III CIGELUBRA
Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias
EVENTO ON-LINE

Barreiras e Facilitadores em Transições Sociotécnicas: Uma Análise de Cidades-Referência

Anderson Moreira Melgar
Departamento de Engenharia de Produção - Universidade Estadual de Maringá
Camila C. Compagnoni dos Reis
Departamento de Engenharia de Produção - Universidade Estadual de Maringá
Tainara Volan
Departamento de Engenharia de Produção - Universidade Estadual de Maringá

Resumo: As cidades concentram grande parte do consumo de recursos e das emissões de gases de efeito estufa e tornaram-se espaços centrais para as transições sociotécnicas rumo à sustentabilidade. Algumas cidades se sobressaem como referência nesse processo, mas os fatores que dificultam e os que favorecem essas transições ainda aparecem de forma dispersa na literatura. Este artigo tem como objetivo identificar e analisar as barreiras e os facilitadores das transições sociotécnicas em cidades-referência. O estudo foi feito a partir de uma revisão sistemática da literatura, segundo o protocolo PRISMA nas bases Scopus e Web of Science, que resultou em treze estudos de caso analisados à luz da Perspectiva Multinível, da Gestão Estratégica de Nichos e da Gestão de Transições. Foram identificadas 64 barreiras e 42 facilitadores, organizados em sete categorias: tecnológica, financeira, sociocultural, institucional, infraestrutura, atores do regime e sistêmica. As barreiras mais frequentes são financeiras e institucionais, estas últimas em grande parte definidas fora do alcance da cidade, como legislações de níveis superiores de governo. Os facilitadores mais frequentes são financeiros e ligados aos atores do regime, como fundos dedicados, prêmios, liderança pública, coalizões e organizações intermediárias. Conclui-se que o acesso a recursos é decisivo, tanto como barreira quanto como facilitador, e que o avanço das cidades-referência depende de respostas locais capazes de contornar regras e limitações externas.

Palavras-chave: Transições sociotécnicas, Cidades, Barreiras, Facilitadores, Revisão sistemática.

Barriers and Enablers in Sociotechnical Transitions: An Analysis of Reference Cities

Abstract: Cities concentrate a large share of resource consumption and greenhouse gas emissions and have become central arenas for sociotechnical transitions towards sustainability. Some cities stand out as references in this process, yet the factors that hinder and those that favour these transitions remain scattered across the literature. This paper aims to identify and analyse the barriers and enablers of sociotechnical transitions in reference cities. The study derives from a systematic literature review conducted according to the PRISMA protocol in the Scopus and Web of Science databases, which resulted in thirteen case studies analysed through the Multi-Level Perspective, Strategic Niche Management and Transition Management. A total of 64 barriers and 42 enablers were identified and organised into seven categories: technological, financial, sociocultural, institutional, infrastructure, regime actors and systemic. The most frequent barriers are financial and institutional, the latter largely defined beyond the reach of the city, such

as legislation from higher levels of government. The most frequent enablers are financial and related to regime actors, such as dedicated funds, awards, public leadership, coalitions and intermediary organisations. It is concluded that access to resources is decisive, both as a barrier and as an enabler, and that the progress of reference cities depends on local responses capable of circumventing external rules and constraints.

Keywords: Sociotechnical transitions, Cities, Barriers, Enablers, Systematic review.

1. Introdução

Estima-se que as cidades respondem por quase 75% do consumo global de recursos e por mais de 70% das emissões de gases de efeito estufa relacionadas à energia (NEVENS; ROORDA, 2014). Ao mesmo tempo, reúnem competências sobre energia, transporte e resíduos, o que as torna espaços centrais para a mudança.

Essa mudança não depende apenas de tecnologia. Setores como água, energia e mobilidade funcionam como sistemas sociotécnicos, formados por atores, instituições e infraestruturas que se reforçam e tendem a resistir a mudanças (MARKARD; RAVEN; TRUFFER, 2012). A abordagem de transições sociotécnicas oferece ferramentas para compreender como esses sistemas podem ser transformados (GEELS, 2002).

Algumas cidades avançaram mais do que outras e passaram a ser reconhecidas como referência. É o caso de Harmonia, pequeno município gaúcho com a maior taxa de recuperação de resíduos secos do Brasil (PAES; PICAVET; PUPPIM DE OLIVEIRA, 2025), de Saerbeck, na Alemanha, premiada por sua transição energética local (HOPPE *et al.*, 2015), e de Berlim, uma das primeiras cidades europeias a implantar ciclofaixas temporárias durante a pandemia de COVID-19 (BECKER *et al.*, 2022). Esses casos mostram que a transição é possível, mas também revelam obstáculos que precisaram ser superados.

Essas informações estão dispersas em estudos de caso isolados, que tratam de setores e países diferentes. Sem uma visão comparativa, é difícil saber quais barreiras se repetem entre as cidades-referência e quais facilitadores permitiram superá-las, o que limita o aprendizado de outras cidades, inclusive as brasileiras. Dessa forma, este artigo tem como objetivo identificar e analisar as barreiras e os facilitadores das transições sociotécnicas em cidades-referência. Para isso, parte de uma revisão sistemática da literatura conduzida segundo o protocolo PRISMA nas bases Scopus e Web of Science, da qual foram selecionados treze estudos de caso, cujas barreiras e facilitadores foram organizados em sete categorias.

Este artigo está dividido em cinco seções. A primeira contextualiza o tema, apresenta o problema e o objetivo. A segunda traz o referencial teórico sobre transições sociotécnicas e o papel das cidades. A terceira descreve a metodologia e o corpus analisado. A quarta apresenta as barreiras e os facilitadores identificados e discute a relação entre eles. A quinta reúne as conclusões, as limitações e as sugestões para trabalhos futuros.

2. Referencial teórico

2.1 Transições sociotécnicas

As transições sociotécnicas são processos de longo prazo nos quais um sistema, como o de energia ou de mobilidade, muda suas tecnologias, regras e práticas (MARKARD; RAVEN; TRUFFER, 2012). Três abordagens são as mais utilizadas para analisar esses processos. A Perspectiva Multinível (MLP), a Gestão Estratégica de Nichos (SNM) e a Gestão de Transições (TM).

A MLP explica as transições a partir da interação entre três níveis (GEELS, 2002). O regime sociotécnico corresponde à forma estável e dominante de realizar uma função, sustentada por infraestruturas, rotinas, normas e interesses já estabelecidos. Essa estabilidade gera dependência (*lock-in*). Os nichos são espaços protegidos nos quais inovações radicais podem se desenvolver sem sofrer toda a pressão de seleção do regime. A paisagem reúne fatores externos, como crises e valores sociais, que pressionam o regime. A transição ocorre quando os nichos ganham força e as pressões da paisagem desestabilizam o regime, abrindo janelas de oportunidade (GEELS; SCHOT, 2007).

A SNM concentra-se nos nichos e aponta três processos para seu sucesso, articulação de expectativas, construção de redes e aprendizagem com experimentos (KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998; SCHOT; GEELS, 2008). A TM é uma abordagem voltada para a gestão e tomada de decisão que organiza a transição em ciclos de estruturação do problema, criação de visões em arenas de atores, definição de agendas, experimentos e monitoramento (LOORBACH, 2010).

Essas abordagens passaram a ser aplicadas à escala urbana, que permite observar vários sistemas e acompanhar experimentos de perto (SHARP; RAVEN; FARRELLY, 2024). Por outro lado, dependem de regras e recursos de outros níveis de governo, o que limita sua autonomia (NEVENS; ROORDA, 2014). Nesse contexto, as barreiras podem ser entendidas como os fatores que reforçam a estabilidade do regime e impedem, limitam ou retardam o desenvolvimento dos nichos, enquanto os facilitadores são os fatores que protegem e fortalecem os nichos, reduzem ou contornam as barreiras e ajudam a aproveitar as janelas de oportunidade.

3. Metodologia

Este artigo parte de uma revisão sistemática da literatura sobre transições sociotécnicas em cidades, conduzida segundo o protocolo PRISMA (PAGE *et al.*, 2021), cujo fluxo de seleção está sintetizado na Figura 1. A busca inicial nas bases de dados Scopus e Web of Science identificou 693 registros (336 na Scopus e 357 na Web of Science). Após a remoção de 259 duplicatas, 434 registros seguiram para a triagem por título e resumo, na qual 374 foram excluídos. As publicações remanescentes foram buscadas para leitura na íntegra, resultando em 54 publicações elegíveis para leitura completa.

A esse conjunto de 54 publicações foi aplicada a etapa final de avaliação de elegibilidade do próprio fluxo PRISMA. Essa etapa excluiu as publicações enquadradas em pelo menos um dos três motivos seguintes:

a) fora do escopo de cidade-referência, quando a publicação não descreve um caso de cidade nomeada, nem um pequeno conjunto de cidades nomeadas em estudo comparativo, ou não atribui a esse caso um status de referência explícito, como um prêmio, um registro de pioneirismo, a liderança de uma rede de municípios ou um resultado quantitativo superior;

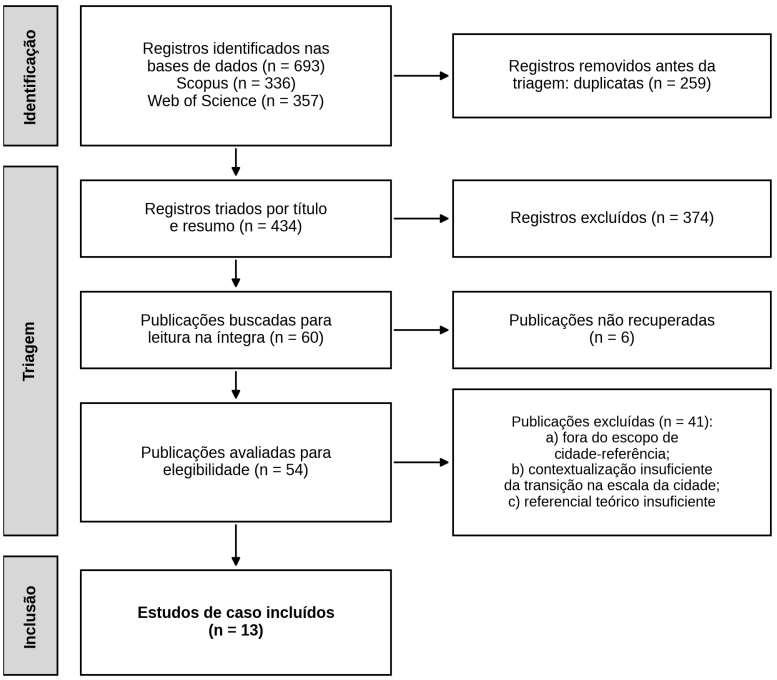
b) contextualização insuficiente da transição na escala da cidade, quando a publicação não relaciona, de forma atribuível ao caso específico, barreiras e fatores facilitadores da transição observada, limitando-se a fatores genéricos extraídos da literatura citada pelos próprios autores;

c) referencial teórico insuficiente para a análise pretendida, quando a publicação não emprega, de forma consistente, um referencial de transições sociotécnicas (como MLP, SNM ou TM) capaz de sustentar a extração comparável de barreiras e facilitadores.

A aplicação desses três motivos às 54 publicações elegíveis para leitura completa resultou na exclusão de 41 artigos, mantendo treze estudos de caso, que compõem o

corpus empírico deste artigoA Tabela 1 apresenta esses casos, o domínio da transição estudada e o status de referência atribuído a cada um.

Figura 1 – Fluxo de seleção dos estudos segundo o protocolo PRISMA



Fonte: elaborada pelos autores com base em Page *et al.* (2021)

Tabela 1 – Cidades-referência que compõem o corpus da pesquisa

Caso (país)	Domínio da transição	Status de referência	Estudo
Ghent (Bélgica)	Neutralidade climática	Meta municipal de neutralidade climática até 2050 e laboratório de transição urbana pioneiro	Nevens e Roorda (2014)
Utrecht e Amsterdã (Países Baixos)	Desenvolvimento urbano de baixo para cima em áreas industriais	Área premiada em economia circular (2019) e *De Ceuvel*, iniciativa pioneira de sustentabilidade	Mens *et al.* (2021)
Ii e rede HINKU (Finlândia)	Energia limpa e baixo carbono	Redução de 41% nas emissões (2007 a 2014), contra 22% da rede; indicação a prêmio do Conselho Nórdico	Lukkarinen *et al.* (2018)
Sydney, bacia do rio Cooks (Austrália)	Gestão das águas urbanas	Criação da *Cooks River Alliance* por oito municípios	Bos, Brown e Farrelly (2015)
Toronto (Canadá)	Regulação imobiliária e edificações de baixo carbono	*Toronto Green Standards*, em vigor desde 2006	Sorensen e Brenner (2021)
Copenhague, Londres e Singapura	Financiamento da adaptação climática urbana	Cidades com amplo conjunto de políticas de adaptação e grandes mercados de capitais	Whittaker *et al.* (2026)
Berlim (Alemanha)	Mobilidade por bicicleta	Uma das primeiras cidades europeias a implantar ciclofaixas temporárias em 2020	Becker *et al.* (2022)
Gaziantep (Turquia)	Edificações de energia quase zero	Primeiro plano de ação climática local e primeiro edifício certificado como casa passiva da Turquia	Yiğit Barut e Arslan Selçuk (2024)
Harmonia (Brasil)	Gestão de resíduos sólidos	Maior taxa de recuperação de resíduos secos do Brasil (55%)	Paes, Picavet e Puppim de Oliveira (2025)
Saerbeck (Alemanha) e Lochem (Países Baixos)	Energia renovável local	Saerbeck premiada como município do clima; Lochem com reconhecimento nacional	Hoppe *et al.* (2015)

Caso (país)	Domínio da transição	Status de referência	Estudo
Belgrado (Sérvia)	Soluções baseadas na natureza e cocriação no planejamento	Primeira experiência de cocriação no planejamento e primeiro laboratório vivo urbano dos Bálcãs Ocidentais	Mitić-Radulović e Lalović (2021)
Melbourne, distrito Monash (Austrália)	Transição para emissões líquidas zero	Programa de 135 milhões de dólares para emissões líquidas zero nos campi até 2030	Sharp, Raven e Farrelly (2024)
Bristol (Reino Unido)	Habitação comunitária e terra pública	Primeira autoridade local inglesa com política regular de terra pública para habitação comunitária	Pauker e Hamiduddin (2025)

Fonte: elaborada pelos autores

Foram considerados barreiras os fatores citados como impedimentos, limitações ou restrições que retardam a transição, e facilitadores os fatores que viabilizam ou aceleram a transição, ou que eliminam ou reduzem as barreiras.

4. Resultados e discussão

4.1 Barreiras às transições nas cidades-referência

Identificamos 64 barreiras (Tabela 2), onze financeiras, onze institucionais, nove socioculturais, nove ligadas aos atores do regime, nove sistêmicas, oito de infraestrutura e sete tecnológicas.

As barreiras tecnológicas envolvem o acesso a tecnologias e a falta de experiência com elas. Em Gaziantep, produtos necessários às casas passivas precisaram ser importados (YIĞIT BARUT; ARSLAN SELÇUK, 2024), e em Harmonia os autores destacam o acesso limitado a tecnologias e equipamentos que caracteriza os pequenos municípios (PAES; PICAVET; PUPPIM DE OLIVEIRA, 2025). Em Melbourne, a recarga limitada de veículos elétricos e os padrões energéticos baixos do código de construção dificultam a eletrificação (SHARP; RAVEN; FARRELLY, 2024). Em Copenhague, Londres e Singapura, a falta de familiaridade com tecnologias de adaptação e de boas práticas dificulta o desenho de instrumentos financeiros adequados (WHITTAKER *et al.*, 2026).

As barreiras financeiras começam pela escassez de recursos financeiros e humanos, observada em Harmonia, que até 2019 não havia recebido recursos estaduais ou federais para a gestão de resíduos (PAES; PICAVET; PUPPIM DE OLIVEIRA, 2025), nos pioneiros de Utrecht e Amsterdã (MENS *et al.*, 2021) e nos grupos de trabalho de Ghent (NEVENS; ROORDA, 2014). Em Copenhague, Londres e Singapura, os investidores apontaram risco e retorno inaceitáveis e falta de instrumentos especializados (WHITTAKER *et al.*, 2026). Em Bristol, o fim de um fundo nacional fechou, em 2023, o centro de apoio à habitação comunitária (PAUKER; HAMIDUDDIN, 2025), e em Ii o baixo preço da eletricidade reduziu a atratividade das soluções limpas (LUKKARINEN *et al.*, 2018). Em Lochem, o regime tributário tornou inviável o projeto solar da cooperativa (HOPPE *et al.*, 2015), e em Gaziantep e Melbourne o custo das soluções sustentáveis é elevado (YIĞIT BARUT; ARSLAN SELÇUK, 2024; SHARP; RAVEN; FARRELLY, 2024).

As barreiras socioculturais incluem resistências de comportamento e limites da participação. Em Berlim, 79,3% dos entrevistados que se identificam como motoristas rejeitaram as ciclofaixas, alguns por um receio de piora do ar que as medições não confirmaram (BECKER *et al.*, 2022). Em Sydney, iniciativas anteriores fracassaram por falta de engajamento da comunidade (BOS; BROWN; FARRELLY, 2015), e em Belgrado a herança de uma participação apenas formal faz a população reagir contra projetos do que participar de forma propositiva (MITIĆ-RADULOVIĆ; LALOVIĆ, 2021).

As barreiras institucionais estão ligadas, em grande parte, a regras definidas fora da cidade. Em Gaziantep, a legislação nacional não exige práticas de projeto passivo e os

instrumentos locais não foram incorporados a ela (YIĞIT BARUT; ARSLAN SELÇUK, 2024). Em Toronto, os municípios dependem da província de Ontário, cujas regras mudaram com as trocas de governo e geraram disputa judicial contínuos (SORENSEN; BRENNER, 2021). Em Bristol, a regra que obriga a venda de terra pública a valor de mercado precisou de exceção legal para ser contornada (PAUKER; HAMIDUDDIN, 2025), e em Belgrado a consulta pública prevista em lei é fraca e não vinculante (MITIĆ-RADULOVIĆ; LALOVIĆ, 2021). Regras de compras públicas mal ajustadas à experimentação aparecem em Ii e Lochem (LUKKARINEN *et al.*, 2018; HOPPE *et al.*, 2015).

As barreiras de infraestrutura referem-se ao espaço físico e à terra disponível. Em Berlim, quase 60% da área viária é destinada ao tráfego motorizado e apenas 3% à bicicleta (BECKER *et al.*, 2022), e em Melbourne a estação de trem que dará acesso direto ao distrito só deve operar por volta de 2035 (SHARP; RAVEN; FARRELLY, 2024). Em Bristol, os terrenos cedidos são pequenos e pouco atrativos, e o estoque de terra pública está reduzido (PAUKER; HAMIDUDDIN, 2025).

As barreiras ligadas aos atores do regime envolvem fragmentação, resistência e falta de poder. Em Sydney, Copenhague, Londres, Singapura e Melbourne, a fragmentação entre órgãos e níveis de governo dificulta a ação conjunta, e em Melbourne os participantes relataram confusão sobre “quem deve fazer o quê” (BOS; BROWN; FARRELLY, 2015; WHITTAKER *et al.*, 2026; SHARP; RAVEN; FARRELLY, 2024). Em Toronto, as associações de incorporadores se opuseram de forma organizada às cobranças municipais (SORENSEN; BRENNER, 2021), e em Lochem servidores de departamentos tradicionais resistiram às mudanças (HOPPE *et al.*, 2015). Em Ghent e Bristol houve ceticismo dentro do próprio poder público (NEVENS; ROORDA, 2014; PAUKER; HAMIDUDDIN, 2025).

As barreiras sistêmicas decorrem da estabilidade do próprio regime. Em Berlim e Toronto, o regime dominante apresenta resistência expressiva (BECKER *et al.*, 2022; SORENSEN; BRENNER, 2021), e em Ii a dependência de trajetória ameaça a renovação dos mercados (LUKKARINEN *et al.*, 2018). Em Gaziantep, o nicho das casas passivas não formou um mercado e os instrumentos criados não gerou mudanças na política nacional (YIĞIT BARUT; ARSLAN SELÇUK, 2024).

Tabela 2 – Barreiras às transições sociotécnicas nas cidades-referência

Categoria	Barreira	Cidade(s)
Tecnológica	Acesso limitado a tecnologias, equipamentos e materiais	Harmonia, Gaziantep
	Baixa adoção de veículos elétricos e infraestrutura de recarga limitada	Melbourne
	Padrões energéticos baixos em códigos de construção	Melbourne
	Falta de familiaridade com tecnologias emergentes, ausência de boas práticas	Copenhague, Londres e Singapura
	Dificuldade de desenhar instrumentos financeiros compatíveis com tecnologia emergente	Copenhague, Londres e Singapura
	Qualidade física insuficiente de infraestrutura temporária	Berlim
	Dificuldade de testar tecnologia não disponível comercialmente	Ii
Financeira	Escassez de recursos financeiros e humanos	Harmonia, Utrecht e Amsterdã, Ghent
	Perfil de risco/retorno inaceitável, curto-prazismo, ausência de mitigação de riscos	Copenhague, Londres e Singapura
	Ausência de financiamento misto e instrumentos especializados	Copenhague, Londres e Singapura
	Ausência de agregação de capital	Copenhague, Londres e Singapura; Bristol
	Cortes e instabilidade em financiamento público	Ii; Melbourne
	Preço baixo do insumo convencional	Ii

Categoria	Barreira	Cidade(s)
	Financiamento de curto prazo ou descontínuo para o nicho	Bristol
	Crise fiscal do poder público	Bristol; Toronto
	Regime tributário desfavorável	Lochem
	Alto custo de construção sustentável	Gaziantep; Melbourne
	Disputa ou licitação onerosa e arriscada	Bristol
Sociocultural	Falta de engajamento ou conscientização da população	Harmonia; Sydney
	Resistência comportamental a mudança de hábito	Berlim
	Receio sobre efeito negativo da inovação	Berlim
	Retorno a padrão de comportamento anterior após choque	Berlim
	Participação restrita a determinados grupos	Ghent; Melbourne
	Dificuldade de medir ou comunicar valor social	Utrecht e Amsterdã; Bristol
	Herança de participação apenas formal	Belgrado
	Uniformidade social nos esquemas de nicho	Bristol
	Motivações mistas ou difusas dos pioneiros	Utrecht e Amsterdã
Institucional	Dificuldade de cumprimento de legislação existente	Harmonia
	Instabilidade e fragmentação da política setorial	Copenhague, Londres e Singapura; Gaziantep
	Ausência de incentivos legislativos ou regulatórios	Copenhague, Londres e Singapura
	Regras de compras públicas mal ajustadas à experimentação	Ii; Lochem
	Ausência de exigência legal para prática sustentável	Gaziantep
	Regra legal obrigando venda a valor de mercado	Bristol
	Instrumento de consulta pública fraco e não vinculante	Belgrado
	Insegurança jurídica e disputas judiciais constantes	Toronto; Berlim; Gaziantep
	Reversão de regra por mudança de governo	Toronto
	Dependência hierárquica a nível superior de governo	Toronto; Ghent
	Ausência de mudança de instrumento local para legislação nacional	Gaziantep
Infraestrutura	Infraestrutura física inadequada	Harmonia
	Degradação histórica de infraestrutura setorial	Sydney
	Desequilíbrio na alocação do espaço viário	Berlim; Melbourne
	Contaminação de área industrial	Utrecht e Amsterdã
	Terreno pequeno ou pouco atrativo para o nicho	Bristol; Utrecht e Amsterdã
	redução do estoque de terra pública	Bristol
	Ausência de sítio de baixo custo	Lochem
	Horizonte longo para entrega de infraestrutura habilitadora	Melbourne
Atores do Regime	Apoio político insuficiente de governos locais	Harmonia
	Resistência organizada de atores responsáveis	Toronto; Lochem
	Fragmentação institucional entre órgãos ou níveis de governo	Sydney; Copenhague, Londres e Singapura; Melbourne
	Falta de coordenação sobre responsabilidades	Melbourne
	Resistência interna do próprio poder público	Ghent; Bristol
	Baixo poder de negociação de coalizão técnica	Sydney; Toronto
	Ausência de comunicação entre decisão de planejar e consulta pública	Belgrado
	Falta de posição ou poder de pioneiros sem organização formal	Utrecht e Amsterdã
	Interesses instalados e falta de vontade política	Melbourne
Sistêmica	Risco de dependência tecnológico por investimento único de grande escala	Harmonia
	Dependência de trajetória ameaçando renovação de mercado	Ii
	Regime dominante com fortes resistência	Berlim; Toronto
	Nicho não consegue formar mercado consolidado	Gaziantep
	Integração do nicho pela lógica do regime	Utrecht e Amsterdã
	Viés estrutural de crescimento compartilhado por todos os atores	Toronto

Categoria	Barreira	Cidade(s)
	transformação em simples mercadoria ou domínio da lógica financeira do recurso em disputa	Bristol
	Ausência de abordagem sistêmica para a inovação	Belgrado
	Facilitador identificado não gera impacto real na política	Gaziantep

Fonte: elaborada pelos autores

4.2 Facilitadores das transições nas cidades-referência

Foram identificados 42 facilitadores (Tabela 3), dez financeiros, oito ligados aos atores do regime, sete institucionais, cinco socioculturais, cinco sistêmicos, quatro tecnológicos e três de infraestrutura.

Os facilitadores tecnológicos envolvem demonstração e evidência. A microrrede da Universidade Monash, em Melbourne, e os edifícios passivos de Gaziantep funcionam como demonstrações visíveis e replicáveis (SHARP; RAVEN; FARRELLY, 2024; YIĞIT BARUT; ARSLAN SELÇUK, 2024). Em Berlim, a medição de redução de 22% na exposição dos ciclistas ao dióxido de nitrogênio e de aumento médio de 73% no uso da bicicleta refutou o receio de piora da qualidade do ar (BECKER *et al.*, 2022).

Entre os facilitadores financeiros, destacam-se os fundos dedicados e os prêmios. Harmonia conta com um fundo municipal de meio ambiente (PAES; PICAVET; PUPPIM DE OLIVEIRA, 2025), Melbourne com um programa de 135 milhões de dólares (SHARP; RAVEN; FARRELLY, 2024), e em Copenhague, Londres e Singapura bancos públicos, subsídios e financiamento combinado entre capital público e privado aparecem como caminhos para atrair investidores (WHITTAKER *et al.*, 2026). Saerbeck recebeu 1,1 milhão de euros ao vencer um concurso estadual e financiou parte de seu parque de energia por meio de financiamento coletivo (HOPPE *et al.*, 2015). Gaziantep e Belgrado contaram com apoio financeiro internacional (YIĞIT BARUT; ARSLAN SELÇUK, 2024; MITIĆ-RADULOVIĆ; LALOVIĆ, 2021), e Toronto oferece descontos nos encargos para edificações sustentáveis (SORENSEN; BRENNER, 2021).

Os facilitadores socioculturais estão ligados à educação e à confiança. Em Harmonia, projetos de compostagem e hortas nas escolas são realizados desde 2000 e apontados como o principal fator do sucesso do município (PAES; PICAVET; PUPPIM DE OLIVEIRA, 2025). Em Saerbeck, escolas, igreja e clubes participaram das ações (HOPPE *et al.*, 2015), e em Ii e Ghent os primeiros resultados concretos aumentaram a confiança dos participantes (LUKKARINEN *et al.*, 2018; NEVENS; ROORDA, 2014). Em Berlim, a ruptura das rotinas na pandemia favoreceu a mudança de comportamento, e as ciclofaixas obtiveram apoio de 94,1% dos ciclistas e 75,2% dos pedestres entrevistados (BECKER *et al.*, 2022).

Os facilitadores institucionais mostram como regras podem ser usadas ou ajustadas a favor do nicho. Em Bristol, uma alteração legal que permite ceder terra pública abaixo do valor de mercado sustentou a política de 2020, que substituiu a negociação caso a caso (PAUKER; HAMIDUDDIN, 2025). Em Toronto, a ambiguidade da legislação foi aproveitada pelos municípios, e em Toronto e Berlim os litígios terminaram por esclarecer as regras (SORENSEN; BRENNER, 2021; BECKER *et al.*, 2022). Em Lochem, um reenquadramento administrativo contornou regras de contratação (HOPPE *et al.*, 2015), e em Ii as compras conjuntas levaram à instalação de 11 usinas solares em 2016 (LUKKARINEN *et al.*, 2018).

Na infraestrutura, Saerbeck comprou a baixo custo um antigo depósito militar para instalar seu parque de energia renovável (HOPPE *et al.*, 2015), Melbourne adota desenho urbano sensível à água (SHARP; RAVEN; FARRELLY, 2024) e Toronto conta com políticas provinciais de gestão do crescimento territorial (SORENSEN; BRENNER, 2021).

Entre os atores do regime, a liderança pública estratégica em Saerbeck, Lochem e Ghent, sem a qual, segundo Hoppe *et al.* (2015), os resultados teriam sido muito menores ou nulos. Em Sydney, a formação de coalizões sociais, políticas e técnicas complementares levou à criação da Cooks River Alliance (BOS; BROWN; FARRELLY, 2015). Organizações intermediárias coordenam atores dispersos em Melbourne, Bristol, Utrecht e Amsterdã (SHARP; RAVEN; FARRELLY, 2024; PAUKER; HAMIDUDDIN, 2025; MENS *et al.*, 2021). Em Lochem, a colaboração com a distribuidora e uma empresa de energia ajudou a cooperativa (HOPPE *et al.*, 2015), e em Belgrado a mobilização cívica pressionou o sistema de planejamento (MITIĆ-RADULOVIĆ; LALOVIĆ, 2021).

Os facilitadores sistêmicos mostram como mudanças maiores se formam. Em Harmonia, iniciativas pequenas e baratas, como a compostagem nas escolas, cresceram até se tornar parte do regime (PAES; PICAVET; PUPPIM DE OLIVEIRA, 2025). Em Berlim, a pandemia, e em Utrecht e Amsterdã, a crise financeira de 2008, abriram momentos propícios para mudanças (BECKER *et al.*, 2022; MENS *et al.*, 2021). Em Bristol, a falha do projeto pioneiro de Ashley Vale, cujas casas se valorizaram no mercado, levou à adoção de mecanismos que mantêm as moradias acessíveis (PAUKER; HAMIDUDDIN, 2025), e em Belgrado a pressão popular e o exemplo do Parque Linear passaram a se reforçar mutuamente (MITIĆ-RADULOVIĆ; LALOVIĆ, 2021).

Tabela 3 – Facilitadores das transições sociotécnicas nas cidades-referência

Categoria	Facilitador	Cidade(s)
Tecnológica	Demonstração tecnológica visível e replicável	Melbourne; Gaziantep
	Experimentação em nicho contornando barreira regulatória	Melbourne
	Evidência empírica medida refutando receio	Berlim
	Estudo técnico como apoio à decisão	Ghent
Financeira	Financiamento misto, capital público de risco compartilhado com privado	Copenhague, Londres e Singapura
	Bancos de investimento estatais e subsídios públicos	Copenhague, Londres e Singapura
	Fundo ou orçamento dedicado do poder público	Harmonia; Melbourne; Copenhague, Londres e Singapura
	Financiamento coletivo (crowdfunding)	Saerbeck
	Prêmio ou concurso público com retorno financeiro	Saerbeck
	Subsídio de arranque para plano de negócio do nicho	Lochem
	Incentivo fiscal vinculado a critério de sustentabilidade	Toronto; Bristol
	Apoio financeiro internacional ou multiator	Gaziantep; Belgrado
	Órgão público dedicado a apoiar iniciativas de nicho	Utrecht e Amsterdã
	Fundo nacional dedicado ao setor de nicho	Bristol
Sociocultural	Educação ou conscientização de longo prazo	Harmonia; Ii
	Aceitação pública mensurada	Berlim
	Envolvimento de múltiplos grupos da sociedade civil	Saerbeck
	Confiança construída via demonstração de sucesso	Ii; Ghent
	Ruptura de rotina individual como gatilho comportamental	Berlim
Institucional	Emenda legal permitindo transferência abaixo do valor de mercado	Bristol
	Diretiva ou rede internacional criando pressão normativa	Gaziantep
	Ambiguidade legal aproveitada para criar solução local	Toronto
	Clarificação legal sucessiva após litígio	Toronto; Berlim
	Reenquadramento administrativo pontual contornando regra	Ii; Lochem
	Esquema de compra pública agregada	Ii
	Adoção de política formal substituindo negociação caso a caso	Bristol
Infraestrutura	Aquisição de terreno de baixo custo	Saerbeck
	Desenho urbano sensível à água	Melbourne
	Política de gestão do crescimento territorial	Toronto

Categoria	Facilitador	Cidade(s)
Atores do Regime	Liderança pública estratégica	Saerbeck; Lochem; Ghent
	Formação de coalizões complementares	Sydney
	Organização intermediária para coordenar atores dispersos	Melbourne; Bristol; Utrecht e Amsterdã
	Governança sustentada entre poder público e intermediário	Bristol
	Colaboração com ator responsável ajudando o nicho	Lochem
	Mobilização coletiva via associação	Toronto
	Mobilização cívica em massa	Belgrado
	Rede municipal ou internacional de troca de conhecimento	Ii; Gaziantep
Sistêmica	Iniciativa de nicho pequena e barata que escala	Harmonia
	Choque externo abrindo janela de oportunidade	Berlim; Utrecht e Amsterdã
	Correção de falha identificada em projeto pioneiro	Bristol
	Pressão popular e exemplo de nicho reforçando-se mutuamente	Belgrado
	Criatividade institucional aproveitando ambiguidade regulatória	Toronto

Fonte: elaborada pelos autores

4.3 Relação entre barreiras e facilitadores

A comparação entre as Tabelas 2 e 3 mostra que a categoria financeira é, ao mesmo tempo, a que mais reúne barreiras e a que mais reúne facilitadores. O acesso a recursos é decisivo, os casos que obtiveram fundos dedicados, prêmios ou apoio internacional, como Saerbeck, Belgrado e Gaziantep, conseguiram iniciar seus nichos, enquanto a dependência de recursos temporários fragilizou iniciativas como o centro de apoio de Bristol e a rede HINKU (PAUKER; HAMIDUDDIN, 2025; LUKKARINEN *et al.*, 2018).

As barreiras institucionais, estão em grande parte fora do alcance da cidade, pois dependem de legislações nacionais ou regionais, como em Gaziantep, Toronto, Belgrado e Bristol. Já os facilitadores institucionais são, em geral, respostas locais a essas regras, exceções legais aproveitadas em Bristol, reenquadramentos administrativos em Ii e Lochem e esclarecimentos obtidos após litígios em Toronto e Berlim. O caso de Gaziantep ilustra essa situação, a cidade criou instrumentos locais pioneiros, mas eles não se ampliaram porque a legislação nacional não foi alterada (YIĞIT BARUT; ARSLAN SELÇUK, 2024).

Vários facilitadores respondem a barreiras específicas, a regra de venda a valor de mercado em Bristol foi contornada por exceção legal, o receio dos motoristas em Berlim foi respondido com evidência medida e a fragmentação em Sydney foi enfrentada com coalizões que criaram uma nova estrutura de governança. Os facilitadores também levam tempo para se formar, a educação ambiental em Harmonia existe há cerca de vinte anos (PAES; PICAVET; PUPPIM DE OLIVEIRA, 2025), a política de Bristol resulta de iniciativas comunitárias iniciadas em 2000 (PAUKER; HAMIDUDDIN, 2025) e, em Berlim, os autores concluem que nem a pandemia nem a competência administrativa seriam suficientes, pois foi a preparação anterior que permitiu aproveitar a janela de oportunidade (BECKER *et al.*, 2022).

Para as cidades brasileiras, Harmonia mostra que um pequeno município, mesmo sem recursos estaduais ou federais, pode avançar com iniciativas simples, educação ambiental e coordenação entre secretarias, embora os autores destaquem a necessidade de apoio de estados e União para ampliar essas iniciativas (PAES; PICAVET; PUPPIM DE OLIVEIRA, 2025).

5. Conclusões

Este artigo identificou e analisou as barreiras e os facilitadores das transições sociotécnicas em cidades-referência, a partir de uma revisão sistemática conduzida segundo o protocolo PRISMA, que resultou em treze estudos de caso. Foram identificadas 64 barreiras e 42 facilitadores, organizados em sete categorias. As barreiras mais frequentes são financeiras e institucionais, e as institucionais estão, em grande parte, fora do alcance da cidade. Os facilitadores mais frequentes são financeiros e ligados aos atores do regime, como fundos dedicados, prêmios, liderança pública, coalizões e organizações intermediárias. O estudo aponta que o acesso a recursos é decisivo, seja como barreira ou facilitador, e que o avanço dessas cidades depende de respostas locais capazes de contornar limitações externas.

Como contribuição, o artigo oferece uma síntese que pode orientar gestores públicos, indicando fatores que já se mostraram eficazes e obstáculos que tendem a surgir. Entre as limitações, os casos tratam de domínios diferentes, os fatores foram extraídos do que os autores de cada estudo relataram, a maioria dos casos está no Norte Global e a busca limitou-se a duas bases de dados. Como trabalhos futuros, sugere-se aplicar as categorias propostas a cidades brasileiras, por meio de entrevistas com gestores e demais atores locais.

Referências

BECKER, S.; VON SCHNEIDEMESSER, D.; CASEIRO, A.; GÖTTING, K.; SCHMITZ, S.; VON SCHNEIDEMESSER, E. Pop-up cycling infrastructure as a niche innovation for sustainable transportation in European cities: an inter- and transdisciplinary case study of Berlin. **Sustainable Cities and Society**, v. 87, 104168, 2022.

BOS, J. J.; BROWN, R. R.; FARRELLY, M. A. Building networks and coalitions to promote transformational change: insights from an Australian urban water planning case study. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 15, p. 11-25, 2015.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. **Research Policy**, v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, 2002.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**, v. 36, n. 3, p. 399-417, 2007.

HOPPE, T.; GRAF, A.; WARBROEK, B.; LAMMERS, I.; LEPPING, I. Local governments supporting local energy initiatives: lessons from the best practices of Saerbeck (Germany) and Lochem (The Netherlands). **Sustainability**, v. 7, n. 2, p. 1900-1931, 2015.

KEMP, R.; SCHOT, J.; HOOGMA, R. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 10, n. 2, p. 175-198, 1998.

LOORBACH, D. Transition management for sustainable development: a prescriptive, complexity-based governance framework. **Governance**, v. 23, n. 1, p. 161-183, 2010.

LUKKARINEN, J.; BERG, A.; SALO, M.; TAINIO, P.; ALHOLA, K.; ANTIKAINEN, R. An intermediary approach to technological innovation systems (TIS): the case of the cleantech

sector in Finland. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 26, p. 136-146, 2018.

MARKARD, J.; RAVEN, R.; TRUFFER, B. Sustainability transitions: an emerging field of research and its prospects. **Research Policy**, v. 41, n. 6, p. 955-967, 2012.

MENS, J.; VAN BUEREN, E.; VRIJHOEF, R.; HEURKENS, E. A typology of social entrepreneurs in bottom-up urban development. **Cities**, v. 110, 103066, 2021.

MITIĆ-RADULOVIĆ, A.; LALOVIĆ, K. Multi-level perspective on sustainability transition towards nature-based solutions and co-creation in urban planning of Belgrade, Serbia. **Sustainability**, v. 13, n. 14, 7576, 2021.

NEVENS, F.; ROORDA, C. A climate of change: a transition approach for climate neutrality in the city of Ghent (Belgium). **Sustainable Cities and Society**, v. 10, p. 112-121, 2014.

PAES, M. X.; PICAVET, M. E. B.; PUPPIM DE OLIVEIRA, J. A. Innovation in small municipalities: the case of waste management. **Habitat International**, v. 165, 103554, 2025.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n71, 2021.

PAUKER, M.; HAMIDUDDIN, I. Social value and the disposal of public land for community-led housing: applying a multi-level perspective to the case of Bristol. **Urban Research & Practice**, v. 18, n. 3, p. 483-504, 2025.

SCHOT, J.; GEELS, F. W. Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 20, n. 5, p. 537-554, 2008.

SHARP, D.; RAVEN, R.; FARRELLY, M. Pluralising place frames in urban transition management: net-zero transitions at precinct scale. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 50, 100803, 2024.

SORENSEN, A.; BRENNER, A.-K. Cities, urban property systems, and sustainability transitions: contested processes of institutional change and the regulation of urban property development. **Sustainability**, v. 13, n. 15, 8429, 2021.

WHITTAKER, S.; JOHNSON, C.; RANGER, N.; PEDERSEN, E. R. G. From grand challenges to bold solutions: investor perspectives on financing urban climate change adaptation. **Ecological Economics**, v. 242, 108879, 2026.

YIĞIT BARUT, T.; ARSLAN SELÇUK, S. Holistic approach to niche formation: a case on transition to nearly zero-energy buildings in Türkiye. **Buildings**, v. 14, n. 6, 1565, 2024.