

MaaS E O PAPEL DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

DANIEL PETERSEN

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)

ARIEL BEHR

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)

Agradecimento à órgão de fomento:

Gratidão à Universidade Federal do Rio Grande do Sul onde tenho desenvolvido meus conhecimentos e ao SemeAd por estar desenvolvendo esse importante evento.

MaaS E O PAPEL DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é um sistema complexo que compreende diversas atividades e interações humanas inter-relacionadas e interconectadas (Haque, 2013) que tem produzido grandes desafios para os gestores urbanos e urbanistas (Raut & Raut, 2018) e que está passando por profundas transformações (Dlugosch, 2020). Boa parte dessas transformações tem origem no impacto da própria tecnologia, cuja função é proporcionar soluções para os problemas e tem se desenvolvido para fazer frente a esses desafios humanos (Cohen-Blankshtain et al., 2016). Os grandes desafios que a mobilidade urbana enfrenta estão relacionados a fatores como o impacto ambiental e o congestionamento do trânsito, que é gerado pelo excesso de veículos que circulam no espaço público cada vez mais escasso, processo que tem origem no dilema da decisão de viagem entre o transporte individual e o coletivo, que peca pela falta de qualidade decorrente da concorrência da oferta de serviços de mobilidade entre distintos modais (Juhász, 2015), da falta de políticas públicas ágeis e resolutivas que promovam um dimensionamento adequado entre a oferta e a demanda, da falta de organização da acessibilidade e da carência de informações e suporte aos usuários que buscam os recursos de mobilidade adequados às suas necessidades (Haque, 2013).

Nesse contexto, a Tecnologia da Informação se enquadra através de diversas abordagens que, analisadas a partir de visões distintas, buscam propor soluções para melhorar o desempenho e criar facilidades na usabilidade, promover o interesse pelos serviços de mobilidade e fortalecer os pilares da sustentabilidade (Battarra et al., 2017). Da não mobilidade, ou o estímulo à redução da necessidade de deslocamento, um conceito que entende a mobilidade apenas como mal necessário à acessibilidade e propõe ferramentas orientadas às atividades remotas (Mouratidis e Peters, 2022; Caballini et al., 2021; Kramers et al., 2018) até a projeção de sistemas inteligentes, através do desenvolvimento de soluções orientadas ao atendimento das diversas necessidades intrínsecas à mobilidade urbana, de forma a mitigar as consequências dos problemas relativos a essa atividade para trazer opções satisfatórias, qualificadas e mais adequadas aos viajantes urbanos (Henriksson et al., 2014).

Sendo assim, para contribuir com o processo de transformação da mobilidade urbana, a presente pesquisa busca identificar e mapear as abordagens desenvolvidas nos estudos relacionados a essa área de pesquisa através da seguinte questão: **De que forma a Tecnologia da Informação pode mitigar as consequências dos problemas da mobilidade urbana e melhorar suas condições de sustentabilidade?** Para responder a essa questão, o estudo realiza uma revisão sistemática de literatura nas Bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, para identificar o papel da TI no desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável e busca identificar possíveis lacunas de pesquisas relacionadas ao tema.

A pesquisa se justifica pela grande relevância dessa atividade urbana que tem influenciado significativamente a qualidade de vida das populações citadinas. Tornar a mobilidade urbana sustentável é um desafio que as autoridades urbanas enfrentam há muito tempo, onde a busca de soluções para as capacidades limitadas e para as demandas substanciais decorrentes do grande crescimento da população urbana (Glenn Lyons, 2018), continua sendo uma realidade nos dias de hoje e, considerando que, “as cidades terão um papel decisivo na redução do consumo de recursos e das emissões de gases de efeito estufa até 2050” (Viglioglia et al., 2021, p.1), todo o esforço passa a ser relevante, incluindo o desenvolvimento de estudos

para a utilização das Tecnologias de Informação que apresentem grande potencial para otimizar a gestão de sistemas complexos e incentivar modelos de desenvolvimento sustentáveis.

Devido ao grande volume de estudos relacionados e a abrangência dos temas encontrados na pesquisa, o presente artigo apresenta um quadro geral que descreve um resumo de grupos formados por estudos cujas abordagens de pesquisa são comuns entre si, no entanto, o estudo aprofunda análise dos resultados com foco na categoria MaaS (Mobilidade como um Serviço) pois, de certa forma, esse conceito que é uma forte proposta de solução para o desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável, carrega em si um pouco de todas as soluções e abordagens identificadas nessa pesquisa.

Após essa breve introdução o presente estudo apresenta os procedimentos metodológicos seguidos dos resultados dos resultados da revisão sistemática de literatura que apresenta descrições relativas à sustentabilidade, às abordagens identificadas em estudos que buscam o desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável e ao conceito de MaaS. Após esses tópicos seguem as conclusões e, por fim, as referências.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O tema em estudo segue o diagrama de fluxo PRISMA de Moher et al. (2009), cujo objetivo é ajudar os autores a melhorarem o relato de revisões sistemáticas e meta-análises. O procedimento determina e seleciona estudos com base em quatro etapas: Identificação, Elegibilidade, Seleção e Inclusão. Para aplicação do método de Moher et al. (2009) foi determinada uma primeira etapa que estabelece a seleção da literatura científica publicada, com o objetivo de agrupar uma base de artigos selecionados por meio da base de dados Web of Science (WoS) e Scopus.

A definição dos critérios e a realização da pesquisa foi efetuada entre os dias 09/05/2022 e 15/05/2022, quando foi possível iniciar a busca nas bases de dados *Web of Science* (WoS) e SCOPUS sobre os temas selecionados com o termo de pesquisa “**sustainable AND urban AND mobility AND ((intelligence OR MaaS OR ICT) OR (technology AND information))**” para ambas as bases de dados. As pesquisas foram realizadas por título, resumo e palavra-chave e não foram selecionados critério de exclusão por período, tipo de arquivo ou área de interesse. A pesquisa na Web of Science resultou 229 trabalhos e a pesquisa na SCOPUS resultou 426 trabalhos que apresentaram relação com o tema pesquisado. Somados os resultados restaram 655 trabalhos onde foram identificadas 165 duplicações, restando 490 trabalhos. Com base na análise dos resumos foram localizados 74 trabalhos que não abordavam simultaneamente os temas mobilidade urbana e TI, resultando 416 trabalhos válidos e 16 desses trabalhos eram “*Conference Review*” que não apresentavam dados de resumo e não foi possível o acesso aos documentos, motivo pelo qual foram limpos da amostra, restando 400 trabalhos para serem avaliados.

Resultados da pesquisa

Resultado da Pesquisa	N. estudos	Observações
SCOPUS	426	
Web of Science	229	
Total Bruto	655	
C. Exclusão 1	-165	duplicações
Sub Total	490	
C. Exclusão 2	-74	fora de contexto
Sub Total	416	
C. Exclusão 3	-16	conference review / sem acesso
Total	400	

Tabela 1 Resultados encontrados na pesquisa

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Resultados Analíticos da RSL

3.1.1 Desafios da Mobilidade Urbana Sustentável

Uma das definições de sustentabilidade mais citadas está descrita no Relatório de Brundtland (1987, p. 50) onde os autores declaram que “o desenvolvimento sustentável busca atender às necessidades e aspirações do presente sem comprometer a capacidade de atender às necessidades do futuro”, mas o relatório reconhece que os problemas da pobreza e do subdesenvolvimento não podem ser resolvidos sem que haja crescimento econômico, que por sua vez traz riscos de danos ambientais. Alinhados com este conceito, os três pilares da sustentabilidade (Purvis et al., 2019): econômico, ambiental e social, servem como indicadores do desenvolvimento sustentável.

No contexto da mobilidade, Lam e Head (2012, p. 339) definem a mobilidade urbana sustentável como “a facilidade, conveniência e acessibilidade de viajar para um destino com impacto mínimo no meio ambiente entre outros”, dando enfoque no aspecto social de usabilidade da mobilidade, que está relacionado à disponibilidade dos meios necessários aos cidadãos, de todas as classes sociais, para que tenham, de forma conveniente, fácil acesso ao seu destino (Bauchinger et al., 2021), seja para realização das atividades necessárias às suas necessidades cotidianas ou lazer. O outro enfoque apresentado por Lam e Head (2012) é o aspecto ambiental que se relaciona às consequências causadas pela atividade de mobilidade urbana ao meio ambiente, como a poluição ambiental, emissão de CO₂, a utilização de recursos energéticos não renováveis e a interferência no ambiente natural através da utilização excessiva dos espaços públicos (Hasselwander et al., 2022; Barreto et al., 2018). Nesse sentido o automóvel particular, apesar de ser um meio de transporte de grande preferência pela maior conveniência que proporciona no transporte ponto a ponto, tem sido responsabilizado pela maior parte da geração de poluição e do congestionamento na mobilidade urbana (Behr et al., 2013) de forma que diversas cidades planejam banir a utilização desse meio de transporte em diversos ambientes urbanos, como forma de mitigar o problema (Ikezoe et al., 2021).

Chakroborty (2011) enfatiza o aspecto econômico da palavra sustentável que apresenta as características de suporte aos processos, da coleta dos recursos necessários à manutenção da atividade e do habitat que, segundo os autores, determina a eficiência do sistema e, nesse aspecto, cabe salientar a dissociação existente entre o planejamento urbano e da mobilidade que precisa se adaptar à crescente dispersão espacial que vai se formando nas áreas urbanas (Behr et al., 2013). Portanto, o desenvolvimento de mobilidade urbana sustentável deve considerar os aspectos econômicos, ambientais e sociais da sustentabilidade e os seus desdobramentos, para promover “o bem-estar social e econômico de forma segura e eficiente e sem danificar o meio ambiente ou esgotar os recursos ambientais” (Haque, 2013, p. 21).

3.1.2 A Tecnologia da Informação Aplicada na Mobilidade Urbana

“A mobilidade é um aspecto fundamental da vida econômica e social de cada comunidade” (D’Apuzzo et al., 2021) e por estar inserida em uma diversidade de atividades relativas ao seu exercício abrange múltiplas áreas de estudos, onde cada uma delas possui particularidades específicas e abordagens distintas. Dessa forma, a fim de desenvolver um estudo exploratório em relação ao papel da TI na mobilidade urbana, o presente estudo procurou classificar os documentos resultantes da pesquisa com base na identificação de suas abordagens, a partir de uma análise realizada nos resumos e introdução dos documentos. A tabela 2 apresenta os grupos de estudos identificados, indicando a quantidade de documentos relacionados a cada

categoria (relacionados na coluna **Doc.**) e o número de subcategorias no qual dada categoria se desdobrou (relacionados na coluna **Sub. Cat.**). A tabela 3 apresenta uma relação detalhada das subcategorias identificadas na classificação dos documentos. Logo abaixo da apresentação das tabelas segue uma breve descrição das abordagens que cada categoria indicada na tabela 2 representa. Assim é possível esclarecer os critérios adotados pela pesquisa para o mapeamento dos estudos desenvolvidos pela comunidade científica nos últimos anos.

Classificação de Grupos de Abordagens dos Estudo

Categoria	Sub Cat.	Doc.
1 01. BIG DATA	4	9
2 02. Passageiros (troca de informações com)	15	69
3 03. Não Mobilidade	1	6
4 04. Transporte por modais alternativos	12	94
5 05. SIG - Sistemas de Informações Georreferenciadas	4	9
6 06. ICT - Tecnologia da Informação e Comunicação	9	66
7 07. ITS - Sistemas de Transportes Inteligentes	6	16
8 08. IoT - Internet das Coisas	6	18
9 09. Inteligência Artificial na Mobilidade	3	10
10 10. Cidades Inteligentes (aspectos da mobilidade)	4	95
11 11. Abordagens Múltiplas (sem um foco específico)	2	10
12 12. Prospecção (análise de futuros da mobilidade)	1	6
13 13. Veículo Elétrico - infra estrutura	2	12
14 14. Estacionamento	1	2
15 15. Ferroviário - modal	1	2
16 16. Mobilidade de Bens	1	5
	Total	72 429
	Artigos com dupla classificação	-29
	Total de documentos	400

Tabela 2. classificação dos temas abordados

Para uma melhor visualização dos resultados, a tabela 3, apresentada abaixo, relaciona as abordagens identificadas na aplicação da TI para o desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável, onde indica o número de artigos que se referem aos assuntos pesquisados em cada grupo de pesquisas. Os grupos identificados que apresentam estudos com abordagens similares em seus respectivos focos de pesquisa estão detalhados abaixo.

O grupo 01 - BIG DATA, relaciona estudos que tratam da coleta de múltiplas fontes de dados para criação de "*insights*", geração de embasamentos para a tomada de decisões, para o desenvolvimento de estratégias e o planejamento de mobilidade (Graczyk et al., 2022; Papageorgiu et al., 2019).

O grupo 02 - Passageiros é um dos grupos que apresentou o terceiro maior número de estudos associados e o grupo que se desdobrou no maior número de subgrupos. Trata da troca de informações entre as plataformas de gestão com os passageiros, no sentido de informar e interagir com os mesmos, mas também no sentido de coletar informações diretas, voluntárias ou involuntárias, para aplicar nas áreas de gestão e planejamento. Nesse grupo encontramos estudos que tratam da entrega de informações de mobilidade para os passageiros (Schwanen, 2015), estudos que tratam da acessibilidade de grupos específicos como idosos (Papageorgiou et al., 2019) e deficientes (Perez-Delhoyo et al., 2017), estudos relacionados à decisão de viagem (Kortum, 2016), ferramentas de estímulo aos passageiros para a utilização de modais de transporte mais sustentáveis (Kazhmiakin et al., 2021), sistemas para estimular a conscientização dos passageiros com aplicativos focados em "*gameificação*" (Papageorgiou, 2019), aplicativos de estímulo à caminhada (Papageorgiou et al., 2021) e à mudança de comportamento do usuário (Dura & Weil, 2014). O grupo ainda contém estudos relacionados à análise comportamental com base nas redes sociais (Serna et al., 2017), à criação de mapas de densidade por dados de celular (Vorobyev, 2021), à participação da população em decisões de

gestão da mobilidade (Margherita et al., 2011) e práticas de “crowdsourcing” e “crowdsensing” (Genitsaris et al., 2019).

Subgrupos de Abordagens de Estudos

Categoria	n. Doc.	Categoria	n. Doc.
01.0. BIG DATA - Tomada de decisão	1	06.0. ICT Carros Elétricos	5
01.1. BIG DATA - Mobilidade entre outros temas	1	06.1. ICT Decisões de Mobilidade	8
01.2. BIG DATA - Planejamento	3	06.2. ICT Multimodalidade	11
01.3. BIG DATA - Coleta de múltiplos dados	4	06.3. ICT Gestão de mobilidade	10
02.0. Informações de viagens aos passageiros	5	06.4. ICT Planejamento	12
02.01. Mobilidade dos idosos	6	06.5. ICT Transporte Público	2
02.02. Mobilidade de crianças	1	06.6. ICT Coleta de dados e planejamento	5
02.03. Mobilidade acessibilidade	2	06.7. ICT Integração de sistemas	8
02.04. Mobilidade para Cegos	1	06.71 ICT Integração de sistemas Blockchain	5
02.05 Decisão de viagem	3	07.0. ITS Monitoramento de Tráfego	6
02.1. Participação da população em decisões	4	07.1. ITS Barreiras de implantação	1
02.11. CROWDSENSING - CROWDSOURCING	12	07.2. ITS Semáforos	2
02.12 Mapa de densidade por dados de celular	2	07.3. ITS Controle de Acesso	1
02.13. Análise comportamento por redes sociais	3	07.4. ITS Planejamento	5
02.2. Mudança comportamental do usuário	6	07.5. ITS e informações de mobilidade	1
02.3. Estimulo a caminhada	3	08.0. IoT Para roteamento de veículos	2
02.41. Estimulo a utilização de modais sustentáveis	12	08.1. IoT GPS Rastreamento veicular	5
02.42. Estimulo a utilização de modais “coletivos” sustentáveis	3	08.3. IoT Controle de tráfego	5
02.5. Sistema de conscientização - Gameificação	6	08.4. IoT Para gestão	2
03.0. Mobilidade reduzida - Não mobilidade	6	08.5. IoT LoRaWan – Baixa neblina	1
04.0. Sistemas de Carona	7	08.6. IoT fluxo de pessoas	3
04.1. Transporte Responsivo de Demanda Compartilhada	7	09.0. IA Inteligência Artificial na mobilidade	7
04.2. MaaS	48	09.1. IA Inteligência Artificial e mineração de dados na mobilidade	1
04.3. Taxis	3	09.2. Inteligência descentralizadas - Tipo redes ad-hoc	2
04.4. Carsharing	5	10.0. Cidades Inteligentes Mobilidade entre outros temas	66
04.5. Micro mobilidade - geral	1	10.1. Cidades Inteligente - foco na mobilidade	12
04.51. Micro mobilidade - Patinete	1	10.2. Contexto urbano - tecnologias digitais no contexto	16
04.52. Micro mobilidade - Bicicletas	13	10.3. Contexto urbano - Transportes coletivos	1
04.53. Micro mobilidade - Rikixa da Índia	1	11.0. Abordagens Múltiplas	9
04.6. Micro mobilidade - Moto Scooter	2	11.1. Treinamento e Consultoria de Gestão	1
04.7. Carros autônomos	5	12.0. Prospecção da mobilidade e tecnologia	6
04.8. Veículos Aéreos não Tripulados	1	13.0. EV - Infraestrutura de Veículos Elétricos	11
05.0. SIG Planejamento	5	13.1. EV – Usabilidade	1
05.1. SIG Dimensionamento de Paradas	2	14.0. Estacionamentos	2
05.2. SIG Onibus	1	15.0. Ferroviário	2
05.3. SIG Tempo de Viagem	1	16.0. Mobilidade de Bens	5

Tabela 3 - Classificação dos tipos de abordagens em estudos relacionados a mobilidade urbana sustentável

O grupo 03 - Não Mobilidade, traz artigos que apontam a mobilidade apenas como um problema da acessibilidade (Mouratidis & Peters, 2022) e apresentam soluções para que o usuário acesse o local desejado sem a necessidade de se mover até ele. O grupo 04 – Transporte por modais alternativos, apresenta estudos relativos a aplicações de TI voltadas a opções de mobilidade pública não relacionados ao transporte público coletivo convencional, que é representado pelos ônibus urbanos e trens. Nesse grupo encontramos artigos que estudam aplicações em TI para modalidades e conceitos diferenciados de mobilidade, como no caso do conceito MaaS (Mobilidade como um Serviço) que será detalhado mais especificamente neste estudo. Também apresenta estudos a respeito do transporte coletivo responsivo sobre demanda, uma forma de ampliar a qualidade do modelo de transporte público convencional (Campisi et al., 2021), sistemas de carona, (Anagnostopoulos, 2021), micro mobilidade (Abduljabbar et al., 2021) como patinetes elétricos (Eccarius & Lu, 2020), scooters (Deveci et al., 2022) e bicicletas (Arsenio et al., 2017), carros compartilhados, (Carrese et al., 2020), táxis (Suatmadi et al., 2019), *riquixás* (Behl et al., 2018), veículos autônomos (Bucchiarone et al., 2020) e veículos aéreos não tripulados (Mukhamediev et al., 2021).

Os grupos 05, 06, 07 e 08 estão muito relacionados por serem, de certa forma, estudos complementares. O grupo 05 – GIS (Sistemas de Informações Georreferenciados), se refere a aplicações de TI com foco em georreferenciamento, com estudos voltados para o planejamento (Tran-Thanh et al., 2022) de viagens em transporte público (Guido et al., 2017), dimensionamento de paradas para transporte público (Giuffrida et al., 2017) e tempos de viagens (Paez et al., 2013). O Grupo 06 – ICT apresenta artigos que utilizam a abordagem da Tecnologia de Informação e Comunicação para qualificar a gestão e o planejamento da mobilidade e de frotas elétricas (Bokolo, 2020), para criar informações que facilitem a decisão de viagem (Dlugosch et al., 2020) e a utilização da multimodalidade (Mizzi et al., 2022), melhorar a relação dos passageiros com o transporte público através de recursos de gestão (D’Apuzzo et al., 2021), planejamento (Güerri et al., 2021) e a integração de sistemas distintos como forma de solução (Okafor et al., 2021).

O grupo 07 - ITS apresenta estudos relacionados à Sistemas de Transporte Inteligentes, conceito que é uma referência para gestão do transporte público convencional. Aborda temas como barreiras de implantação tecnológica de ITS (Tomaszewska, 2021), planejamento ITS (Omayr, 2022), controle de semáforos com base em ITS (Rasheed et al., 2022) e monitoramento de tráfego a partir de ITS (Pundir et al., 2022). Já o grupo 08 - IoT se refere aos estudos de aplicação da internet das coisas na gestão da mobilidade (Mazza et al., 2017), ao conceito de AVL (*Automatic Vehicle Location*), rastreamento de frotas para gestão (Correia et al., 2017), aplicações de sensores de fluxo de pessoas (Jo et al., 2021), tráfego de frotas (Kumar et al., 2019) e redes de baixa neblina para coleta de dados locais (Fraga-Lamas et al., 2019).

O grupo 09 - Inteligência Artificial, apresenta estudos de aplicação de IA em processos de gestão da mobilidade sustentável (Chong et al., 2022), mineração de dados para apoio à decisão (Mahrez et al., 2021), e inteligência descentralizada em neblinas de dados em redes de interconexão de veículos (Nguyen & Jung, 2021). O grupo 10 - Cidades Inteligentes é o grupo que possui o maior número de estudos relacionados, mas a grande maioria deles tem uma abordagem ampla a respeito dos aspectos da Cidade Inteligente, trazendo destaque parcial para o tema mobilidade, no entanto 12 dos estudos identificados na pesquisa têm foco específico na utilização de TI para resolução de problemas relacionados à mobilidade urbana sustentável (Carter et al., 2020). O grupo traz também estudos relativos à aplicação das tecnologias digitais no contexto urbano.

O grupo 11 - Abordagens Múltiplas não apresenta um foco específico de aplicação. Se referem a estudos sobre consultoria, treinamento, pesquisas específicas como a identificação de drives com maior potencial para aumentar a inteligência da mobilidade urbana, identificação de políticas e métodos adequados para o desenvolvimento da mobilidade sustentável e a relação do cidadão com o uso do carro (Papantoniou et al., 2019). O grupo 12 – Prospecção, traz estudos relacionados às projeções futuras referente a mobilidade sustentável (Paiva et al., 2021). O grupo 13 apresenta estudos sobre infraestrutura para veículos elétricos – EV (Mohamed, 2019), o grupo 14 estudo relativo à estacionamentos (Piccialli et al., 2021), o grupo 15 – alguns estudos sobre TI aplicada ao setor Ferroviário (Bubeliny et al., 2021) e o grupo 16 Mobilidade de Bens, apresenta estudos sobre a utilização da TI para a logística de mobilidade de bens considerando a mobilidade urbana sustentável (Chen et al., 2021)

A abordagem MaaS, que foi classificada no grupo 4 - transporte por modais alternativos, está detalhado na seção abaixo, item 2.3 Mobilidade como um Serviço e possui destaque no desenvolvimento desse estudo pelo fato de sua característica operacional agregar todos os modais de mobilidade e acesso como recursos fundamentais para a prestação dos seus serviços (Kamargianni & Matyas 2017). Sendo assim, todos os estudos de TI identificados e

apresentados nessa pesquisa são abordagens relevantes para o resultado dos serviços propostos na abordagem MaaS.

3.1.3 MaaS - Mobilidade como um Serviço

O conceito de Mobilidade como serviço (MaaS) se formalizou no primeiro teste de mobilidade baseada em assinatura em Gotemburgo na Suécia em 2013, mas foi em 2016 que operou pela primeira vez através de aplicativo para celular, em Helsinque na Finlândia (Chang et al., 2019; Strömberg et al, 2018; Zhang and Zhang, 2021; Gandia et al 2021). Na Suécia, o sistema denominado UbiGo simplificou a parte administrativa das viagens através de faturas mensais e ofereceu atendimento de serviços de mobilidade, com garantia de viagem melhorada, 24 horas por dia e 7 dias por semana (Sochor et al., 2016). De acordo com o resultado do teste de 6 meses realizado pela UbiGo, ao transformar o conceito de “transporte” em “acessibilidade” (Li et al., 2020), o novo modelo de negócios mostrou sucesso inicial na redução da propriedade de carros particulares, que é um objetivo central do conceito MaaS (Sochor et al., 2016). Os elementos de MaaS incluem serviços que focam nas necessidades dos usuários através da integração de serviços de transporte, informações, reservas, pagamentos e todos os recursos necessários a um atendimento personalizado. MaaS oferece mobilidade e acesso ao invés de transporte (Sochor et al. 2016; Strömberg et al., 2018). Os resultados mostram que este modelo de negócio pode ser significativo para o desenvolvimento e sustentabilidade da mobilidade, mas, talvez, por ser uma solução tão recente, permanecem uma série de dúvidas, indefinições e discussões referente ao conceito e seus possíveis resultados. Abaixo, a tabela 4 apresenta alguns aspectos referente à discussão dos pesquisadores relativos ao conceito de MaaS.

Discussão sobre o Conceito de MaaS

Autor	Conceito
Nikitas et al 2020	Ainda não está definido de forma clara e contextualizada sendo muito difícil avaliar como o MaaS pode afetar o comportamento das viagens e como ele pode ajudar a transformar o futuro
Wong et al, 2020	Existe uma lacuna de definição em termos do que é o MaaS e o que ele visa alcançar, muitos acreditam se tratar de uma tecnologia ou produto e outros a percebem como uma visão definitiva para as cidades
Lithuania, 2021	Ainda falta uma definição unificada, o conceito de MaaS é frequentemente confundido com Shared-Mobility
Macedo et al, 2021	A pesquisa mostra que não há um consenso sobre uma definição inequívoca de MaaS nem uma melhor maneira universal de avaliar e comparar esquemas de MaaS.
Sochor et al. 2017	Embora haja um debate contínuo sobre o que constitui MaaS, os elementos centrais incluem: oferecer um <i>serviço</i> que foca nas necessidades de transporte do cliente/usuário/viajante; oferecendo <i>mobilidade e acesso</i> ao invés de transporte; e oferecendo <i>integração</i> de serviços de transporte, informação, reserva, pagamento, etc.
Strömberg et al 2018	
Liyanage et al 2019	O MaaS tem o potencial de mudar fundamentalmente o comportamento das pessoas e reduzir a dependência da propriedade do carro, fornecendo acesso fácil e sob demanda aos serviços de mobilidade de que precisam
Signorile et al, 2018	O conceito MaaS considera a viagem como uma desutilidade para o viajante, motivada apenas pelo destino. O MaaS se concentra em atender às necessidades do local de origem e destino do viajante, oferecendo uma gama de opções que variam em termos de modo, tempo e custo
Mulley, 2017	

Tabela 4 – conceitos de MaaS

No conceito MaaS o usuário ou cliente da mobilidade deve estar no centro do processo e deve receber os serviços; conforme suas necessidades individuais, tendo opções de pacotes

flexíveis de viagens de forma que o provedor MaaS deve ter a capacidade de agregar e combinar diversas soluções, de transporte público e privado, para fornecer um serviço de mobilidade porta a porta (Liyanage et al 2019). Um provedor MaaS, além de integrar diversos fornecedores de distintos modais de transporte, para prestação dos serviços de mobilidade porta a porta, precisa também orquestrar todo o ecossistema MaaS (figura 1) e o acesso à informação, um dos pontos fundamentais para essa gestão. “Os governos enfrentam os desafios de incorporar esses novos dados e novas formas de envolvimento do cidadão em sua prática” (Anshari e Lim, 2017; Nica e Potcovaru, 2015; Aguiléra e Boutueil, 2019), os dados se tornaram uma questão estratégica e diferentes fornecedores pedem dados públicos abertos com o interesse de produzir novos serviços de mobilidade urbana (Aguiléra e Boutueil, 2019) que tendem a oferecer concorrência aos serviços de mobilidade atuais. Por esse motivo existe uma discussão onde alguns acreditam que o poder público é a entidade que deve organizar e regular a introdução de uma ou mais plataformas digitais que integrem os serviços de mobilidade (Rooijackers, 2016).

Ecossistema do conceito MaaS – Mobilidade como um serviço

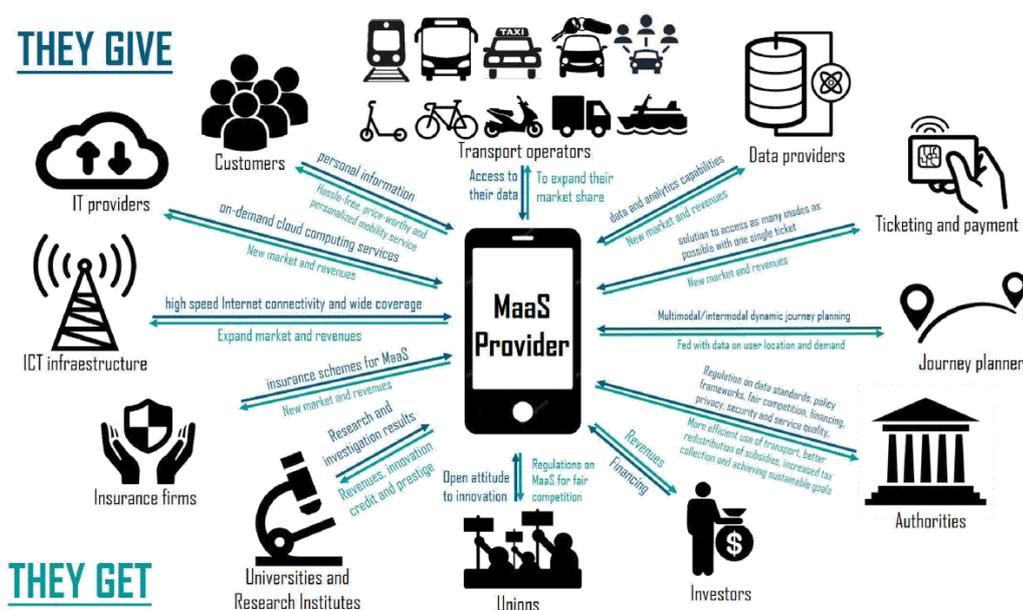


Fig. 3. MaaS ecosystem (what actors give and get).
(Source: The authors, based on (Kamargianni & Matyas, 2017).)

Figura 1 – ecossistema MaaS - fonte: Arias-Molinares e García-Palomares, 2020

Um dos grandes desafios que o conceito MaaS enfrenta talvez seja um dos pontos chave de muitos problemas atuais nas estruturas disponíveis de mobilidade das cidades, cada serviços de mobilidade é fornecido por diferentes fornecedores e não há uma maneira fácil de fazer com que eles compartilhem dados, orçamentos e compromissos com uma visão maior de mobilidade sustentável (Basu and Ferreira, 2021), o transporte público está em concorrência com alguns modos de transporte compartilhados enquanto a relação com outros modos (Shaheen e Chan, 2016), parece mais complementar (Aguiléra e Boutueil, 2019). A formulação de políticas, por meio de atividades e testes de pesquisa e desenvolvimento, precisa, portanto, resolver esses problemas de cooperação, fornecendo respostas definitivas sobre o modelo ideal de MaaS, pois nesse jogo de interesses, as promessas de “eficiência” parecem não serem possíveis sem a intervenção do governo. (Pangbourne et al, 2020; Nikitas et al, 2020).

Projetos pilotos de aplicação MaaS mais populares

Pilot Project	Country/Region	Pilot Time	Travel Interaction Object	Ticket Service Type	MaaS Type
Moovel	Hamburg/Stuttgart (Germany)	2015-	Car-sharing/taxi; Public transit; Train	One-way/month ticket	MaaS 2.0
MyCicero	Italy	2015-	Public transport; Domestic/international transport;	One-way/month ticket	MaaS 2.0
NaviGoGo	Scotland (UK)	2017-	Car-sharing/taxi; public transit; Train	One-way/month ticket	MaaS 2.0
IDPASS	France	2017-	Car rental/taxi/valet parking	One-way/month ticket	MaaS 2.0
SMILE	Vienna (Austria)	2017-	Ride-hailing/sharing bikes; Public transport in the city; parking	One-way ticket	MaaS 2.0
Whim	Birmingham (UK)	2018-	Car-sharing/taxi; Sharing-bike; Public transit	One-way/month ticket	MaaS 3.0
	Helsinki (Finland)	2016-	Car rental/taxi/sharing-bike; Public transit; Train	One-way/month ticket	MaaS 3.0
Bus card	Antwerp (Belgium)	2019-	Car-sharing/taxi/sharing-bike; public transit	One-way/month ticket	MaaS 3.0
	Shanghai (China)	2017-	Public transit	Daily/three-day Ticket	MaaS 2.0
Maishi	Shenzhen (China)	2018-	Public transit; Sharing-bike; Minibuses	One-way ticket	MaaS 2.0
Beijing MaaS	Beijing (China)	2019-	Public transit; Sharing-bike; Ride-sourcing; suburban railway	Just information inquiry	MaaS 1.0
Ctrip	China	2017-	Domestic/international mobility; Ride-sourcing	One-way ticket	MaaS2.0

Tabela 5 - Projetos pilotos de aplicação MaaS mais populares - Fonte Zhang & Zhang, 2021

4. CONCLUSÕES

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de identificar **de que forma a Tecnologia da Informação pode mitigar as consequências dos problemas da mobilidade urbana e melhorar suas condições de sustentabilidade**, e no seu desenvolvimento forneceu algumas respostas ao mapear 400 estudos que examinam a questão através de diversas abordagens e soluções que propõe melhorias para o desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável. Através desses estudos pode-se concluir que a TI pode mitigar as consequências dos problemas e melhorar as condições da mobilidade urbana quando coleta dados de BIG DATA para a tomada de decisão e realização de planejamento para otimização dos serviços, quando disponibiliza ferramentas para interação com os usuários do sistema de transporte a fim de identificar suas necessidades, ampliar as suas condições de acessibilidades e participação nas decisões de planejamento da infraestrutura de transporte, bem como quando influencia positivamente suas decisões de viagem por modais mais sustentáveis, quando disponibiliza ferramentas cujo objetivo seja diminuir a necessidade de deslocamento, quando proporciona facilidades para o compartilhamento de meios de transporte diferenciados, como o transporte público sobre demanda, que aumenta a qualidade do transporte público e como a micro mobilidade que, entre outros fatores, traz apelos a preservação ecológica, quando se utiliza de sistema inteligentes para um gerenciamento eficaz das operações do transporte público, quando utiliza sistemas cartográficos e IoT (Internet das Coisas) para coleta de dados em tempo real, quando efetiva um gerenciamento inteligente de semáforos com base no monitoramento de tráfego, quando se utiliza da inteligência artificial para análises de múltiplos fatores que podem influenciar num programa de previsibilidade de tráfego e gerenciamento, quando gera ferramentas de gestão, de automação e de interação com usuários de cidades inteligentes visando criar facilidades e otimização dos usos dos recursos, quando gera informações necessárias para o desenvolvimento de políticas que favoreçam a sustentabilidade na mobilidade urbana, quando permite a criação de infraestrutura e informações para usuários de veículos elétricos, gestão de estacionamentos inteligentes, redes ferroviárias, mobilidade de bens e, entre outras aplicabilidades, quando propõe ferramentas para coleta de dados e apoio a metodologias para análises prospectivas da mobilidade urbana.

Esse estudo também aprofundou análise exploratória da modalidade MaaS (Mobilidade como um Serviço) que tem gerado grande expectativas de vir a ser um modelo capaz de gerar resultados expressivos no desenvolvimento da sustentabilidade e na qualificação da mobilidade urbana. Nesse aspecto, a TI pode mitigar as consequências dos problemas da mobilidade urbana e melhorar suas condições de sustentabilidade sendo a infra estrutura fundamental desse modelo que tem o potencial de minimizar a preferência do cidadão pela decisão de viagem através de um veículo particular e, com isso, reduzir o número de veículos circulantes nas vias públicas.

Nesse estudo foi realizada uma revisão sistemática de literatura em bases de dados largamente utilizadas no meio acadêmico, Web of Science (WoS) e SCOPUS e foi utilizando o diagrama de fluxo de PRISMA (Moher et al., 2009) onde se verificou a existência de pesquisas localizadas exclusivamente em apenas uma das plataformas de pesquisa, justificando a pesquisa ter sido realizada em múltiplas bases de dados para favorecer a diversidade de informações.

Quanto às contribuições acadêmicas, este estudo exploratório contribui com o mapeamento e a classificação dos temas que estão sendo estudados nos últimos anos pela comunidade científica, referente ao papel da TI nos processos mobilidade urbana sustentável, onde destaca as áreas em que estão ocorrendo as maiores concentrações dos estudos e as diversas abordagens que a comunidade científica tem avaliado como forma de mitigar as consequências dos problemas de mobilidade para promover a sustentabilidade e melhorias nas condições de mobilidade urbana.

Uma das limitações desse estudo foi a restrição na sua busca que considerou apenas duas bases de dados para encontrar pesquisas referente ao assunto, outras bases de dados poderiam indicar trabalhos que não foram considerados na pesquisa, no entanto, a limitação mais significativa tem origem na abrangência das abordagens das soluções encontradas e no consequente volume e variedade de estudos que emergiram da pesquisa, dificultando o aprofundamento em cada uma das abordagens específicas, nesse mesmo estudo, a fim de identificar um dos objetivos desta revisão sistemática de literatura que é encontrar as lacunas de pesquisa relativa ao tema.

Dessa forma, as sugestões para estudos futuros iniciam pelo aprofundamento nos estudos relacionados a cada uma das diversas abordagens identificadas nessa pesquisa, estudos esses que visam encontrar soluções na Tecnologia de Informação para os diversos problemas mapeados na mobilidade urbana sustentável e que, com exceção da MaaS (Mobilidade como um Serviço), não foram devidamente explorados. Tal aprofundamento deve também esclarecer uma série de aspectos relevantes não abordados nessa pesquisa relativos ao conceito MaaS, pois na sua estrutura básica, MaaS realiza a integração de diversos modais de transporte para atingir seu objetivo e, por esse motivo, são vastos os desafios de pesquisa necessários para ampliar o conceito e compreender a solução MaaS de forma mais aprofundada em relação aos aspectos comerciais, operacionais e de aceitação pública que envolvem as soluções propostas nessa abordagem da mobilidade urbana sustentável.

MaaS ainda é um conceito em desenvolvimento e suas pesquisas acadêmicas estão em seus estágios iniciais, bem como suas experiências práticas. É preciso mapear os elementos de motivação para o interesse na proposta de negócios MaaS, tanto em um ambiente de mercado livre quanto em níveis variados de intervenção governamental, avaliar adequadamente o mercado para projetar as estruturas regulatórias e as medidas políticas necessárias à orientação das forças de mercado. É necessário avaliar a concorrência entre fornecedores de serviços de mobilidade, a infraestrutura e os subsídios públicos necessários entre outros aspectos de incentivo, pois para que o modelo seja sustentável é preciso que as operadoras MaaS sejam lucrativas e confiáveis.

Por outro lado, é necessário identificar os potenciais usuários para os serviços MaaS, conhecer suas dificuldades mais detalhadamente, assim como suas limitações e quais são os elementos motivacionais necessários para que sua decisão de viagem possa ser pela opção MaaS e, além disso, também é preciso avaliar até que ponto a estrutura proposta por MaaS pode se adequar para o atendimento de uma população com recursos limitados ou com problemas de acessibilidade. Por fim, considerando os conceitos que definem MaaS nos dias de hoje, identificar quais as melhorias que podem ser implementadas para sua evolução de forma que a abordagem cumpra seu papel, contribuindo para o desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável.

Referências

- Abduljabbar, R.L., Liyanage, S. & Dia, H. (2021), The role of micro-mobility in shaping sustainable cities: A systematic literature review, **Transport and Environment**, V. 92, 102734
- Anagnostopoulos, T. (2021), A Predictive Vehicle Ride Sharing Recommendation System for Smart Cities Commuting, **Smart Cities** 4, 177–191
- Arias-Molinares, D., García-Palomares, J.C., (2020). The Ws of MaaS: Understanding mobility as a service from a literature review, **IATSS Research** Vol. 44, I 3, P.253-263
- Arsenio, E., Dias, J.V., Lopes, S.A. & Pereira, H.I. (2017), Assessing the market potential of electric bicycles and ICT for low carbon school travel: a case study in the smart city of Águeda, **Transportation Research Procedia**, V. 26, pp. 119-130
- Barreto, L., Amaral, A., & Baltazar, S., (2018). Urban Mobility Digitalization: Towards Mobility as a Service (MaaS), **IEEE Xplore, International Conference on Intelligent Systems**, 850–855.
- Battarra, R., Zucaro, F., Tremitterra, M.R., (2017). Smart Mobility: an evaluation method to audit Italian cities, **5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)**
- Behl, A., Rathi, P. & Kumar, V.V.A. (2018), Sustainability of the Indian auto rickshaw sector: identification of enablers and their interrelationship using TISM, **Int. J. Services and Operations Management**, Vol. 31, No. 2
- Behr, A., Corso, K.B., Nascimento, L.F., Freitas, H. (2013). Mobilidade urbana sustentável e o uso de tecnologias de informação móveis e sem fio: em busca de alternativas para a cidade de Porto Alegre/RS, **Gestão Contemporânea** 14, 61-90
- Bokolo, A.J. (2020), Applying Enterprise Architecture for Digital Transformation of Electro Mobility towards Sustainable Transportation, **SIGMIS-CPR 2020 - Proceedings of the 2020 Computers and People Research Conference**
- Brundtland, G H et al., (1987). Our common future; by world commission on environment and development. . **Oxford: Oxford University Press**. Acesso em: 03 jul. 2022.
- Bucchiarone, A., Battisti, S., Marconi, A., Maldacea, R. & Ponce, D.C (2020), Autonomous Shuttle-as-a-Service (ASaaS): Challenges, Opportunities, and Social Implications, **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems** (99)

- Caballini, C., Agostino, M., Chiara, B.D., (2021). Physical mobility and virtual communication in Italy: Trends, analytical relationships and policies for the post COVID-19, **Transport Policy** 110, 314–334
- Campisi, T., Garau, C., Acampa, G., Maltinti, G., Canale, A. & Coni, M. (2021), Developing Flexible Mobility On-Demand in the Era of Mobility as a Service: An Overview of the Italian Context Before and After Pandemic, **Computational Science and Its Applications**, pp 323
- Carrese, S., D’Andreagiovanni, F., Giacchetti, T., Nardin, A. & Zamberlan, L. (2020), An optimization model for renting public parking slots to carsharing services, **Transportation Research Procedia** V. 45, pp 499-506
- Carter, E., Adam, P., Tsakis, D., Shaw, S., Watson, R. & Ryan, P. (2020), Enhancing pedestrian mobility in Smart Cities using Big Data, **Journal of Management Analytics**, 7(2):1-16
- Chakroborty, P. (2011). Sustainable Transportation for Indian Cities: Role of Intelligent Transportation Systems, **Current Science**, 100 (9), 1386–1390.
- Chang, S.K.J., Chen, H.Y., Chen, H.C., (2019). Mobility as a service policy planning, deployments and trials in Taiwan, **IATSS Research** 43, 210–218
- Chen, X.C., Zhang, S.Q., Ding, X.H., Kadry, S.N. & Hsu, C.H. (2021), IoTcloud platform for information processing in smart city, **Computational Intelligence**, 37(3)
- Chong, Y.W., Villanueva-Libunao, K., Chee, S.Y., Alvarez, M.J., Yau., K.L.A. & Keoh, S.L. (2022), Artificial Intelligence Policies to Enhance Urban Mobility in Southeast Asia, **Frontiers in Sustainable Cities**
- Cohen-Blankshtain, G., Rotem-Mindali, O., (2016). Key research themes on ICT and sustainable urban mobility, **International Journal of Sustainable Transportation**, 10:1, 9-17
- Correia, N., Carvalho, N. & Schutz, G. (2017), Planning of Vehicle Routing with Backup Provisioning Using Wireless Sensor Technologies, **Information** 8(3), 94
- D’Apuzzo, M., Evangelisti, A., Santilli, D., Buzzi, S., Mazzei, M. & Bietoni, V. (2021), New Smart Mobility Applications: Preliminary Findings on a Pilot Study in the Municipality of Artena, **Lecture Notes in Computer Science**, pp 21–36
- Deveci, M., Gokasar, I., Pamucar, D., Coffman, D.M. & Papadonikolaki, E. (2022), Safe E-scooter operation alternative prioritization using a q-rung orthopair Fuzzy Einstein based WASPAS approach, **Journal of Cleaner Production**, V. 347, 1, 131239
- Dlugosch, O., Brandt, T. & Neumann D. (2020), Combining analytics and simulation methods to assess the impact of shared, autonomous electric vehicles on sustainable urban Mobility, **Information and Management**, V.59, 5, 103285
- Dura, H. & Weil, M. (2014), An approach towards sustainable passenger mobility in urban areas: a life cycle perspective, **WIT Transactions on The Built Environment**, V.138
- Eccarius, T. & Lu, C.C. (2020), Adoption intentions for micro-mobility – Insights from electric scooter sharing in Taiwan, **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, V. 84, 102327

- Fraga-Lamas, P., Celaya-Echarri, M., Lopez-Iturri, P., Castedo, L., Azpilicueta, L., Aguirre, E., Suárez-Albela, M., Falcone, F. & Fernández-Caramés, T.M. (2019), Design and experimental validation of a lorawan fog computing-based architecture for iot enabled smart campus applications, **Sensors**, 19(15):3287
- Gandia, R., Antonialli, F., Nicolaï, I., Sugano, J., Oliveira, J., Oliveira, I., (2021). Casual Carpooling: A Strategy to Support Implementation of Mobility-as-a-Service in a Developing Country. **Sustainability**, 13, 2774
- Genitsaris, E., Stamelou, A., Nalmpantis, D. & Naniopoulos, A. (2019), A Criteria-Based Evaluation Framework for Assessing Public Transport Related Concepts Resulted from Collective Intelligence Approaches, **Springer Nature Switzerland AG – AISC**, 879, pp. 529
- Giuffrida, N., Inturri, G., Capri, S., Spica, S. & Ignaccolo M. (2017), The impact of a bus rapid transit line on spatial accessibility and transport equity: The case of catania, **Transport Infrastructure and Systems** (pp.753-758)
- Graczyk, T., Lewańska, E., Stróżyna, M. & Michalak, D. (2022), Review of Literature on Open Data for Scalability and Operation Efficiency of Electric Bus Fleets, **Business Information Systems Workshops** pp 214–226
- Güerri, S., Moya, J., Rodríguez, J.A. & Calvo M. (2021), ECOFLOTA: Business Intelligence system for the transition towards sustainable mobility fleets, **Transportation Research Procedia**, V.58: 0
- Guido, G., Vitale, A. & Rogano, D. (2017), Assessing Public Transport Reliability of Services Connecting the Major Airport of a Low-Density Region by Using AVL and GIS Technologies, **ACM International Conference Proceeding Series**
- Haque, M.M., Chin, H.C., Debnath, A.K., (2013). Sustainable, safe,smart-three key elements of Singapore’s evolving transport policies, **Transport Policy** 27, 20–31
- Hasselwander, M., Bigotte, J.F., Antunes, A.P., & Sigua, R.G. (2022). Towards sustainable transport in developing countries: Preliminary findings on the demand for mobility-as-a-service (MaaS) in Metro Manila, **Transportation Research Part A** 155, 501–518
- Henriksson, G., Gullberg, A., Höjer, M., Nyblom, A., (2014). ICT based sub-practices in sustainable development of city transport, **2nd International Conference on ICT for Sustainability**
- Ikezoe, K., Kiriyama, E., & Fujimura, S. (2021). Analysis of car ownership motivation in Tokyo for sustainable mobility service and urban development, **Transport Policy** 114, 1–14
- Jo, Y., Jeong, E., Lee, S. & Oh, C. (2021), A novel methodology to monitor passenger mobility performance in urban subway stations, **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development**
- Juhász, M., (2015). Intelligent Appraisal for Sustainable Urban Mobility Planning. **6th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications october**
- Kamargianni, M., & Matyas, M. (2017), The Business Ecosystem of Mobility-as-a-Service, 96th Transportation Research Board (TRB) Annual Meeting, **Washington DC**, 8-12

- Kazhamiakin, R., Loria, E., Marconi, A. & Scanagatta, M. (2021), A Gamification Platform to Analyze and Influence Citizens' Daily Transportation Choices, **IEEE Transactions on intelligent transportation systems**, vol. 22, no. 4
- Kortum, K. (2016), Between Public and Private Mobility, **Transportation Research Board news** 302
- Kramers, A., Ringenson, T., Sopjani, L., Arnfalk, P., (2018). AaaS and MaaS for reduced environmental and climate impact of transport, **EPiC Series in Computing** Vol. 52, P.137-152
- Kumar, S.S., Babu, M.R., Vineeth, R., Varun, S., Sahil, A.N. & Sharanraj, S. (2019), Autonomous Traffic Light Control System for Smart Cities, **Computing and Network Sustainability**
- Lam, D., Head, P., (2012). Sustainable urban mobility. In: Inderwildi, O., King, D. (Eds.), **Energy, Transport, & the Environment**. Springer-Verlag, London, pp. 359–371.
- Li, Y., Cook, K., May, A., (2020). Understanding the Exclusion Issues of Mobility-as-a-Service (MaaS): The Potential Problems of Older Travellers' Involvement, **Springer Nature Switzerland AG 2020 Q. Gao and J. Zhou (Eds.): HCII 2020, LNCS 12209**, pp. 269–287
- Lithuania, K., (2021). Mobility-As-A-Service: Concepts and Theoretical Approach, **2021 IEEE International Conference on Technology and Entrepreneurship (ICTE)**,
- Liyanage, S., Dia, H., Abduljabbar, R., Bagloee S.A., (2019). Flexible Mobility On-Demand, **Environmental Scan Sustainability**, 11, 1262
- Lyons, Glenn, (2018). Getting smart about urban mobility – Aligning the paradigms of smart and sustainable. **Transportation Research Part A**, pp.115. 4–14
- Macedo, E., Teixeira, J., Gather, M., Hille, C., Will, M.L., Fischer, N., Bandeira, J.M., (2022). Exploring relevant factors behind a MaaS scheme, **Transportation Research Procedia** 62 (2022) 607–614
- Mahrez, Z., Sabir, E., Badidi, E., Saad, W. & Sadik, M. (2021), Smart Urban Mobility: When Mobility Systems Meet Smart Data, **IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems** V.23(7)
- Margherita, A., Elia, G., Secundo, G. & Passiante, G. (2011), Design of Sustainable Mobility Services in Intelligent Cities: a Framework based on Collective Intelligence, **6th International forum on knowledge dynamics: knowledge-based foundations of the service economy**
- Mazza, D., Tarchi, D. & Corazza, GE. (2017), A Unified Urban Mobile Cloud Computing Offloading Mechanism for Smart Cities, **IEEE Communications Magazine**
- Mizzi, C., Fabbri, A., Colombini, G., Bertini, F. & Bazzani, A. (2022), A survival model to explain the statistical properties of multimodal mobility, **Journal Of Statistical Mechanics-Theory And Experiment**
- Mohamed, A.A. (2019), Synthetic Case Study for Analysis of the Rising Interdependency Between the Power Grid and E-Mobility, **IEEE Access**, (99):1-1
- Moher, D. et al. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS Med**, v. 6, n. 7, p. 1-6.

- Mouratidis, K. & Peters, S. (2022), COVID-19 impact on teleactivities: Role of built environment and implications for Mobility, **Transportation Research Part A** 158, 251
- Mukhamediev, R., Kuchin, Y., Yakunin, K., Symagulov, A., Ospanova, M., Assanov, I. & Yelis, M. (2021), Intelligent Unmanned Aerial Vehicle Technology in Urban Environments, **Digital Transformation and Global Society**, pp 345–359
- Mulley, C., (2017). Mobility as a Services (MaaS) – does it have critical mass?, *Transport Reviews*, 37:3, 247-251
- Nguyen, T.H. & Jung, J.J. (2021), Swarm intelligence-based green optimization framework for sustainable Transportation, **Sustainable Cities And Society**, V.71, 102947
- Nikitas, A., Michalakopoulou, K., Njoya, E.T., Karampatzakis, D., (2020). Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era, **Sustainability** 2020, 12, 2789
- Okafor, C.C., Aigbavboa, C. & Thwala, W.D. (2021), A Delphi approach to evaluating the success factors for the application of smart mobility systems in smart cities: a construction industry perspective, **International Journal of Construction Management**, V.23
- Omayr, H.M. (2022), Smart public transportation: A future framework for sustainable new cities (Case study Greater Cairo), **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**
- Paez, A., Moniruzzaman, M., Bourbonnais, P.L. & Morency, C. (2013), Developing a web-based accessibility calculator prototype for the Greater Montreal Area, **Transportation Research part a-policy and practice**, 58:103–115
- Paiva, S., Ahad, M.A., Tripathi, G., Feroz, N. & Casalino, G. (2021), Enabling Technologies for Urban Smart Mobility: Recent Trends, Opportunities and Challenges, **Sensors**, 21(6), 2143
- Papageorgiou, G. (2019), Developing a System Dynamics Model for Creating a Learning Sustainable Mobility Culture, **International Conference on Control, Artificial Intelligence, Robotics & Optimization**
- Papageorgiou, G., Hadjigeorgiou, K. & Ness, A.N. (2019) A Big Data Approach to Developing a Smart Pedestrian Network (SPN) System, **WSEAS Transactions on Environment and Development**, ISSN / E-ISSN: 1790-5079 / 2224-3496, V. 15
- Papageorgiou, G., Ioannou, A., Maimaris, A. & Ness, A. (2021), A Strategic Approach for implementing A Smart Pedestrian Network (SPN) System, **Open Comput. Sci.** 11:208
- Papageorgiou, G., Maimaris, A. & Ness, A.N. (2019), A Value Creation Analysis of Implementing an Intelligent Active Mobility System for the Elderly Market, **3rd European Conference on Electrical Engineering and Computer Science (EECS)**
- Partha Chakroborty, (2011). Sustainable Transportation for Indian Cities: Role of Intelligent Transportation Systems, **Science** Vol. 100 (9), pp. 1386–1390
- Perez-Delhoyo, R., Garcia-Mayor, C., Mora, H., Gilart-Iglesias, V. & Andujar-Montoya, M.D. (2017), Improving urban accessibility: A methodology for urban dynamics analysis in smart, sustainable and inclusive cities, **Urban Regeneration and Sustainability**, pp.1

- Pundir, A., Singh, S., Kumar, M., Bafila, A. & Saxena, G.J. (2022), Cyber-Physical Systems Enabled Transport Networks in Smart Cities: Challenges and Enabling Technologies of the New Mobility Era, **IEEE Access**, V.10
- Purvis, B., Mao, Y., Robinson, D., (2019). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins, *Sustainability Science*, 14:681–695
- Rasheed, F., Yau, K.L.A., Noor, R.M. & Chong, Y.W. (2022), Deep Reinforcement Learning for Addressing Disruptions in Traffic Light Control, *Computers, Materials and Continua* 71(2):2225-2247
- Raut, P. B., Raut, S. K., (2018). Shrinking Spaces and Emerging Role of Information Technology in India, 23rd International Conference on Urban Planning, **Regional Development and Information**. pp. 651-657
- Schwanen, T. (2015), Beyond instrument: smartphone app and sustainable Mobility, **European Journal of Transport and Infrastructure Research** 15(4):675-690
- Serna, A., Gerrickagoitia, J.K., Bernabé, U. & Ruiz, T. (2017), Sustainability analysis on Urban Mobility based on Social Media content, **Transportation Research Procedia** 24
- Signorile, P., Larosa, V., Spiru, A., (2018). "Mobility as a service: a new model for sustainable mobility in tourism", *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*
- Sochor, J., Karlsson, M., Strömberg, H., (2016). Trying Out Mobility as a Service, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2542, **Transportation Research Board**, Washington, D.C., pp. 57–64.
- Strömberg, H., Karlsson, M., Sochor, J., (2018). Inviting travelers to the smorgasbord of sustainable urban transport: evidence from a MaaS field trial, **Transportation** 45:1655–1670
- Suatmadi, A.Y., Creutzig, F. & Otto, I.M. (2019), On-demand motorcycle taxis improve mobility, not Sustainability, **Case Studies on Transport Policy**, V.7, 2, pp 218-229
- Tomaszewska E.J. (2021), Barriers related to the implementation of intelligent transport systems in cities - The Polish local government's perspective, *Engineering Management in Production and Services*, **Engineering Management in Production and Services**, V.13, 4
- Tran-Thanh, D., Rinasti, A.N., Gunasekara, K., Chaksan, A. & Tsukiji, M. (2022), GIS and Remote Sensing-Based Approach for Monitoring and Assessment of Plastic Leakage and Pollution Reduction in the Lower Mekong River Basin, **Sustainability**, 14(13), 7879
- Viglioglia, M., Giovanardi, M., Pollo, R., Peruccio, P.P, (2021). Smart District and Circular Economy: The Role of ICT Solutions in Promoting Circular Cities. **Sustainability**, 13, 11732.
- Vorobyev, A.N. (2021), Application of geodata for operational study of population placement and movement, **IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science** 629
- Wong, Y.Z., Hensher, D.A., Mulley, C., (2020). Mobility as a service (MaaS): Charting a future context, **Transportation Research Part A** 131, 5–19
- Zhang, Z.; Zhang, N., (2021). A Novel Development Scheme of Mobility as a Service: Can It Provide a Sustainable Environment for China? **Sustainability**, 13, 4233.