Revisão Rápida nº 02

Abril - 2021

Corredores exclusivos de transporte coletivo

Evidências sobre eficiência, relevância ambiental e impacto social

NEV Núcleo de Evidências | SESAU Secretaria Municipal de Saúde | CAMPO GRANDE PREFEITURA

Coordenação

Andressa de Lucca Bento

Equipe Técnica

Fauhber da Silva Cordeiro
Gabriel Valdes
José Hydemitsu Higa
Kassandhra Pereira Zolin
Luís Fernando Garcia da Silva
Saú Pereira Tavares de Oliveira

Rua Corveta, 141 | Carandá Bosque |CEP 79032-590 | Campo Grande/MS
E-mail: nev.pmcg@gmail.com | Fone/Whats: 67 **99189.3189**

Sumário

1 Resumo Executivo 4

Contexto 4

Objetivo 4

Método 4

Conclusão 4

2 Contexto 5

3 Método 7

3.1 Questão de Pesquisa 7

3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão 7

3.3 Definição da estratégia e bases de dados 7

3.4 Seleção de Evidências 8

4 Evidências 10

4.1 Considerações sobre impacto no meio ambiente urbano 10

4.1.1 Impacto gerado pelo transporte 10

4.1.2 Transporte público 10

4.1.3 Guias exclusivas e meio ambiente 11

4.1.4 Melhorando impacto ambiental em sistemas baseados em ônibus 11

4.2 Considerações sobre a otimização do transporte público e trânsito urbano 11

4.2.1 Ampliação da capacidade e eficiência do sistema por guias exclusivas 11

4.2.2 Custo de implementação e operacionalização 12

4.2.3 Aumento da adoção do ônibus 12

5 Conclusão 14

6 Considerações finais 15

6.1 Limitações do estudo 15

6.2 Declaração de potenciais conflitos de interesse 15

7 Referências 16

8 Apêndice A – Planilha de Extração de Dados 17

1 Resumo Executivo

Contexto

O aumento acelerado do número de veículos motores particulares e das demandas de mobilidade vêm tornando o desenvolvimento urbano não apenas problemático, mas insustentável. Medidas de renovação urbana precisam de assertividade.

Objetivo

Responder, analisando os melhores estudos científicos disponíveis, qual o efeito que a otimização do transporte coletivo por ônibus causa no meio ambiente urbano, apresentando as estratégias relatadas e evidências colhidas.

Método

A partir de busca nas bases Scopus, Web od Science e Social Systems Evidence, foram identificadas 154 referências. Todas foram triadas conforme os critérios de inclusão preestabelecidos, através da avaliação do título e do resumo (abstract). Destas, 21 estudos foram encaminhados para leitura de texto completo, dos quais 05 atenderam os critérios de inclusão para responder à questão de pesquisa, sendo analisados e tendo os principais dados relativos à questão de pesquisa extraídos e sintetizados conforme áreas de interesse.

Conclusão

O desenvolvimento do transporte público tem potencial de ser muito efetivo em reduzir emissões e melhorar a qualidade do ar. É considerado uma alternativa sustentável aos veículos motores particulares. Medidas de controle de emissões no transporte envolvem promoção do transporte em massa, melhora da frota veicular, combustíveis alternativos, controle do trânsito e planejamento urbano. Limitar o uso de carros pode reduzir consideravelmente a emissão de CO_2 viário. O aumento de investimento em transporte público causa mudanças no cenário de transporte de massa e reduz emissões per capita.

Mudanças no comportamento de transporte precisam de abordagens multinível bem pensadas. Há necessidade de melhorar a percepção do usuário de que viajar em transportes coletivos pode ser mais rápido. O fluxo financeiro deve sair dos subsídios a combustíveis e transporte individual para estabelecimento de uma infraestrutura de transporte público que mitigue as emissões do transporte terrestre.

Os requisitos para o sucesso do sistema público de transporte é que a mudança modal seja proveniente de veículos privados, que o volume de tráfego de veículos privados não seja só realocado para, por exemplo, as periferias da cidade, que os tempos de viagem sejam razoáveis e que a percepção das pessoas sobre o novo modo seja positiva.

2 CONTEXTO

Nas últimas décadas, um dos tópicos mais proeminentes na área de transporte é a ideia de sistemas de transporte sustentáveis. Embora não exista uma definição padrão de um "sistema modelo", o conceito se desenha ao redor da definição de desenvolvimento sustentável, onde as necessidades do presente são atendidas sem comprometer as gerações futuras[1]. Em uma lógica reversa, os sistemas de transporte "insustentáveis" seriam aqueles que impactam negativamente as reservas de petróleo, a atmosfera global, a qualidade do ar local, a mortalidade e morbidade proveniente de acidentes, congestionamentos, ruídos e os níveis de mobilidade da população[1].

Atualmente, o aumento acelerado de veículos particulares (fundamentalmente, carros e motos) não se apresenta apenas como um problema de trânsito e ecológico, mas um desafio urbanístico completo e complexo. De todos os quilômetros rodados no transporte, 3/4 são viajados por carros[2]. O gasto de energia por passageiro/km em carros particulares é aproximadamente o dobro do que na maioria dos transportes públicos[3]. O aumento da frota veicular também demanda a construção de mais estruturas impermeáveis como ruas e estacionamentos. O processo cria uma interconexão de estruturas duras que reduzem o número e a extensão de perdas hidrológicas naturais (infiltração, transpiração, etc.) aumentando contaminação de rios e o risco de enchentes[4].

O sucesso de um transporte urbano sustentável se baseia na seleção de um desenho de serviço otimizado que atenda da melhor e mais equilibrada forma as necessidades de operadores e consumidores[5]. Observando apenas quantidade, tal definição já se apresenta como desafio, uma vez que segundo projeções da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a demanda global de passageiros vai mais que dobrar entre 2015 e 2050[6]. Porém um sistema de transporte não se reduz a apenas levar um grande número de pessoas de um local a outro: o mesmo precisa ser acessível em tempo e espaço, ser confiável, ter poucas transferências e providenciar uma jornada financeiramente acessível, segura, rápida e confortável, além de apresentar impactos ambientais mínimos[5]. O transporte público se mostra essencial para atingir os objetivos de qualidade do ar, cidade saudável, descongestionamento do trânsito e acessibilidade para aqueles que estão em desvantagem em termos de mobilidade[7].

Além da mobilidade em si, a modelagem do transporte público afeta toda da dinâmica urbana. Mudanças nas rotas de ônibus podem afetar residentes com alterações na emissão de poluentes. A prosperidade de estabelecimentos comerciais e lojistas pode ser influenciada por mudanças no acesso ao transporte público[1]. Sistemas de trânsito rápido de ônibus mostraram uma poderosa influência em atrair novo desenvolvimento econômico e crescimento sustentável ao longo de seus corredores e no entorno de suas estações[5].

Um exemplo de integração de urbanismo, desenvolvimento econômico e transporte público é o Portland Transit Mall: um corredor de transporte público na principal via da cidade de Portland (EUA), onde cada parada de ônibus se encontra em um segmento urbano diferente, com características históricas, oportunidades comerciais, limites, contextos urbanos e atributos específicos – os "*urban rooms*". Mais do que apenas ofertar mobilidade, o transporte assume o papel de definir os espaços urbanos públicos[8].

Da perspectiva do design, instalações de transporte não são apenas elementos funcionais de mobilidade eficiente, e sim importantes componentes de uma localidade. Projetos como o "Thinking Beyond the Station" do Reino Unido, "Subart" em São Francisco e o "Bus:Stop" na Austria (além de vários outros projetos e iniciativas) levam a integração das paradas do transporte coletivo dentro do contexto urbano, dialogando culturalmente com a comunidade a quem servem[8].

Em Aalst (Bélgica), a transformação de um lote usado como estacionamento em uma praça integrada com o transporte coletivo levou a uma completa ressignificação do espaço e da dinâmica local. Além da melhora do trânsito, a integração do ponto de ônibus com o espaço urbano causou uma drástica mudança da percepção da localidade[8].

Em uma revisão da situação atual e futura em mobilidade sustentável, Fernandez-Sanchez & Fernandez-Heredia (2018) inferem que é o transporte urbano por ônibus – e não um carro voador, compartilhado ou autônomo – que pode ser o transporte do futuro. Porém, ao observar que 80% dos passageiros de transporte público do mundo utilizam ônibus, concluem que a estratégia não se trata tanto da invenção do futuro, mas sim da otimização do presente[7].

Em um contexto de modernização urbanística, desenvolvimento sustentável e planejamento estratégico da cidade de Campo Grande – MS, esta revisão busca estudar as relações entre a otimização do transporte público por ônibus e seu impacto no meio ambiente urbano, apoiando a tomada de decisão com as melhores evidências científicas disponíveis.

3 MÉTODO

Este estudo revisa sistematicamente a literatura científica adotando atalhos metodológicos estudados e descritos por Haby e colaboradores[9] para a elaboração de uma Resposta Rápida.

3.1 QUESTÃO DE PESQUISA

"Qual o efeito da otimização do transporte coletivo por ônibus no meio ambiente urbano?"

A pergunta de pesquisa foi construída usando o acrônimo PICOS, onde "P" corresponde à população estudada, "I" a Intervenção proposta, "C" ao comparador, "O" ao desfecho (outcome) esperado e "S" ao tipo de estudo (study). Para esta pesquisa utilizou-se:

P: Não se aplica

I: Corredor de ônibus; faixa exclusiva para ônibus; otimização do transporte coletivo

C: Trânsito comum; veículos motores particulares;

O: Qualidade do ar; geração de material particulado; gasto de combustível fóssil; tempo de deslocamento; fluidez do tráfego;

S: Revisões Sistemáticas; Revisões de Escopo; Avaliações Econômicas; Revisões Narrativas.

3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Os critérios foram definidos após leitura preliminar da literatura científica sobre o tema, visando delimitação da relevância, abrangência e utilidade dos artigos para responder à pergunta de pesquisa. Os critérios de inclusão são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Critérios de inclusão dos estudos

Tema	Abrange ônibus movidos à diesel Abrange otimização do uso/eficiência do transporte público Abrange impacto no meio ambiente urbano
Tipo de estudo	Revisão Sistemática Revisão de Escopo Avaliação Econômica Revisão Narrativa
Período	Sem restrição
Publicação	Texto completo disponível

3.3 DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA E BASES DE DADOS

Os descritores foram identificados a partir dos conceitos derivados da pergunta de pesquisa e após leitura preliminar de artigos relevantes ao tema, conforme Quadro 2.

Quadro 2. Descritores identificados

Intervenção	Bus
	Busway*
	Bus Exclusive Lane*
	Public transport*
	Corridors
Desfecho	Environment*
	Air quality
	Pollution
	Sustainability

Foram elaboradas estratégias de busca e aplicadas nos principais buscadores cujas bases de dados abrangidas pudessem possuir conteúdos pertinentes ao tema: Scopus (Elsevier), Web of Science (Clarivate Analytics) e Social Systems Evidence (MacMaster Forum+). Os resultados das buscas se deram conforme o Quadro 3, sendo selecionada para a pesquisa a estratégia "F", com 154 estudos identificados.

Quadro 3. Estratégias de busca e resultados em 08 de Abril de 2021

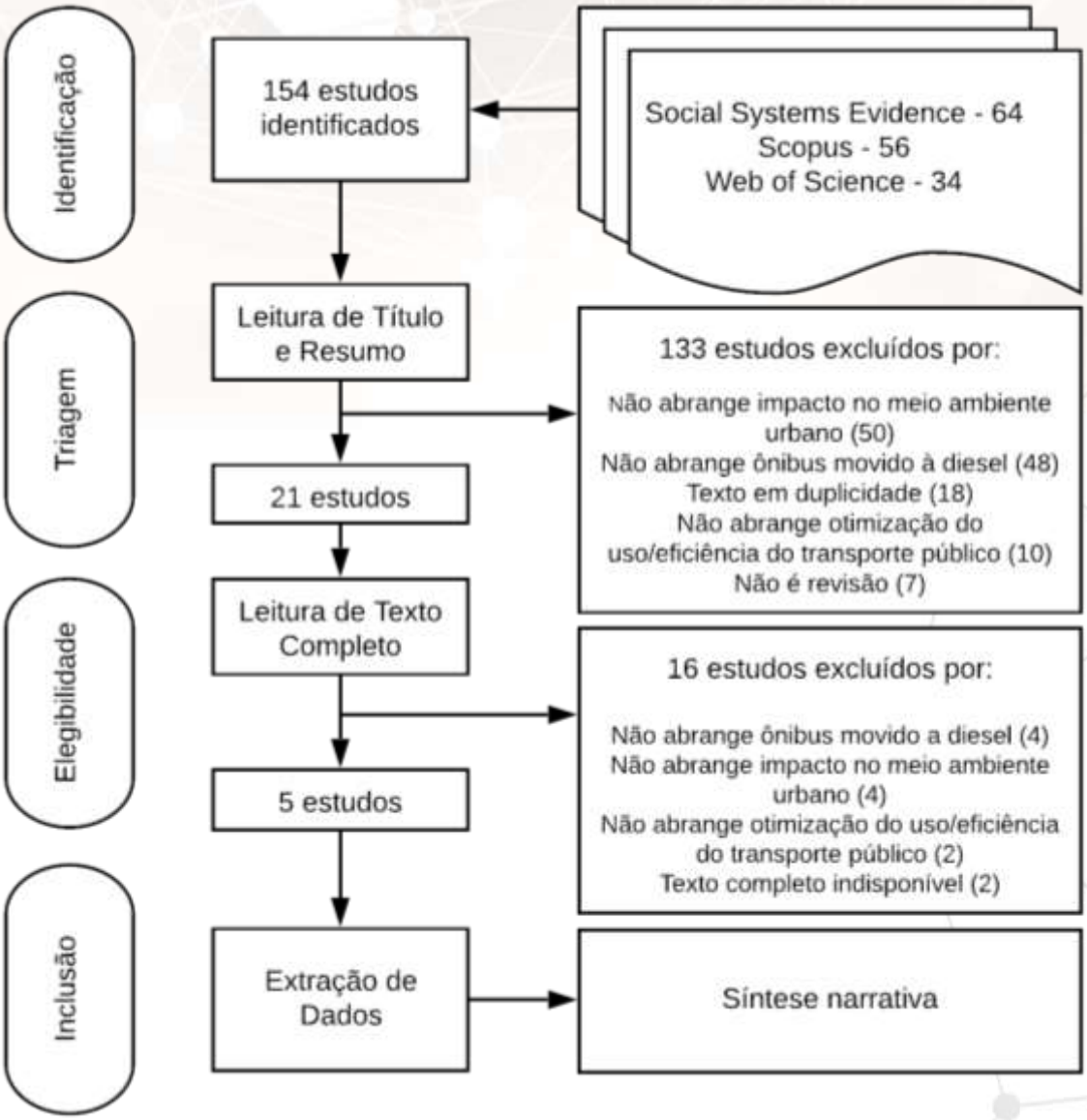
	Estratégia de Busca	Scopus	Web of Science	Social Systems Evidence
A	(bus OR busway* OR "bus lane*" OR "exclusive lane*" OR (public AND transport*)) AND (environment* OR "air quality" OR pollution) AND (review)	2.860	1.613	1.147
B	(bus OR busway* OR "bus lane*" OR "exclusive lane*") AND (environment* OR "air quality" OR pollution) AND (review)	490	339	331
C	(bus OR busway* OR "bus lane*" OR "exclusive lane*") AND ("public transport*") AND (environment* OR "air quality" OR pollution) AND (review)	86	74	59
D	(bus OR busway* OR "bus lane*" OR "exclusive lane*") AND ("public transport*") AND (environment* OR "air quality" OR pollution)	1.888	1.183	60
E	(bus OR busway* OR "bus lane*" OR "exclusive lane*" OR corridor*) AND ("public transport*") AND (environment* OR sustainability OR "air quality" OR pollution)	2.146	1.312	64
F	TITLE-ABS-KEY ((bus OR busway* OR "bus lane*" OR "exclusive lane*" OR corridor*) AND ("public transport*") AND (environment* OR sustainability OR "air quality" OR pollution)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "re"))	56	34	64

3.4 Seleção de Evidências

Todas as 154 referências encontradas foram triadas conforme os critérios de inclusão expostos no quadro 1, através da avaliação do título e do resumo (abstract). Destes, 21 estudos foram encaminhados para leitura de texto completo, dos quais 05 atenderam os critérios de inclusão para responder à questão de pesquisa, sendo analisados e tendo os principais dados relativos à questão extraídos e sintetizados conforme área de interesse. O fluxo das referências pode ser

descrito conforme Figura 1, e a Tabela de Extração de Dados pode ser consultada no Apêndice A.

Figura 1. Flowchart de seleção de evidências



4 EVIDÊNCIAS

4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE URBANO

4.1.1 Impacto gerado pelo transporte

O transporte impacta o meio ambiente de muitas formas, porém as mais relevantes são as emissões aéreas (gases e material particulado), ruídos e acidentes. Impactos externos quantificáveis como poluição da água, uso terrestre, uso de energias não renováveis são menores que os custos de emissões aéreas, ruídos e acidentes[3]. De forma geral, os custos ambientais são maiores que os de acidentes, porém menores que os decorrentes de congestionamento[3].

No que tange emissões aéreas, o transporte terrestre é responsável por 25% da poluição atmosférica nos países do Oriente Médio e Norte da África (MENA), sendo o segundo maior contribuidor para emissões de CO_2 na região[10]. Cerca de 23% da geração de CO_2 relacionada a energia vem do setor de transporte[2]. O transporte é responsável por 14% das emissões globais de CO_2, sendo 40% destes proveniente da mobilidade urbana[6].

O uso de carros está associado a altas concentrações de materiais particulados (PM) com impactos tangíveis na saúde humana[6]. Uso veicular de combustíveis fósseis também são a fonte predominante de geração de partículas ultra finas (UFP) em áreas urbanas, com motores pesados a diesel tendo uma contribuição desproporcionadamente grande nestas concentrações[11]. UFPs quando inaladas se depositam na região alveolar do pulmão, tendo efeitos na morbidade e mortalidade ainda não bem compreendidos. Em indivíduos saudáveis, são observáveis o aumento sistêmico de marcadores de inflamação e a irritação de vias aéreas baixas. Pessoas asmáticas experimentam exacerbação dos sintomas[11]. De forma geral, tempo diário de exposição ao tráfego e aos seus poluentes, ruídos e estresse são associados ao aumento de efeitos adversos sérios como infarto do miocárdio[11].

4.1.2 Transporte público

O gasto de energia por passageiro/km em carros particulares é aproximadamente o dobro do que na maioria dos transportes públicos[3]. De todos os quilômetros rodados, 3/4 são viajados por carros[2]. Limitar o uso de carros pode reduzir consideravelmente a emissão de CO_2 viário[2].

Comparando o setor de transporte como um todo, a poluição atmosférica proveniente do transporte público é relativamente baixa[3]. O transporte público é considerado uma alternativa sustentável aos veículos motores particulares[2]. O modelo de trânsito rápido de ônibus implementado em Bogotá (Colômbia) demonstrou redução tangível na poluição atmosférica, fatalidades e tempo de viagem[6]. O desenvolvimento de um sistema rápido de ônibus em Bogotá, Jakarta (Indonesia) e Dar es Salaam (Tanzânia) foi associado a reduções da emissão de carbono de mais de 50.000 toneladas por ano[6]. Nas intervenções elencadas por Hulkkonen, Mielonen & Prisle (2020), incentivos de desenvolvimento do transporte público foram responsáveis por reduções aproximadas de 50 mil (35 estudos de alta qualidade), 70 mil (49 estudos de qualidade média) e 250 mil (16 estudos de qualidade baixa) toneladas de CO_2 por ano[6].

Dentre 6 modais estudados (carro, balsa, caminhada, trem, ônibus e bicicleta), viagens de ônibus apresentaram a segunda menor exposição diária do passageiro às UFPs, perdendo apenas para o uso de bicicleta[11].

A probabilidade de ter acidentes em transporte público não é muito alta[2]. Considerando o número e severidade de acidentes por passageiro/km, viagens de ônibus são mais seguras que viagens em carro particular[3]. O modelo de trânsito rápido de ônibus implementado em Bogotá demonstrou reduções tangíveis no número de fatalidades decorrentes do trânsito[6].

4.1.3 Guias exclusivas e meio ambiente

A frequência de abertura de portas e a natureza de "parar e seguir" do trajeto do ônibus faz com que estes tenham a tendência a se auto poluir (ou seja, expor de seus passageiros a seus próprios poluentes) [11]. Quanto à poluição sonora, ônibus em guias exclusivas são "perceptivelmente mais silenciosos" do que em ruas normais[3].

Embora existam poucos estudos no assunto, foram associados a maior exposição a UFPs o tráfego pesado, descrições de fim/conexão de via (curvas, semáforos, etc) e tráfego de veículos a diesel[11]. Otimizar o fluxo de ônibus por vias exclusivas (reduzindo tempo das paradas e tempo de trajeto) poderia reduzir tais fatores de exposição.

De forma geral, os ganhos ambientais relacionados a guias exclusivas de ônibus são apresentados como decorrentes do desenvolvimento do transporte público, da maior adoção do sistema, da diminuição do uso de outros veículos motores e, consequentemente, da redução de emissões provenientes de combustíveis fósseis. Tais desfechos e seus efeitos serão mais adequadamente descritos nos demais tópicos.

4.1.4 Melhorando impacto ambiental em sistemas baseados em ônibus

Dentre os ônibus, os movidos à diesel possuem a maior capacidade de auto-poluição, ou seja, exposição de seus passageiros a seus próprios poluentes. O uso de catalizadores de oxidação, filtros particulados, sistemas de filtragem do cárter e combustível de teor de enxofre ultra baixo diminuem tal poluição; as menores taxas foram relacionadas a ônibus movidos à combustíveis alternativos (gás natural, biodiesel e elétrico) [11]. Motores modernos usando combustível diesel de ultra baixo teor de enxofre reduzem significativamente a geração de UFP[11].

As tecnologias mais promissoras na preservação do meio ambiente são: motores a diesel mais modernos (maior eficiência, menor emissão de poluentes); avanço na propulsão elétrica e biocombustíveis[3]. O uso de combustíveis alternativos pode ter impacto considerável nas emissões veiculares, especialmente em sistemas baseados em ônibus[3].

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A OTIMIZAÇÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO E TRÂNSITO URBANO

4.2.1 Ampliação da capacidade e eficiência do sistema por guias exclusivas

A velocidade da operação dos ônibus é afetada principalmente pelo número e distância entre paradas, aceleração e desaceleração prática máxima e grau de separação do tráfego comum[3]. O design de uma via exclusiva para ônibus afeta diretamente sua eficácia: em geral, melhoram o tempo total de percurso dos mesmos (0,5 a 5 minutos), mas ocasionalmente a custo do tempo médio do tráfego comum que divide a via[3]. A disponibilidade de vias exclusivas para ônibus aumenta a pontualidade do transporte público ao evitar atrasos desnecessários devido ao trânsito[2].

São Paulo consegue transportar 25mil passageiros por hora em horários de pico com ônibus, fato possível apenas devido a paradas de ônibus que suportam mais de um veículo e faixas exclusivas[3]. Em Ottawa, a velocidade média de um ônibus em faixa exclusiva é de 50km/h; em

rua normal, cai para 23km/h[3]. Em algumas partes de Porto (Portugal), e Bogotá, onde vias exclusivas de ônibus estão disponíveis, os mesmos são percebidos como mais rápidos que carros[2]. Em Bogotá, a construção de um sistema de trânsito rápido de ônibus aumentou a demanda de usuários de 14 mil para 1.7 milhão de passageiros por dia, com redução tangível no tempo de viagem[6]. É evidente por vários exemplos como em Bogotá e Ahmedabad que uma quantidade significativa de tempo de viagem e melhora na pontualidade podem ser obtidas se faixas exclusivas estiverem disponíveis para ônibus[2].

Faixas exclusivas também aumentam o conforto, reduzindo o tempo de viagem e a variabilidade no tempo de partida, chegada e trajeto[2].

4.2.2 Custo de implementação e operacionalização

Ônibus são consideravelmente mais baratos que o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) – o segundo modal de transporte público mais acessível – apresentando velocidade, confiabilidade e eficiência semelhantes. O custo "por assento" de um ônibus moderno é de 4 a 5 vezes mais barato que do VLT[3]. O ônibus tem potencial de providenciar serviços similares ou até melhores quando comparados com outros transportes públicos, a um custo muito menor[2].

A baixa rentabilidade de alguns sistemas baseados em ônibus pode ser relacionada à relativa pequena extensão de faixas com prioridade, comparados à rota total do mesmo[3]. Sistemas de priorização de ônibus podem ser implementados com maior flexibilidade que VLT ou outros transportes públicos[3].

4.2.3 Aumento da adoção do ônibus

Valores ambientais compõem um papel relevante em moldar as intenções comportamentais das pessoas, porém seu efeito real no comportamento e escolhas das mesmas é negligenciável[6]. Exposição a congestionamento, ruído, poluição atmosférica ou contribuição para emissão de gases do efeito estufa (GHG) não aparenta dar às pessoas motivos suficientes para mudar seu transporte para modais mais sustentáveis: suas decisões são alicerçadas em hábitos[6].

A escolha de pais sobre o transporte dos filhos são guiadas fundamentalmente por questões de segurança[11]. Para estudantes e mulheres, segurança é mais importante que qualquer outro atributo de serviço[2].

Fora destes demográficos, a escolha do modo de transporte depende fortemente das consequências associadas à falta de pontualidade[2]. A satisfação das pessoas que utilizam diariamente o transporte coletivo diminui com o aumento do tempo de viagem[2]. O aumento na velocidade e frequência de ônibus em Dublin (Irlanda) levou à redução do uso de carros de 34% para 22%[2]. Em Seoul (Coréia do Sul), o uso diário de ônibus aumentou em mais de 700 mil após redução do tempo de viagem pela introdução de faixas de ônibus separadas[2]. Em Bogotá, a adoção de um sistema de trânsito rápido de ônibus aumentou a demanda de usuários de 14 mil para 1.7 milhão de passageiros por dia[6].

A falta de investimento em serviços de ônibus resulta em aumento da idade da frota e declínio na frequência dos serviços, dificultando ainda mais a competição com o transporte individual[10].

Mudanças na imagem e nível de serviço dos transportes públicos são necessárias para atrair e manter usuários potenciais[2]. Proprietários de carros percebem ônibus como desconfortáveis por serem lotados, odorosos e mal ventilados; também preferem seus carros por percebe-los como um meio mais rápido de transporte[2]. Baixa confiabilidade ou conforto acarreta em retorno ao

uso de carros[2]. Há necessidade de melhorar a percepção do usuário de que viajar em transportes coletivos pode ser mais rápido[2].

Embora tarifas menores incentivem o uso de transporte público, o aumento do custo de veículos privados tem tido maior impacto na mudança de adoção de transporte[2]. A liberação gratuita de transporte não leva usuários de carro a utilizar transportes públicos, além de abrir possibilidade de super utilização e desvalorização do serviço[6].

Mudanças estruturais temporárias (como fechamento de ruas) podem ser importantes disparadores para mudança de modais e avanço nos transportes cooperativos[6].

De forma geral, pode se concluir que frequência, conforto, diretividade e pontualidade são nós críticos para o transporte público; entretanto há necessidade de identificar preocupações específicas do público alvo para melhorar a atratividade do transporte coletivo de acordo com suas necessidades e expectativas[2].

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do transporte público tem potencial de ser muito efetivo em reduzir emissões e melhorar a qualidade do ar[6]. É considerado uma alternativa sustentável aos veículos motores particulares[2]. Medidas de controle de emissões no transporte envolvem promoção do transporte em massa, melhora da frota veicular, combustíveis alternativos, controle do trânsito e planejamento urbano[10]. Limitar o uso de carros pode reduzir consideravelmente a emissão de CO_2 viário[2]. O aumento de investimento em transporte público causa mudanças no cenário de transporte de massa e reduz emissões per capita[10].

Mudanças no comportamento de transporte precisam de abordagens multinível bem pensadas. Há necessidade de melhorar a percepção do usuário de que viajar em transportes coletivos pode ser mais rápido[2]. O fluxo financeiro deve sair dos subsídios a combustíveis e transporte individual para estabelecimento de uma infraestrutura de transporte público que mitigue as emissões do transporte terrestre[10].

Os requisitos para o sucesso do sistema público de transporte é que a mudança modal seja proveniente de veículos privados, que o volume de tráfego de veículos privados não seja só realocado para, por exemplo, as periferias da cidade, que os tempos de viagem sejam razoáveis e que a percepção das pessoas sobre o novo modo seja positiva[6].

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Trata-se de uma resposta rápida realizada em nove dias úteis, adotando atalhos metodológicos explícitos para produção de conhecimento em tempo adequado ao apoio decisório. Podem haver evidências não publicadas, em bases de dados secundárias ou em literatura cinza que alterem a conclusão deste estudo.

6.2 DECLARAÇÃO DE POTENCIAIS CONFLITOS DE INTERESSE

Os elaboradores deste relatório possuem vínculo estatutário com a Secretaria Municipal de Saúde de Campo Grande. Os mesmos declaram isenção e imparcialidade no desenvolvimento desta resposta rápida, aferíveis pela transparência no relato dos passos executados e pela reprodutibilidade do método.

7 REFERÊNCIAS

1. Lane BW, Sherman CP. Using the Kaldor-Hicks Tableau to assess sustainability in cost-benefit analysis in transport: An example framework for rail transit. Res Transp Bus Manag [Internet]. 2013;7:91–105. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.03.003

2. Suman HK, Bolia NB. A Review of Service Assessment Attributes and Improvement Strategies for Public Transport. Transp Dev Econ [Internet]. 2019;5(1):1–17. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/s40890-018-0069-x

3. Brand C, Preston J. Which technology for urban public transport? Proc Inst Civ Eng Transp. 2003;156(4):201–10.

4. Berland A, Shiflett SA, Shuster WD, Garmestani AS, Goddard HC, Herrmann DL, et al. The role of trees in urban stormwater management. Landsc Urban Plan [Internet]. 2017;162:167–77. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.017

5. Wirasinghe SC, Kattan L, Rahman MM, Hubbell J, Thilakaratne R, Anowar S. Bus rapid transit - a review. Int J Urban Sci. 2013;17(1):1–31.

6. Hulkkonen M, Mielonen T, Prisle NL. The atmospheric impacts of initiatives advancing shifts towards low-emission mobility: A scoping review. Sci Total Environ [Internet]. 2020;713:136133. Available from: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136133

7. Fernandez-Sanchez G, Fernandez-Heredia A. Strategic thinking for sustainability: A review of 10 strategies for sustainable mobility by bus for cities. Sustain. 2018;10(11).

8. Vitale Brovarone E. Design as if bus stops mattered: exploring the potential role of public transport stops in the urban environment. Urban Des Int [Internet]. 2021;26(1):82–96. Available from: https://doi.org/10.1057/s41289-020-00132-8

9. Haby MM, Chapman E, Clark R, Barreto J, Reveiz L, Lavis JN. What are the best methodologies for rapid reviews of the research evidence for evidence-informed decision making in health policy and practice: A rapid review. Health Research Policy and Systems. 2016.

10. Abbass RA, Kumar P, El-Gendy A. An overview of monitoring and reduction strategies for health and climate change related emissions in the Middle East and North Africa region. Atmos Environ [Internet]. 2018;175(November 2017):33–43. Available from: https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.11.061

11. Knibbs LD, Cole-Hunter T, Morawska L. A review of commuter exposure to ultrafine particles and its health effects. Atmos Environ [Internet]. 2011;45(16):2611–22. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.02.065

8 APÊNDICE A – PLANILHA DE EXTRAÇÃO DE DADOS

Autor, Ano e Tipo	Objetivo do Estudo	Artigos Incluídos	Colaborações sobre otimização do transporte público e impacto no trânsito	Colaborações sobre impacto no meio ambiente	Conclusões do autor
Brand & Preston 2003 Revisão Narrativa	Avaliar evidências empíricas sobre transportes alternativos urbanos e inter-urbanos apresentados pela política pública britânica	Não informado	São Paulo consegue transportar 25mil por hora em horários de pico com ônibus, fato possível apenas devido paradas de ônibus que suportam mais que um veículo e faixas exclusivas de ônibus. Velocidade da operação é afetada principalmente pelo número e distância entre paradas, aceleração e desaceleração prática máxima e grau de separação do tráfego comum. O design de uma via exclusiva para ônibus afeta diretamente sua eficácia: em geral, melhoram o tempo total de percurso dos mesmos (0,5 a 5 minutos), mas ocasionamente a custo do tempo médio do tráfego comum que divide a via. Ônibus são consideravelmente mais baratos que o veículo Leve sobre Trilhos (VLT), apresentando velocidade, confiabilidade e eficiência semelhantes. O custo ""por assento"" de um onibus moderno é de 4 a 5 vezes mais barato que do VLT. Em Ottawa, a velocidade média de um ônibus em faixa exclusiva é de 50km/h; em rua normal, cai para 23km/h. Viagens de ônibus são mais seguras que viagens em carro particular (considerando acidentes por passageiro por km)	O gasto de energia por passageiro/km é aproximadamente o dobro do que a maioria dos transportes públicos. As tecnologias mais promissoras na preservação do meio ambiente são: motores a diesel mais modernos (maior eficiencia, menor emissão de poluentes); avanço na propulsão elétrica; biocombustíveis. Comparando o setor de transporte como um todo, a poluição atmosférica proveniente do transporte público é relativamente baixa. Quanto à poluição sonora, ônibus em guias esclusivas são "perceptivelmente mais silenciosos" do que em ruas normais.	A baixa rentabilidade de sistemas baseados em ônibus pode ser realacionada à relativa pequena extensão de faixas com prioridade para ônibus, comparados à rota total; sistemas de priorização de ônibus podem ser implementados com maior flexibilidade que VLT. Uso de combustíveis alternativos podem ter impacto considerável nas emissões veiculares, especialmente em sistemas baseados em ônibus. Impactos externos quatificaveis como poluição da água, uso terrestre, uso de energias não renováveis são menores que os custos de emissões aéreas, ruido e acidentes. Custos ambientais são maiores que o de acidentes, porém menores que os decorrentes de congestionamento.

Autor, Ano e Tipo	Objetivo do Estudo	Artigos Incluídos	Colaborações sobre otimização do transporte público e impacto no trânsito	Colaborações sobre impacto no meio ambiente	Conclusões do autor
Knibbs, Cole-hunter & Morawska 2011 Revisão Sistemática	Calcular a exposição média de passageiros à particulas utrafinas (UFP) de acordo com o meio de transporte utilizado	47	A escolha de pais sobre o transporte dos filhos são guiadas fundamentalmente por questões de segurança. A frequencia de abertura de portas e a natureza de "parar e seguir" do trajeto do ônibus faz com que estes tenham a tendencia a se auto poluir.	Uso veicular de combustíveis fósseis são a fonte predominante de UFP em áreas urbanas, com motores pesados a diesel tendo uma contribuição desproporcionadamente grande nas concentrações. Entretanto motores modernos usando combustível diesel de ultra baixo teor de enxofre reduz significativamente esta contribuição. UFPs, quando inaladas, atingem e se depositam na região alveolar com maior eficiência; efeitos na morbidade e mortalidade ainda não são bem compreendidos; em indivíduos saudáveis, são observáveis aumento sistêmico de marcadores de inflamação e irritação de vias aéreas baixas; pessoas asmáticas experimentam exacerbação dos sintomas. De forma geral, tempo diário de exposição ao tráfego e aos seu poluentes, ruidos e estresse são associados ao aumento de efeitos adversos sérios como infarto do miocardio. Dentre 6 modais estudados, viagens de onibus apresentaram a segunda menor exposição do passageiro às UFPs. Embora existam poucos estudos no assunto, foram associados a maior exposição a UFPs o tráfego pesado, descrições de fim/conexão de via (curvas, semáforos, etc) e tráfego de veículos a diesel. Dentre os ônibus, os movidos à diesel possuem a maior capacidade de auto-poluição; o uso de catalizadores de oxidação, filtros particulados, sistemas de filtragem do cárter e combustível de teor de enxofre ultra baixo diminuem tal poluição; as menores taxas foram realcionadas a ônibus movidos à combustíveis alternativos (gás natural, biodiesel e elétrico)	O transporte diário por ônibus apresenta a segunda menor concentração média de UFP para seus passageiros, perdendo apenas para o trasporte por bicicleta.

Rua Corveta, 141 | Carandá Bosque |CEP 79032-590 | Campo Grande/MS
E-mail: nev.pmcg@gmail.com | Fone/Whats: 67 **99189.3189**

Autor, Ano e Tipo	Objetivo do Estudo	Artigos Incluídos	Colaborações sobre otimização do transporte público e impacto no trânsito	Colaborações sobre impacto no meio ambiente	Conclusões do autor
Abbass, Kumar & El-Gendy 2018 Revisão Narrativa	Avaliar o estado atual da poluição atmosférica na região do Oriente Médio e Norte da Africa (MENA)	Não informado	A falta de investimento em serviços de ônibus resulta em aumento da idade da frota e declínio na frequência dos serviço, dificultando ainda mais a competição com o transporte individual.	Transporte terrestre é responsável por 25% da poluição atmosférica do MENA. Medidas de controle de emissões no transporte envolvem promoção do transporte em massa, melhora da frota veicular, combustíveis alternativos, controle do trânsito e planejamento urbano Aumento de investimento em transporte público na região causa mudança no cenário de transporte de massa e reduz emissões per capita;	Transporte terrestre é o segundo maior contribuidor para emissões de CO2 na região, e há espaço para ações de mitigação e controle de emissões no setor. O fluxo financeiro deve sair dos subisídios a combustíveis e energia e ir para estabelecimento de uma infra-estrutura de transporte público que mitigue as emissões do transporte terrestre.

Rua Corveta, 141 | Carandá Bosque |CEP 79032-590 | Campo Grande/MS
E-mail: nev.pmcg@gmail.com | Fone/Whats: 67 **99189.3189**

Autor, Ano e Tipo	Objetivo do Estudo	Artigos Incluídos	Colaborações sobre otimização do transporte público e impacto no trânsito	Colaborações sobre impacto no meio ambiente	Conclusões do autor
Suman & Bolia 2019 Revisão Narrativa	Revisar a literatura existente e desenvolver relações de causa e efeito entre atributos da avaliação de serviços e estratégias de melhoria do transporte público	Não informado	Embora tarifas menores incentivem o uso de transporte público, o aumento do custo de veículos privados tem tido maior impacto na mudança de adoção de transporte. Além do preço, mudança na imagem e nível de serviço dos transportes públicos são necessárias para atrair e manter usuários potenciais; baixa confiabilidade ou conforto acarreta em retorno ao uso de carros. Ônibus tem potencial de providenciar serviços similares ou até melhores quando comparados com outros transportes públicos, a um custo muito menor. Para estudantes e mulheres, segurança é mais importante que qualquer outro atributo de serviço. A escolha do modo de transporte depende fortemente das consequencias associadas à falta de pontualidade. Usuários de carro percebem ônibus como desconfortáveis por serem lotados, odorosos e mal-ventilados. Donos de carro tendem a usá-los em detrimento ao transporte público, por percebe-los como um meio mais rápido de transporte; entretanto, ônibus são percebidos como mais rápidos que carros em algumas partes de Porto (Portugal), e Bogotá (Colômbia), onde vias exclusivas de ônibus estão disponíveis. O Aumento na velocidade e frequência de ônibus em Dublin (Irlanda) redução em redução do uso de carros de 34% para 22%. A satisfação dos usuários diários diminui com o aumento do tempo de viagem do transporte público. A disponibilidade de vias exclusivas para ônibus aumenta a pontualidade do transporte público ao evitar atrasos desnecessários devido ao trânsito. É evidente por vários exemplos como em Bogotá e Ahmedabad que uma quantidade significativa de tempo de viagem e melhora na pontualidade podem ser obtidas se faixas exclusivas estiverem disponíveis para ônibus. Em Seoul, o uso diário de ônibus aumentou em mais de 700 mil após redução do tempo de viagem pela introdução de faixas de ônibus separadas. Faixas exclusivas para ônibus também aumentam o nível de conforto, reduzindo o desconforto gerado por longo tempo de viagem ou pela variabilidade no tempo de partida, chegada e trajeto	Cerca de 23% do CO2 relacionado à energia é proveniente apenas do setor de transporte. De todos os kilometros rodados, 3/4 são viajados por carros. Limitar o uso de carros pode reduzir a emissão de CO2 viário. O transporte público é considerado uma alternativa sustentável aos veículos motores particulares.	Há necessidade de melhorar a percepção do usuário que viajar em transportes coletivos podem ser mais rápidos. De forma geral, pode se concluir que frequência, conforto, diretividade e pontualidade são nós críticos para o tranporte público; há entretanto necessidade de identificar preocupações específicas do público alvo para melhorar a atratividade do transporte coletivo de acordo com suas necessidade e expectativas.

Autor, Ano e Tipo	Objetivo do Estudo	Artigos Incluídos	Colaborações sobre otimização do transporte público e impacto no trânsito	Colaborações sobre impacto no meio ambiente	Conclusões do autor
Hulkkonen, Mielonen & Prisle 2020 Revisão de Escopo	Avaliar intervenções que potenciamente influenciEm o comportamento de transporte das pessoas e a adoção de diferentes modais de transporte	108 intervenções	A demanda global de passageiros vai mais que dobrar entre 2015 e 2050. Exposição a congestionamento, ruido, poluição atmosférica ou contribuição para emissão de gases do efeito estufa (GHG) não aparenta dar as pessoas motivos suficientes para mudar seu transporte para modais mais sustentáveis: suas decisões são alicerçadas em hábitos. Mudanças estruturais temporárias (como fechamento de ruas) podem ser importantes disparadores para mudança de modais e avanço nos transportes cooperativos. Em Bogotá (Colombia), a construção de um sistema de trânsito rápido de ônibus aumentou a demanda de usuários de 14 mil para 1.7 milhão de passageiros por dia; entretanto nem todos podem ser antigos usuários de carro/motocicleta. O modelo demonstrou redução tangível na poluição atmosférica, fatalidades e tempo de viagem. As condições para o desenvolvimento do transporte público é que seja uma mudança modal proveniente de veículos privados, que o volume de veículos privados não seja apenas realocado para outras vias, que os tempos de viajem sejam razoáveis e que a percepção das pessoas sobre o novo transporte seja positiva. O liberação gratuita de transporte não incentivou usuários de carro a utilizar transportes públicos, além de abrir possibilidade de superutilização e desvalorização do serviço.	O transporte é responsável por 14% das emissões globais de CO2, sendo 40% proveniente da mobilidade urbana; o uso de carros está associado a altas concentrações de material particulado (PM), com impactos tangíveis na saúde humana. Valores ambientais compõem um papel relevante em moldar as intenções comportamentais das pessoas, porém seu efeito real no comportamento e escolhas das mesmas é negligenciável. O desenvolvimento do transporte público tem potencial de ser muito efetivo em reduzir emissões e melhorar a qualidade do ar. O desenvolvimento de um sistema rápido de ônibus em Bogotá (Colômbia), Jakarta (Indonesia) e Dar es Salaam (Tanzânia) foi associado à reduções da emissão de carbono de mais de 50 kt por ano. Nas intervenções elencadas, incentivos de desenvolvimento do transporte público foram responsáveis por reduções aproximadas de 50 mil (35 estudos de alta qualidade), 70 mil (49 estudos de qualidade média) e 250 mil (16 estudos de qualidade baixa) toneladas de CO2 por ano.	Mudanças no comportamento de transporte precisam de abordagens multinível bem pensadas. Avaliações de alta qualidade dos impactos atmosféricos relacionados mudanças modais de transporte são poucas; os métodos constantemente falham em comparar com um controle ou presumem impactos e quantidades de emissões. Estudos sobre sanções tendem a ser melhor estruturados e embasados.