

Transição Sociotecnológica para a Mobilidade Urbana Sustentável no Brasil

PEDRO FELIPE DA COSTA COELHO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

MÔNICA CAVALCANTI SÁ DE ABREU
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

Transição Sociotecnológica para a Mobilidade Urbana Sustentável no Brasil

1. Introdução

O estudo da mobilidade urbana é um tópico de interesse de gestores públicos e corporativos do Brasil. O país tem experimentado um crescimento em termos de produção e potencial de consumo desde 2004, ao contrário da Europa e outros mercados maduros. No entanto, a saturação do tráfego é crescente, mesmo em cidades de médio porte, e os problemas de mobilidade são crônicos (Soares et al., 2017)

De fato, o transporte público nacional, apesar de altos investimentos nos últimos anos, ainda carece de qualidade, embora seja possível perceber que os governos federal, estaduais e municipais estão investindo mais em políticas que visem melhorar a qualidade do transporte público (Marx et al., 2014). Embora o setor de transportes seja considerado o cerne do progresso socioeconômico do século XX, este setor gera impactos negativos diversos para o meio ambiente, como a elevada emissão de CO₂ (Moradi & Vagnoni, 2018).

De acordo com o Instituto de Pesquisa Aplicada [IPEA] (2011), a frota de veículos cresceu 119% na última década, no país, representando uma média de um veículo a cada 2,9 habitantes. Isso evidencia que as cidades brasileiras, em especial as grandes metrópoles, ainda não conseguiram colocar em prática de forma efetiva seus planos e programas de acessibilidade e mobilidade urbana com o objetivo de integrar os diferentes modos de transporte em seus territórios, indicando, dessa forma, que o desenvolvimento e a execução dos planos de mobilidade são uma necessidade urgente para que os espaços urbanos se tornem menos insustentáveis (Soares et al., 2017).

O setor de transportes é um dos principais contribuintes das emissões de gás carbônico, o qual representava 22% das emissões mundiais em 2011, com aumento projetado em 50% em 2030 e mais de 80% até 2050, segundo a Internacional Energy Agency (2013). Adiciona-se a isso o posicionamento de alguns autores que inserem o automóvel em uma discussão dentro do contexto de saúde pública, na qual o uso excessivo do automóvel e os consequentes poluentes resultam em uma série de alergias respiratórias para a população, prejudicando a qualidade de vida e onerando o sistema público de saúde (Saldiva, 2000; Vianna et al., 2008).

Diante disso, a sustentabilidade é uma preocupação chave para as organizações envolvidas na gestão de transportes urbanos (Jiménez-Herrero, 2011), impulsionando a realização de estudos que tratam do assunto a partir de temáticas distintas, como a transição sociotecnológica para o transporte urbano de baixo carbono (Crozet & Lopez-Ruiz, 2013) e para a mobilidade urbana sustentável (Dhar & Shukla, 2015).

Em relação à mobilidade sustentável, pesquisas que focam o produto “automóvel sustentável” vêm discutindo o manejo de resíduos materiais do processo de fabricação, reciclagem no fim de vida útil, alternativas para se reduzir a emissão de CO₂ e desenvolvimento de tecnologias envolvendo combustíveis alternativos (Zorpas & Inglesakis, 2012; Bielaczyc et al., 2015; Hossein et al., 2015).

No entanto, é escassa a produção científica que explore a mobilidade urbana a partir de uma perspectiva sistêmica, abordando suas diferentes dimensões (tecnológica, material, organizacional, institucional, política, econômica e sociocultural), ou que discuta os caminhos da transição para mobilidade urbana sustentável. Estudo recente foi desenvolvido com este objetivo, porém foi desenvolvido em um país desenvolvido (Moradi & Vagnoni, 2018).

Uma das formas de analisar a mobilidade urbana sustentável de uma região é investigar o seu plano de mobilidade urbana. No Brasil, o Plano de Mobilidade Urbana tornou-se o instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade. Diante desta determinação, os municípios com mais de vinte mil habitantes estão obrigados a entregar o Plano de Mobilidade Urbana (PMU), como condição para receber recursos federais destinados a projetos de mobilidade urbana. Além de estar integrado ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, o PMU deve apresentar as ações para materializar os objetivos e metas que pretendem resolver os problemas e as necessidades da população, identificados através de diagnósticos e da participação dos atores sociais (Oliveira, 2012).

Desse modo, esta pesquisa objetiva preencher esta lacuna de pesquisa. Os seguintes questionamentos orientam a condução do estudo: De que maneira as dinâmicas dos níveis micro, meso e macro contribuem ou impedem a transição para mobilidade urbana sustentável no Brasil? Até que ponto os planos de mobilidade urbana contribuem ou impedem a transição para mobilidade urbana sustentável no Brasil? Uma vez que a pesquisa foi desenvolvida através de uma abordagem multinível, os três níveis de análise – individual (micro), coletivo (meso) e societal (macro) – do processo de transição sociotecnológicas serão abordados.

A transição sociotecnológica foi abordagem escolhida para compreender este objeto de estudo, pois trata-se de caminho para o desenvolvimento sustentável, dado a possibilidade de substituição de regimes sociotecnológicos vigentes por regimes que representem menores impactos sociais e ambientais (Geels & Schot, 2007).

2. Transição sociotecnológica e a perspectiva multinível

Para avançar em direção a sociedades mais sustentáveis, diferentes iniciativas e intervenções são utilizadas para reduzir as emissões de carbono, estimulando o desenvolvimento econômico. Em alguns casos, são necessárias mudanças estruturais nos sistemas sociais para atingir metas de desenvolvimento sustentável (Kern, 2012; Hamnett, 2015).

Estas mudanças podem ocorrer por meio de uma transição ou na forma de uma mudança incremental. Enquanto a mudança incremental é vista como um processo lento, modificando ligeiramente o nível macro, a transição é considerada como uma mudança fluente em direção a um novo cenário, que é uma versão melhorada do existente; e a transformação é vista como uma mudança em direção a um futuro fundamentalmente diferente (Elzen et al., 2002; Geels & Schot, 2007).

A transição é diferente de um processo de mudança incremental nos seguintes aspectos: (i) as transições requerem múltiplas mudanças nos sistemas da sociedade; (ii) as transições são processos com múltiplos atores, que envolvem interações entre grupos sociais, como empresas, cidadãos, comunidades científicas, formuladores de políticas públicas, movimentos sociais, etc; (iii) as transições são mudanças radicais, referindo-se ao escopo da mudança (não à velocidade); as transições são processos de longo prazo (40 a 50 anos), mas os impactos podem ser relativamente rápidos (por exemplo, 10 anos) (Geels, 2010).

De fato, a mudança radical (transformação imediata) pode levar à resistência dos atores envolvidos, que podem não ser capazes de se ajustar a uma mudança radical rápida, de modo que o processo de mudança deve ser seguido por pequenos passos. A teoria da transição é introduzida para resolver o paradoxo de mudanças radicais em etapas incrementais e tem sido usada para analisar processos de transição ocorridos no presente e no passado (como o estudo de Geels, 2005),

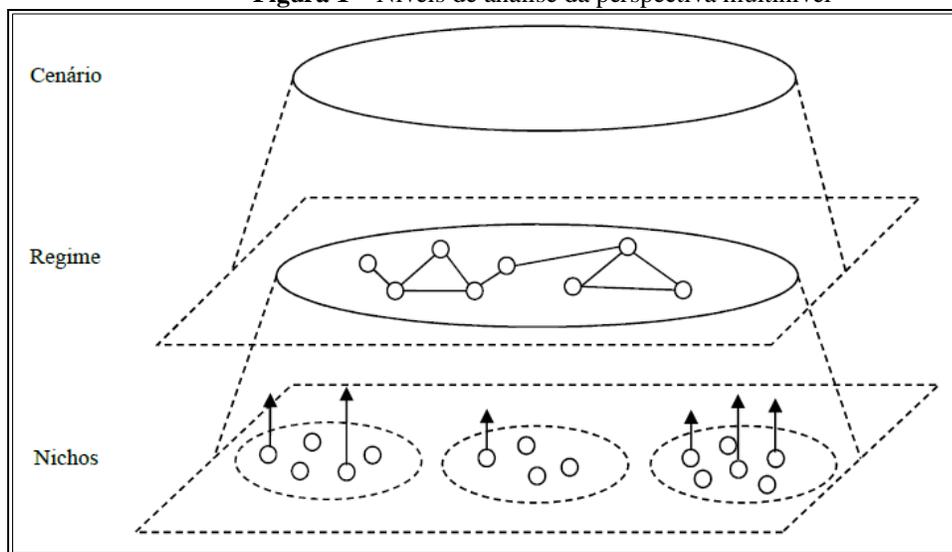
ou para projetar caminhos de transição e desenvolver cenários futuros (Dhar & Shukla, 2015; Marletto, 2014; Spickermann et al., 2014).

Transições envolvem uma ampla gama de atores e, normalmente, se desenrolam ao longo de tempo considerável. No curso de uma transição surgem novos produtos, serviços, modelos de negócios e organizações, em parte complementar, em parte substituindo os já existentes, e as percepções dos consumidores sobre o que constitui um determinado serviço ou tecnologia mudam substancialmente (Chiarini, 2014; 2015 Turnheim et al., 2015). Além disso, implicam em alterações tanto das tecnologias adotadas, quanto consequentes alterações no sistema econômico e social relacionadas à adoção, uso e produção daquela tecnologia (Geels, 2004). Transições envolvem mudanças não apenas em tecnologia, mas também nas práticas do usuário, regulação, redes industriais, infraestrutura e significado simbólico e cultural.

Lachman (2013) afirmou que as abordagens de transição mais utilizadas são: perspectiva multinível (*multi-level perspective*), gestão estratégica de nichos, gestão de transição, sistemas de inovação, paradigma técnico-econômico e transições sócio-metabólicas. Nesta pesquisa, será utilizada a perspectiva multinível. Para Geels (2002), a compreensão das transições entre regimes sociotecnológicos é feita a partir da perspectiva multinível.

A perspectiva multinível propõe o estudo da transição a partir de três níveis de análise inter-relacionados – nicho (micro), regime (meso) e cenário (macro) (Figura 1). Nesta perspectiva, entende-se que inovações surgem e são desenvolvidas usualmente no nível de nicho, caracterizado por uma empresa ou um grupo de empresas inter-relacionadas (Rip & Kemp, 1998). Estes funcionam como ambiente de maturação para tecnologias ainda incipientes se desenvolverem.

Figura 1 – Níveis de análise da perspectiva multinível



Fonte: Adaptado de Geels (2002)

Nichos também são conceituados como espaços protegidos, ou seja, mercados específicos ou domínios de aplicação, em que inovações radicais podem se desenvolver sem estarem sujeitas a pressões de seleções do regime vigente. As inovações de nicho podem ganhar impulso e, eventualmente, competir com as tecnologias estabelecidas (Markard, Raven, & Truffer, 2012).

O nível meso, conforme proposição de Geels (2002), é constituído por um sistema de atores inter-relacionados, em diferentes grupos sociais e comunidades, e que seguem determinado conjunto de regras. Uma trajetória tecnológica é definida ao nível do regime. As mudanças que

ocorrem ao nível do regime sociotecnológico são normalmente mais lentas e incrementais do que as mudanças ao nível de nicho. Os atores que constituem o regime existente têm interesse em manter o modelo tecnológico atual, em detrimento do novo. Já o nível macro é definido a partir de uma ampla gama de fatores externos, mas relacionados ao regime sociotecnológico (Geels, 2002; Turnheim et al., 2015). Encontram-se neste nível pressões econômicas, valores culturais, tendências sociais, conflitos internacionais e as questões ambientais. A mudança ocorre a um ritmo mais lento, e acabam por representar uma transição ampla na forma como a sociedade, ou parte dela, atua.

A perspectiva multinível foi adotada neste artigo, pois envolve múltiplas dimensões (tecnologia, indústria, mercados, comportamento do consumidor, política, infraestrutura e valores culturais); é uma abordagem que considera as interações entre diferentes grupos de stakeholders; e é focada em dinâmicas complexas, não apenas em relações lineares de causa e efeito.

3. Mobilidade urbana sustentável

A sustentabilidade para a mobilidade urbana é a capacidade de fazer as viagens necessárias para realização dos direitos dos cidadãos com o menor gasto de energia possível e menor impacto ao meio ambiente (Ministério das Cidades, 2007). A introdução do conceito da mobilidade urbana sustentável é um avanço na maneira tradicional de tratar, isoladamente, o trânsito, o planejamento e a regulação do transporte coletivo, a logística de distribuição das mercadorias, a construção da infraestrutura viária, das calçadas e assim por diante.

No Brasil, a difusão do conceito de mobilidade sustentável tem sido coordenada pelo Ministério das Cidades, através da Secretaria Nacional de Transportes e de Mobilidade Urbana (Soares et al., 2017). Conforme a referida secretaria, mobilidade sustentável é o conjunto de políticas de transporte e circulação que visam proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, através da priorização dos modos de transporte coletivo e não-motorizado de maneira efetiva, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável.

Gomide (2006) aponta que, historicamente, o transporte público coletivo no Brasil é relegado a um segundo plano e não é contemplado como atividade estratégica por parte da União, Estados ou Municípios. Na visão do autor, as cidades têm sido moldadas para atender unicamente ao automóvel, arrastando o transporte público sem prioridade para uma crise de perda de atratividade.

O Ministério das Cidades realizou um levantamento em 2016 junto aos 3.342 municípios que, até maio de 2015, deveriam ter elaborado o PMU, para concorrer a recursos financeiros federais. Dos 2.066 respondentes, apenas 189 municípios haviam elaborado o PMU. Entretanto, inúmeros municípios, até então, não apresentaram o Plano de Mobilidade Urbana. Além de deixar de receber recursos que poderiam melhorar os aspectos da mobilidade do município, estes entes federativos não viabilizam meios para a efetivação de uma nova política urbana capaz de coordenar a política de transporte e circulação com a política de desenvolvimento urbano (Soares et al., 2017).

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) pode ser utilizada como um exemplo para os problemas de mobilidade urbana. De acordo com Zandonade e Moretti (2012), os congestionamentos de tráfego na RMSP ocorrem em momentos em que uma parcela relativamente pequena dos automóveis do município está em circulação. O tráfego de veículos praticamente para em momentos em que não mais do que 16% do total de automóveis cadastrados em São Paulo estão nas vias.

A intensificação de estudos que analisem possibilidades para o uso do transporte coletivo reforça essa perspectiva. Desta forma, embora esforços no sentido de se introduzir motorização menos poluentes, de se contribuir para processos de gestão do ciclo de vida do automóvel (Yue, 2012), de se desenvolver tecnologias envolvendo combustíveis alternativos (Zorpas & Inglesakis, 2012) ou do automóvel elétrico (Høyer, 2008; Kimble & Wang, 2012; Hildermeier, 2016) sejam necessárias e até mesmo urgentes, a transição para a mobilidade urbana sustentável envolve também a geração de soluções inovadoras voltadas ao uso do automóvel e de seu uso combinado aos demais modais de transporte (Banister, 2008).

De acordo com o IPEA (2011) os sistemas de ônibus urbanos e metropolitanos são a modalidade de transporte público predominante no Brasil, operando em torno de 85% dos municípios. Os sistemas de transportes alternativos por vans e moto táxis, que aumentaram nas últimas duas décadas no país, também representam uma importante forma de mobilidade.

Alguns autores (Parkhurst et al., 2011; Dijk; Orsato; Kemp, 2013) dividem a análise das iniciativas de mobilidade urbana sustentável em quatro diferentes possibilidades: i) eletromobilidade: desenvolvimento e produção de veículos alimentados com motorização elétrica, veículos elétricos híbridos (VEH) ou veículos elétricos puros (VEP); ii) carsharing: esquemas de partilha de automóveis, em modo de locação de automóveis por curta duração, geralmente cobrados por hora; iii) transporte intermodal: sistemas de gerenciamento de integração de diferentes modos de transporte numa única viagem; iii) inovação em transportes públicos: iniciativas que envolvem qualidade, confiabilidade e melhorias no fluxo de trânsito e no conforto para os usuários. Inovações em tecnologia, organização e gestão, tais como o BRT, estão contidas nesse nicho.

Algumas dessas políticas estão em andamento no país. No início de 2012 foi a promulgada a Lei 12.587, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU). Dotada de um conjunto de diretrizes para a ação dos governos municipais, estaduais e federal e um conjunto de instrumentos para a gestão da mobilidade urbana, a lei estabeleceu também a obrigatoriedade de elaboração de Planos Municipais de Mobilidade Urbana para as cidades com mais de 20 mil habitantes. Os instrumentos utilizados neste estudo serão apresentados a seguir.

4. Procedimentos metodológicos

Este estudo é classificado como qualitativo de caráter descritivo, visto que foi conduzido por meio de análise documental para investigar de que forma as dinâmicas dos níveis micro, meso e macro afetam a transição para mobilidade urbana sustentável no Brasil. Para tanto, realizou-se uma coleta de dados qualitativos, recomendados para serem utilizados quando o fenômeno investigado é novo e quando o pesquisador busca responder perguntas “por que” e “como” (Yin, 2014).

Procedeu-se uma análise documental dos planos de mobilidade urbana das seguintes cidades brasileiras: São Paulo, Rio de Janeiro, Distrito Federal, Salvador e Fortaleza. Estas capitais foram escolhidas por serem as cidades mais populosas do país. Após essa coleta de dados inicial, verificou-se que parte dos dados obtidos precisariam ser complementados por informações dos planos diretores e demais instrumentos relativos à mobilidade urbana das cidades. Portanto, tais documentos foram analisados, assim como a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU).

A partir do Quadro 1, é possível perceber os planos de mobilidade das cinco capitais foram desenvolvidos em anos distintos e, em sua maioria, após a publicação da Política Nacional de Mobilidade Urbana em 2012, que prevê a obrigatoriedade da elaboração de planos de mobilidade urbana para o recebimento de investimentos do governo federal.

Quadro 1 – Documentos analisados

Cidade	Documentos analisados	Ano de implementação	Horizonte temporal
São Paulo	Plano de mobilidade urbana	2015	15 anos
	Plano diretor estratégico	2014	16 anos
Rio de Janeiro	Plano de mobilidade urbana sustentável	2016	10 anos
	Plano diretor	2011	10 anos
Distrito Federal	Plano diretor de transporte urbano e mobilidade	2011	10 anos
Fortaleza	Plano de mobilidade	2015	10 anos
	Plano diretor cicloviário integrado	2014	15 anos
	Plano mestre urbanístico de mobilidade e meio ambiente	2016	25 anos
Salvador	Plano de mobilidade	2017	32 anos
	Plano diretor de desenvolvimento urbano	2019	33 anos

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Destaca-se ainda que os planos de mobilidade das cinco capitais foram desenvolvidos em anos distintos e, em sua maioria, após a publicação da Política Nacional de Mobilidade Urbana em 2012, que prevê a obrigatoriedade da elaboração de planos de mobilidade urbana para o recebimento de investimentos do governo federal.

Em Brasília, o plano diretor não contempla apenas a orientação sobre a ocupação do solo urbano, mas também apresenta o instrumento de planejamento e gestão de mobilidade urbana. Dessa forma, apenas este instrumento da capital federal foi analisado. Nas demais cidades, outros documentos foram utilizados na análise e estão elencados acima.

Além de nomenclaturas distintas, os planos de mobilidade urbana a possuem horizontes temporais diversos. Em Fortaleza, Distrito Federal e Rio Janeiro, os instrumentos foram desenvolvidos considerando um horizonte temporal de 10 anos. Já nas outras duas capitais, o período de implementação das iniciativas de mobilidade urbana é maior. Os dados obtidos nos documentos elencados no Quadro 1 estão disponibilizados nas páginas virtuais das prefeituras, ou em portais específicos criados pelas secretarias de mobilidade urbana (ou transportes) dos municípios para apresentar os planos, pesquisas relativas aos projetos e revisões.

Depois de coletados, foi utilizada a análise de conteúdo como técnica de avaliação de dados, que permite identificar e agrupar as informações de acordo com a finalidade da pesquisa (Bardin, 1977). Buscou-se, portanto, analisar os planos de mobilidade urbana do Brasil e verificar sua contribuição à transição para mobilidade urbana sustentável. Algumas dinâmicas dos três níveis que afetam a transição para mobilidade urbana sustentável já haviam sido discutidas em artigos científicos anteriores (realizados em países desenvolvidos). Outras dinâmicas não haviam sido discutidas previamente. Portanto, apesar da revisão de literatura ter resultado na definição de categorias de análise, novas dinâmicas surgiram com os achados da pesquisa e são discutidas na seção de Discussão.

5. Análise dos Resultados

Os resultados dessa seção foram obtidos por meio da análise qualitativa dos dados da pesquisa. A pesquisa revelou que os planos diretores e de mobilidade urbana das principais capitais do país são desenvolvidos isoladamente, não havendo articulação entre as cidades, tampouco com a Política Nacional de Mobilidade Urbana. Esta falta de uniformidade não se manifestou apenas

nas diferentes nomenclaturas e horizontes temporais das iniciativas, mas também na estrutura dos documentos e em seu conteúdo, como se observa no Quadro 2.

Quadro 2 – Transição para mobilidade urbana sustentável X Planos de mobilidade urbana

Nível	Categorias de Análise		Plano nacional	SP	RJ	DF	SA	FOR
Micro	Integração dos meios de transporte	Trem e taxi						
		Ônibus e metrô						
		Bicicleta e metrô						
		Bilhetes únicos						
	Tecnologias sustentáveis de propulsão							
	Célula de combustível							
	Biocombustível							
	Veículo híbrido							
	Produtos compartilhados	Carros						
		Bicicletas						
Inovações no transporte público	Utilização de aplicativos de mobilidade							
Meso	Automóveis particulares	Limitação ao uso de carros (rodízios)						
		Congestionamentos						
		Conscientização sobre poluição dos automóveis						
		Punição por poluição de automóveis						
		Certificações ambientais dos automóveis						
	Ônibus	Acessibilidade						
		Transporte Rápido por Ônibus (BRTs)						
		Incentivos financeiros do Estado						
		Faixas exclusivas						
	Transporte não-motorizado	Painéis de informação em tempo real						
		Faixas exclusivas para ciclistas						
		Integração com os demais transportes						
		Legislação que estimula a compra de bicicleta						
Macro	Educação dos cidadãos para sustentabilidade							
	Conscientização de gestores públicos sobre mobilidade urbana sustentável							
	Investimentos em tecnologia de mobilidade urbana							
	Integração de órgãos públicos							
	Debate sobre mudanças climáticas							
	Crédito de carbono							
	Participação de ONGs							

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Alguns pontos em comum são observados nos planos, como a ênfase na priorização do transporte público coletivo, modos não motorizados e compartilhados, em relação aos meios individuais motorizados de transporte; desenvolvimento da bicicleta como modo de transporte; implantação de uma rede de transporte integrada; redução do consumo de energia; e estabelecimento de instrumentos de controle da oferta de vagas de estacionamento em áreas públicas e privadas. Entretanto, alguns pontos são mencionados em parte dos planos de mobilidade das cidades, como a integração entre metrô e ônibus e a limitação ao uso de carros (rodízios).

Propostas relativas a tecnologias sustentáveis de propulsão, crédito de carbono e células de combustível, abordadas em estudos anteriores como alternativas à transição para mobilidade urbana sustentável, não foram discutidas nos documentos analisados. Tratam-se de iniciativas ainda em desenvolvimento no contexto nacional. Contudo, os planos de mobilidade urbana das cinco capitais não tratam de quatro temáticas relevantes e vinculadas à transição em seus três níveis: certificações ambientais dos automóveis, legislação que estimula a compra de bicicletas, conscientização de gestores públicos sobre mobilidade urbana sustentável e a participação de ONGs nas decisões relativas à temática.

O Plano de Mobilidade Urbana de São Paulo, em comparação aos demais, apresenta mais elementos vinculados à transição para mobilidade urbana sustentável. O documento trata de iniciativas voltadas ao transporte coletivo e privado de passageiros, sistema cicloviário e sistema viário, gestão dos estacionamentos, gestão ambiental, transporte individual motorizado e instrumentos de participação e controle social. Entretanto, ao abordar a participação de membros da comunidade, afirma-se que audiências e consultas públicas poderão ser realizadas com intuito de aprofundar enfoques temáticos ou regionais do plano. Não há previsão da realização de tais consultas no cronograma de execução do plano.

6. Discussão

A partir da análise documental, buscou-se compreender as diferentes dinâmicas dos três níveis e discuti-las em função da literatura recente que trata do assunto. Inicialmente, as dinâmicas do nível micro são discutidas, com ênfase para as dinâmicas de resistência e para as dinâmicas que estimulam a mobilidade urbana sustentável.

Os planos de mobilidade urbana estabelecem diretrizes de políticas públicas para o setor de mobilidade das cidades. Dessa forma, o seu conteúdo pode apresentar elementos que contribuam (dinâmicas que estimulam) ou atrapalhem (dinâmicas de resistência) para a adoção da mobilidade urbana sustentável. Tais dinâmicas foram alocadas nos três níveis da abordagem multinível.

A maioria das inovações permanecem “nicho” no nível micro, e não obtém apoio suficiente para ser transferido para o nível superior, mas algumas inovações de nicho crescem e são adotadas no nível meso (Raven & Verbong, 2009). Nessa categoria, as inovações de nicho podem se manifestar de diferentes maneiras, tais como: integração entre distintos meios de transporte, desenvolvimento de tecnologias limpas de propulsão veicular, adoção de biocombustíveis e carros elétricos, inovações em transportes públicos e compartilhamento de carros e bicicletas.

O Quadro 3 apresenta as dinâmicas de resistência e estímulo à mobilidade urbana sustentável, considerando tais inovações de nicho.

Quadro 3 - Dinâmicas do nível micro que afetam a mobilidade urbana sustentável

Fonte	Dinâmicas de resistência à mobilidade urbana sustentável no nível micro	Dinâmicas que estimulam a mobilidade urbana sustentável no nível micro	
Literatura	Baixo investimento em tecnologias limpas de propulsão (Turnheim et al., 2015).	Desenvolvimento de soluções sustentáveis (Chiarini, 2014).	
	Pouco interesse econômico em investir na integração entre transporte de carro e bicicleta (Geels, 2012).	Engajamento social em prol da integração entre diferentes meios de transporte (Geels, 2012; Turnheim et al., 2015)	
	Falta de estímulos econômicos e políticos à integração entre transporte ferroviário e táxi (Geels, 2012).		
	Falta de estímulos econômicos e políticos à integração do transporte de trem – bicicleta (Geels, 2012).		
Literatura e dados da pesquisa	Inviabilidade econômico-financeira da comercialização de carros elétricos (Turnheim et al., 2015).	Inovações na produção de biodiesel (Turnheim et al., 2015).	
	Desconfiança da população, em especial de idosos, sobre os serviços de compartilhamento de carros (Turnheim et al., 2015).	Significado positivo do uso de bicicletas compartilhadas (Moradi & Vagnoni, 2018).	
		Baixo custo associado ao uso de bicicletas compartilhadas (Turnheim et al., 2015).	
Dados da pesquisa	Benefícios financeiros advindos da compra de veículos a diesel. Baixa eficiência energética dos veículos movidos a etanol. Deterioração e mau uso de bicicletas compartilhadas. Articulações políticas contrárias ao compartilhamento de carros.	Redução de custo associado ao uso de carros compartilhadas (Moradi & Vagnoni, 2018).	
		Aumento do número de usuários e motoristas de aplicativos de mobilidade urbana.	

Fonte: dados da pesquisa (2018).

As inovações de nicho relacionadas acima são “inovações verdes” que surgiram no processo de transição para alcançar a mobilidade urbana sustentável. Como Geels (2012) afirma, é difícil aplicar essas alternativas porque elas são mais caras do que os sistemas existentes (pois ainda não se beneficiaram de economias de escala e curvas de aprendizado) e exigem mudanças nas práticas do usuário, além de enfrentar as regulamentações existentes ou carecem de uma infraestrutura apropriada.

Tais resultados diferem dos achados de Moradi e Vagnoni (2018), uma vez que, no contexto italiano, os principais estimuladores para a criação e desenvolvimento das inovações de nicho são os agentes públicos. Entretanto, um ponto em comum das duas pesquisas é que as incertezas sobre a produtividade econômica são dinâmicas de resistência à mobilidade urbana sustentável nos dois ambientes. Além disso, o compartilhamento de carros e bicicleta no contexto brasileiro carece de infraestrutura de incentivo, especialmente dos gestores públicos. Nas cinco capitais brasileiras foram constatados movimentos contrários ao uso desses apps. Tais empecilhos também são evidenciados nos planos, que abordam de forma incipiente tais iniciativas.

O nível meso é o cerne das transições, sendo constituído pela rede de atores e grupos sociais; o conjunto de regras formais e informais; e os elementos materiais e técnicos. Alguns autores o definem como o “coração” das transições sociotecnológicas (Geels, 2004; Chiarini, 2014; Geels, 2012). Nesse nível, as dinâmicas do regime que afetam a mobilidade urbana sustentável podem se

apresentar em três grupos principais: dinâmicas associadas ao uso de transporte público (ônibus), ao uso de carros e ao uso de transportes não motorizados.

Quadro 4 - Dinâmicas do nível meso que afetam a mobilidade urbana sustentável

Fonte	Dinâmicas do nível meso de resistência à mobilidade urbana sustentável	Dinâmicas do nível meso que estimulam a mobilidade urbana sustentável
Literatura	Discurso anti-carro (Rip & Kemp, 1998).	Cobrança de taxas e descontos para veículos muito ou pouco poluentes, respectivamente (Turnheim et al., 2015).
		Saturação do mercado automobilístico (Geels, 2012).
Literatura e dados da pesquisa	Estratégias de governos favoráveis à venda de veículos (Rip & Kemp, 1998).	Baixo custo do transporte público de ônibus (Moradi & Vagnoni, 2018).
	Conforto dos veículos (Geels, 2012).	Expansão dos BRTs (Moradi & Vagnoni, 2018).
	Significado positivo associado à posse de carros (Moradi & Vagnoni, 2018).	Simplificação das formas de pagamento do transporte público de ônibus (Moradi & Vagnoni, 2018).
	Baixa qualidade das ciclovias (Moradi & Vagnoni, 2018).	Possibilidade de deslocamento sem precisar estacionar o veículo (Moradi & Vagnoni, 2018).
	Questões climáticas (Moradi & Vagnoni, 2018).	Problemas de congestionamento (Turnheim et al., 2015).
Benefícios à saúde do uso de bicicletas e deslocamento a pé (Hamnett, 2015).		
Dados da pesquisa	Aumentos constantes das tarifas de ônibus.	Utilização de apps de mobilidade urbana que informam a duração, linhas de ônibus e valor das passagens.
	Escassez de linhas ônibus.	Expansão das ciclovias.
	Insegurança dos terminais coletivos de ônibus.	Fechamento de rodovias em fins de semana para ciclistas.
	Desrespeito de condutores de veículos e ônibus aos ciclistas.	
	Falta de instrumentos de punição para condutores de veículos que coloquem em risco os ciclistas.	
	Construção de ciclovias em pequenos trechos das cidades, em especial nas áreas nobres.	
	Utilização de motocicleta, como alternativa aos elevados custos e lentidão de deslocamento dos carros.	
	Estímulos fiscais à indústria automobilística.	

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

A ineficiência dos agentes públicos em oferecer transportes públicos com qualidade e baixo custo é uma das principais resistências à mobilidade urbana sustentável. A insegurança é outro elemento que dificulta o deslocamento em meios de transporte não motorizados. Contudo, os malefícios associados ao uso dos carros estão sendo discutidos com maior frequência nos documentos. Além dos elevados custos, os congestionamentos das capitais são recorrentes e estão levando estes cidadãos a questionarem o uso de carros.

Assim como relatado em países desenvolvidos, o Brasil possui a cultura do uso de carros particulares. De maneira similar à Turnheim et al. (2015) e Moradi e Vagnoni (2018), constatou-se que os elevados investimentos em pesquisa e desenvolvimento, infraestrutura e aquisição de fábricas são dinâmicas de resistência à mobilidade urbana sustentável. Os estímulos fiscais que esta indústria recebe dos gestores públicos brasileiros acentua este problema.

As tensões com o uso de veículos particulares, ao que parece, não surgem em função de uma preocupação ambiental com esta prática, mas por motivos funcionais, como problemas de trânsito (congestionamento e estacionamento) e planos para limitar o uso e a poluição dos veículos (os rodízios de carros particulares). Além disso, os sistemas de transporte ainda carecem de aparato tecnológico, como o acesso a informações de tempo de viagem, possibilidades de deslocamento e valor de tarifas.

O contexto exógeno, onde ocorrem mudanças culturais, tendências demográficas e mudanças políticas, é considerado nesse nível. Essas mudanças do nível macro geralmente alteram normas e regras dos níveis abaixo.

Quadro 5 - Dinâmicas do nível macro que afetam a mobilidade urbana sustentável

Fonte	Resistência do nível macro à mobilidade urbana sustentável	Estímulo do nível macro à mobilidade urbana sustentável
Literatura	Fatores demográficos (Elzen et al., 2002)	Desenvolvimento de soluções sustentáveis (Chiarini, 2014)
	Decisões políticas (Moradi & Vagnoni, 2018).	
Literatura e dados da pesquisa	Preferência dos consumidores (conveniência, velocidade) (Geels et al., 2011).	Debates sobre mudanças climáticas (Geels et al., 2011)
	Limitação de recursos (Moradi & Vagnoni, 2018).	Crise econômica (Moradi & Vagnoni, 2018)
	Problemas na infraestrutura de ciclovias (Geels et al., 2011).	Problemas na infraestrutura de rodovias (Geels et al., 2011)
	Mudanças na estrutura econômica que afetam o preço dos combustíveis (Moradi & Vagnoni, 2018).	Debates sobre “cidades inteligentes” (Moradi & Vagnoni, 2018)
	Valores culturais (posse, apego aos bens) (Moradi & Vagnoni, 2018).	Mudanças de valores das gerações mais novas (Elzen et al., 2002)
Aumento do preço dos combustíveis (Elzen et al., 2002)		
Dados da pesquisa	Crescimento da compra de veículos.	Realização de eventos esportivos mundiais
	Sentimento de insegurança do transporte público.	

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Além disso, as mudanças que ocorrem no nível macro são mais lentas quando comparadas às mudanças dos demais níveis. Porém, tais mudanças determinam a estabilidade ou a instabilidade do nível meso. Mudanças no nível macro podem gerar alterações estruturais nos demais níveis e resultar em “quebras” no nível meso, como é caso dos valores culturais associados ao uso de carros. Em função da ampliação do debate sobre estilos de vidas saudáveis e dos problemas advindos do uso de veículos particulares, o apego à posse dos carros se encontra em constante debate, mas ainda se apresenta como uma resistência do nível macro à mobilidade urbana sustentável.

7. Conclusões

Esta pesquisa buscou ampliar o debate sobre a mobilidade urbana sustentável, tendo como suporte teórico a teoria de transição e a abordagem multinível. Buscou-se compreender de como as dinâmicas dos níveis micro, meso e macro afetam a transição para mobilidade urbana sustentável no Brasil. A partir do que foi discutido na seção anterior, alguns pontos merecem ser destacados.

Em primeiro lugar, os dados obtidos na análise dos resultados indicam que há uma estrutura instalada no contexto nacional contrária à adoção da mobilidade urbana sustentável. Alguns elementos são similares àqueles encontrados em países desenvolvidos, como a ineficiência energética das alternativas sustentáveis e o significado simbólico do uso de carros. Entretanto, parte dos desafios é específico de nosso contexto, como a insegurança associada ao uso de meios de transporte não motorizados (risco de acidente e assaltos), incentivos fiscais recebidos pela indústria automobilística.

O estudo revelou que, no nível macro, as variáveis associadas ao contexto econômico, sociais, mercado consumidor e indústria moldaram as macrotendências dos sistemas de mobilidade urbana. No nível meso, três regimes de mobilidade foram introduzidos: os regimes de transporte público tradicional (ônibus) e transporte público não motorizado, que tiveram uma dinâmica contrária ao regime de carros particulares. Os condutores de carro, assim como constado em Moradi e Vagnoni (2018), constituem barreiras para os outros dois regimes e vice-versa.

As principais tensões que desestabilizam o regime dominante de carros emergem da pressão do nível macro sobre variáveis de mercado, como problemas de tráfego (problemas de congestionamento e estacionamento). Por outro lado, a dinâmica da indústria automobilística desempenha um papel importante na estabilização o regime de mobilidade com carros particulares.

Já no nível micro, alguns nichos mencionados na literatura não recebem apoio suficiente no Brasil, como a adoção de combustíveis alternativos e a integração eficaz de transportes públicos integrados. Sistemas de compartilhamento de carros e bicicletas ainda sofrem com as pressões de agentes públicos e sindicatos de taxistas, que constituem barreiras para a consolidação de tais práticas.

A contribuição acadêmica da pesquisa se deve à ampliação do debate sobre transições sociotecnológicas a partir de práticas atuais de gestores públicos, organizações privadas e demais membros da sociedade brasileira. De maneira distinta de estudos anteriores, onde se analisaram elementos históricos ou caminhos futuros para a transição, este estudo considerou o contexto atual. Além disso, a mobilidade urbana sustentável foi investigada a partir de uma teoria sólida, que oferece um suporte para a análise dos dados empíricos.

Referências

- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15, 73–80.
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições.
- Bielaczyc, P., Woodburn, J., Szczotka, A., & Pajdowski, P. (2015). The Impact of Alternative Fuels on Fuel Consumption and Exhaust Emissions of Greenhouse Gases from Vehicles Featuring SI Engines. *Energy Procedia*, 66, 21-24.
- Chiarini, A. (2014). Sustainable manufacturing-greening processes using specific lean production tools: an empirical observation from European motorcycle componente manufacturers. *Journal of Cleaner Production*, 85, 226–233.
- Crozet, P.R.Y., & Lopez-Ruiz, H.G. (2013). Macromotives and microbehaviors: climate change constraints and passenger mobility scenarios for France. *Transport Policy*, 29, 294–302.
- Dhar, S., & Shukla, P.R. (2015). Low carbon scenarios for transport in India: co-benefits analysis. *Energy Policy*, 81, 186–198.
- Dijk, M., Orsato, R., & Kemp, R. (2013). The emergence of an electric mobility trajectory. *Energy Policy*, 52,135-145.
- Elzen, B., Geels, F. W., & Hofman, P. (2002). *Sociotechnical Scenarios (STSc): Development and evaluation of a new methodology to explore transitions towards a sustainable energy supply*. (CSTM Studies and Reports). Enschede: Center for Clean Technology and Environmental Policy (CSTM).
- Geels F., & Schot J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399-417.
- Geels, F. (2010). Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy*, 39, 495-510.
- Geels, F. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case study. *Research Policy*, 31, 1257–1274.
- Geels, F. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33, 897–920.
- Geels, F. (2005). The Dynamics of Transitions in Socio-technical Systems: A Multi-level Analysis of the Transition Pathway from Horse-drawn Carriages to Automobiles (1860-1930). *Technology Analysis & Strategic Management*, 17(4), 445-476.
- Gomide (2006). A. Mobilidade urbana, iniquidade e políticas sociais. *Políticas Sociais: acompanhamento e análise*, 12, 242-250.

- Hildermeier, J. (2016). Which role should the electric car play in Europe's cities? An analysis of publicly funded demonstration projects 2007-2013. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16, 90-107.
- Hossein, M., Ashnani, M., Miremadi, T., Johari, A., & Danekar, A. (2015). Environmental Impact of Alternative Fuels and Vehicle Technologies: A Life Cycle Assessment Perspective. *Procedia Environmental Sciences*, 30, 205-210.
- Høyer, K. (2013). The history of alternative fuels in transportation: The case of electric and hybrid cars. *Utilities Policy*, 16, 63-71.
- Internacional Energy Agency (IEA). (2013). *CO2 Emissions From Fuel Combustion: Highlights*. Paris, France: International Energy Agency.
- IPEA (2011). *Infraestrutura Social e Urbana no Brasil: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas*. Brasília; 2011.
- Jiménez Herrero, L.M. (2011). *Transport and mobility: the keys to sustainability*. Fund. Gen. CSIC. Lychnos.
- Kern, F. (2012). An international perspective on the Energy Transition Project G. Verbong, D. Loorbach (Eds.), *Governing the Energy Transition: Reality, Illusion, or Necessity?* Routledge: London, 277-295.
- Kimble, C., & Wang, H. (2012). Transistors, electric vehicles and leapfrogging in China and Japan. *Journal of Business Strategy*, 33, 22-29.
- Lachman, D. A. (2013). A survey and review of approaches to study transitions. *Energy Policy*, 58, 269-276.
- Markard, J. (2011). Transformation of infrastructures: sector characteristics and implications for fundamental change. *Journal of Infrastructure Systems*, 17, 107–117.
- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41, 955-967.
- Marletto, G. (2014). Car and the city: socio-technical transition pathways to 2030. *Technological Forecasting & Social Change*, 87, 164–178.
- Marx, R.; Mello A., Zilbovicius M., & Lara, F. F. (2014). *Diversity of Countries and Companies Strategies: Applying the Multilevel Perspective on Sustainable Transitions to Analyze Alternatives to Dominant Regime*. In: 21st Gerpisa International Colloquium. Paris: Gerpisa.

Marx, R.; Mello A.; Zilbovicius M.; & Lara, F. F. (2015). Spatial Contexts and Firm Strategies: Applying the Multilevel Perspective to Sustainable Urban Mobility Transitions in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1092-1104.

Ministério das Cidades. (2007). *Caderno PlanMob*: para orientação aos órgãos gestores municipais na elaboração dos Planos Diretores de Mobilidade Urbana. Brasília.

Moradi, A., & Vagnoni, E. (2018). A multi-level perspective analysis of urban mobility system dynamics: What are the future transition pathways? *Technological Forecasting & Social Change*, 126, 231–243.

Oliveira, J. A. Jr. (2012). Princípios, diretrizes e objetivos da Lei 12.587/2012: por um pacto social em prol da mobilidade urbana. *Revista UFG*, 12, 18-27.

Parkhurst, G., Kemp, R., Dijk, M., & Sherwin, H. (2011). Intermodal Personal Mobility: A niche caught between two regimes. In: Geels, F., Kemp, R., Dudley, J., & Lyons, G. (Org.). *Automobility in Transition? A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*. 1 ed. London: Routledge.

Rip, A., & Kemp, R. (1998). Technological change. *Human Choice and Climate Change*. 2, 327–399.

Saldiva, P. (2000). Rodízio de Automóveis e Saúde Pública: um Suporte Médico ao Debate. *Revista dos Transportes Públicos*, 87, 101-113.

Soares, J., Andrade, M., Junior, J., & Queiroz, F. (2017). Mobilidade Urbana Sustentável: Fatores Determinantes da Escolha pelo Transporte Alternativo na Percepção dos Usuários que Fazem a Rota Campina Grande – PB /Alagoa Nova- PB. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS*, 6(2).

Spickermann, A., Grienitz, V., & von der Gracht, H. (2014). Heading towards a multimodal city of the future? Multi-stakeholder scenarios for urban mobility. *Technological Forecasting & Social Change*, 89, 201–221.

Turnheim, B., Håkansson, I., & Berkhout, F. (2015). PATHWAYS Project-Exploring Transition Pathways to Sustainable, Low Carbon Societies: Regime Analysis of Dutch Mobility System. Recuperado em 10 jun. 2018, de: <<http://www.pathways-project.eu/sites/default/files/Country%20report%207%20Integrated%20analysis%20of%20Dutch%20mobility%20system.pdf>>.

Vianna N., Andrade, L., Machado, A., & Saldiva, P. (2008). Uma proposta de intersetorialidade para investigar a poluição atmosférica e alergias respiratórias. *Gazeta Médica da Bahia*, 78, 86-92.

Yin, R.K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications.

Yue, K. (2012). Comparative analysis of scrap car recycling management policies. *Procedia Environmental Sciences*, 16, 44–50.

Zandonade, P., & Moretti, R. (2012). O padrão de mobilidade de São Paulo e o pressuposto de desigualdade. *EURE, Santiago*, 38, 77-97.

Zorpas, A., & Inglezakis, V. (2012). Automotive industry challenges in meeting EU 2015 environmental standard. *Technology in Society*, 34, 55-83.