub>2</sub>, que é lançado diretamente na atmosfera. A possível solução, segundo Vaz et al. (2015), é a inserção de veículos modelos movidos a eletricidade, carregados com fontes limpas, como a solar, são potenciais soluções para a melhora da matriz energética e locomoção sustentável. Reduzir os GEE é um dos principais pontos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que trazem uma agenda desafiadora englobando também ações de energia e recursos como o Objetivo 7 (Energia Limpa e Acessível) e o 9 (Inovação Infraestrutura), estimulando o uso de fontes renováveis de energia, reutilização de recursos e indústria sustentável, impactando diretamente nos mecanismos ligados ao setor energético dos países aderentes, bem como em suas matrizes energéticas, ampliando mais ainda a discussão sobre o tema, conforme dados das Organizações das Nações Unidas.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), em seus últimos relatórios, apontou que só setor de transporte foi responsável por 14% das emissões globais de GEE em 2010. Em relação ao uso final de energia, somente o setor de transporte respondeu por 27% das emissões de GEE no mundo e este número pode dobrar até 2050 (IPCC, 2014). Um estudo da IEA (2018) aponta que o setor de transporte permanece como um dos maiores geradores de GEE com 24% em 2016. Sobre essa questão, no esforço para aumentar a descarbonização do setor de transporte, apontam estudos para a eletromobilidade, por possuir maior eficiência energética, redução de GEE e não emissão de poluentes atmosféricos no escapamento (EPE, 2018). Mas o Brasil ainda caminha a passos lentos em relação à utilização de veículos elétricos para o transporte público. Apesar do uso de trólebus em algumas cidades, o Brasil implantou os primeiros ônibus elétrico a bateria somente em 2020. Este pode ser um reflexo de falta de incentivos e de mecanismos eficientes tais como: políticas públicas, incentivos fiscais e econômicos, tecnologia de ponta e P&D, evidenciadas no Brasil (Tisi & Guimarães, 2018).

Confirmando tal cenário prioritário para o mundo e para o Brasil, Geels et al. (2020) trazem a necessidade urgente da implantação de novas políticas públicas, universais, para que a transição energética seja efetuada de forma sustentável, propiciando, assim, novas tecnologias com baixa emissão de carbono, principalmente no setor de transporte, trazendo benefícios à sociedade e ao meio ambiente como, por exemplo, transporte de melhor qualidade, baixa emissão de GEE e baixa emissão de ruído sonoro.

A E-Bus Radar (2021), plataforma criada por governos locais e nacionais da América Latina com contribuições de diversas universidades e laboratórios como UFRJ e Laboratório de Mobilidade Sustentável (LabMob), monitora os dados sobre o sistema público sustentável em países da América Latina, apontando, na mais recente versão de 2021, que existem 2306 ônibus elétricos nos países, destes sendo 910 trólebus e 1396 convencionais, *midi* e articulados à bateria convencional. No Brasil são 350 veículos, sendo 302 trólebus, porém apenas 48 convencionais, *midi* e articulados à bateria convencional, uma fatia bem pequena, se comparada à frota de veículos do mesmo porte movidos a diesel. Os países monitorados por essa plataforma são Argentina, Barbados, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, México, Panamá, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela. Em 2021, devido à frota de ônibus elétricos, juntos, estes países evitaram cerca de 234,71 kt de emissões de CO<sub>2</sub> (Apêndice A), sendo o Brasil responsável por uma fatia de 42,31 kt (Apêndice B). Cada um dos 12 países monitorados, possuem uma diversificação de ônibus elétrico do tipo trólebus, articulado, convencional e *Midi* a bateria, o que pode ser verificado nos apêndices A, B e C.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O setor de transporte, principalmente veículos pesados, ficou, pelo segundo ano consecutivo, 2019 e 2018, como o maior consumidor de energia, conforme dados do BEN 2020 (EPE, 2020) e BEN 2019 (EPE, 2019), seguido pelo setor de serviços. Movido a fontes fósseis, principalmente o petróleo, o transporte se posiciona contrariamente aos ODS (ONU, 2016), além de contribuir para o aumento de GEE na natureza.

De acordo com o relatório do IBGE (2020), o número de ônibus e micro-ônibus ativos em 2020 era pouco mais de 1,01% em relação à frota total de todos os tipos de veículos operantes no Brasil no

mesmo ano, porém, para Liu et Al. (2016), representam um maior impacto na emissão de CO<sub>2</sub> devido à natureza de operação. Liu et al. (2016) defendem ainda a necessidade de implantação de novas tecnologias no setor para fomentar soluções como o ônibus elétrico no transporte coletivo. A velocidade de implantação destas tecnologias, como veículos elétricos, no entanto, depende de vários fatores, como por exemplo das políticas públicas que podem acelerar ou desacelerar o surgimento destas.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E DISUSSÃO

### Matriz Energética, Matriz Elétrica e Eficiência Energética

A Figura 1 demonstra o histórico dos consumos no Brasil nos anos de 2010 a 2020, de acordo com o relatório de consumo mensal de energia elétrica (EPE, 2021), demonstrando queda apenas nos anos de 2015, 2016 e 2020. Comparando os valores de 2020 com 2010, tem-se uma diferença de +58.553.734,84 MWh, conforme o mesmo relatório. No Brasil, de acordo com o relatório de consumo EPE (2020), de 2019 em relação a 2018, verifica-se um aumento de 1,47%, contrário à desaceleração global de -0,7% apontada no período.

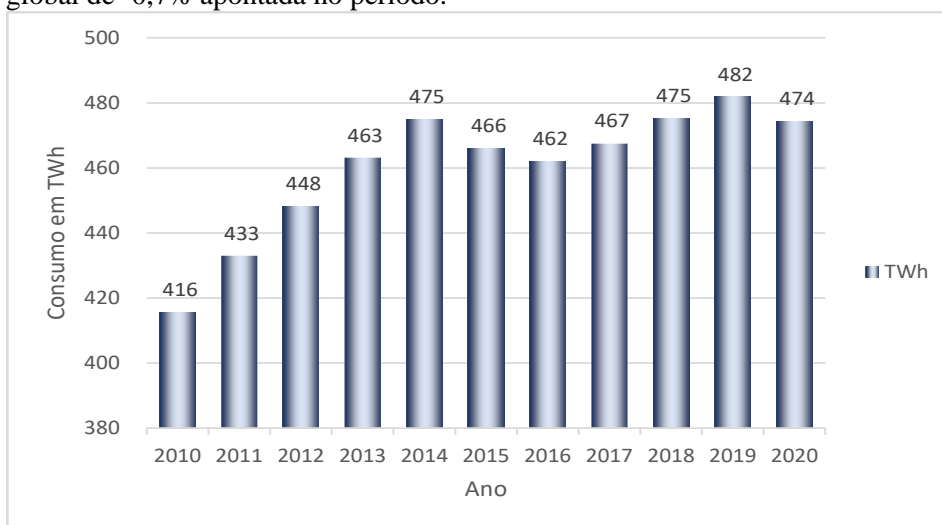


Figura 1: Consumo de Energia no Brasil, nos anos selecionados

Fonte: Adaptado de EPE (2021).

A diminuição apontada em 2020 pode refletir a econômica, ações de eficiência energética ou até a combinação dentre elas. Em dados mais recentes, comparando os meses do primeiro trimestre de 2021 com os mesmos meses de 2020, tem-se uma diferença, respectiva, de +2,98%, +1,06% e +5,99%, o que significa que o país vem aumentando o consumo de energia no último período comparado. Comparando os mesmos meses de 2021 com 2019, tem-se um crescimento respectivo de 1,95%, 0,17% e 5,71%. Já o Balanço Energético Nacional de 2020, com base no ano de 2019 (EPE, 2020) apresenta a matriz energética brasileira, base 2019, com 34,3% de fontes provenientes do petróleo e derivados, 18% de derivados da cana-de-açúcar, 12,4% de fontes hidráulicas, 8,8% do carvão vegetal, dentre outras fontes, conforme a Figura 2:

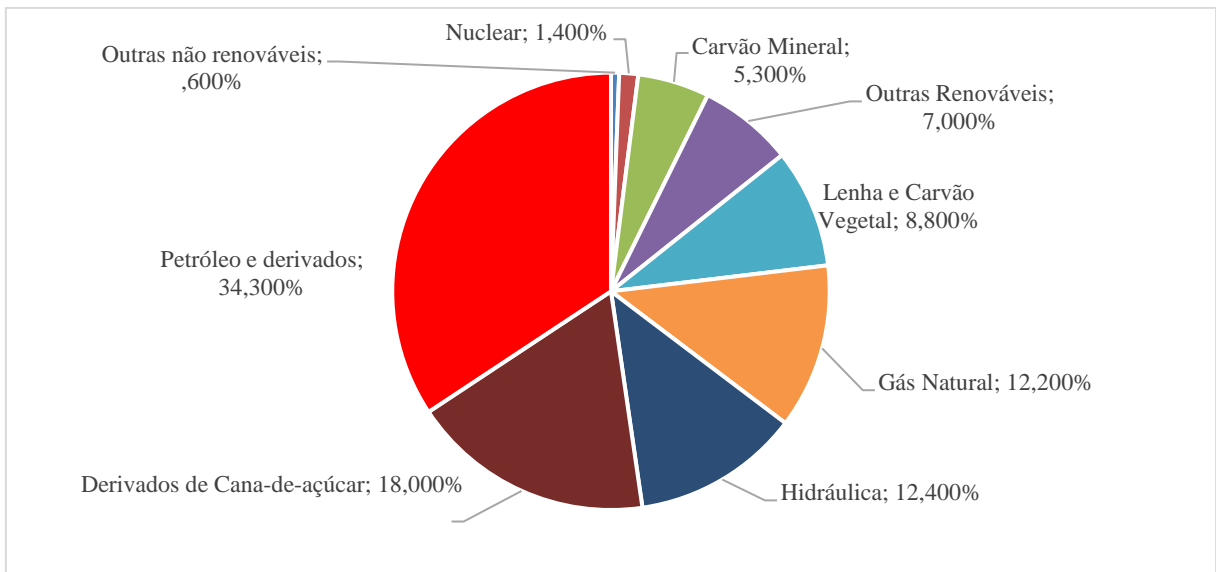


Figura 1: Matriz Energética Brasileira base 2019  
 Fonte: EPE (2020).

Comparando os dados com a matriz global (Figura 3), verifica-se que a matriz brasileira é muito mais renovável do que a mundial (EPE, 2020), mas dependente de combustíveis fósseis ainda.

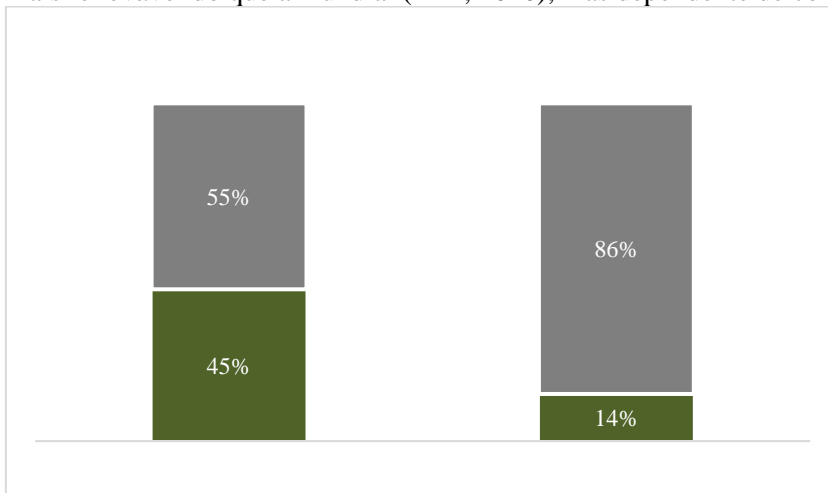


Figura 2: Consumo Energia Brasil x Mundo 2018  
 Fonte: EPE (2020).

Desta forma, o aumento de veículos elétricos à bateria e diminuição dos veículos à combustão interna, poderá diminuir o consumo de derivados de petróleo, contribuindo positivamente para a matriz energética, salientando a importância da fonte de energia de recarga destes veículos também ser efetuada através de energias limpas. Para comparativo, os consumos de recursos energéticos são convertidos em referência de tonelada de petróleo (tep), sendo a unidade utilizada em diversos relatórios, tais como matrizes energéticas e relatórios energéticos anuais, conforme exposto na nota técnica CGEI nº 01/98 por João Antônio Patusco (1998), coordenador geral de estudos integrados do Ministério de Minas e Energia (MME) nessa época.

Já a matriz elétrica brasileira, que é o conjunto apenas das fontes disponíveis para a geração de energia elétrica, tem sua principal fonte, conforme dados da EPE (2020), formada pelos recursos hídricos (64,9%, 2019), diferente da mundial, com 38% da primeira fonte no carvão mineral e, como segunda, 23% no gás natural, como observado na Figura 4:

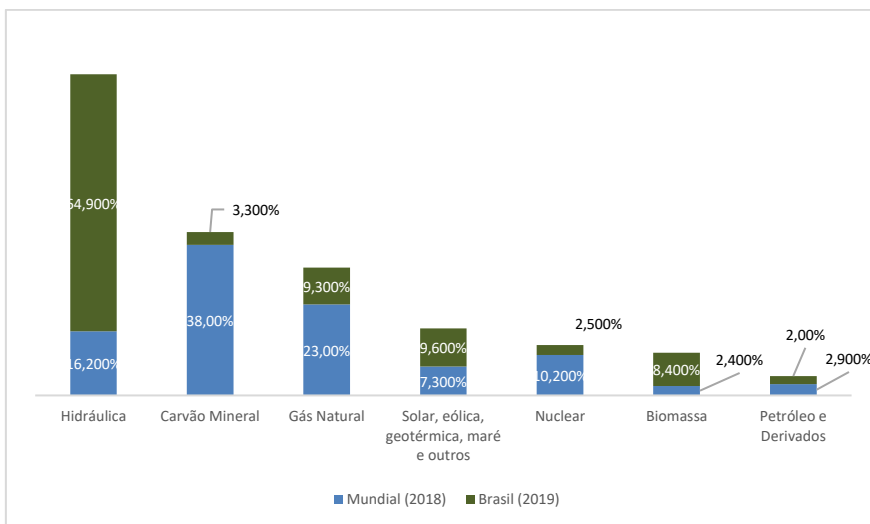


Figura 3: Matriz Elétrica Mundial (2018) e Matriz Elétrica Brasil (2019)  
Fonte: EPE (2020).

No Brasil, o setor que mais consumiu energia, pelo segundo ano consecutivo, de acordo com relatório BEN 2020, ano base 2019 (EPE, 2020), foi o de transporte de carga e passageiros, com 32,7% do consumo total de 2019, seguido pela indústria com 30,4%, do setor energético com 11,2%, residencial com 10,3%, serviços com 5,1% e agropecuário com 4,9%. O setor de transporte teve sua fatia composta por 41,9% de fontes provenientes de óleo diesel, 25,3% da gasolina, conforme BEN 2020, base 2019 (EPE, 2020) (Figura 5):

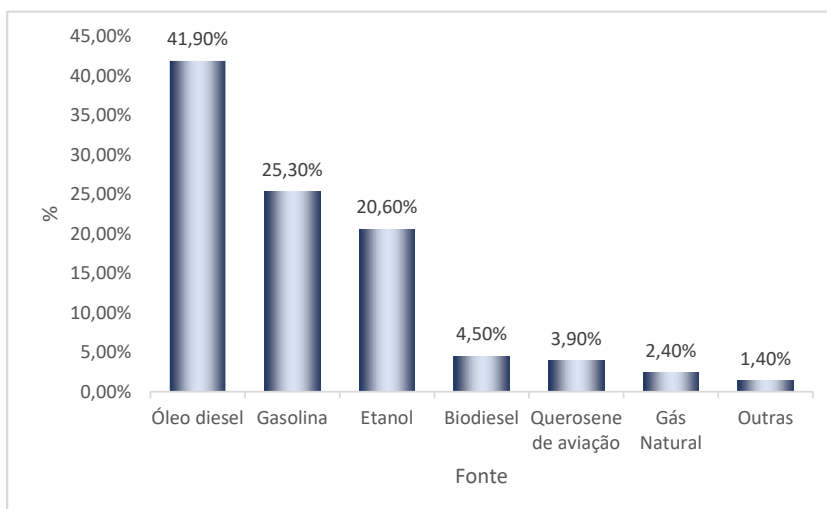


Figura 5: Composição do Consumo no Setor de Transporte em 2019  
Fonte: Adaptado de EPE (2020).

Conforme o mesmo relatório, houve um aumento de energia no transporte de 3,3% de 2019 (84,9 Mtep) em relação a 2018 (82,2 Mtep). Este crescimento pode ser um fator preocupante já que os veículos à combustão também são fontes poluentes e nocivas ao meio ambiente e motores à combustão, movidos por fontes provenientes do petróleo, provocam a emissão de GEE na atmosfera. Ressalta-se que o setor de transporte é composto dos segmentos de transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e hidroviário, porém o setor rodoviário (veículos pesados de carga e transporte coletivo de passageiros) e veículos leves corresponderam a aproximadamente 94% do consumo energético do setor em 2019 (EPE, 2020), denotando que o Brasil ainda tem muito a avançar em relação à sustentabilidade.

Segundo o relatório emitido pela ANFAVEA (2021), o Brasil teve uma queda de 26,16% no licenciamento de veículos no ano de 2020 (2.787.850), se comparada ao ano de 2019 (2.058.437

veículos), considerando automóveis, veículos comerciais leves e pesados (caminhões e ônibus). Porém, comparando o primeiro quadrimestre de 2021 com 2020, a produção aumentou nos três segmentos de veículos, tendo um crescimento geral no licenciamento de 14,54%. Embora o segmento de caminhões tenha representado uma queda significativa de -59,32% dos licenciamentos neste período, o segmento de ônibus teve um aumento de +13,16% de veículos autorizados para circulação no Brasil. Segundo ainda a ANFAVEA (2021), o setor promete uma retomada em 2021, tendo um crescimento nos próximos meses.

Segundo dados da Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbanos - NTU (2021) o ônibus é responsável por 85,7% dos deslocamentos nas cidades de todo o Brasil. O constante crescimento urbano e problemas relacionados com a emissão de dióxido de carbono vêm despertando interesse no meio acadêmico e políticas nacionais e internacionais, com o objetivo de criar soluções efetivas ou que minimizem o impacto do setor de transporte ao meio ambiente (De Las Heras-Rosas et al., 2019). O relatório de indicadores de desempenho associados a tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil, emitido em 2020 pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) em parceria com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), compara o nível de emissão de GEE no Brasil em relação aos veículos pesados, como ônibus e caminhões, que utilizam combustível diesel. Embora a frota de ônibus seja menor, o nível de emissão de GEE é bem superior, dadas as condições de circulação, como paradas, tráfego nos centros urbanos, etc.

Para Miller et al. (2016), o aumento consecutivo de veículos movidos a biocombustão intensificam a liberação de GEE na atmosfera e as questões de sustentabilidade estão conectadas com diversos fatores dentre eles o transporte. Os autores ainda ratificam que o transporte público promove o desenvolvimento urbano, mas também traz uma série de desafios econômicos, sociais e impactos ambientais. As questões ambientais da utilização de combustíveis fósseis no sistema de transporte já são amplamente discutidas não só no meio acadêmico, mas também em muitas instituições de pesquisa. Para Choi et al. (2012), os ônibus elétricos vêm se destacando como agentes de redução na emissão de GEE, sendo uma peça importante no conjunto de soluções para reversão dos impactos negativos que o setor promove.

Alpkokin et al. (2015) citam que alcançar a sustentabilidade nos meios de transporte é um dos grandes desafios contemporâneos e que políticas públicas, estratégias e programas devem ser criados para incentivar mais ações de sustentabilidade no setor, além de promover uma correta gestão ambiental. Neres et al. (2018) defendem que o planejamento do país, por muito tempo, teve um enfoque apenas econômico, porém vem sendo substituído por um conceito de desenvolvimento sustentável, muito mais amplo que o anterior, inserindo metas de crescimento associadas aos esforços de redução de efeitos nocivos ao meio ambiente, incluindo GEE. O conceito de sustentabilidade e questões relacionadas à degradação do meio ambiente, principalmente no quesito de qualidade do ar em grandes centros urbanos, segundo Fernandes et al. (2015), já é objeto de estudo a algumas décadas.

Para Silva e Brasil (2020), a propulsão elétrica tem sido a melhor opção para atingir as metas de redução do CO<sub>2</sub> e aumento da eficiência energética do setor de transporte em diversos países, indicando que os próximos anos serão marcados por um crescimento da frota de ônibus elétricos com menores consumos energéticos e menores emissões de CO<sub>2</sub> na natureza. Ainda, afirmam que cidades metropolitanas brasileiras, como Brasília, estão entre as maiores fontes de emissão de GEE, fazendo com que sejam prioritárias na questão de inserção de estratégias de sustentabilidade, principalmente com relação à produção de ônibus coletivos com motores à bateria ou tecnologias híbridas.

O governo brasileiro vem estudando e implantando ações de eficiência energética, bem como programas para a melhoria da matriz energética desde a década de 1980. Altoé et al. (2017) abordam os diversos programas, leis e decretos, desde 1991, que representam os principais marcos na questão de eficiência energética no Brasil. O Quadro 1 traz as principais leis e programas ocorridos de 2010 a 2018:

Quadro 1: Marcos Regulatórios de Incentivo à Eficiência Energética

2010	Avanços na PBE (edifícios)	criação de programas de certificações em eficiência energética para edifícios comerciais, públicos e de serviços, como também para os veículos automotores
2011	Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf)	aumentar a conservação de energia nos setores de transporte, industrial, edificações, iluminação pública, saneamento, educação e outros
2012	Sistema de Compensação de Energia Elétrica ( <i>Net Metering</i> )	compensação da energia utilizada por unidades consumidoras que possuem micro geração distribuída (eólica, biomassa, hidráulica ou cogeração qualificada), com prazo de até 36 meses de compensação
2012	Inovar-Auto - Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores	Lei 12.715, vigência até 12/2017, apoiar o desenvolvimento tecnológico, a inovação, a segurança, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade dos automóveis, caminhões, ônibus e autopeças.
2012	PNMU - Política Nacional de Mobilidade Urbana	Lei 12.587 que define plano de mobilidade urbana
2015	Resolução ANEEL 687	elevação do prazo de compensação de energia ( <i>Net Metering</i> ) para 60 meses
2015	EEMU - Eficiência Energética na Mobilidade Urbana	acordo entre Brasil e Alemanha, para aprimorar condições da mobilidade urbana do país, aumentar a eficiência energética e redução da emissão dos GEE
2018	Programa Rota 2030	Lei 13.755 - Requisitos obrigatórios para comercialização de veículos no Brasil. Mobilidade e Logística. Regime tributário (sucessora da Inovar-Auto)

Fonte: Adaptado de ALTOÉ et al. (2017).

Segundo o PNE 2030 (MME, 2007), espera-se que em 2030 o setor de transporte tenha um potencial de aplicação de medidas de eficiência energética como inserção de veículos movidos a bateria ou até mesmo aumento dos trólebus (que dependem da rede elétrica constante para alimentação dos motores), estes alimentados por fontes limpas, crescimento autônomo (como reposição tecnológica e adequações de hábitos de consumo). De acordo com Altoé et al. (2017), o Plano Nacional de Eficiência Energética - PNEf de 2011 propõe uma alteração na matriz brasileira, em relação ao setor de transporte, de um modelo hegemonicamente rodoviário para um modelo heterogêneo rodoviário, ferroviário e hidroviário, com a melhoria dos motores veiculares bem como a utilização de híbridos e elétricos. A Lei 14.000, de 19 de maio 2020, instituída pela Lei de Mobilidade Urbana, visa contribuir e criar diretrizes de desenvolvimento urbano. Obriga que municípios brasileiros com mais de 250.000 habitantes enviem, até abril de 2022, seus planos individuais de mobilidade, sendo a data, para cidades com até 250 mil habitantes, até abril de 2023. Um dos principais objetivos é verificar se o transporte público auxiliará e estará de acordo com os ODS.

O documento de apoio ao Plano Nacional de Energia - PNE 2050 (EPE, 2018) cita que o ônibus elétrico apresenta várias vantagens em relação ao modelo tradicional. Além do baixíssimo impacto ambiental, apresenta potencial redução de custos operacionais como abastecimento e manutenção, além de vida útil maior. Destaca, também, que o grande ponto de interrogação está se a economia operacional compensa os maiores custos de capital envolvidos na transição para ônibus elétrico. O estudo recomenda,



ainda, ações para políticas públicas: estrutura de apoio às tecnologias de eletromobilidade, com foco nas vantagens comparativas; estabelecer “roadmap” realista para adoção da eletromobilidade, com base no princípio de políticas “sem arrependimentos”, monitorando e revisando constantemente as condições de mercado e inovações do setor; priorizar o transporte de massa através de veículos híbridos e elétricos, com foco em soluções sinérgicas e não motorizadas para redução da poluição; evitar políticas que promovam o trancamento tecnológico e que aumentam assim a competição entre as rotas tecnológicas.

Além das mudanças da matriz energética, Altoé et al. (2017) e Rosenbloom et al. (2020) defendem ainda que a transição energética só se concretizará de forma sustentável através de implantação de políticas públicas que fomentem a inovação e origem de tecnologias com baixa emissão de carbono, salientando ainda que políticas engessadas e tradicionais atrasam o surgimento da inovação e beneficiam as tecnologias existentes. O crescimento das cidades, provocado pela concentração urbana, conforme o último Censo do IBGE, de 2010, faz com que haja necessidade de reformulação da estrutura e dos meios de mobilidade e, conforme Strehl et al. (2019), a implantação de sistemas de transporte coletivo sustentável é ponto fundamental para a transição sustentável do setor. Lima et al. (2019) e Vaz et al. (2015) trazem em seus estudos a mesma preocupação e necessidade de diversificação de opções ao transporte público e coletivo dos grandes centros urbanos, para atender à demanda de crescimento da população, apontando que o ônibus elétrico é uma das formas mais promissoras para a solução dos problemas de transporte e meio ambiente por ter zero emissões de GEE, com a premissa de que estes tenham suas baterias carregadas através de fontes de energias renováveis e limpas

Por fim, Gonçalves et al. (2020), Rosenbloom et al. (2020) e Schelly et al. (2020) apontam todos para a implantação de novas políticas inovadoras, que tragam soluções para a transição sustentável na questão de mobilidade, aliadas aos ODS, fornecendo meios de transporte inovadores, com menor impacto negativo ao meio ambiente.

## **2.2 Breve Histórico do Ônibus Elétrico no Brasil e Modelos Disponíveis**

A palavra “ônibus” tem sua origem, segundo Olegario e Vaz (2019), no latim “*omnibus*”, que significa “para todos”. Para os autores, efetuando uma analogia ao transporte público atual, o primeiro sistema de transporte que se tem registro foi em 1662 – “um serviço impopular com tarifas elevadas restritos a alta classe da região sugerido por Blaise Pascal”, (2019, p. 3), que todavia foi desativado após 15 anos de uso, pelas altas tarifas e baixa adesão. Após isso, tem-se registro de transporte público apenas no século XIX, em 1820, quando John Greenwood realizou o transporte de passageiros de Manchester até Liverpool, com uma carruagem de vários assentos movida por alguns cavalos. No mesmo período começa a operar o transporte coletivo chamado de Paris *Omnibus*, nome referenciado ao ponto de partida da cidade da França, cujo local ficava em frente a uma loja de chapéus com dizeres de “*Omnes Omnibus*”, ou “tudo em todos”.

Segundo o Diário do Transporte, em notícia vinculada em 16 de junho de 2017, o primeiro ônibus elétrico a baterias passava a circular no Brasil. Os ônibus foram produzidos e importados dos EUA, circularam entre 1918 e 1928 entre a Praça Mauá e o Palácio Monroe, local do antigo Senado Federal, pois o Rio de Janeiro era a capital da República na época. Este fato histórico também consta no Museu do Transporte da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - NTU. Segundo Adamo Bazani (2017), jornalista responsável pela publicação, não há indícios dos motivos que expliquem por que os veículos deixaram de circular, mas o mais provável é atribuído à seca imensa vivida entre 1926 e 1932, período de muito racionamento de energia, sendo, por consequência, o uso de tecnologias à eletricidade desestimulado. O transporte coletivo por ônibus elétrico utiliza-se de veículos híbridos ou elétricos. No Brasil, os bondes elétricos foram precursores desse tipo de transporte, com ascensão após 1890 quando ocorrem as renovações das concessões para as companhias de bondes que operavam, até então, com sistema a vapor, na cidade do Rio de Janeiro. A maioria dos contratos passava a exigir a eletrificação do sistema (Weid, 2005).

Quanto aos modelos de ônibus elétrico, tem-se o híbrido, que possui a locomoção através de um motor movido a baterias e que, por sua vez, são alimentados por um motor de combustão a diesel ou etanol. Não é tão eficiente quanto o ônibus elétrico movido 100% a baterias, porém consegue reduzir em cerca de 20% a emissão de GEE (Figura 6).

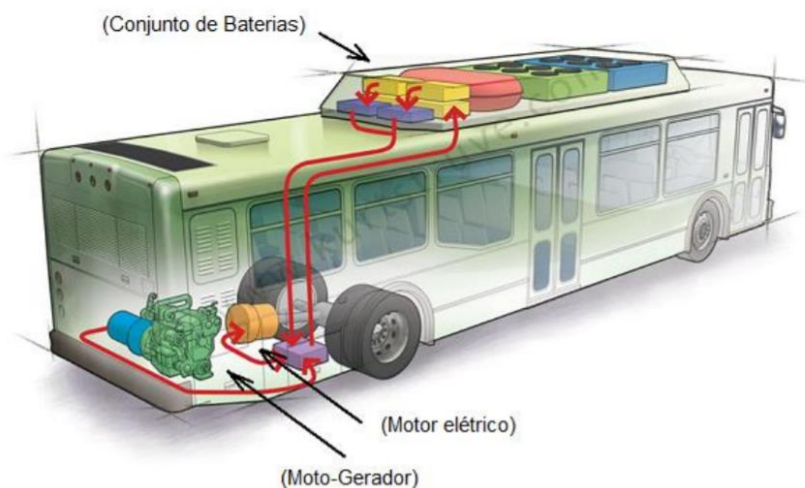


Figura 6: Esquemático do Ônibus Híbrido  
 Fonte: Olegario e Vaz (2019).

Outro tipo de ônibus elétrico é o modelo alimentado por célula de hidrogênio, iniciado no Brasil em 1993, na cidade metropolitana em SP, em parceria com órgãos governamentais e a Universidade de São Paulo - USP, tendo outras companhias como financiadoras, tais como Petrobras e AES-Eletropaulo posteriormente (Olegario & Vaz, 2019). Um terceiro modelo de ônibus elétrico é movido por supercapacitores, diferenciando-se dos modelos à bateria tradicional, com a vantagem de carregamento bem mais rápido, maior capacidade de carga e vida útil, porém com a desvantagem de baixa autonomia, rodando por cerca de 2 km apenas, sendo necessário o reabastecimento a cada 2 paradas.

O modelo de ônibus elétrico movido 100% a bateria é o mais promissor e foco de pesquisas recentes, pois não depende de eletrificação, muito mais eficiente do que os modelos híbridos, podendo acoplar outras tecnologias de energias limpas como a solar, sendo considerado o modelo urbano ecossustentável brasileiro.

Em 19 de novembro de 2013, o Diário do Transporte vinculava a notícia de um primeiro ônibus totalmente elétrico, movido a baterias sem a dependência da rede eletrificada, como os trólebus, na região do ABC em SP, um veículo de 18 metros, com capacidade de 150 passageiros, que contava com tecnologia importada (Bazani, 2013). Em 19 de fevereiro de 2016, é apresentado no Diário do Transporte o primeiro micro-ônibus, desenvolvido na cidade de Alto-Feliz (RS), com tecnologia 100% brasileira (Bazani, 2016). Já o primeiro ônibus elétrico movido 100% a baterias comuns e carregado 100% com energia solar do Brasil foi constituído, em dezembro de 2016, pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, com financiamento de cerca de 1 milhão de reais do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, em parceria com as empresas WEG, Marcopolo, Mercedes e Eletra. Percorre diariamente o trajeto de 25 km entre o *campus* Trindade e o Sapiens Parque da UFSC. A Figura 7 demonstra o ônibus implantado.

O veículo citado percorre 5 viagens ao dia, com um total aproximado de 5.000 km/mês e é recarregado, a cada ida-volta através de infraestrutura elétrica do Centro de Pesquisa e Capacitação em Energia Solar da UFSC, no Sapiens Parque, com energia gerada 100% solar. Nos dois primeiros anos de operação, o ônibus percorreu mais de 100 mil km, transportando mais de 30 mil passageiros. Embora o ônibus ainda esteja operando no trajeto descrito, o projeto depende de pesquisas para atestar a robustez da tecnologia e custo total do ciclo do veículo, pois o projeto inicial foi concluído em 2019 (Olegario & Vaz, 2019).



Figura 7: E-Bus UFSC

Fonte: Olegario e Vaz (2019).

Um ônibus movido a baterias possui uma economia mensal de cerca de dois mil reais em relação ao modelo convencional a combustão. Em 2021, segundo a plataforma da E-Bus Radar, o Brasil conta com 350 ônibus elétricos em operação, sendo 302 modelos trólebus, que dependem da rede eletrificada, além de 48 modelos à bateria rodando nas cidades de Brasília, Volta Redonda, Santos, São Paulo (região metropolitana), São Paulo Capital, Campinas, Bauru, Maringá.

## CONCLUSÃO

Esse ensaio acadêmico provoca uma reflexão teórica-prática justificada por um cenário urbano sobre o uso do ônibus elétrico no transporte coletivo, como agente de transformação e transição sustentável de eficiência energética. Segundo Vaz et al. (2015), o ônibus elétrico vem como uma alternativa à transição sustentável no transporte coletivo, seja público ou privado, pois compõe-se de tecnologia com baixíssima emissão de CO<sub>2</sub>, vida útil acima dos modelos tradicionais à combustão e baixa manutenção. A inovação do setor de transporte coletivo é essencial não só para a contribuição à diminuição do efeito estufa, mas também para o aumento da competitividade das empresas e capacidade de resposta rápida ao mercado/cliente, como afirma estudo feito por Cassol et al. (2017). Segundo dados do IBGE (2020), o aumento da população e concentração em grandes centros reivindica a melhoria nos sistemas de locomoção além da inserção de tecnologias com baixa emissão de GEE, redução da poluição sonora, além de outros benefícios ligados à comodidade no transporte. É fato que o consumo das fontes de energia da matriz energética brasileira cresce em todos os anos, conforme relatórios do balanço energético (EPE, 2018, 2019, 2020) e que o setor de transporte aumenta sua produção de veículos, conforme dados da ANFAVEA (2020), mantendo a produção de tecnologias em motores ainda baseadas a combustão interna. Existe, porém, a urgência de introduzir veículos de transporte coletivo com novas tecnologias, especialmente 100% elétricos, que possuem 0% de emissão de GEE, juntamente com o aprimoramento da infraestrutura de recarga de energia, através de fontes limpas e renováveis, como a eólica e solar. O Brasil ainda possui uma parcela pequena de ônibus elétricos circulando, conforme demonstra a plataforma da E-Bus Radar, especialmente comparado à frota de países próximos como Chile. Para inovar, o setor depende de vários mecanismos como políticas públicas de incentivo, custo viável de tecnologia e/ou meios de financiamento, aumento de infraestrutura de transporte dentre outros. Um dos principais itens da agenda 2030 da ONU, em relação aos ODS está ligado ao meio ambiente com a diminuição dos GEE e, segundo relatórios da EPE, o Brasil insere a cada ano dezenas de centenas de veículos com motores à combustão no mercado. Há, portanto, a necessidade urgente de mudança do atual quadro, para a diminuição de uso de fontes derivadas de petróleo e aumento da eficiência energética do setor de transporte coletivo.

Sendo assim, esse ensaio acadêmico avança nas possibilidades de entendimento científico pautado em uma condução reflexiva de sustentação teórica ao considerar a seguinte proposição de ordem prática, pois “O sentido racional de cada proposição se encontra no futuro” (Dewey, 1998, p. 4), para plausível aplicabilidade estratégica quanto ao uso do ônibus elétrico no transporte coletivo, para a transição sustentável de eficiência energética em cidades brasileiras. As cidades inteligentes emergem das diversas possibilidades tecnológicas para o desenvolvimento e

aperfeiçoamento das questões de governança, educação, saúde, geração de negócios, uso de energias alternativas limpas e mobilidade coletiva, suscitando assim soluções sustentáveis para os cidadãos e meio ambiente. O crescimento da população nos centros urbanos estimula os vários avanços e estudos científicos para que uma cidade inteligente, é necessário abranger também questões de empreendedorismo para o crescimento, inserção de políticas públicas e de sustentabilidade, fomentar a criatividade por meio das demandas sociais, estruturais, econômicas, institucionais e ambientais. Segundo Cruz e Silva (2021) o processo de inovação tecnológica está ligado diretamente ao sucesso de uma cidade, tendo assim o direito de receber a nomenclatura de cidade inteligente, cidade do futuro. Desta forma portanto, a mobilidade urbana coletiva constitui-se de um importante componente para o sucesso de cidades inteligentes e sustentáveis, requerendo especial atenção em sua composição e pesquisa quanto às tecnologias emergentes, sustentáveis e que utilizem fontes limpas de energia associadas.

Também, recomendam-se os seguintes avanços no contexto temático desse ensaio acadêmico: comparação de aplicações do uso de ônibus elétrico em cidades do exterior; identificação dos obstáculos presentes na eficiência energética para mobilidade de transporte público coletivo; análise de políticas públicas do uso de ônibus elétrico em outros países.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpkokin, P., Kiremitci, S. T., Black, J. A., & Cetinavci, S. (2015). Lrt and street tram policies and implementation in turkish cities. *Journal of Transport Geography*, 54, 476-487.
- Altoé, L., Costa, J. M., Oliveira Filho, D., Martinez, F. J. R., Ferrarez, A. H., & Viana, L. de A. (2017). Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. *Estudos Avancados*, 31(89), 285-297.
- Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. (2021). *Estatísticas*. Recuperado em 20 de maio, 2021, de <https://www.anfavea.com.br/estatisticas-copiar-3>
- Bazani, A. (2013, 19 de novembro). *Ônibus elétrico puro do ABC é apresentado oficialmente*. Diário do Transporte. Recuperado em 26 de junho, 2021, de <https://diariodotransporte.com.br/2013/11/19/onibus-eletrico-puro-do-abc-e-apresentado-oficialmente>
- Bazani, A. (2016, 19 de fevereiro). *Fabricante do Rio Grande do Sul apresenta micro-ônibus elétrico*. Diário do Transporte. Recuperado em 26 de junho, 2021, de <https://diariodotransporte.com.br/2016/02/19/fabricante-do-rio-grande-do-sul-apresenta-micro-onibus-eletrico>
- Bazani, A. (2017, 16 de julho). *História: O primeiro ônibus elétrico no Brasil*. Diário do Transporte. Recuperado em 26 de junho, 2021, de <https://diariodotransporte.com.br/2017/07/16/historia-o-primeiro-onibus-eletrico-no-brasil>
- Cassol, A., Zapalai, J., & Cintra, R. F. (2017). Capacidade absorptiva como propulsora da inovação em empresas incubadas de Santa Catarina. *Revista Ciências Administrativas*, 23(1), 9-41.
- Choi, U.-D., Jeong, H.-K., & Jeong, S.-K. (2012). Commercial operation of ultra low floor electric bus for Seoul city route. *2012 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, 1128-1133. <http://doi.org/10.1109/vppc.2012.6422619>
- Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. (2020). *Indicadores de desempenho associados a tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil: Evidências para um grande impulso energético*. Recuperado em 24 de maio, 2021, de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45943/S2000345\\_pt.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45943/S2000345_pt.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cruz, Cleide Mara Barbosa da, & Silva, Cleo Clayton Santos (2021). *Empreendedorismo e Inovação nas Cidades Inteligentes: uma revisão sistemática da Literatura*. Caderno UniFOA, Doi
- De Las Heras-Rosas, C. J., & Herrera, J. (2019). Towards sustainable mobility through a change in values: Evidence in 12 European countries. *Sustainability*, 11(16), 4274. <https://doi.org/10.3390/su11164274>
- Departamento Nacional de Trânsito. (2021). Recuperado em 22 de junho, 2021, de <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/denatran>
- Dewey, John. *The Essential Dewey: Pragmatism, Education, Democracy*. Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press, 1998 [1925], p. 3-13.

Dreier, D., Silveira, S., Khatiwada, D., Fonseca, K. V. O., Niewegloski, R., & Schepanski, R. (2018). Well-to-Wheel analysis of fossil energy use and greenhouse gas emissions for conventional, hybrid-electric and plug-in hybrid-electric city buses in the BRT system in Curitiba, Brazil. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 58, 122-138.

E-Bus Radar. (2021). Recuperado em 14 de maio, 2021, de [www.ebusradar.org](http://www.ebusradar.org)

Empresa de Pesquisa Energética. (2018). *Eletromobilidade e biocombustíveis, documento de apoio ao PNE 2050*. Recuperado em 02 de maio, 2021, de <https://www.epe.gov.br/pt>

Empresa de Pesquisa Energética. (2019). *Balanço energético nacional 2019: Ano base 2018*. Recuperado em 02 de maio, 2021, de <https://www.epe.gov.br/pt>

Empresa de Pesquisa Energética. (2020). *Balanço energético nacional 2020: Ano base 2019*. Recuperado em 02 de maio, 2021, de <https://www.epe.gov.br/pt>

Empresa de Pesquisa Energética. (2021). *Balanço energético nacional 2021: Ano base 2020*. Recuperado em 01 de junho, 2021, de <https://www.epe.gov.br/pt>

Enerdata. (2020). *Global energy statistical yearbook 2020*. Electricity. Recuperado em 14 de maio, 2021, de <https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>

Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores. (2020). *Montadoras reagem, mas devem se manter ociosas*. Notícias. Recuperado em 20 de maio, 2021, de <http://www.fenabreve.org.br/portal/conteudo/view/14574>

Fernandes, V. A., D'Agosto, M. de A., Oliveira, C. M. de, Assumpção, F. do C., & Deveza, A. C. P. (2015). Eco-driving: uma ferramenta para aprimorar a sustentabilidade do transporte de resíduos urbanos. *Transportes*, 23(2), 5-13. <https://doi.org/10.14295/transportes.v23i2.773>

Geels, Frank. W. (2010). Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy*, 39(4), 495-510.

Gonçalves, D. N. S., Goes, G. V., & D'Agosto, M. A. (2020, March). *Transição energética no Brasil: Um cenário compatível com o acordo de Paris para o setor de transporte até 2050*. Climate Transparency.Transport. Papers. <https://www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2021/02/Brazil-Transport-Policy-Paper-portugues.pdf>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). *População rural e urbana*. Conheça o Brasil. População. Recuperado em 05 de junho, 2021, de <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>

Internacional Energy Agency. (2018). *World energy outlook 2018*. Recuperado em 01 de junho, 2021, de <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018>

Internacional Energy Agency. (2020). *World energy outlook 2020*. Recuperado em 01 de junho, 2021, de <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

Lei 14.000, de 19 de maio de 2020. (2020). Altera a Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, para dispor sobre a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana pelos Municípios. Brasília. Recuperado em 26 de maio, 2021, de <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.000-de-19-de-maio-de-2020-257608960>

Lima, G. C. L. de S., Silva, G. L. R. da, & Albuquerque Neto, G. dos S. (2019). Mobilidade elétrica: O ônibus elétrico aplicado ao transporte público no Brasil. *Revista dos Transportes Públicos, ANPT*. <http://files.antp.org.br/2019/7/29/rtp152-4.pdf>

Liu, H., Xu, Y. “Ann”, Stockwel, N., Roders, M. O., & Guensler, R. (2016). A comparative life-cycle energy and emissions analysis for intercity passenger transportation in the U.S. by aviation, intercity bus, and automobile. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 48, 267-283.

Miller, P., Barros, A. de., Kattan, L. & Wirasinghe, S. C. (2016). Public transportation and sustainability: A review. *Ksce Journal of Civil Engineering*, 20(3), 1076-1083.

Ministério de Minas e Energia. (2007). *Plano nacional de energia 2030*. MME/EPE.

Neres, D. do R., Silva, M. P. da, Viana, R. dos S., Cavalcante, W. T., & Souza, I. da S. (2018). Eficiência energética: Uma análise da linha de crédito BNDES Finem na redução do consumo de energia elétrica de duas microempresas na cidade de Piri-piri-PI. *Somma – Revista Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí*, 4(2), 56-66.

- Olegario, G. Z., & Vaz, C. R. (2019). Estudo de caso eBus: O primeiro ônibus elétrico 100% movido a energia solar do Brasil. *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*, Ponta Grossa, PR, Brasil.
- Organização das Nações Unidas. (2016, outubro). *Marco de parceria das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável 2017/2021*. <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-07/Marco-de-Parceria-para-o-Desenvolvimento-Sustent%C3%A1vel-2017-2021.pdf>
- Organização das Nações Unidas. (2019). *World urbanization prospects 2018*. Recuperado em 20 de maio, 2021, de <https://population.un.org/wup/>
- Organização das Nações Unidas. (2021). *Objetivos de desenvolvimento sustentável*. Recuperado em 20 de maio, 2021, de <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>
- Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. (2014). *Climate change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)
- Patusco, J. A. M. (1998). Nota Técnica CGEI nº 01/98 22/09/98: Eletricidade no balanço energético nacional - BEN. *Economia & Energia*, 11. Recuperado em 24 de maio, 2021, de <https://ecen.com/eee11/eletrben.htm>
- Rosenbloom, D., Markard, J., Geels, F. W., Fuenfschilling, L. (2020). Opinion: Why carbon pricing is not sufficient to mitigate climate change—and how “sustainability transition policy” can help. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(16), 8664-8668. <http://doi.org/10.1073/pnas.2004093117>
- Schelly, C., Bessette, D., Brosemer, K., Gagnon, V., Arola, K., Fiss, A., Pearce, J. M., & Halvorsen, K. E. (2020). Energy policy for energy sovereignty: Can policy tools enhance energy sovereignty? *Solar Energy*, 205, 109-112. <http://doi.org/10.1016/j.solener.2020.05.056>
- Silva, C. P. da, & Brasil, A. C. de M. (2020). Avaliação do potencial de economia e redução de emissões de CO2 em um sistema de transporte público. *Revista Estudos e Pesquisas em Administração*, 4(1), 124-141. <http://doi.org/10.30781/repad.v4i1.9542>
- SPTrans - São Paulo Transporte. (2021). <https://www.sptrans.com.br>
- Strehl, E. G., Moyano, C. A. M., & Angnes, D. L. (2019). Atributos qualitativos e fatores de satisfação com o transporte público urbano por ônibus. *Revista Contemporânea de Economia e Gestão*, 17(1). <https://doi.org/10.19094/contextus.v17i1.33530>
- Tisi, Y. S. A. B. (2018). *O preço exorbitante da tarifa de energia elétrica: A necessidade de uma análise de impacto regulatório como pressuposto de desenvolvimento econômico do país*. Girardi & Advogados Associados. Recuperado em 15 de maio, 2021, de <https://girardiadvocacia.com.br/nao-categorizado/o-preco-exorbitante-da-tarifa-de-energia-eletrica-a-necessidade-de-uma-analise-de-impacto-regulatorio-como-pressuposto-de-desenvolvimento-economico-do-pais>
- Tisi, Y. S. A. B., & Guimarães, L. N. de M. R. (2019). Políticas públicas de estímulos comportamentais à eficiência energética. *Revista Videre*, 11(22), 247-263.
- Vaz, L. F. H., Barros, D. C., & Castro, B. H. R. de. (2015). Veículos híbridos e elétricos: Sugestões de políticas públicas para o segmento. *BNDES Setorial*, 41, 338-344.
- Weid, E. von der. (2005). Os transportes sobre trilhos e a expansão da cidade Rio de Janeiro - 1852/1914. *Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina*. <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Geografiasocioeconomica/Geografiadeltransporte/19.pdf>

## APÊNDICES

**APÊNDICE A - EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> EVITADAS EM PAÍSES DA AMÉRICA LATINA POR ANO**

Emissões evitadas por ano (kt CO <sub>2</sub> )	
Ano	Emissões evitadas por ano (kt CO <sub>2</sub> )
2017	85,28
2018	98,47
2019	153,88
2020	218,49
2021	234,71

Fonte: Adaptado de E-Bus Radar (atualizado em 23/06/2021).

**APÊNDICE B - EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> EVITADAS EM PAÍSES DA AMÉRICA LATINA POR ANO E POR PAÍS**

Emissões evitadas por ano (kt CO <sub>2</sub> ) por país 2021	
País	Emissões evitadas por ano (kt CO <sub>2</sub> )
Chile	88,68
Colombia	25,17
México	42,24
Brasil	42,31
Ecuador	11,9
Venezuela	5,08
Argentina	12,12
Barbados	2,58
Uruguai	4,06
Panamá	0,21
Paraguay	0,23
Peru	0,13

Fonte: Adaptado de E-Bus Radar (atualizado em 23/06/2021).

**APÊNDICE C - PAÍSES DA AMÉRICA LATINA MONITORADOS PELA PLATAFORMA DA E-BUS RADAR**

País	Qtde Cidades com Ônibus	População geral do país	População das cidades dos países com ônibus elétrico	km <sup>2</sup> das cidades dos países com ônibus elétrico	Total Midi / Conv. / Articulado	per capita cidade / habitante	per capita cidade / km <sup>2</sup>	Midi	Convencional	Articulado	Trólebus	Total Ônibus
Chile	2	19.116.201	5.960.762	763	789	7.554,83	0,97	13	776		30	819
Colombia	1	50.882.891	15.892.000	2.721	446	35.632,29	6,10	216	229	1	0	446
Brasil	8	211.755.692	39.001.780	970.895	48	812.537,08	20,226,98	2	45	1	302	350
Uruguai	1	3.473.730	1.699.865	4.734	34	49.996,03	139,24	1	33		0	34
Barbados	3	287.375	110.000	38	33	3.333,33	1,15	33			0	33
Argentina	3	45.195.774	4.786.000	257	20	239.300,00	12,85		20		87	107
Equador	2	17.643.054	2.782.000	372	20	139.100,00	18,60		20		85	105
Panamá	1	4.314.767	477.328	275	2	238.664,00	137,50	1	1		0	2
México	1	128.932.753	8.855.000	1.485	1	8.855.000,00	1.485,00			1	361	362
Paraguay	1	7.132.538	525.252	128	1	525.252,00	128,00		1		0	1
Peru	1	32.971.854	11.000.000	2.672	1	11.000.000,00	2.672,00		1		0	1

Fonte: Adaptado de E-Bus Radar (atualizado em 23/06/2021).

**ANEXOS****ANEXO A – ÔNIBUS LICENCIADOS EM 2020 E 2021**

	<b>ÔNIBUS</b>				
	<b>Licenciamento Total</b>	<b>Licenciamento Nacionais</b>	<b>Licenciamento Importados</b>	<b>Produção</b>	<b>Exportação</b>
jan/20	1492	1492	0	1426	266
fev/20	1286	1286	0	2556	436
mar/20	883	883	0	1992	307
abr/20	320	320	0	396	70
mai/20	666	666	0	1219	266
jun/20	1069	1069	0	1385	381
jul/20	1523	1523	0	1601	561
ago/20	1497	1497	0	1350	236
set/20	1233	1233	0	1959	294
out/20	1436	1436	0	1807	482
nov/20	1381	1381	0	1705	328
dez/20	1145	1145	0	1009	492
jan/21	1029	1029	0	1437	251
fev/21	1122	1122	0	1589	222
mar/21	1180	1180	0	2150	372

Fonte: ANFAVEA (2021).