

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre Innovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 1

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

LAS CIUDADES COMO LÍDERES DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA UNA MOVILIDAD DE BAJO CARBONO: EL CASO DE LOS BUSES DE BAJA EMISIÓN EN SÃO PAULO, BRASIL

Tatiana Bermúdez Rodríguez Ph.D.

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Política Científica y Tecnológica, Brasil
tatyber79@gmail.com

Flávia L. Consoni Ph.D.

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Política Científica y Tecnológica, Brasil
flavia@ige.unicamp.br

Resumen

El crecimiento acelerado de las ciudades tiene consecuencias positivas asociadas al desarrollo económico y al acceso al mercado de trabajo, pero si se hace de manera desordenada también genera problemas medio-ambientales, de movilidad urbana y de exclusión social. La importancia de las ciudades fue manifestada en los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS), específicamente en el Objetivo 11: *“Hacer que las ciudades y los asentamientos urbanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”*. Para alcanzar este objetivo, es necesario realizar modificaciones en los sistemas dominantes del transporte terrestre, los cuales tienen un gran impacto en las emisiones de gases contaminantes, y promover una *“transición hacia una movilidad de bajo carbono”*. Dentro del conjunto de alternativas que pueden contribuir con esta transición, este artículo tiene como objetivo principal: *“Analizar el papel de las ciudades para estimular la inserción del Nicho de los Buses de Baja Emisión y su contribución para una transición hacia una movilidad de bajo carbono en Brasil”*. Se utilizó como marco analítico-conceptual las Transiciones hacia la Sustentabilidad y la Perspectiva Multi-Nivel, cuyos niveles de análisis se caracterizaron para el caso Brasileño. Se identificó que las ciudades son fundamentales para direccionar estos procesos de transición, debido a que tienen la autonomía para establecer políticas medio ambientales y mecanismos para gestionar y organizar la movilidad urbana y el transporte público. Para el caso brasileño, el proceso de Licitación del Sistema de Transporte Público de São Paulo, se constituye como una *“ventana de oportunidad”* para incorporar buses de baja emisión en gran escala, debido al establecimiento de metas rigurosas de reducción de emisiones y de contaminantes locales. Así, las ciudades se constituyen en agentes activos que lideran intencionalmente procesos de transición hacia una movilidad de bajo carbono a escala local y que incluso pueden impulsar transiciones a escala nacional o internacional.

Palabras clave

Transiciones hacia la Sustentabilidad; Perspectiva Multi-Nivel; Movilidad de Bajo-Carbono; Buses de Baja-Emisión; Licitación de Sistemas de Transporte Público Colectivo.

1 Introducción

Las ciudades son importantes por ser lugares de intensa actividad económica y porque la mayoría de la población mundial habita en ellas, lo que tiene un impacto negativo en el consumo de energía, calidad del aire, salud pública, movilidad y en el aumento en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En el año 2018, el 55% de las personas en el mundo vivía en las ciudades y se espera que para el año 2050, este porcentaje aumente para el 68% (UN DESA, 2018). Esta situación tiene como consecuencia que “*las ciudades sean responsables del 70% de las emisiones globales de CO₂*” (UN-Habitat, 2016).

La importancia de las ciudades y su potencial para enfrentar el cambio climático y para transformar los sistemas locales de energía, transporte y movilidad, ha sido contemplada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente en el “*Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles*” (ONU, 2018). Para este objetivo fueron establecidas metas específicas¹ para el año 2030, que contemplan la priorización del transporte público y la necesidad de reducir los problemas asociados a la calidad del aire.

Uno de los factores que más impacto tiene sobre la calidad del aire y en el aumento de las emisiones de GEI son los vehículos con Motor a Combustión Interna (MCI), que usan intensivamente combustibles de origen fósil. De acuerdo con la IEA (2017), “*el transporte es responsable por aproximadamente un cuarto (24%) de las emisiones globales de CO₂ provenientes de la quema de combustibles*”. En Latinoamérica, “*el transporte es responsable de un 19% de las emisiones de CO₂*” (WRI World Resources Institute, 2016).

En este contexto, es necesario realizar modificaciones importantes en los sistemas dominantes del transporte terrestre y de movilidad urbana, y promover una “transición hacia una movilidad de bajo carbono”. Dentro del conjunto de alternativas que pueden contribuir con esta transición, este artículo tiene como objetivo principal: “*Analizar el papel de las ciudades para estimular la inserción del nicho de los buses de baja-emisión y su contribución para una transición hacia una movilidad de bajo carbono en Brasil*”.

Para cumplir este objetivo, es necesario un “*enfoque multidisciplinar que permita entender la complejidad de la movilidad moderna*” (Geels, 2012). Así, este artículo utilizó como marco analítico-conceptual las Transiciones hacia la Sustentabilidad (*Sustainability Transitions*) específicamente el enfoque de la Perspectiva Multi-Nivel (*Multi-Level Perspective MLP*), cuyas características se presentan en la Sección 2.

La Sección 3 describe las herramientas metodológicas, las cuales combinan la revisión exhaustiva en fuentes secundarias, la realización de entrevistas con los principales *stakeholders* del transporte público y de la movilidad en Brasil y la participación en trabajos de campo para conocer los proyectos de demostración relacionados con los buses de baja-emisión.

La Sección 4 expone los diferentes niveles de análisis de la Perspectiva Multi-Nivel para el caso de los buses de baja emisión en Brasil y en la Sección 5 se detalla el caso de estudio de la Licitación del Sistema de Transporte Público de São Paulo, como una “ventana de oportunidad” para la implementación de buses de baja emisión a gran escala en Brasil. Finalmente, en la Sección 6 se

¹ La Meta 11.2 establece la importancia de “*proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público [...]*” y la Meta 11.6 plantea la necesidad de “*reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo*” (ONU, 2018).

discuten los principales resultados y el papel que cumplen las ciudades en los procesos de transición hacia sistemas de movilidad de bajo carbono.

2 Marco Analítico-Conceptual de las Transiciones hacia la Sustentabilidad (*Sustainability Transitions*) y la Perspectiva Multi-Nivel (*Multi-Level Perspective MLP*)

Las Transiciones hacia la Sustentabilidad pueden ser entendidas como procesos de transformación a largo plazo, multidimensionales y fundamentales a través de los cuales los sistemas socio-técnicos establecidos cambian a modos más sostenibles de producción y consumo (Markard, Raven, & Truffer, 2012). Las Transiciones hacia la Sustentabilidad necesariamente implican transformaciones en los actuales sistemas de transporte, movilidad, agricultura, energía, entre otros, donde la participación de actores de diferentes sectores, es clave para que se genere este tipo de transformación.

Uno de los enfoques de las Transiciones hacia la Sustentabilidad es la Perspectiva Multi-Nivel (MLP), la cual surge como un marco analítico-conceptual de carácter multidisciplinar que integra diferentes teorías y literaturas, particularmente de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCT) y de las Teorías Económicas de la Innovación y el Cambio Técnico.

La MLP argumenta que las Transiciones ocurren a través de interacciones en tres niveles de análisis: a) Nivel Macro: Panorama Socio-Técnico (*Socio-Technical Landscape*); b) Nivel Meso: Régimen Socio-Técnico (*Socio-Technical Regime*); y c) Nivel Micro: Innovaciones de nicho (*Niche Innovation*) (Geels, 2002, 2004; Schot, Hoogma, & Elzen, 1994).

El **Panorama Socio-Técnico**² es el contexto exógeno que abarca un conjunto de tendencias estructurales profundas, las cuales ejercen presión sobre los regímenes socio-técnicos y las innovaciones de nicho. En el Panorama Socio-Técnico se encuentran factores heterogéneos de carácter político, regulatorio, ambiental, tecnológico, social y cultural.

Driel; Schot (2005) identificaron tres tipos de dinámicas asociadas con el Panorama Socio-Técnico: i) Choques externos rápidos, que no son previsible con facilidad, como una guerra; ii) Factores que no cambian o que cambian lentamente, como las características climáticas; iii) Cambios a largo plazo, como cambios demográficos. Estos factores, si son lo suficientemente fuertes, pueden desestabilizar el Régimen Socio-Técnico dominante y abrir ventanas de oportunidad para estimular Innovaciones de Nicho de carácter radical. Los factores del Panorama Socio-Técnico pueden ser tanto los motores de transformación, como los frenos del sistema.

El **Régimen Socio-Técnico**³ corresponde a forma dominante y establecida en que se cumplen las funciones sociales o funciones básicas para la sociedad (*societal functions*). El Régimen Socio-Técnico es responsable de la estabilidad de las configuraciones socio-técnicas, la cual es de carácter dinámico, lo que significa que las innovaciones que se producen son de carácter incremental (Geels, 2002).

Los Regímenes Socio-Técnicos definen la estabilidad del sistema actual o “tradicional” y determinan cómo deben ser solucionados los problemas, lo que genera un *lock-in*, el cual es

² Debido que no hay una traducción literal de “*Socio-Technical Landscape*” para el idioma español, se utilizará “Panorama Socio-Técnico” para expresar las características del nivel macro de la MLP.

³ El concepto de Régimen Socio-Técnico está basado en los Regímenes Tecnológicos definidos por (Nelson & Winter, 1977), los cuales se generan cuando diferentes actores (ingenieros y empresas) comparten rutinas particulares, las cuales conforman una “heurística” particular para hacer las cosas y resolver los problemas.

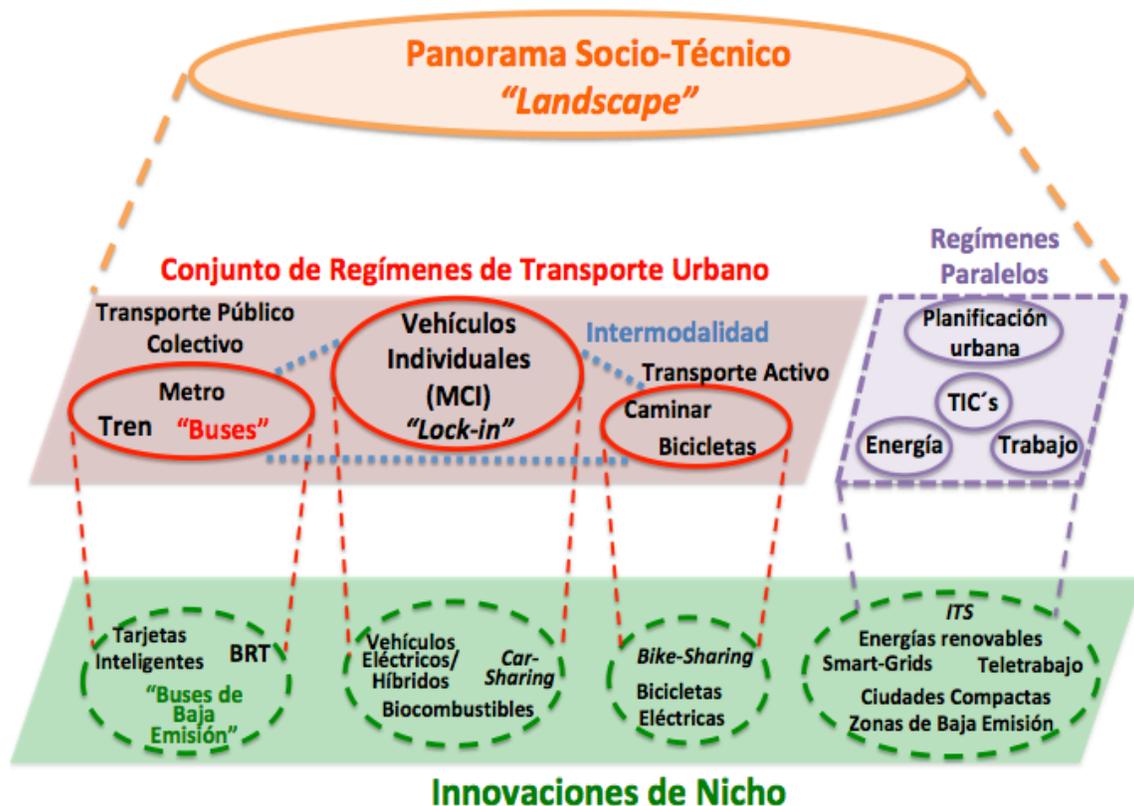
reforzado por los intereses particulares de actores heterogéneos y por un conjunto de reglas predeterminadas difíciles de alterar.

Finalmente, las **Innovaciones de Nicho** son consideradas como espacios de aprendizaje protegidos o aislados y es donde se generan las innovaciones radicales, las cuales son apoyadas por usuarios con demandas especiales. Los procesos de aprendizaje a nivel de nichos, pueden ser tanto de carácter tecnológico como social, puesto que involucran nuevas maneras de interrelación entre los actores y nuevas visiones sobre cómo son entendidas las funciones sociales.

La interacción de los tres niveles analíticos definidos por Geels (2002), conforman una jerarquía anidada denominada como Perspectiva Multi-Nivel, la cual tiene como premisa principal que no hay un único *driver* en los procesos de Transición Socio-Técnica. Las relaciones entre estos niveles de análisis, indican distintos grados de estructuración de las prácticas locales, donde cada grupo de actores participa de acuerdo a sus intereses y expectativas.

Para el caso específico de la movilidad urbana, el proceso de transición hacia una movilidad de bajo carbono, ocurre a partir de la interacción de los tres niveles de análisis de la MLP. En la *Figura 1* se representan los diferentes conjuntos de Regímenes del Transporte Urbano, los Regímenes Paralelos y sus innovaciones de nicho asociadas.

Figura 1. Niveles de análisis asociados a la Movilidad Urbana



Fuente: Elaboración propia a partir de (Geels, 2002, 2012, 2018).

El Régimen Socio-Técnico de la Movilidad Urbana está compuesto por un conjunto de regímenes asociados al transporte urbano: vehículos individuales privados, transporte público colectivo (buses, metro, tren) y sistemas no motorizados conocidos como transporte activo (bicicleta,

movilidad a pie). El “régimen dominante” de la movilidad urbana son los vehículos individuales con MCI, y el transporte público colectivo y el transporte activo son considerados “régimenes subalternos” a este régimen, ya que ocupan una parte del porcentaje total de la movilidad en términos de pasajeros transportados por kilómetros (Geels, 2012).

El conjunto de regímenes de transporte urbano es complementado por regímenes paralelos (no asociados directamente al transporte), como la energía, planificación urbana, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) y el trabajo, los cuales también pueden afectar la demanda de movilidad (Frank W. Geels, 2018).

Para cada conjunto de regímenes, existen innovaciones de nicho, que pueden ocurrir incluso dentro del régimen a través de viajes intermodales. Los Buses de Baja Emisión son una de las innovaciones de nicho asociadas al Régimen de Transporte Público Colectivo. Los BRT (*Bus Rapid Transit*) se consideran como una innovación complementaria, cuyo objetivo es priorizar el transporte público colectivo a través de carriles exclusivos para buses.

La principal característica de los buses de baja emisión, es que generan menores emisiones de GEI y de contaminantes locales en comparación a los buses movidos a diésel (que cumplen con la Normativa Euro V o inferior) y tienen una mejor eficiencia energética. Estos buses pueden clasificarse en cinco categorías, de acuerdo a los combustibles que utilizan y a sus sistemas de tracción:

- Buses con combustibles fósiles de baja emisión: Euro VI; Gas Natural Vehicular.
- Buses movidos con biocombustibles: Biodiesel; Biometano; Diésel de Caña de Azúcar.
- Buses híbridos: Híbridos convencionales; Híbridos Eléctricos *plug-in*; Híbridos eléctricos a etanol.
- Buses eléctricos: Buses eléctricos a batería; Trolebús.
- Buses con células de hidrógeno.

3 Metodología

La metodología de la presente investigación está centrada en un análisis cualitativo que combina las siguientes herramientas metodológicas: i) Revisión Bibliográfica; ii) Entrevistas a Profundidad; iii) Trabajo de Campo.

La revisión de fuentes secundarias fue realizada en libros, bases de datos de artículos científicos (principalmente *Scopus*), artículos de prensa, páginas de internet de empresas, centros de I&D y instituciones gubernamentales, políticas y regulaciones asociadas al tema de investigación, entre otros.

Las entrevistas y trabajos de campo permitieron recolectar informaciones de fuentes primarias de los principales *stakeholders* asociados al transporte público y a la movilidad urbana en Brasil. Se realizaron veinticinco (25) entrevistas entre 2016-2018. El trabajo de campo consistió en once (11) visitas técnicas para conocer los proyectos de demostración en Brasil y en la participación de eventos sectoriales y de las Audiencias Públicas del Proceso de Licitación del Sistema de Transporte Público de São Paulo. En el *Cuadro 1* se presenta la relación de las Entrevistas y los Trabajos de Campo.

Cuadro 1. Relación de Entrevistas y Trabajos de Campo

Categorías	Stakeholders
Fabricantes de Buses	BYD; Eletra; Volvo; Mercedes Benz; Scania.
Operadores de Flota	Pádova Colectivos (Campinas); Piracicabana (Brasília).
Asociaciones y Sindicatos	ABVE (<i>Associação Brasileira do Veículo Elétrico</i>); NTU (<i>Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos</i>); SPUrbanuss (<i>Sindicato das Empresas de Transporte Colectivo Urbano de Passageiros de São Paulo</i>).
ONG's ambientales	Greenpeace; IEMA (<i>Instituto de Energia e Meio Ambiente</i>); L`Avis Eco-Service.
Empresas de Energía	Itaipu Binacional; Eletropaulo (ENEL Brasil).
Empresas de autopartes	Baterías Moura; WEG (Motores Eléctricos).
Empresas Gestoras de Transporte Público	SPTrans (<i>São Paulo Transportes S.A</i>); EMDEC (<i>Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas</i>); EMTU (<i>Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos</i>).
Entidades gubernamentales	<i>Secretaria de Estado de Mobilidade do Distrito Federal; Secretaria de Transporte e Mobilidade de São Paulo; Secretaria do Verde e Meio Ambiente.</i>
Trabajos de Campo	Audiencias Públicas de la Licitación de São Paulo; Conferencias con Concejales de São Paulo; Audiencia Pública sobre los Padrones de Calidad del Aire del CONAMA (<i>Conselho Nacional do Meio Ambiente</i>); <i>Salão Latinoamericano do Veículo Elétrico.</i>
Proyectos de demostración	<i>“Ônibus a Célula de Combustível a Hidrogênio” EMTU. “Ônibus Elétrico Híbrido a etanol” Itaipu Binacional. “Ônibus Elétrico a Bateria” Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC). “Buses con Tracción Eléctica” Eletrobrás Furnas; FINEP; Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ)-COPPE.</i>

Fuente: Elaboración propia.

4 Niveles de análisis de la Perspectiva Multi-Nivel para el caso Brasileño

4.1 Panorama Socio-Técnico

Para el caso de Brasil, fueron identificados siete (7) temáticas principales asociadas al Panorama Socio-Técnico, las cuales fueron agrupadas en factores sociales, ambientales, culturales, económicos, industriales y tecnológicos. Para cada temática fueron identificadas políticas y programas nacionales e internacionales, las cuales presionan cambios tanto a nivel de régimen como de nicho. Las principales características de estas temáticas se resumen en el *Cuadro 2*.

Cuadro 2. Factores, temáticas, políticas y programas asociados al Panorama Socio-Técnico

Factores y temáticas	Descripción	Políticas y programas identificados
Factores sociales y culturales: 1. Urbanización	La presión de la urbanización sobre los regímenes de la movilidad urbana, puede ser positiva si se realiza una adecuada planificación urbana y se prioriza el transporte público.	Estatuto de la ciudad (2011) Objetivos de Desarrollo Sustentable (Objetivo 11) (2015)
Factores ambientales: 2. Cambio Climático 3. Impacto en la salud pública por la calidad del aire	Cambio Climático: Los efectos derivados del cambio climático, que en parte están asociados a las emisiones de GEI generadas por los sistemas de transporte, plantean la urgencia de descarbonizar el transporte y modificar el régimen dominante de los vehículos con MCI. Impacto en la salud pública por la calidad del aire: Los niveles de calidad del aire en las ciudades genera un aumento de las muertes prematuras y enfermedades crónicas, principalmente respiratorias y cardiovasculares, lo que genera altos costos a los sistemas de salud pública. De acuerdo con la OMS, (2018), en el año 2016 la exposición mundial al Material Particulado MP (PM _{2.5}) contribuyó a 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo.	Acuerdo de París (COP-21) (2015) Política Nacional sobre Cambio Climático (PNMC) (2009) Contribuciones Nacionalmente Determinadas NDC (2016) Fondo-Clima (2009) Plan Sectorial de Transporte y Movilidad Urbana para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (PSTM) (2010) Padrones de Calidad del Aire OMS (2005) Guías de Calidad del Aire CONAMA (1990) (2018, actualización) Normas EURO (1992) (Euro VI, 2014) Programa de Control de la Contaminación del Aire por Vehículos Automotores PROCONVE (1986) (2018, actualización Fase P-8)
Factores económicos: 4. Seguridad Energética y Biocombustibles	La seguridad energética está relacionada con disminuir la dependencia de combustibles fósiles, lo cual presiona el sistema socio-técnico dominante de la movilidad urbana e impulsa innovaciones de vehículos de baja emisión. En Brasil, el estímulo a la producción de los biocombustibles ha sido una respuesta para disminuir la dependencia del petróleo.	Programa Nacional de Alcohol "Proálcool" (1975) Motores Flex-Fuel (2003) Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel (2005) RenovaBio (2017) Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para Energías Renovables y Biocombustibles (2018-2022)
Factores industriales: 5. Eficiencia energética 6. Re-direccionamiento estratégico de la industria automovilística <i>Diesel Gate</i>	La Eficiencia Energética (EE) en la industria automovilística, tiene como objetivo reducir el consumo de combustible. La necesidad de mejorar la EE, ha generado un re-direccionamiento estratégico en la Industria Automovilística, que contempla el desarrollo de tecnologías de motorización más eficientes y de modelos híbridos y/o eléctricos. El escándalo conocido como <i>Diesel Gate</i> , aceleró este proceso de transición hacia tecnologías más eficientes, principalmente en empresas alemanas.	Normas CAFE (1975) Motores Flex-Fuel (2003) Directiva Europea (2009) Programa "Inovar-Auto" (2012-2017) <i>Paris Declaration on Electromobility and Climate Change & Call to Action (2015)</i> <i>Diesel Gate (2015)</i> <i>C40 Fossil-Fuel-Free Street Declaration (2017)</i> Programa "Rota 2030"-Movilidad y Logística (2018-2030)
Factores tecnológicos: 7. Disminución del precio de las baterías para VE	Las baterías son el componente más costoso de los Vehículos Eléctricos (VE), razón por la cual, la disminución de su precio, puede estimular la producción a gran escala de los VE, que incluye a los buses de baja emisión.	Políticas internacionales: <i>Advanced Technology Manufacturing Loan Program</i> (EE.UU); <i>New Sunshine Program</i> (Japón); <i>863 Program (China)</i> ; <i>Lithium-Ion Battery</i> (Alemania); entre otros.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Régimen Socio-Técnico

El Régimen Socio-Técnico de la movilidad urbana en Brasil, se caracteriza por el dominio de los vehículos individuales con MCI, lo que genera un *lock-in* basado en combustibles fósiles y en tecnologías con alta intensidad del carbono (Unruh, 2000). Este régimen es reforzado por la existencia de un conjunto de políticas que privilegian la industria automovilística brasileña, la cual es una de las más importantes del país en términos económicos, de generación de empleo, capacidad productiva e I&D (Investigación y Desarrollo).

La industria automovilística cuenta con un parque industrial consolidado para la fabricación de carrocerías, chasis y autopartes para buses con MCI movidos a diésel. Estas empresas ejercen un *lobby* muy fuerte para mantener su poder de mercado y cuentan con diferentes asociaciones y gremios que representan sus intereses⁴. Sin embargo, existen algunas iniciativas de las empresas del régimen relacionadas al desarrollo de prototipos y proyectos de demostración en buses de baja emisión, lo cual evidencia que la industria está intentando incorporar innovaciones de carácter incremental, pero sin abandonar la fabricación de buses a diésel⁵.

En relación al régimen subalterno del transporte público, en Brasil se destaca la participación de los buses urbanos, como el modo colectivo más utilizado a nivel nacional. Los buses urbanos representan el 86,3% de la participación en el total del transporte público colectivo, con una flota aproximada de 107.000 buses y un total de 39.585.078 pasajeros transportados por día (NTU, 2018). Sin embargo, la participación de los buses en el total de la flota circulante de Brasil, es de solo 1% en contraste con la de los vehículos individuales que es de 64% (Sindipeças-Abipeças, 2018), lo que indica la necesidad de realizar un cambio de modal, que priorice el transporte público frente al transporte individual.

Con el fin de mitigar las disputas entre los regímenes de los vehículos individuales y del transporte público colectivo, se han formulado diferentes políticas de movilidad urbana, dentro de las que se destaca la Política Nacional de Movilidad Urbana y los *PAC-Movilidad*, que tienen como objetivo priorizar el transporte público a través de la implementación de los BRT. Los BRT son una innovación brasileña, que surgió como un experimento de nicho y ha conseguido consolidarse hasta hacer parte del régimen de la movilidad urbana en muchos países latinoamericanos.

4.3 Innovaciones de nicho de los buses de baja emisión

A nivel internacional el número de buses de baja emisión es pequeño en comparación al número de buses urbanos movidos a diésel. Según datos de la (IEA, 2019), China es el mayor mercado de buses eléctricos a batería del mundo con 460.000 unidades (99% del mercado mundial). Se destaca la ciudad de Shenzhen con 16.000 buses eléctricos a batería, la mayor flota eléctrica del mundo.

Europa es el segundo mayor mercado con 2.163 buses eléctricos, que incluyen buses eléctricos a batería y buses eléctricos *plug-in* que corresponden aproximadamente al 1,6% del mercado total de buses. Por su parte, Estados Unidos ocupa la tercera posición con 360 unidades (sin incluir los trolebús), que corresponden al 0,5% del total de la flota de buses urbanos (BNEF (Bloomberg New Energy Finance), 2018).

⁴ Se destacan las siguientes asociaciones: *ANFAVEA* (*Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores*); *SINDIPEÇAS* (*Sindicato Nacional da Indústria de Componentes de Veículos Automotores*); y *ABIPEÇAS* (*Associação Brasileira da Indústria de Autopeças*).

⁵ En Brasil, aun no está reglamentada la Normativa Euro VI para buses urbanos. El *Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores PROCONVE* del CONAMA, estableció que esta norma solo comenzará a regir a partir del año 2023.

En Europa se destaca el Proyecto ZeEUS (*Zero Emission Urban Bus System*) que tiene como objetivo fomentar la incorporación de buses eléctricos y evaluar su viabilidad económica, ambiental y social a través de proyectos de demostración en flotas urbanas (ZEEUS, 2017). Participan en este proyecto 40 miembros, entre los que se encuentran autoridades locales, empresas gestoras de transporte público, empresas de buses de baja emisión, operadores de flota, empresas de energía eléctrica, proveedores de sistemas de recarga para VE, centros de I&D, universidades y ONG especializadas en transporte limpio. Se seleccionaron 10 ciudades europeas como proyectos de demostración, donde se testaron cerca de 107 buses eléctricos a batería, *plug-in* y trolebús, diferentes sistemas de recarga (pantógrafo, recarga de oportunidad, inductiva, *plug-in*), se calcularon los costos de operación y la reducción de emisiones de gases contaminantes.

Además del proyecto ZeEUS, la iniciativa *Fossil-Fuel-Free Street Declaration* del grupo de ciudades C40 *Cities Climate Leadership Group*, estableció los siguientes compromisos: i) Adquirir buses con cero emisiones a partir del año 2025 y ii) Asegurar que los centros de las ciudades sean de cero emisiones para el año 2030. Este compromiso fue firmado por los gobiernos locales de 26 ciudades, de las cuáles tres son latinoamericanas: Ciudad de México, Medellín y Quito (C40 Cities, 2017).

En el caso de América Latina, se destacan los países de Chile, Costa Rica y Colombia, los cuales han definido políticas y estrategias nacionales de estímulo a la movilidad eléctrica, donde el transporte público es una de las principales puertas de entrada para estas tecnologías. El gobierno de Chile formuló en el 2018 la “Estrategia Nacional de Electromovilidad. Un camino para los vehículos eléctricos”, la cual estableció como meta para el año 2050 que el 100% del transporte público urbano debería ser eléctrico. Una de las estrategias es que en las bases de la licitación para el transporte público colectivo de Santiago, Transantiago, debería incorporar obligatoriamente buses eléctricos a batería (Ministerio de Energía; Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2018).

Entre 2018 y comienzos del 2019 se incorporaron 200 buses eléctricos a batería en el BRT Transantiago, constituyéndose en la segunda ciudad del mundo, después de Shenzhen con la flota más importante de buses eléctricos a batería⁶. La implementación de los buses eléctricos en Transantiago, fue facilitada gracias a una Alianza Público-Privada entre Empresas de Energía Eléctrica (ENEL, ENGIE) que financiaron los buses y alquilan los sistemas de recarga, empresas de buses eléctricos (BYD, YUTONG), operadores de flota de Transantiago y el Ministerio de Transportes de Chile.

En Colombia, en el mes de Julio de 2019 fue publicada la Ley 1.964, la cual contempla metas específicas para la incorporación de buses eléctricos en los sistemas de transporte masivo BRT de las principales ciudades. En el mes de agosto de 2019, Medellín incorporó 64 buses eléctricos en el BRT Metroplús, constituyéndose en la segunda ciudad de Latinoamérica con mayor número de buses eléctricos y Cali, incorporó 23 buses eléctricos en el BRT MIO. Por su parte, Bogotá anunció una licitación de 594 buses eléctricos, que harán parte del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP).

Para el caso de Brasil, se estima que el número de buses de baja emisión al finalizar el 2018 era de 406 unidades distribuidas así: Trolebús: 293, que son la tecnología de buses de baja emisión más

⁶ En Agosto de 2019, la Ministra de Transportes de Chile, anunció la llegada de otros 200 buses eléctricos a batería, los cuales se incorporarán la flota de buses de Santiago hasta finales de 2019.

utilizada en Brasil; Buses Híbridos: 55; Buses Eléctricos a Batería: 54; Buses con células de hidrógeno: 4, los cuales corresponden a proyectos de demostración (Bermúdez, 2018).

La inserción de los buses de baja emisión en Brasil ha estado asociada a proyectos piloto y de demostración. Estos proyectos de demostración funcionan como experimentos o “*locus de aprendizaje*”, para los diferentes actores que participan como gobiernos locales, empresas de energía, universidades, centros de investigación, empresas de buses y de componentes, operadores de flota, entre otros y generalmente están financiados por entidades del gobierno brasileño. Al igual que en el caso europeo, la mayoría de estos proyectos son realizados en el ámbito local, y permiten que se prueben las diferentes alternativas de buses de baja emisión en ambientes controlados, para identificar los beneficios de estas tecnologías, las ganancias ambientales asociadas a la reducción de emisiones, la eficiencia energética, los costos de operación y de mantenimiento, en comparación a los buses movidos a diésel y los principales aspectos a mejorar.

Se destacan dentro de los proyectos piloto, el liderazgo de las empresas de buses de baja emisión como Volvo, Eletra y BYD y el apoyo de las empresas gestoras de transporte urbano como URBS (*Urbanização de Curitiba*), SPTrans (São Paulo Transportes), EMTU (Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo), EMDEC (Empresa Municipal de Desarrollo de Campinas), con el objetivo de posicionar a las ciudades de Curitiba (Buses híbridos), São Paulo (Trolebús) y Campinas (Buses eléctricos a batería), como líderes en la movilidad de bajo carbono.

Los proyectos de demostración también han sido importantes en la medida que permitieron la participación de empresas de componentes locales, como carrocerías, chasis, motores eléctricos y baterías, e incluso se propusieron nuevas configuraciones como los buses híbridos eléctricos a etanol, con el fin de aprovechar las capacidades ya existentes en Brasil en torno al uso de biocombustibles.

5 Licitación del Sistema de Transporte Público Colectivo en São Paulo

El caso de la ciudad de São Paulo fue seleccionado debido a la importancia de la ciudad en términos económicos, de población y a las características del sistema de transporte público colectivo de la ciudad. São Paulo tiene una población estimada de 12,1 millones de habitantes (IBGE, 2016) y un PIB de R\$ 650.544 billones, el más alto del país y representa el 11% del PIB nacional (IBGE, 2015). Al ser la ciudad más poblada de Brasil y considerada como una mega-ciudad, presenta graves problemas de contaminación ambiental y de movilidad urbana⁷.

En relación a las emisiones de contaminantes locales, el Área Metropolitana de São Paulo es la más contaminada de Brasil. Los automóviles son responsables por el 73% de las emisiones de GEI⁸, buses urbanos (23,8%), motocicletas (3,1%) y buses intermunicipales (0,5%). Sin embargo, cuando se analizan los contaminantes locales, que son los que más impactan en la calidad del aire y en la salud pública, los buses urbanos son los responsables por el mayor porcentaje tanto de Material Particulado originado por la combustión (MPcomb)⁹ (80,1%), como de Óxido de Nitrógeno NOx (77,8%), principalmente por la combustión de los motores de ciclo diésel (IEMA, 2017).

El municipio de São Paulo, tiene la mayor flota de buses urbanos de Brasil, aproximadamente 14.000 vehículos, y se constituye en la tercera flota más grande del mundo, después de China e

⁷ De acuerdo con la *Companhia de Engenharia de Tráfego - CET*, (2017), en la ciudad de São Paulo, el 11% del tiempo de viaje de los automóviles es perdido en congestionamientos, un 8% en la mañana y 14% en el horario de la tarde

⁸ Medidos en kilo-toneladas (kt de CO_{2e}) por día.

⁹ El Mpcmb es originado directamente de la combustión y está constituido por partículas más finas (MP_{2,5}), que tienen un impacto mayor en la salud.

India. En el año 2017, los buses urbanos, fueron el medio de transporte más usado en la ciudad, con un porcentaje de 47%, los automóviles con 24%, Metro 12% y Tren 3%.

São Paulo, tiene antecedentes históricos en relación a la implementación de buses de baja emisión, específicamente en relación a los trolebuses, que continúan siendo la tecnología de baja emisión más representativa del país. Además, durante los años 80 y 90 se realizaron algunos proyectos con buses movidos a etanol y a Gas Natural Vehicular, pero debido a diferentes problemas de desempeño, estos fueron desactivados del sistema en el 2002 (*Diário do Transporte*, 2015).

Una de las políticas medio-ambientales que tenían como objetivo incorporar buses de baja emisión en São Paulo, fue la Ley del Clima (*Ley 14.933/2009*). Específicamente, el Artículo 50¹⁰, establecía que para el año 2018, toda la flota de buses de la ciudad debería utilizar combustibles renovables no fósiles. Sin embargo, debido a condiciones asociadas al régimen dominante basado en el *lock-in* del diésel y a los incipientes desarrollos de tecnologías de nicho de buses de baja emisión, no se logró implementar esta ley.

Un factor que influyó el incumplimiento de la Ley del Clima, fue el atraso en la Licitación del Sistema de Transporte Público en São Paulo, ya que las operadoras de transporte público no estaban obligadas a cumplir la ley, sin una obligación contractual que lo estipulara. Originalmente, la licitación debió realizarse en el año 2013, pero fue cancelada por la gestión del Alcalde Fernando Haddad, debido en parte a las manifestaciones sociales contra los valores de las tarifas de los buses y sobre la calidad del servicio de transporte público que ocurrieron en Junio de 2013.

En el año 2017, la administración del Alcalde João Doria retomó el proceso de Licitación, la cual establece un cronograma de sustitución de flota por vehículos más limpios con metas anuales de reducción de emisiones en un plazo de 10 y 20 años. Las alternativas energéticas consideradas por la licitación son: Diésel de Caña de Azúcar, Biodiesel, Biometano, Buses Eléctricos Híbridos, Buses Eléctricos a Batería y Trolebús.

Sin embargo, debido al incumplimiento del Artículo 50 de la Ley del Clima, fue necesario modificarlo para que la Licitación pudiera ser lanzada. Así, después de un difícil proceso de concertación entre autoridades municipales, empresas automovilísticas, ONG y Centros de I&D, se modificó este artículo mediante la Ley No. 16.802 de 17 de enero de 2018. Esta Ley determina que los operadores del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros de São Paulo, deben promover la reducción progresiva de CO₂, MP y NO_x, en plazos de 10 y 20 años. Estas metas se presentan en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Metas de reducción de emisiones para el Transporte Urbano de Pasajeros del Municipio de São Paulo (2018)

Parámetro	Al final de 10 años	Al final de 20 años
CO ₂ (Dióxido de Carbono de origen fósil)	50%	100%
MP (Material Particulado)	90%	95%
NO _x (Óxido de Nitrógeno)	80%	95%

Fuente: Cidade de São Paulo, *Lei No. 16.802* de 17 de enero de 2018.

¹⁰ Artículo 50: “Los programas, contratos y autorizaciones municipales de transportes públicos deben considerar la reducción progresiva del uso de combustibles fósiles, y queda adoptada la meta progresiva de reducción de por lo menos 10% en cada año, a partir del 2009 y la utilización en el 2018 de combustible renovable no-fósil por todos los buses del sistema de transporte público del Municipio” (Prefeitura da Cidade de São Paulo, 2009).

Las metas de reducción de emisiones establecidas son ambiciosas y novedosas para una ciudad latinoamericana como São Paulo, y necesariamente implican la incorporación de buses de baja emisión. Este proceso se constituye en una “ventana de oportunidad” tanto para incorporar innovaciones de carácter incremental como buses híbridos y Euro VI, como innovaciones radicales asociadas al nicho de buses eléctricos. Además, también se tiene en cuenta la implementación de biocombustibles, considerando las capacidades de producción nacional y a la existencia de una clara agenda política de estímulo a los mismos.

La licitación incorpora una visión de largo plazo, ya que el tiempo de la concesión será por 20 años, tiempo en el cual se espera que las innovaciones de nicho de buses de baja emisión evolucionen rápidamente y consigan solucionar los cuestionamientos actuales en relación a la autonomía, precio y desempeño en la operación urbana. Incluso este plazo puede ser importante para que las empresas nacionales, aprovechando sus capacidades de producción, pueden dar una respuesta tecnológica de buses de baja emisión, y así consigan cumplir con las metas de emisión definidas.

Este proceso no fue fácil, y no se dio de manera inmediata. Por el contrario, encontró una serie de obstáculos y resistencias, principalmente por parte de los operadores de flota y las empresas de buses del régimen, que quieren continuar en un modelo de negocio que privilegia el uso de buses a diésel. Además, el proceso de licitación fue suspendido varias veces por el Tribunal de Cuentas del Municipio (TCM), debido a cuestionamientos relacionados con la viabilidad económica y la remuneración para los operadores.

Finalmente, la licitación fue lanzada en Diciembre de 2018 y se espera que durante el 2019 sean adjudicados los nuevos contratos. A partir de este momento, el proceso está en manos de los operadores quienes son los que deben determinar cuáles son las alternativas de buses de baja emisión que cumplen con las metas establecidas tanto en la licitación como en la Ley.

6 Conclusiones

Una vez caracterizado el proceso de transición socio-técnica hacia una movilidad de bajo carbono y la relevancia del papel de políticas ambientales y de movilidad de carácter local, se evidencia que las ciudades y particularmente los gobiernos locales, son fundamentales para direccionar y estimular este tipo de procesos de transición. Los gobiernos locales son los encargados de planear y ejecutar la política de movilidad urbana y organizar y prestar los servicios de transporte público colectivo, adoptando patrones para el control de la contaminación ambiental y sonora, por lo cual tienen toda la gobernanza para promover una transición hacia una movilidad de bajo carbono.

Las ciudades se convierten en una especie de laboratorio para el fomento de este tipo de tecnologías, donde es necesario tener en cuenta las características específicas de cada tecnología y los beneficios asociados con su implementación, especialmente en el medio ambiente, salud y movilidad. Las ciudades ya no se analizan como elementos estáticos, sino que se convierten en un elemento importante para promover las transiciones hacia la sustentabilidad.

El papel de las ciudades toma mayor relevancia cuando es realizado por una ciudad como São Paulo, que tiene una gran representatividad, no solo en Brasil sino en el mundo. Siguiendo lo planteado por (Geels, 2011), São Paulo puede desempeñar un papel protagonista en los procesos de transición urbana. Así, un proceso de licitación de la magnitud de la ciudad de São Paulo, que implica la renovación de una flota de aproximadamente 14.000 buses, es una oportunidad clara y específica para que las iniciativas asociadas a los nichos de baja emisión, dejen de ser solo proyectos y se constituyan en una verdadera “ventana de oportunidad” para promover el proceso de transición hacia una movilidad de bajo carbono en Brasil.

El proceso de licitación de São Paulo, está siendo observado y analizado de cerca por otras ciudades de Brasil como Campinas, Belo Horizonte, Niterói, entre otras, que ya están contemplando imponer metas de reducción de emisiones en las próximas licitaciones del sistema de transporte público colectivo y/o establecer porcentajes obligatorios de incorporación de buses eléctricos. El caso de la licitación de São Paulo, también es representativo a nivel internacional e incluso está siendo acompañado de cerca por las empresas de buses, tanto de nicho como de régimen, las cuáles están trabajando en proyectos de diseño de buses de baja emisión, que consigan atender a las características de la operación de São Paulo y las metas de reducción de emisiones establecidas.

En este contexto, las licitaciones de transporte público colectivo de las grandes ciudades, se convierten en instrumentos de política importantes para incorporar una flota de buses de baja emisión, los cuales pueden contribuir con la mejora en la calidad del aire y en la mejora de los problemas de movilidad. Sin embargo, como este todavía es un mercado de nicho, aspectos como la financiación, tarifas especiales de energía eléctrica para los sistemas de transporte y el establecimiento de metas de largo plazo para la incorporación de buses de baja emisión, deben ser acompañadas por políticas y estrategias de carácter nacional.

Es importante resaltar que el proceso de transición hacia una movilidad de bajo carbono, no se soluciona simplemente con la compra de un “artefacto tecnológico”, en este caso los buses de baja emisión. Por el contrario, implica una serie de acuerdos y consensos relacionados con la gobernanza de los actores, y que, en el caso particular del sistema de transporte, van desde los operadores de flota, tomadores de decisión política, bancos de financiación, empresas de buses (tanto del régimen como del nicho), empresas distribuidoras de energía y especialmente los usuarios, que son los que se van a beneficiar directamente de un transporte público de baja emisión y de calidad.

Así, no es suficiente con la implementación de “innovaciones tecnológicas” como los buses de baja emisión para promover la transición hacia una movilidad de bajo carbono. Estas innovaciones se deben complementar con “innovaciones no tecnológicas”, como los *BRT* para priorizar el transporte público sobre el transporte individual. Esto contribuirá a que los usuarios dejen el carro particular en casa y opten por un transporte público de baja emisión, mayor velocidad y mejor calidad de servicio.

Referencias

- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Bermúdez, T. (2018). Transiciones Socio-Técnicas hacia una Movilidad de Bajo Carbono: Un análisis del Nicho de los Buses de Baja Emisión para el Caso de Brasil. Tesis de Doctorado en Política Científica y Tecnológica. Departamento de Política Científica y Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, Brasil. Retrieved from <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/333639>
- BNEF (Bloomberg New Energy Finance). (2018). *Electric Buses in Cities. Driving Towards Cleaner Air and Lower CO2*. Retrieved from <https://about.bnef.com/blog/electric-buses-cities-driving-towards-cleaner-air-lower-co2/>
- C40 Cities. (2017). C40: Fossil-Fuel-Free Streets Declaration. Retrieved October 21, 2018, from <https://www.c40.org/other/fossil-fuel-free-streets-declaration>
- Cidade de São Paulo. Diário oficial Cidade de São Paulo. Lei No. 16.802 de 17 de Janeiro de 2018 (2018).
- Companhia de Engenharia de Tráfego - CET. (2017). *Pesquisa de monitoramento da mobilidade: mobilidade no sistema viário principal: volume e velocidade - 2016*.

- Diário do Transporte. (2015). HISTÓRIA: São Paulo já teve lei que obrigava frota de ônibus movidos a Gás Natural. Retrieved November 24, 2018, from <https://diariodotransporte.com.br/2015/11/02/historia-sao-paulo-ja-teve-lei-que-obrigava-frota-de-onibus-movidos-a-gas-natural/>
- Dijk, M., Orsato, R. J., & Kemp, R. (2013). The emergence of an electric mobility trajectory. *Energy Policy*, *52*, 135–145. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.024>
- Driel, H. van (Hugo), & Schot, J. (2005). Radical Innovation as a Multilevel Process: Introducing Floating Grain Elevators in the Port of Rotterdam. *Technology and Culture*, *46*(1), 51–76. <https://doi.org/10.1353/tech.2005.0011>
- Geels, F.W. (2011). The role of cities in technological transitions . Analytical clarifications and historical examples. In H. Bulkeley, V. C. Broto, M. Hodson, & S. Marvin (Eds.), *Cities and Low Carbon Transitions* (pp. 13–28). New York: Routledge. Retrieved from <https://books.google.nl/books?hl=nl&lr=&id=YTNZBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=the+role+of+cities+in+technological+transitions&ots=Ne1-Az42-P&sig=7qENqajpehy23hknZvYEwTqoscs#v=onepage&q=the+role+of+cities+in+technological+transitions&f=false>
- Geels, Frank W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, *31*(8–9), 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, Frank W. (2004). Understanding system innovations: a critical literature review and a conceptual synthesis. In B. Elzen, F. W. Geels, & K. Green (Eds.), *System Innovation and the Transition to Sustainability. Theory, Evidence and Policy*. Northampton, Massachusetts, USA: Edward Elgar Publishing Limited.
- Geels, Frank W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, *24*, 471–482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>
- Geels, Frank W. (2018). Low-carbon transition via system reconfiguration? A socio-technical whole system analysis of passenger mobility in Great Britain (1990–2016). *Energy Research and Social Science*. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.008>
- IBGE. (2016). Áreas dos Municípios | Geociências | IBGE :: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Retrieved January 31, 2018, from <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=destaques&c=35>
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2015). Produto Interno Bruto dos Municípios | Estatísticas |. Retrieved November 15, 2018, from <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html>
- IEA International Energy Agency. (2017). *CO2 emissions from fuel combustion. Overview 2017*.
- IEA International Energy Agency. (2019). Global EV Outlook 2019 Scaling-up the transitions to electric mobility. Retrieved from <https://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/>
- IEMA (Instituto de Energia e Meio Ambiente). (2017). Inventário de Emissões Atmosféricas do Transporte Rodoviário de Passageiros no Município de São Paulo. Retrieved October 29, 2018, from <http://emissoes.energiaeambiente.org.br/>
- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, *41*(6), 955–967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>
- Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, & Ministerio del Medio Ambiente. (2017). Estrategia Nacional de Electromovilidad. Un camino para los vehículos eléctricos. Santiago de Chile. Retrieved from http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/estrategia_electromovilidad-27dic.pdf
- Nelson, R., & Winter, S. G. (1977). In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, *6*, 36–76.
- NTU. (2018). Dados do Transporte Público por Ônibus. Retrieved July 25, 2018, from <https://www.ntu.org.br/novo/AreasInternas.aspx?idArea=7>

- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2018). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Retrieved October 23, 2018, from [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2018). Objetivo 11. Ciudades y comunidades sostenibles. Retrieved May 3, 2019, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Prefeitura da Cidade de São Paulo. Secretaria do Verde e Meio Ambiente. Lei 14.933 de 5 de Junho de 2009 (2009). Retrieved from http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/comite_do_clima/legislacao/leis/index.php?p=15115
- Schot, J., Hoogma, R., & Elzen, B. (1994). Strategies for shifting technological systems. The case of the automobile system. *Futures*, 26(10), 1060–1076. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(94\)90073-6](https://doi.org/10.1016/0016-3287(94)90073-6)
- Sindipeças-Abipeças. (2018). *Relatório da Frota Circulante 2018*. São Paulo.
- UN-Habitat. (2016). From Habitat II to Habitat III: Twenty years of Urban Development. In *World Cities Report 2016. Urbanization and Development Emerging Futures* (pp. 1–26).
- UN DESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs). (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Retrieved from <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>
- Unruh, G. C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, 28, 817–830. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00098-2](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00098-2)
- WRI World Resources Institute. (2016). CAIT Climate Data Explorer. Retrieved November 21, 2017, from <http://cait.wri.org/>
- ZeEUS (Zero Emission Urban Bus System). (2017). ZeEUS eBus Report # 2. An updated overview of electric buses un Europe. Retrieved from <http://zeus.eu/uploads/publications/documents/zeus-ebus-report-2.pdf>