

APROPRIAÇÃO DE CUSTOS NO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS: UMA INVESTIGAÇÃO DAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS E DE PADRÕES REGIONAIS INTERNACIONAIS

Victor Lima Migliorini (FGV) E-mail: vlmigli@gmail.com
Paulo Rogério da Silva Monteiro (FGV) E-mail: paulo.monteiro@fgv.br
Marcus Vinícius Quintella Cury (FGV) E-mail: marcus.quintella@fgv.br
Marcelo Prado Sucena (FGV) E-mail: marcelo.sucena@fgv.br

Resumo: Considerando os latentes desafios relacionados à garantia de níveis adequados de qualidade nos deslocamentos urbanos, tem sido cada vez mais fundamental que se aprimore a gestão dos serviços de transporte público, principalmente em relação aos custos operacionais. Neste contexto, apresenta-se uma revisão bibliográfica sistemática de fontes técnicas e acadêmicas, abrangendo diferentes regiões geográficas e abordagens metodológicas. Esta consolidação proporciona a análise da frequência de abordagens e da profundidade das referências dos componentes de custo. Quanto às metodologias para cálculo de custos, constata-se diferença na abordagem dos documentos brasileiros, com uso de planilhas tarifárias, frente a outros países, com métodos de estimativa matemática. Constata-se também que as planilhas tarifárias têm grau de detalhamento das parcelas de custo maior que o encontrado em outras metodologias de cálculo, decorrente da apresentação de fórmulas e coeficientes detalhados.

Palavras-chave: Transporte público, custos de transporte, tarifa de transportes

COST ALLOCATION IN PUBLIC BUS TRANSPORT: AN INVESTIGATION OF METHODOLOGICAL APPROACHES AND INTERNATIONAL REGIONAL STANDARDS

Abstract: Given the ongoing challenges of ensuring adequate levels of quality in urban travel, improving the management of public transportation services, particularly concerning operational costs, has become increasingly essential. In this context, a systematic literature review of technical and academic sources is presented, covering different geographical regions and methodological approaches. This consolidation enables the analysis of the frequency of approaches and the depth of references to cost components. Regarding cost calculation methodologies, differences were observed between Brazilian documents, which use detailed fare calculation spreadsheets, and those from other countries, which rely on mathematical estimation methods. Furthermore, the fare calculation spreadsheets exhibit a greater level of detail in cost components compared to other methodologies, due to the use of detailed formulas and coefficients.

Keywords: Public transport, transport costs, transport fare

1. Introdução

Gestores públicos, muitas vezes, necessitam de modelos de gestão urbana mais adequados para melhoria da qualidade de vida da sociedade. No entanto, enfrentam obstáculos como restrições de uso do solo e planejamento urbano deficientes, crescimento desordenado de assentamentos, altas populações e densidades populacionais, renda crescente, demanda de viagens etc. (VERMA E RAMANAYYA, 2014).

Não obstante a tais obstáculos, que de certa forma interferem nos modos de mobilidade urbana, o transporte público destaca-se e desempenha papel fundamental na movimentação urbana, também atuando sobremaneira na vida do cidadão. Desafiando as cidades modernas a oferecerem sistemas coletivos eficientes, sustentáveis e

acessíveis para seus habitantes, Estrada *et al.* (2021) afirmam que transportes coletivos são elementos chave para as administrações públicas aliviarem, principalmente, as externalidades associadas ao aumento do uso de veículos particulares em termos de congestionamento, poluição do ar, ruído ou acidentes.

Diante desse desafio para o legislador urbano, muitas municipalidades de países em desenvolvimento estão tentando expandir e atualizar seus sistemas de transporte público para criarem soluções sustentáveis para suas cidades, objetivando o aperfeiçoamento dos acessos aos equipamentos da cidade. Entretanto, esbarram na existência e adequação de ferramentas para aferição dos custos envolvidos que interferem sistemicamente na operação dos sistemas de movimentação, dificultando a otimização dos ativos públicos, próprios ou concedidos, além de interferir sensivelmente na qualidade do serviço prestado à sociedade.

Deste modo, no que tange aos aspectos da gestão dos custos envolvidos na operação dos sistemas, é oportuno aprofundar-se ainda mais os princípios de planejamento e gerenciamento operacional do transporte público, tal como apontado por Dantier *et al.* (2018), que focaram em revisão sistematizada da literatura para identificarem o estado da arte sobre o tema “transporte público” considerando a base Scopus. Foram identificados 7.698 artigos publicados entre 1945 e 2016, sendo que apenas no ano de 2016 foram sinalizados 740 artigos, quase 10,0% da amostra identificada.

Ainda segundo Dantier *et al.* (2018), os países que mais publicam a respeito de transporte público, considerando a mesma base Scopus, é o Reino Unido, com 13,9% das publicações mundiais selecionadas, seguido pelos Estados Unidos com 9,3%, Austrália e China, com cerca de 7,5% cada um. Nesse aspecto, os artigos brasileiros correspondem a 1,5% da amostra mundial observada.

Conforme relatado por Bokor (2012), apesar da grande quantidade de artigos abordando a temática “transporte coletivo”, a literatura frequentemente analisa os custos de transporte por meio de abordagens macro e microeconômicas, o que resulta em uma escassez de estudos com cálculos detalhados de custos provenientes das empresas operadoras dos sistemas de transporte, embora essas informações sejam essenciais para controlarem a produção do transporte.

Bokor (2012) ressalta ainda que a operação (e os custos associados) das empresas de transporte não pode ser modelada perfeitamente, sendo necessária a adoção de simplificações na representação de estruturas organizacionais e de serviço, tornando os resultados obtidos menos precisos.

Ao aprimorar a modelagem para apropriação de custos e cálculo tarifário, de forma que seja compreensível e aplicável no contexto local, os serviços de transporte podem se beneficiar de gestão mais eficiente, garantindo a sustentabilidade financeira e a qualidade dos serviços oferecidos. Dessa forma, enfrentar esse desafio motivador contribuiu para o desenvolvimento do setor de transporte e para o bem-estar da comunidade atendida. (MONTEIRO E MIGLIORINI, 2023).

Considerando esse cenário, este artigo tem como objetivo principal a análise do perfil de artigos e documentos técnicos que tratam dos meios de apropriação custos dos sistemas de transporte coletivo por ônibus em diferentes regiões do mundo. Adicionalmente, este estudo também propõe identificar e caracterizar as parcelas de custos de composição utilizadas por esses documentos em cada região específica. A análise desenvolvida visa a destacar as similaridades e diferenças de enfoques e detalhamentos encontrados em cada local, proporcionando a visão abrangente das práticas de cálculo de custos em

diferentes contextos geográficos e sociais.

2 Metodologia de Pesquisa

Com intuito de contribuir para compreensão aprofundada das metodologias e procedimentos de cálculo de custos para sistemas de transporte coletivo por ônibus, realiza-se a revisão bibliográfica sistemática, considerando referências de várias partes do globo. Para esta análise definem-se quatro regiões distintas: (1) Brasil, (2) Europa, (3) Ásia / Oceania / África e (4) América – exceto Brasil. Cada publicação é classificada segundo o local cujo serviço de transporte é objeto do estudo apresentado.

Com isso, pretende-se coletar e analisar estudos que contenham abordagens de custeio de transporte público por ônibus, determinando-se critérios e ferramentas de busca que possam ser reproduzidos, independente de assinaturas de base de dados científicas, de forma planejada e controlada. Assim, destacar-se-ão aspectos de qualidade metodológica, proporcionando ampliar as evidências sobre o contexto, permitindo identificar oportunidades teóricas que possam ser exploradas para ampliação da visão atual sobre o tema.

A plataforma escolhida para realizar a pesquisa de artigos científicos foi o Google Acadêmico que, apesar de eventualmente apresentar deficiências, está disponível sem assinatura e oferece abordagem eficiente para acessar ampla gama de informações acadêmicas. Neste estudo foram utilizadas palavras-chave individuais específicas para identificarem-se artigos científicos relacionados aos seguintes temas: “*cost calculation public transport*”, “*public transport system costs*”, “*public city transport ‘unit costs’*”, “*operating cost public transport*”, “*operating cost public transport methodology*”, “*unit cost ‘public transport’*”, “*‘cost calculation model’ transport public bus*”, “*cost equation transport public bus*”.

A base de dados usada nesta pesquisa é a mesma utilizada no estudo concebido por Monteiro e Migliorini (2023), garantindo, assim, a complementaridade das análises realizadas por meio de um corte longitudinal da literatura que incluiu o intervalo de tempo entre 1979 e 2022.

Por intermédio da revisão dos documentos, selecionam-se aqueles que abordam especificamente parcelas de composição de custos. Tais abordagens podem ser apenas citações dessas parcelas, caracterização metodológica, apresentação de valores absolutos, comparação de valores entre sistemas, apresentação da participação de itens de custo sobre o custo total, definição de faixas de variação de parâmetros ou equações para cálculo desses custos.

Após a seleção dos documentos a serem considerados, classificam-se as abordagens metodológicas utilizadas em cada documento, agrupando-as em cinco grupos: (1) apresentação de dados reais; (2) planilha tarifária ou cálculo direto de custos; (3) modelos econométricos; (4) abordagem contábil e (5) outros métodos (*Total Cost of Ownership* e *Activity-Based Costing*). Os resultados dessas análises, bem como de seus quantitativos, são apresentados detalhadamente no item 3.

Após a classificação das abordagens utilizadas, constrói-se a base de dados com a identificação e classificação das parcelas de composição de custos relacionadas aos sistemas de transporte público coletivo por ônibus. Essas parcelas são agrupadas em três níveis de detalhamento: (N1) grupos de custo, (N2) itens de custo e (N3) parcelas de custo, conforme apresentado na Figura 1. O detalhamento e a composição de cada um dos referidos itens são apresentados no item 4.1.

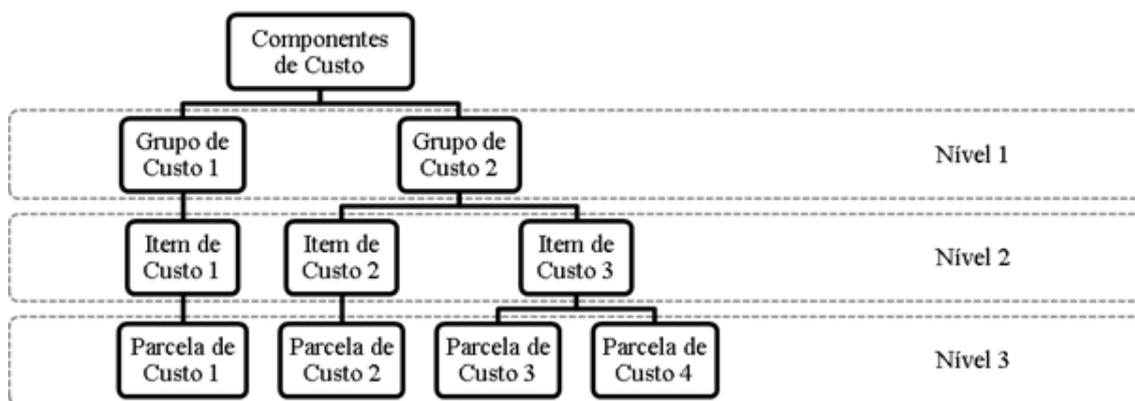


Figura 1 – Exemplo de estruturação dos componentes de custo considerados

Com base nessas informações individualizadas, contabilizam-se as ocorrências de cada tipo de detalhamento e, a partir desses totais de ocorrências, calculam-se as respectivas incidências, formando o quociente entre o número total de ocorrências observadas e o número total de documentos que utilizam cada uma das cinco abordagens metodológicas anteriormente classificadas. Os principais resultados dessa análise de incidência são exibidos no item 4.2.

Por fim, após a identificação das parcelas de custo mencionadas nas publicações analisadas, desenvolve-se a classificação, considerando o nível de detalhamento realizado em relação a cada parcela de custo (N3) mencionada. Essa classificação baseia-se em sete aspectos predefinidos pelos autores, onde menores níveis de detalhamento metodológicos dos custos refletem em menores pesos, ou seja, cada peso reflete o nível de detalhamento e a contribuição para futuros estudos e análises mais aprofundados, conforme ilustrado na Figura 2.

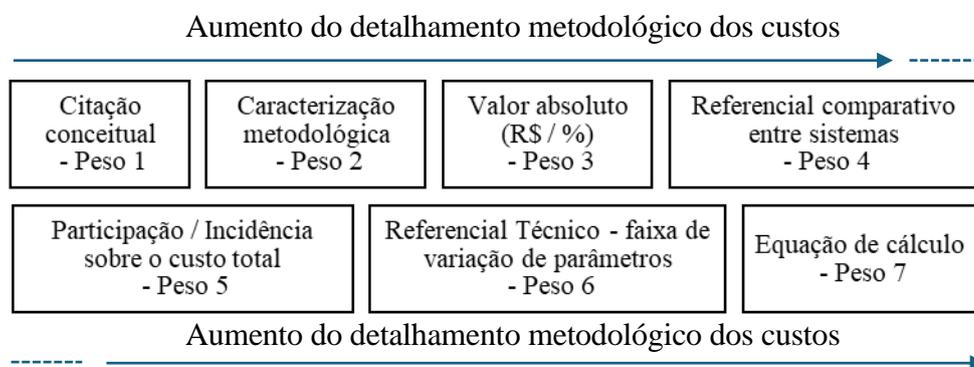


Figura 2 – Tipos de detalhamentos e os respectivos pesos associados

Para cada publicação analisada registram-se as parcelas de custo (N3) abordadas no texto e os tipos de detalhamentos observados. É importante ressaltar que, na abordagem desenvolvida para este artigo, os tipos de detalhamentos não são mutuamente exclusivos, o que significa que a mesma parcela de custo mencionada em cada publicação pode ser associada a mais de um tipo de detalhamento, como por exemplo, "Caracterização metodológica - Peso 2" e "Equação de cálculo - Peso 7".

Para a avaliação do grau de relevância da abordagem de cada grupo de custo (em seus respectivos níveis e subníveis), estabelece-se um parâmetro único para cada item, calculando a média ponderada das frequências, levando-se em consideração os pesos associados (Figura 2).

Dessa forma, para realizar a análise complementar de cada parcela e do item de custo identificados, calcula-se o índice de detalhamento correspondente, formado pelo quociente entre a média ponderada das frequências relativas de cada item de custo e o maior valor observado, que correspondeu a um índice de 100. Esses índices também são calculados para cada um dos cinco agrupamentos de abordagem metodológica. Os principais resultados da análise de detalhamento estão apresentados no item 4.3.

3 Identificação dos Métodos para Apropriação de Custos

Após a revisão dos documentos escolhidos, realiza-se a classificação quanto às abordagens metodológicas utilizadas para organizar e calcular os custos dos sistemas de transporte coletivo. Cada uma das abordagens identificadas é agrupada em uma das cinco categorias consideradas na metodologia deste estudo. Os resultados dessas análises estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Abordagens metodológicas dos documentos selecionados

Abordagens	Brasil	Europa	Ásia / Oceania / África	América – exceto Brasil	Total Geral
Apresentação de Dados reais	9	2	6	10	27
Planilha Tarifária / Cálculo direto de custos	18	0	2	1	21
Modelos econométricos	0	5	7	4	16
Abordagem Contábil	2	0	2	2	6
Outros métodos	0	0	5	0	5
Total Geral	29	7	22	17	75

Dos 75 documentos analisados, a maioria (36%) aborda custos de transporte coletivo compilando dados reais dos sistemas, gerando análises e conclusões. Destaques incluem estudos regionais, como o de Del Mistro e Aucamp (2000), sobre Durban, África do Sul, e Verma e Ramanayya (2014), focado no transporte em países em desenvolvimento como a Índia.

Um documento da Global Green Growth Institute (GGGI, 2013) destaca aspectos contratuais de várias cidades e metodologias de custo. Alguns estudos comparam custos de diferentes tipos de transporte, como em Bösch *et al.* (2018), enquanto outros analisam a evolução dos custos ao longo do tempo, como em Martins (2007). Manuais de gestão de países como Austrália, Indonésia e Índia também foram identificados, detalhando as parcelas de custo do transporte coletivo por ônibus.

A segunda categoria mais comum nos estudos (28%) concentra-se em planilhas de cálculo tarifário, amplamente utilizadas em estudos brasileiros. Essas ferramentas, como a famosa planilha do GEIPOT (1996), são essenciais para o poder público estimar os custos operacionais de sistemas de transporte por ônibus.

O Manual de Cálculo Tarifário da ANTP (ANTP, 2017) trouxe atualizações à planilha do GEIPOT, refletindo mudanças no setor. Além disso, variações surgiram ao longo dos anos, como o Método Leonês e DETESC. Identifica-se também estudo no meio internacional, como o de Bolla *et al.* (2020), aplicam abordagens similares de cálculo direto de custos utilizando coeficientes de consumo e valores unitários para determinar custos diretos (salários, combustível) e indiretos (infraestrutura de apoio).

Parte dos estudos (16%) se concentram em modelos econométricos para calcular os custos de sistemas de transporte. Esses modelos, como descritos por Chein (2019), utilizam equações estatísticas para entender as relações entre variáveis econômicas, comumente empregando funções lineares simples e múltiplas, a função de produção

Cobb-Douglas e, principalmente, a função translogarítmica. Os estudos usam dados reais de custos e informações operacionais, mas se concentram nas parcelas mais relevantes, como mão de obra e combustível.

Outros métodos explorados nos estudos (TOPAL E NAKIR, 2018; ONGEL *et al.*, 2019; SHETH E SAKAR, 2019) incluem o Total Cost of Ownership (TCO) e o Activity-Based Costing (ABC). O TCO, amplamente utilizado em diversos setores, abrange todos os custos ao longo do ciclo de vida de um produto ou serviço, como aquisição de veículos, manutenção, recursos humanos e impostos, oferecendo uma visão abrangente dos custos do transporte coletivo por ônibus. Já o ABC, mencionado por Bokor (2012), Maracajá (2015) e Valentina e Marilena (2018), atribui custos indiretos a atividades específicas, proporcionando uma visão detalhada das relações entre custos e atividades.

Por fim, outras metodologias incluem a análise de fronteira estocástica, para avaliar a eficiência dos sistemas de transporte coletivo, a apropriação de custos *bottom-up*, identificando custos individuais, a *top-down*, ajustando estimativas com base em sistemas similares e a Análise Envoltória de Dados (DEA), para identificar e comparar o desempenho de operadores de transporte público.

4 Resultados Obtidos

4.1 Parcelas de Custos do Transporte Coletivo Identificadas

Após a realização da análise preliminar das publicações, estabelece-se a base de dados consolidada, proporcionando a consulta técnico-acadêmica abrangente. Essa base de dados permite a realização de análises, avaliações e comparações de informações e dados relacionados às metodologias e componentes de custos do transporte coletivo por ônibus, nas diversas regiões do mundo.

Com ela, identificam-se e classificam-se as parcelas de composições de custos relacionadas aos sistemas de transporte público coletivo por ônibus, agrupando-as em três níveis de detalhamento. No primeiro nível (N1), que engloba quatro grupos de custos, são abordados os conceitos gerais de custo, incluindo custos fixos, custos variáveis, custos externos e custos financeiros. O segundo nível (N2) corresponde ao desdobramento dos grupos de custos do nível anterior, detalhando-os em 15 subgrupos de custos. Por fim, o nível 3 (N3) que representa o detalhamento das parcelas de custos específicas relacionadas aos sistemas de transporte coletivo por ônibus. Ao todo, são identificadas 54 parcelas de custo consideradas nessa análise. A Tabela 2 apresenta, de forma mais detalhada, os níveis 1, 2 e 3 referentes aos componentes de custo identificados.

Tabela 2 – Itens de Custos Fixos desdobrados nos Níveis 1, 2 e 3

Nível 1 (N1)	Nível 2 (N2)	Nível 3 (N3)
Custos Fixos	Pessoal – Salários	Operacional / Manutenção / Administrativo / Diretoria/ <i>Pessoal – Salários (não especificado)</i>
	Pessoal – Benefícios + Encargos	Benefícios / Encargos Sociais / <i>Pessoal – Outros (não especificado)</i>
	Custo de Capital / Remuneração	Frota / Edificações / Equipamentos / Sistema Inteligente de Transporte (ITS) e Sistemas de Bilhetagem Eletrônica (SBE) / Eletrificação e Baterias / Almojarifado / <i>Custo de Capital e Remuneração (não especificado)</i>
	Depreciação	Frota / Edificações / Equipamentos / ITS e SBE / Eletrificação e Baterias / <i>Depreciação (não especificado)</i>

Nível 1 (N1)	Nível 2 (N2)	Nível 3 (N3)
	Aluguel / Leasing	Frota / Edificações / Equipamentos / ITS e SBE / <i>Aluguel e Leasing (não especificado)</i>
	Despesas Administrativas	Seguros / Taxas e Impostos / Inspeções e Vistorias / <i>Despesas Administrativas (não especificado)</i>
	Outras Despesas	Outras Despesas
Custos Variáveis	Combustível	Diesel / GLP / Elétrico / Hidrogênio / <i>Combustível (não especificado)</i>
	Rodagem	Rodagem
	Lubrificante	Lubrificante
	Manutenção e Limpeza	Peças e Acessórios - Operação / Limpeza e Lavagem / Outros / Sistema Elétrico (fixo e veículos) / <i>Manutenção e Limpeza (não especificado)</i>
Custos Externos	Custos ambientais: acidentes	Custos ambientais: acidentes
	Custos ambientais: poluição sonora e emissões atmosféricas	Custos ambientais: poluição sonora e emissões atmosféricas
Custos Financeiros	Custos com investimentos / CAPEX	Frota / Edificações / Equipamentos / Eletrificação – Baterias / Investimentos - <i>CAPEX (não especificado)</i>
	Lucro	Lucro

4.2 Análise da incidência das citações das parcelas de custo

No que diz respeito aos resultados obtidos, são analisadas as abordagens metodológicas com a análise temática para quantificar a incidência de referências em cada componente de custo na literatura selecionada.

Observa-se que, dentre os custos fixos associados ao sistema de transporte público por ônibus, destacados na Figura 3, o item de custo (N2), mais frequentemente mencionado nos estudos analisados, refere-se aos encargos salariais do pessoal envolvido, que inclui equipe operacional, manutenção, administrativa e diretoria.

Realizando a análise por tipo de metodologia utilizada nos estudos, observou-se a abordagem contábil com item de custos salários. Já aqueles artigos com apresentação de dados reais, apenas 67% citaram esse item de custo.

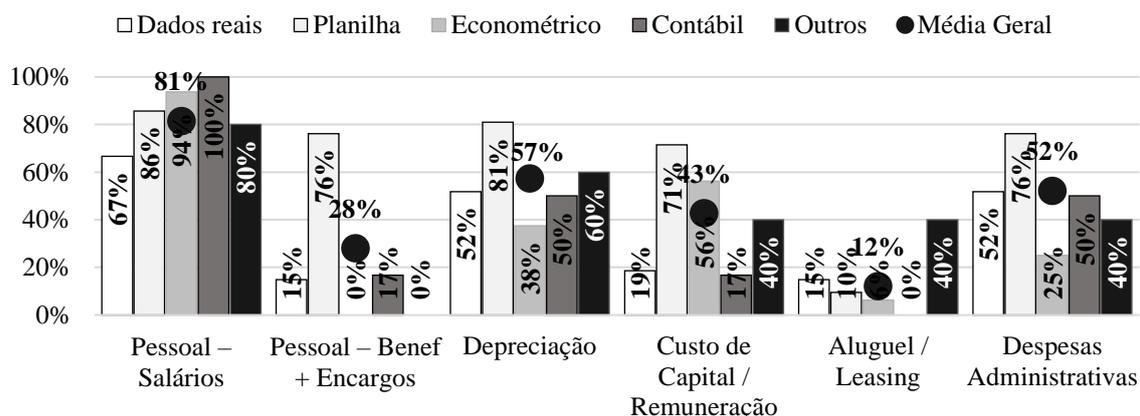


Figura 3 – Incidência de citações – parcelas de custos fixos (N2)

Analisando as parcelas de custo (N3) que compõem esse item de custo, que engloba pessoal operacional, manutenção, administrativo e diretoria, observa-se que as parcelas relacionadas às pessoas das áreas operacional e manutenção são consistentemente mencionadas em uma ampla gama de estudos, apresentando maior destaque em

pesquisas que empregam a abordagem baseada em planilhas tarifárias. Contudo, as parcelas referentes ao pessoal administrativo e, notavelmente, às remunerações da diretoria, são escassamente abordadas, salvo nos casos de estudos que adotam a metodologia da planilha tarifária.

O segundo item de custo fixo mais citado nos trabalhos analisados corresponde à depreciação, incluindo-se a da frota, quanto a de edificações, equipamentos e ITS. No entanto, ao contrário do item “salários”, observa-se que os documentos que utilizam planilhas tarifárias ou métodos de cálculo direto de custos são os que mais citaram tal parcela.

Além da diferença no índice de citações, a análise evidencia que esses documentos detalham individualmente as parcelas de custo de depreciação da frota, edificações, equipamentos e ITS, ao passo que os documentos que utilizam as outras metodologias de apropriação de custos, em geral, não apresentam esse detalhamento.

Quanto às despesas administrativas atreladas à execução do serviço e os custos com capital, a situação se repete, com os documentos do grupo Planilha Tarifária com índices de citações superiores às outras metodologias.

Um aspecto de destaque nos resultados apresentados na Figura 3 é a reduzida incidência de citações referentes aos benefícios e encargos sociais atrelados aos salários dos trabalhadores, com exceção da documentação do grupo Planilha tarifária, composto, em grande maioria, por estudos brasileiros, refletindo de certa forma, a cultura relacionada aos direitos trabalhistas no setor do transporte público no restante mundo, diferente daquela observada no Brasil.

Por fim, o item de custo aluguel (*leasing*) de frota, equipamentos e edificações é a menos citada, independentemente do método de cálculo utilizado, apontando a baixa adesão a este tipo de modalidade nos sistemas de transporte público.

Quanto aos custos variáveis, observa-se que, conforme a Figura 4, os itens de custo envolvendo combustíveis são os mais citados em todos os recortes metodológicos analisados, sendo o diesel o combustível mais mencionado nos estudos, seguido pelos veículos elétricos e os movidos a GLP (Gás Liquefeito de Petróleo).

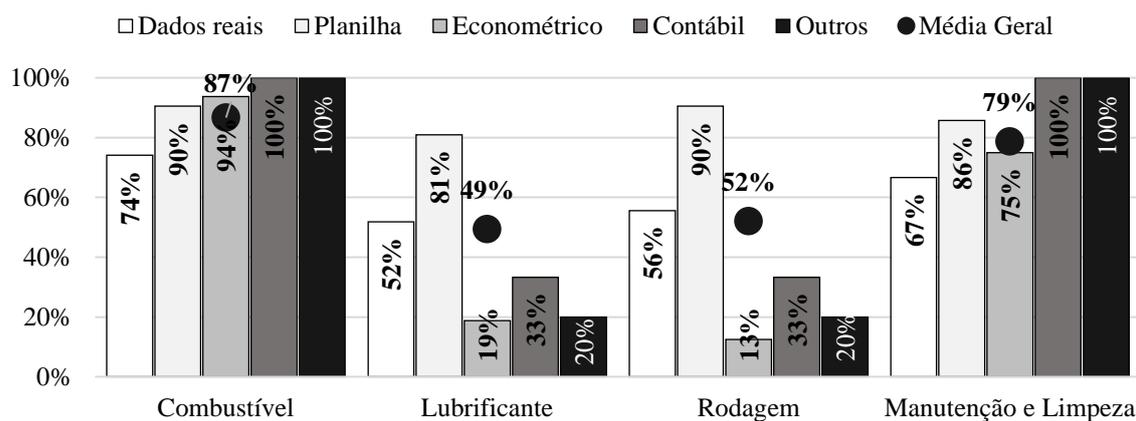


Figura 1 – Incidência de citações – parcelas de custos variáveis (N2)

O segundo item de custos variáveis mais citado refere-se à manutenção e à limpeza dos veículos, que tem peso significativo nos custos totais dos sistemas de transporte coletivo por ônibus e, a exemplo da parcela de custo do combustível, apresenta valores similares nas quatro regiões analisadas.

Para as parcelas envolvendo lubrificantes e rotação há, proporcionalmente, um maior número de citações naqueles documentos com apresentação de dados reais e que utilizaram planilhas tarifárias, indicando que, apesar de serem parcelas importantes na mensuração dos custos do sistema, as outras metodologias de cálculo de custos realizam simplificações, não considerando tais custos. Quanto às outras parcelas de custos identificadas, a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta os resultados encontrados.

Em relação ao detalhamento dos investimentos (CAPEX) necessário para a operação dos sistemas, são observados percentuais semelhantes nos cinco grupamentos metodológicos identificados, com média de citações de 44% dos documentos analisados.

A parcela de lucro também é lembrada, apesar de em menor frequência, em apenas aqueles documentos com apresentação de custos reais ou que utilizam planilhas tarifárias, mesmo sendo um item relevante e sensível na previsão de cálculo dos sistemas. Observa-se nesse íterim que cada vez mais existem questionamentos visando à efetiva transparência de todo o processo legal, institucional, regulatório e social.

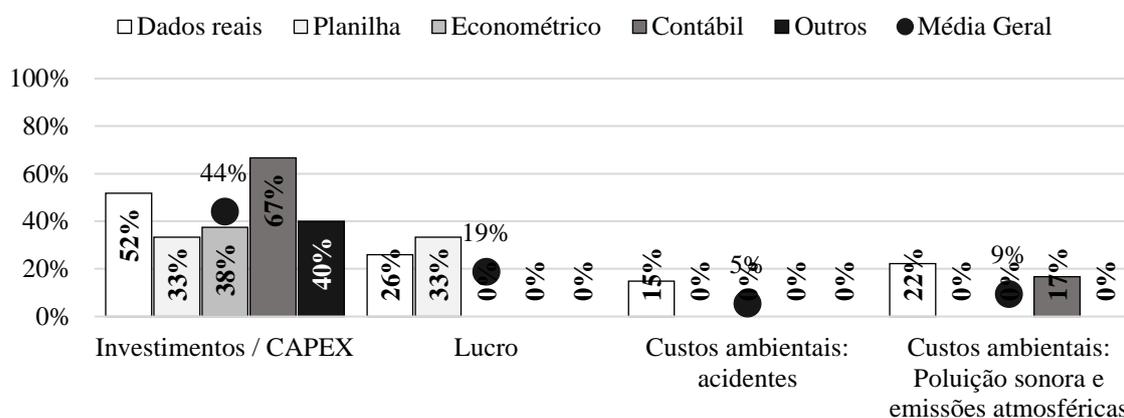


Figura 5 – Incidência de citações – Custos financeiros e externos (N2)

Quanto aos custos externos (impactos ambientais), verifica-se baixo número de citações, sendo que tais parcelas são identificadas, em geral, apenas em documentos com identificação de dados reais dos sistemas, indicando que estes parâmetros ainda estão sendo considerados de forma escassa. No entanto, à medida que o interesse e a preocupação com os preceitos da sustentabilidade surgirem, notar-se-ão os efeitos financeiros associados.

4.3 Análise do detalhamento da abordagem das parcelas de custo

Entende-se que essa etapa é essencial para se obter a compreensão mais aprofundada do grau de detalhamento presente em cada citação, levando em consideração não apenas a quantidade de menções, mas também o refinamento e a abordagem específica de cada categoria de custo. Para essa avaliação foram aplicados os pesos correspondentes a cada tipo de abordagem, conforme ilustrado na Figura 2.

A Figura 6 apresenta a análise dos resultados do grau de detalhamento, considerando as categorias de custos mais citadas nos documentos selecionados, quais sejam: salários, depreciação, combustíveis e manutenção e limpeza.

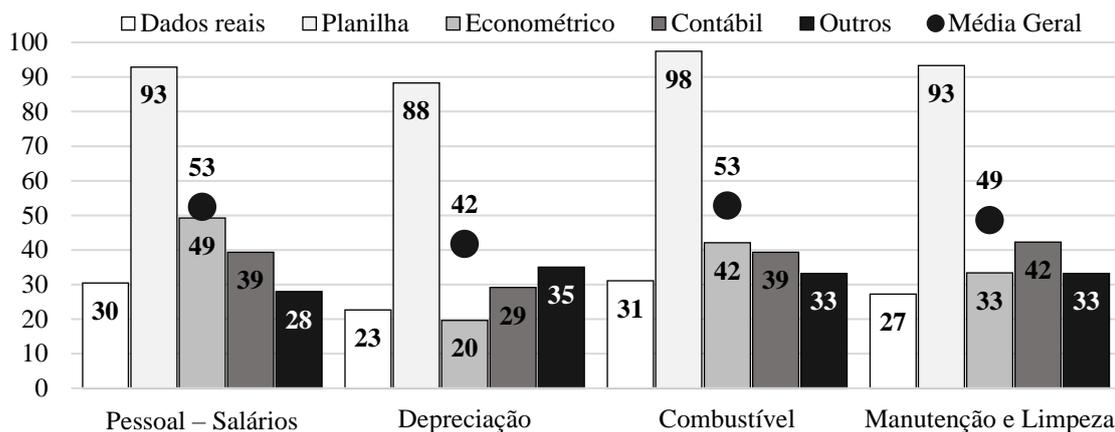


Figura 6 – Índice de detalhamento dos itens de custo (N2)

Enquanto na análise considerando apenas as citações, as cinco categorias metodológicas apresentam valores próximos, dentro de um mesmo patamar, na análise do grau de detalhamento percebe-se que os documentos que fazem uso da planilha tarifária para o cálculo de custos apresentam maiores desdobramentos que as demais abordagens metodológicas. O mesmo padrão é observado em todas as outras categorias de custos identificadas na pesquisa.

De forma abrangente, a análise qualitativa das citações evidencia que as publicações que utilizam a metodologia de planilha tarifária ou cálculo direto de custos apresentam um nível de detalhamento mais elevado em comparação com as publicações com outras abordagens metodológicas.

Essa discrepância decorre, em parte, da utilização de equações específicas e padronizadas e de abordagens mais minuciosas, englobando o maior número de parcelas de custo nas planilhas que, conforme apresentado na Tabela 1, são utilizadas, de forma geral, apenas no Brasil.

5 Considerações Finais

O transporte coletivo por ônibus é o pilar essencial para a mobilidade urbana em diversas regiões do mundo. Para garantir sua eficiência, sustentabilidade e viabilidade financeira, é fundamental compreender e analisar adequadamente suas parcelas de custos. O presente artigo buscou aprofundar essa compreensão por meio da análise detalhada das parcelas de custos e suas variações geográficas, com ênfase na identificação e classificação desses componentes.

Por intermédio de revisão bibliográfica sistemática, foram consolidadas informações provenientes de artigos técnicos e acadêmicos, que tratavam especificamente dos custos do transporte público, fornecendo informações detalhadas sobre os diferentes componentes desses custos, abrangendo diferentes abordagens metodológicas, nas seguintes regiões geográficas: (1) Brasil, (2) Europa, (3) Ásia / Oceania / África e (4) América – exceto Brasil. A consolidação dessas informações permitiu a criação de base de dados abrangente, que proporcionou a análise comparativa e aprofundada dos componentes de custos do transporte coletivo por ônibus, em escala global.

A análise identificou 54 parcelas de custos agrupadas em quatro categorias principais de custos: fixos, variáveis, externos e financeiros. Cada categoria foi subdividida em níveis de detalhamento, permitindo um mapeamento objetivo e abrangente dos custos associados ao transporte público coletivo por ônibus.

A análise das incidências e detalhamentos dos componentes de custos proporcionou a visão abrangente e detalhada da estrutura de custos do transporte coletivo por ônibus em diferentes regiões do globo. Essas informações são fundamentais para aprimorarem os métodos de apropriação de custos e cálculo tarifário, buscando-se maior eficiência operacional, transparência e sustentabilidade financeira desses sistemas.

Quanto às metodologias para cálculo de custos utilizadas, constatou-se a diferença na abordagem dos documentos brasileiros, que predominaram a utilização de planilhas tarifárias e, nos outros países, com a utilização de métodos de estimativa matemática. Adicionalmente, constatou-se que as planilhas tarifárias contam com certo grau de detalhamento das parcelas de custo, significativamente maior que o encontrado em outras metodologias de cálculo de custos decorrente a apresentação de fórmulas e coeficientes detalhados.

No Brasil, a escassa literatura envolvendo métodos indiretos para estimativas de custos pode ser explicada pela indisponibilidade de acesso facilitado às bases de dados com séries históricas de custos detalhados de sistemas de transporte públicos urbanos, além da consolidação no meio técnico de um método de cálculo desenvolvido pelo governo e replicado em todos os sistemas municipais.

Outro motivo para essa diferença regional nas abordagens pode estar relacionado à dependência do modo rodoviário no âmbito do transporte coletivo urbano. Conforme expressa Tischer (2018), do total de municípios com infraestrutura ferroviária urbana no mundo, 51% estão localizados na Europa, 27% no continente asiático e 9,3% na América do Norte. Já o Brasil corresponde apenas a 2,9% do total de municípios e apenas 2,2% do total de quilômetros de linhas. Desse modo, como o transporte coletivo rodoviário tem maior importância no contexto brasileiro, as abordagens tendem a ser mais específicas e detalhadas quando comparadas às outras regiões do globo.

Por fim, este estudo destaca a relevância de considerar não apenas as parcelas de custos em si, mas também o nível de detalhamento em que são abordadas nas pesquisas. A utilização de equações específicas e a compreensão minuciosa dos fatores que compõem os custos, são cruciais para a formulação de políticas públicas adequadas, às tomadas de decisões estratégicas e a melhoria contínua dos sistemas de transporte público coletivo por ônibus. Dessa forma, a aplicação dos resultados deste trabalho pode contribuir significativamente para o aprimoramento e modernização desses sistemas, resultando em benefícios tanto para os usuários quanto para as cidades em que estão inseridos.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Fundação Getúlio Vargas | FGV Transportes – Centro de Estudos de Transportes, Logística e Mobilidade Urbana.

Referências

- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. *Custos dos serviços de transporte público por ônibus: método de cálculo*. São Paulo, 2017.
- BOKOR, Z. *Cost Calculation in Transport Companies*. Acta Technica Jaurinensis, 5(3), 253-262, 2012.
- BOLLA, M. E.; NASJONO, J. K. & PEDELATI, M. A. *The Analysis of Vehicle Operating Cost (VOC) and the Preparation of Public Transport Information Systems Based on Geographic Information Systems (GIS) in Kupang City*. In: 4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020). Atlantis Press. p. 17-23, 2021.

BÖSCH, P. M.; BECKER, F.; BECKER, H. & AXHAUSEN, K. W. *Cost-based analysis of autonomous mobility services.* Transport Policy, 64, 76-91, 2018.

CHEIN, F. *Introdução aos modelos de regressão linear: um passo inicial para compreensão da econometria como uma ferramenta de avaliação de políticas públicas.* Coleção Metodologias de Pesquisa. Enap Fundação Escola Nacional de Administração Pública. Brasília, 2019.

DANTIER, R. M. P.; SHIMOYA, A.; SHIMODA, E.; DA CONCEIÇÃO RIBEIRO, K.; BATISTA, F. B. & JUNIOR, M. E. *Revisão sistematizada sobre transporte público no Brasil e no mundo utilizando a base Scopus.* Informe Gepec, v. 22, n. 2, p. 09-26, 2018.

DEL MISTRO, R. F. & AUCAMP, C. A. *Development of a public transport cost model.* SATC 2000, 2000.

ESTRADA, M.; SALANOVA, J. M.; MEDINA-TAPIA, M. & ROBUSTÉ, F. *Operational cost and user performance analysis of on-demand bus and taxi systems.* Transportation Letters, 13(3), 229-242, 2021.

GEIPOT. *Cálculo de Tarifas de Ônibus Urbanos.* Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes. Brasília, 1996.

GGGI – Global Green Growth Institute. *Comparative Analysis of Bus Public Transport Concession Models.* Seul, Coreia do Sul, 2013.

MARACAJÁ, F. *ABC-Activity Based Costing e a gestão de projetos no gerenciamento dos custos de manutenção em transporte público de passageiros: um modelo estratégico a partir da cadeia de valor.* Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, 2015.

MARTINS, F. G. D.; SILVA, F. G. F.; PRADO, M. V. & ROCHA, C. H. *Uma análise dinâmica dos reajustes tarifários dos serviços de transporte rodoviário interestadual de passageiros com base na regra do custo total.* In: XXI ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2007, Rio de Janeiro. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2007, 2007.

MONTEIRO, P. R. S. & MIGLIORINI, V. L. *Procedimentos de apropriação de custos e cálculo tarifário de serviços de transporte coletivo por ônibus.* Revista Brasileira de Transportes, v. 3, n. 1, p. 86-133. 2023.

ONGEL, A.; LOEWER, E.; ROEMER, F.; SETHURAMAN, G.; CHANG, F. & LIENKAMP, M. *Economic assessment of autonomous electric microtransit vehicles.* Sustainability, 11(3), 648, 2019.

SHETH, A. & SARKAR, D. *Life Cycle Cost Analysis for Electric vs Diesel Bus Transit in an Indian Scenario.* Life, 10(1), 2019.

TISCHER, V. *Panorama do transporte ferroviário urbano no Brasil e no mundo.* Revista Internacional de Ciências, v. 8, n. 1, p. 62-81, 2018.

TOPAL, O. & NAKIR, İ. *Total cost of ownership based economic analysis of diesel, CNG and electric bus concepts for the public transport in Istanbul City.* Energies, 11(9), 2369, 2018.

VALENTINA, D. E. & MARILENA, E. M. *The Contribution of the Method of Calculating ABC Costs in Public Transport Entity.* Social-Economic Debates, 7(2), 38-42, 2018.

VERMA, A. & RAMANAYYA, T. V. *Public transport planning and management in developing countries.* CRC press, 2014.