

ÔNIBUS HÍBRIDO COMO EVOLUÇÃO PARA O TRANSPORTE PÚBLICO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

*Ewerton Tavares de Oliveira*¹ & *Silvana Monteiro de Castro Carneiro*²

RESUMO

OLIVEIRA, E.T.; CARNEIRO, S.M.C. Ônibus híbrido como evolução para o transporte público em Campos dos Goytacazes – RJ. **Perspectivas Online: Humanas e Sociais Aplicadas**, v. 12, n.35, p. 01 – 18, 2022.

Considerando que o uso do transporte público pelas diversas camadas da sociedade contribui para a redução da utilização de veículos pessoais, reduz a demanda rodoviária, melhora o fluxo dos municípios de uma cidade, podendo ainda proporcionar um melhor direcionamento e ordenamento urbano, este trabalho teve como objetivo apresentar tecnologias de mobilidade urbana e identificar, considerando a infraestrutura existente na cidade, a solução mais adequada para uso nos Corredores Radiais. Para esta finalidade, foi realizada uma pesquisa

bibliográfica, onde foi possível constatar o quanto as novas tecnologias convergem para soluções cada vez mais eficientes. Com base em dados recentes, foi feita uma avaliação qualitativa e utilizado o método hipotético-dedutivo onde o ônibus híbrido se mostrou como a mais provável evolução dos tradicionais ônibus a diesel para a cidade de Campos dos Goytacazes. Acredita-se na contribuição deste trabalho ao tratar de um tema relevante na atualidade, despertando novos olhares para a questão.

Palavras-chave: Mobilidade urbana; Eficiência energética, Ônibus Híbrido.

¹ Especialista em Arquitetura da Cidade: suas demandas e tecnologias, Engenheiro Civil e Fiscal de Urbanismo da Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes – RJ. E-mail: ewerton.t.oliveira@outlook.com;

² Mestre em Planejamento Regional e Gestão de Cidades, Arquiteta e professora no curso de Arquitetura e Urbanismo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense - IFF.
E-mail: silvanacastro.arq@hotmail.com

Data de recebimento: 28/10/2021 . Aceito para publicação: 07/04/2022 . Data da publicação: 13/04/2022

HYBRID BUSES AS AN EVOLUTION FOR PUBLIC TRANSPORT IN CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

*Ewerton Tavares de Oliveira*¹ & *Silvana Monteiro de Castro Carneiro*²

ABSTRACT

OLIVEIRA, E.T.; CARNEIRO, S.M.C. Hybrid buses as an evolution for public transport in Campos dos Goytacazes – RJ. **Online Perspectives: Applied Human and Social**, v.12 , n.35 , p.01 - 18, 2022

The use of public transport by the different strata of society contributes to lower the use of personal vehicles, decrease road demand, improve the flow through the city and can provide urban planning. This work had as an objective to present technologies to substitute the traditional diesel buses that circulate in the municipality, especially in the Radial Corridors. For this purpose, a bibliographic research was carried out, where it was possible to verify

how much the new technologies converge towards increasingly efficient solutions. Based on recent data, a qualitative assessment was made and the hypothetical-deductive method was used, where the hybrid bus proved to be the most likely evolution of the traditional diesel buses for the city of Campos We believe in the contribution of this work when dealing with a relevant topic today, awakening new perspectives on the issue.

Keywords: Energy efficiency, Urban Mobility, Hybrid Bus.

¹ Specialist in City Architecture: its demands and technologies, Civil and Urban Planning Engineer at the Municipality of Campos dos Goytacazes – RJ. E-mail: ewerton.t.oliveira@outlook.com;

² Master in Regional Planning and City Management, Architect and professor in the Architecture and Urbanism course at the Fluminense Federal Institute of Education, Science and Technology - IFF. E-mail: silvanacastro.arq@hotmail.com

Receipt date: 28/10/2021. Accepted for publication: 07/04/2022 . Date of publication: 13/04/2022

1. INTRODUÇÃO

O tema mobilidade urbana tem sido bastante debatido na atualidade, vista a sua grande interferência na qualidade ambiental das cidades e na vida dos seus habitantes. O acelerado processo de urbanização, com ocupação desordenada dos espaços e a expansão do território urbano para a periferia, em virtude da dificuldade de acesso a áreas centrais, caracterizam uma segregação socioespacial e apontam para a necessidade de se implementar políticas públicas que integrem a questão do transporte e gerenciamento da sua demanda ao planejamento urbano. (COSTA, 2008, p. 8).

O crescimento das cidades demanda um olhar atento à mobilidade e aos diversos modais de transporte possíveis, de forma a facilitar o acesso de todos às atividades e serviços urbanos, com qualidade e no menor tempo possível.

No Brasil, a predominância do transporte rodoviário, com uso excessivo de veículos motorizados, tem resultado em agressões ambientais, como poluição e ruído. É grande também no país o número de acidentes de trânsito, que reflete a desorganização do sistema, fiscalização deficiente sobre as condições dos veículos e comportamento inadequado dos seus condutores. (VASCONCELLOS, 2012, p. 6)

Destaca-se o importante papel da legislação brasileira, a partir da Constituição Federal de 1988, ao incluir um capítulo que trata da política urbana e determinar aos municípios a responsabilidade de executar a política de desenvolvimento urbano, em consonância com diretrizes gerais definidas em leis. Em 2001, o Estatuto da Cidade, Lei Federal nº 10.257/2001, regulamentou os artigos 182 e 183 da CF, estabelecendo normas “que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental (BRASIL, 2001). Outrossim, torna obrigatório que cidades com mais de 20.000 habitantes tenham o seu Plano Diretor e institui, em seu artigo 41, inciso VI, parágrafo 2º, a necessidade de um plano de transporte integrado para cidades com mais de 500.000 habitantes.

A Lei nº 12.587/2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, em seu artigo 6º, dentre as suas diretrizes ressalta a importância de dar prioridade aos meios de transporte não motorizados sobre os motorizados e do transporte coletivo sobre o individual, além da integração entre os modos de transporte urbano.

É evidente a necessidade de se buscar melhoria nas condições de transporte, com foco em uma mobilidade urbana sustentável. O Ministério das Cidades (2013, p.1) ressalta a importância do transporte e da mobilidade na gestão urbana, essenciais nas atividades

humanas, no desenvolvimento econômico e na qualidade de vida, tendo um “papel decisivo para a inclusão social, na equidade, na apropriação da cidade e de todos os serviços urbanos que ela oferece”.

O município de Campos dos Goytacazes, localizado no Norte Fluminense, conforme demonstrado na Figura 1, é dotado do maior território geográfico do estado do Rio de Janeiro e de uma população estimada em 511.168 habitantes em 2020, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

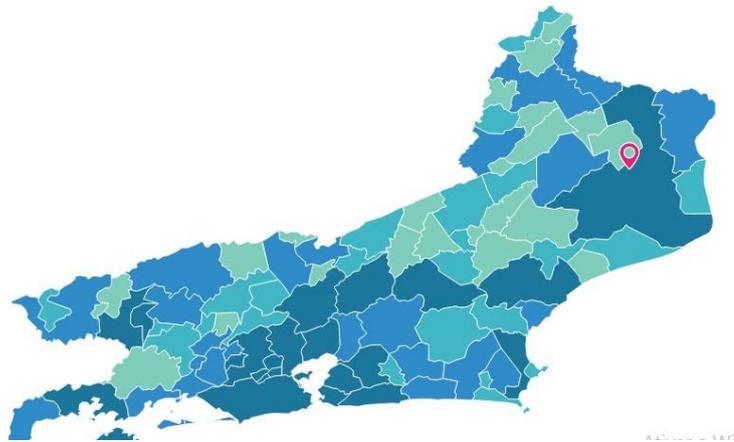


Figura 1: Mapa de localização de Campos dos Goytacazes no estado do Rio de Janeiro. Fonte: IBGE, 2021.

O transporte fluvial teve sua importância na constituição da cidade, sendo um modal muito utilizado até o início do século XX. No entanto, o aumento da infraestrutura rodoviária e ferroviária, aliado à construção das pontes Barcelos Martins (ponte rodoviária inaugurada em 1873) e a Leopoldina Railway (ponte ferroviária

inaugurada em 1906), favoreceu o uso desses tipos de transporte, facilitando a conexão entre os espaços urbanos e com cidades vizinhas na primeira metade do último século, sendo que somente o primeiro sobrevive até os dias atuais. O modal ferroviário urbano passou dos bondes a tração animal para os bondes elétricos, mas devido à dificuldade de manutenção e à sua reduzida capacidade em relação aos ônibus, o sistema caiu em desuso em 12 de junho de 1967. (FARIA, 2008, p. 45)

Atualmente, de acordo com o último Plano Diretor, de 2020, o município é dotado de 14 distritos. O seu único modal de transporte público é o rodoviário, dispondo de linhas de ônibus, que entre 2018 e 2020 funcionaram de forma integrada com o transporte alternativo

feito por vans. No entanto, em 2021, o novo governo municipal suspendeu essa integração e as vans voltaram a circular nos mesmos locais dos ônibus (G1, 2021).

Segundo o Perfil de Campos, publicado em 2018 (CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2018), o sistema de transporte público conduz mensalmente em torno de 1,15 milhão de passageiros e a cidade possui cerca de 130 mil veículos automotores emplacados, portanto cerca de 1 veículo para cada 3,8 cidadãos. Ainda segundo o documento, as alternativas ao sistema público de transporte são: a bicicleta, a motocicleta e o automóvel. No entanto, dadas as dimensões do município, o automóvel e a motocicleta acabam por serem os meios utilizados por quem deseja e pode pagar por maior conforto e agilidade em relação ao sistema público.

Como apontam Cordeiro Junior, Nascimento e Ferreira (2014, p.2),

A possibilidade de se locomover no território cria oportunidades mais igualitárias às diversas parcelas da sociedade, de forma a não priorizar as pessoas de regiões específicas [...]. Neste contexto, torna-se importante a mobilidade urbana que visa conferir melhor circulação de bens e recursos humanos nas cidades. Assim, diversos aspectos que tangem infraestrutura, habitação, transporte, trânsito e gestão da mobilidade urbana podem gerar a degradação dos sistemas de circulação e a perda da qualidade de vida. (CORDEIRO JUNIOR, NASCIMENTO E FERREIRA. 2014, p.2).

Jan Gehl, em seu livro “Cidade para Pessoas” (2013) considera que andar a pé e de bicicleta deveriam ser prioridades no que tange a mobilidade urbana. O transporte público viria logo em seguida, para só então considerarmos os veículos automotores individuais. Esta é uma conclusão cada vez mais observada em diversas cidades do mundo pelo autor, expressada ao apontar que “numa época em que os combustíveis fósseis, a poluição e problemas com clima e saúde tornam-se cada vez mais um desafio global, parece um passo óbvio priorizar o tráfego de bicicletas.” (GEHL, 2013, p.183)

Em Campos dos Goytacazes, pesquisadores concluíram que “o papel desempenhado pelo automóvel no planejamento urbano gera condições menos dignas aos pedestres e colabora no afastamento dos cidadãos dos espaços públicos, que se tornam inseguros devido à diminuição das calçadas e priorização de vias.” (SOUSA, ALMEIDA e ALIPRANDI, 2018, p.2)

Dentre todos os modais de transporte a serem privilegiados no ordenamento urbano, a Figura 2 demonstra um pódio de prioridades, com a seguinte hierarquia:

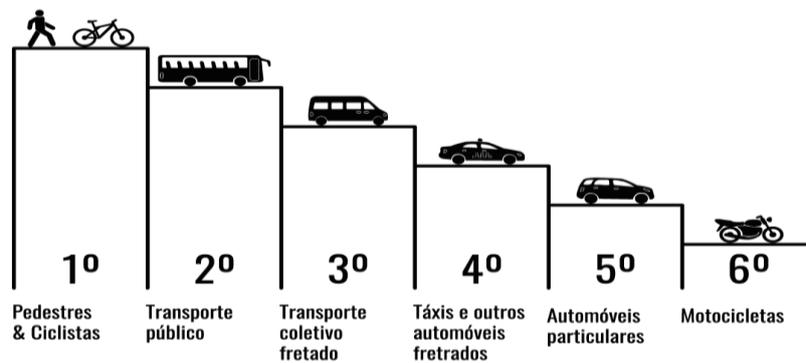


Figura 2: Pódio dos modais de transporte. Fonte: próprio autor

1. Pedestres e ciclistas - Sempre prioridade no planejamento urbano.
2. Transporte público - Ônibus, trem, vans, bonde, Bus Rapid Transport (BRT), Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), trólebus, etc.
3. Transporte coletivo fretado (particular) - Vans particulares em conjunto com o transporte público e serviços de transporte fretados.
4. Táxis e outros automóveis fretados - Apesar de ainda ocuparem grande espaço em relação ao número de passageiros transportados, esse tipo de veículo não fica estacionado após chegar ao destino, continua em uso, não ocupando, de forma desnecessária, o espaço da cidade. Seu uso contribui para a diminuição de carros nas ruas e tem potencial para a diminuição de acidentes.
5. Carros particulares - Atendem às demandas não abrangidas nos modais anteriores.
6. Motos - Rápidas, econômicas, baratas, pequenas e fáceis de estacionar. No entanto, podem poluir até seis vezes mais que os carros (BALAZINA, 2008) e foram responsáveis por 32% das mortes no trânsito em 2016 segundo o Observatório Nacional de Segurança Viária. (PEREIRA, 2018)

De modo geral, o transporte público na cidade de Campos se revela insatisfatório, no qual “evidencia-se a baixa qualidade do transporte coletivo por ônibus e van no município” (ABREU, SANTOS e FREITA. 2015, p.17) aliado ao fato de que “principalmente, não é tratado de forma estratégica capaz de guiar e/ou complementar outras políticas públicas.” (CORDEIRO JUNIOR, NASCIMENTO e FERREIRA, 2014, p.15)

O tema é amplo e requer estudos multidisciplinares para uma solução completa. Este trabalho, em virtude da insatisfação popular quanto ao sistema público de transporte, buscou encontrar soluções tecnológicas capazes de substituir os tradicionais ônibus a diesel usados no município, e como consequência melhorar a qualidade do serviço. Para isso foram utilizados trabalhos bibliográficos que comparam as soluções técnicas disponíveis no Brasil e aplicadas à realidade campista para obtenção de uma melhoria na qualidade do sistema público de transporte municipal.

2. METODOLOGIA

Para compreender a percepção de qualidade que a população campista tem do sistema público de transporte, foi usado o estudo de Abreu, Santos e Freita (2015), que revelou a insatisfação dos usuários do sistema de transporte público com base em critérios como segurança, tempo, atendimento, veículo e preço.

De posse desses indicadores de qualidade, buscou-se em estudos como o “Dossiê Ônibus Limpo do GREENPEACE” (2016) e o “Estudo de linha de trólebus em Natal”, feito por Macedo (2017), hipóteses de soluções tecnológicas para o atual sistema de transporte público. Este trabalho não pretende, no entanto, chegar ao denominador final exato, pois uma solução técnica para a problemática demanda um estudo local utilizando-se de projetos, levantamentos, dados de engenharia e conhecimentos interdisciplinares que estão além da proposta deste artigo.

Portanto, a técnica estabelecida para avaliação foi a qualitativa e utilizou do método hipotético-dedutivo para, em conjunto com os dados de estudos e considerando fatores locais devidamente citados, identificar a melhor solução aparente para os ônibus a diesel atuantes no transporte público municipal. A ideia central do método consiste na eleição de proposições hipotéticas, que possuem certa viabilidade, para responder a um. Caso as hipóteses sejam refutadas, deve-se substituí-las e refazê-las e iniciar o ciclo mais uma vez. Baseado em hipóteses, encontramos a melhor solução aparente para o problema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Lei nº0015/2020, que instituiu o Plano Diretor do Município de Campos dos Goytacazes em vigor, aponta a mobilidade urbana e a integração do território municipal como estratégias de desenvolvimento para o município, que deve alcançá-las, junto à acessibilidade universal, “com a requalificação dos espaços públicos, ampliação e integração das diversas

modalidades de transporte com as diversas atividades humanas localizadas no território municipal.” (CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2020, p.92)

Na seção I, que trata da regulação e ampliação do transporte público, a referida lei apresenta, dentre as suas diretrizes, no artigo 91, inciso II, “a diversificação dos meios de transporte”, o que reafirma a importância desta pesquisa.

Dentre os vários mapas do Plano Diretor de Campos, destaca-se o mapa de “macroestruturação da mobilidade urbana”, onde podemos observar os corredores radiais como espinha dorsal para a mobilidade rodoviária na cidade.

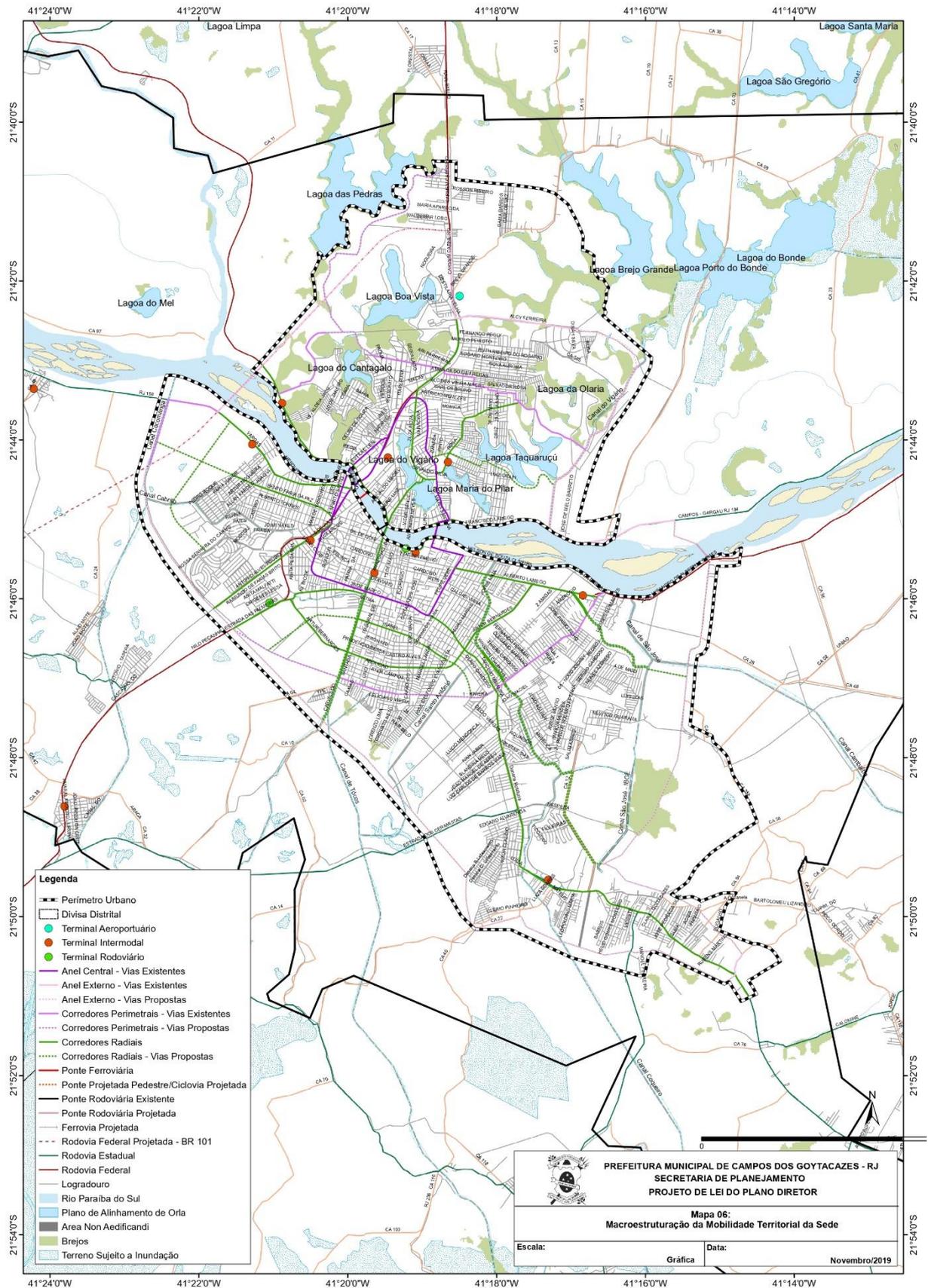


Figura 3 – Macroestrutura da Mobilidade Urbana da Sede. Fonte: Plano Diretor de Campos dos Goytacazes, 2020.

Numa cidade que, em grande parte da área do centro histórico e imediações (do distrito sede), possui ruas de dimensões estreitas, característica herdada de sua era colonial, destacam-se os Corredores Radiais, que são responsáveis por interligar grande parte do centro urbano do município a outros locais. Estes corredores são conhecidos popularmente como avenidas e dotados de boa infraestrutura rodoviária, com no mínimo duas faixas de rolamento, uma de estacionamento e rede elétrica aérea, sendo estas as maiores vias em termo de número de faixas do município. Considerando estas características e em virtude da crescente demanda por um sistema público eficiente, estes corredores apresentam condições ideais para a implementação de soluções mais robustas no sistema público de transporte.

Como apontam Abreu, Santos e Freita (2015, p.17), a população campista preza que “seja levada ao seu destino final com segurança e dentro do horário”. Uma nova solução ao ônibus convencional precisa atender às demandas da população, ser tecnicamente e economicamente viável, tanto para os passageiros quanto para os responsáveis por operar o sistema.

3.1. Alternativas tecnológicas

As principais alternativas tecnológicas ao ônibus a diesel utilizado no município estão elencadas a seguir e devem ser comparadas quanto aos dados de desempenho e localização, isto é, se esta tecnologia aparenta ser aplicável à cidade de Campos de forma a atender as demandas da população e ser viável tecnicamente e economicamente. Além de mencionar suas principais vantagens e desvantagens, cada tecnologia é analisada a fim de identificar as melhores alternativas para o objetivo proposto.

O *Tramway* ou VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) se caracteriza por uma solução muito usada principalmente em cidades brasileiras que já possuem alguma infraestrutura ferroviária existente e em desuso, caso que ocorre em Campos (GIESBRECHT, 2019). Existem modelos a diesel ou elétricos. No entanto, seu custo ainda é elevado, principalmente se considerarmos que as linhas ferroviárias existentes contemplam uma pequena parte da cidade. Pela necessidade de construção de infraestrutura de alto custo, possíveis expropriações para implantação e um elaborado planejamento para harmonizar os demais veículos com a linha férrea, o VLT não aparenta ser indicado como solução tecnológica viável ao ônibus a diesel para a realidade campista.

O BRT (*Bus Rapid Transport*) traz como principais vantagens sua eficiência no quantitativo de passageiros transportados, a rapidez de implantação e o custo reduzido frente ao metrô subterrâneo e o de superfície. Este sistema demanda uma doutrina muito mais ampla, como estações para embarque e desembarque no mesmo nível e faixas exclusivas de rolagem. Além disso, ônibus maiores que um modelo articulado poderiam ter dificuldades em realizar determinadas rotas por uma cidade como Campos, onde este tipo de equipamento não é utilizado previamente, requerendo adaptações. O acesso dos moradores e comerciantes a suas residências poderia ser prejudicado e em avenidas de duas faixas de rolamento, restaria apenas uma faixa para os carros, o que não seria um cenário ideal, podendo prejudicar demasiadamente o trânsito dos demais automóveis. Pelo exposto, por mais que o BRT seja eficiente na sua proposta frente ao metrô e ao VLT, ele não se adequa, a princípio, à realidade campista devido ao espaço de via exigido para sua implementação.

O trólebus é um modelo que já foi adotado na cidade na década de 60, substituindo os bondes, como demonstrado na Figura 4.



Figura 4 - Entrega do primeiro trólebus em Campos dos Goytacazes em 1954. Fonte: Transporte público (2019)

Uma solução extremamente comum em países europeus, estes ônibus elétricos têm como vantagem a baixa manutenção dos carros, a simplicidade de operação, o conforto proporcionado pelo silêncio ao rodar, a possibilidade de coexistência deste sistema com os automóveis, a não exigência de alterações significativas nas faixas de rolagem, a não emissão de poluentes pela queima de combustível e a facilidade de ser implementado em tamanhos

diversos: normal, biarticulado ou triarticulado, solucionando também o problema da capacidade de passageiros.

As desvantagens ficam por conta, principalmente, da necessidade de instalação das linhas elétricas aéreas de força, sendo de custo elevado, podendo representar poluição visual e serem de difícil manutenção se levarmos em conta que este não é um sistema comum no Brasil, portanto, de mão de obra escassa. O trólebus pode ainda representar um desafio extra quando posto em prática pois a cidade possui diversas vias que se confundem com rodovias federais (como, por exemplo a BR-101 e a BR-356), rodovias estaduais (como, por exemplo a RJ-116 e RJ-194) ou interseções que envolvem tais vias, o que caracterizaria um possível entrave burocrático e técnico, existindo também o risco da pane elétrica que, caso ocorra, afetará todo o sistema.

Segundo a European Union (2013), citada por Macedo (2017, p.49), o custo de implementação de 10 km de linha aérea para trólebus, já considerando as subestações, gira em torno de R\$ 17 milhões. Essa distância corresponde aproximadamente à distância do corredor radial que compreende a Avenida 28 de Março. Com este valor, segundo dossiê do Greenpeace (2016, p. 15), é possível adquirir 26 ônibus híbridos Electra BR..

O ônibus 100% elétrico é uma opção pouco adotada (SANTOS, 2019). Seu uso consiste na utilização de baterias que fornecem energia para o motor elétrico. Entre as vantagens deste veículo, tem-se a emissão zero de gases poluentes, o silêncio ao rodar, a eficiência energética, a simplicidade de manutenção. Como desvantagens, tem-se o alto custo das baterias, a limitação de autonomia e o alto custo de aquisição do veículo. Em geral, a utilização desta tecnologia requer infraestrutura de recarga nos pontos de parada para tornar o sistema viável. Sua aplicação ainda é pouco comum e ainda em fase de testes.

Um sistema que tem ganhado notoriedade nos últimos anos é um sistema híbrido no qual a familiaridade e flexibilidade do ônibus a diesel são complementadas pelo conforto, economia e sustentabilidade do trólebus ou do ônibus elétrico. O ônibus híbrido existe sob diferentes formas, podendo ser em série ou em paralelo, em ambos os casos, baterias são usadas para armazenar energia.

No modelo com propulsão 100% elétrica, quando ocorrem frenagens, o motor elétrico funciona como motogerador, devolvendo energia para as baterias. Quando o ônibus híbrido em série está parado, o motor a diesel gera energia para as baterias, ao invés de gastá-la desnecessariamente, como ocorre nos ônibus tradicionais.

No ônibus híbrido em paralelo, um motor a diesel traciona o ônibus acima de determinada velocidade. Neste sistema, não há geração de energia com o veículo parado, mas também não há gasto.

Cerca de 40% do tempo do ônibus a diesel é gasto nos pontos de embarque e desembarque, o que representa um enorme desperdício de energia. Como principais vantagens desta solução tecnológica estão a economia de combustível que pode chegar a 22% (GREENPEACE, p. 12), dependendo do modelo estudado, da linha de uso e do modo de uso do operador), a economia de infraestrutura, pois não se faz necessária maiores intervenções na via, utilizando a malha existente, a reduzida emissão de poluentes provenientes da queima, a facilidade de operação e a ultrarrápida implementação, (não sendo necessárias obras de infraestrutura de linhas), menor burocracia para sua execução, inexistência de poluição visual, redução de poluição sonora, impossibilidade de danificação de linhas de transmissão por veículos altos (como pode ocorrer com os trólebus) e eliminação da possibilidade de pane geral por conta da independência de um sistema eletrificado geral.

Como principais desvantagens tem-se o custo de compra por carro, girando em torno de 40% a mais do que um ônibus a diesel, o custo com manutenção (é necessária uma mão de obra especializada), o maior número de componentes que podem apresentar defeito e o fato de não ser zero quanto à emissão de poluentes, mesmo utilizando biodiesel.

Na Tabela 1 são apresentados dados quanto as opções de ônibus a diesel, elétrico e híbrido de acordo com levantamento do Greenpeace. É importante salientar que os valores para compra e implementação de um item que não é facilmente cotável geralmente oscila de preço entre localidades, datas de cotização, quantitativo, prazos, etc. Portanto, uma apuração de custos real poderá facilmente reverter os indicadores aqui levantados.

Tabela 1: Custo Global de vida útil por ônibus. Fonte: GREENPEACE, 2016.

	Ônibus a Diesel Padron LE	HíbridoBR (Eletra)	E-bus (Elétrico Puro Eletra)	Biodiesel
Investimento inicial	R\$ 460.000,00	R\$ 640.000,00	R\$ 850.000,00	R\$ 460.000,00
Custo de manutenção (R\$ / KM)	R\$ 0,30	R\$ 0,29	R\$ 0,92	R\$ 0,30
Custo de	R\$ 1,56	R\$ 1,18	R\$ 0,48	R\$ 2,28

combustível (R\$ / KM)				
Custo operacional (R\$ / KM)	R\$ 1,86	R\$ 1,46	R\$ 1,47	R\$ 2,58
Custo global (10 anos)	R\$ 1.819.677,62	R\$ 1.712.173,85	R\$ 1.922.841,85	R\$ 2.344.607,44
Diferença	-	-5,9%	+5,6%	+28,8
Custo global (15 anos)	R\$ 2.491.393,70	R\$ 2.278.697,68	R\$ 2.736.924,27	R\$ 3.286.911,16
Diferença	-	-8,5%	+9,8%	+31,9

Como se pode observar, os ônibus híbridos têm se saído como opções extremamente competitivas, unindo vantagens dos ônibus elétricos e trólebus com as vantagens dos ônibus a diesel, possuindo maior rapidez de implementação e redução de variáveis que possam interferir no custo final, como a necessidade de construção das linhas aéreas pelos corredores radiais e nas intersecções com rodovias federais e estaduais.

Na figura 5 é possível observar um exemplar de ônibus híbrido produzido pela Empresa Eletra, sediada em São Paulo.



Figura 5 – Ônibus elétrico híbrido. Fonte: MOBILIZE BRASIL, 2022

Com o custo global (15 anos) quase 10% menor que dos ônibus convencionais, a solução híbrida pode proporcionar uma melhoria significativa do conforto dos usuários, menor emissão de poluentes e maior eficiência de operação, demonstrando ser uma tecnologia possível no presente. Salienta-se ainda que o volume de operação pode mudar

consideravelmente os custos finais, tornando a solução híbrida cada vez mais competitiva conforme o volume de operação aumenta.

4. CONCLUSÕES

Os ônibus híbridos oferecem uma grande flexibilidade de implementação e pelas características anteriormente apresentadas, contornam com facilidade as limitações da cidade. Seu tamanho similar ao ônibus convencional se adequa as vias já utilizadas pelo ônibus a diesel, bem como nos pontos de ônibus. Seus uso não implicaria em acréscimo de infraestrutura, portanto sua utilização pode ocorrer num curto prazo. Conforme foi visto, seu custo por quilômetro rodado é competitivo, mesmo quando comparado ao trólebus, fazendo com que seja uma excelente opção para uso na cidade de Campos dos Goytacazes, em especial nos Corredores Radiais, podendo, inclusive, utilizar-se modelos articulados e modernos que aumentam a capacidade de transporte, reduzindo o custo por passageiro e oferecendo conforto e acessibilidade.

Uma solução que aumente o conforto, a capacidade de transporte de massa e por um preço adequado ao que a maioria da população pode pagar, proporciona inclusão pela mobilidade, tornando possível ao munícipe acesso a serviços e possibilidades de trabalho antes custosos e desconfortáveis. No campo do ordenamento urbano, um transporte de qualidade incentiva ao proprietário de automóvel a optar por um modal mais barato e prático para seu dia-adia, diminuindo o número de veículos nas ruas.

Sistemas de transporte que utilizam energias limpas, mesmo que parcialmente, como os ônibus híbridos, ajudam a proteger o clima e promovem a saúde pública. Dentre as diversas tecnologias apresentadas, o sistema híbrido mostra-se como a melhor solução devido às suas características favoráveis, como maior facilidade de adoção por parte das empresas de ônibus existentes por sua similaridade com o modelo a diesel atualmente empregado, valor de implementação menor em comparação aos outros sistemas, valor por quilômetro rodado competitivo, atendimento aos requisitos de qualidade pela população, flexibilidade, rapidez e facilidade de implementação, não demandando infraestrutura extra ou gastos nas vias além dos que são atualmente praticados com os modelos a diesel.

5. REFERÊNCIAS

ABREU, Jessica Almeida; SANTOS, Sânya Carvalho dos; e FREITA; André Luís Policani. **Avaliação da Qualidade do Transporte Público Urbano pelos Usuários: Um Estudo Exploratório em Campos dos Goytacazes.** XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2016. Disponível em: <https://silو.tips/download/avaliao-da-qualidade-do-transporte-publico-urbano-pelos-usuarios-um-estudo-expl>. Acesso em: 06 de abril de 2022.

Transporte Público: ônibus elétrico no Brasil. Disponível em: <http://memoria76.blogspot.com/2019/01/campos-dos-goytacazes.html>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

BALAZINA, Afra. **Motos novas poluem pelo menos seis vezes mais que carros, afirma a Cetesb.** Jornal Folha de São Paulo. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff2301200813.htm>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988

BRASIL. Lei Federal nº 10.257 (2001) . **Estatuto da Cidade.** Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional.

BRASIL. Lei Federal nº 12.587 (2012). **Política Nacional de Mobilidade Urbana.** Brasília: Congresso Nacional.

CAMPOS DOS GOYTACAZES. Lei nº 0015. **Institui o Plano Diretor do Município de Campos dos Goytacazes.** 07 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.campos.rj.gov.br/plano-diretor.php>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

CAMPOS DOS GOYTACAZES. **Perfil 2018.** Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes. Disponível em: <https://www.campos.rj.gov.br/newdocs/1542233062PERFILCAMPOS2018.pdf>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

CORDEIRO JÚNIOR, Ildfonso Alvarenga; NASCIMENTO, Denise Cristina de Oliveira; e FERREIRA, Alton da Silva. **Mobilidade Urbana Sustentável no Município de Campos dos Goytacazes.** XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2014. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/47420588.pdf>. Acesso em: 06 de abril de 2022.

COSTA, Marcela da Silva. Um índice de mobilidade urbana sustentável. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Área de Concentração Planejamento e Operação de Sistemas de Transporte – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-01112008-200521/publico/Tese_MCOSTA.pdf. Acesso em: 15 de abril de 2021.

FARIA, T. P. **Campos dos Goytacazes nos anos 1870-1880: a modernização brasileira e o —mundo citadino.** Agenda Social, Campos dos Goytacazes, RJ, v. 2, n. 2, p. 40-64, mai-set. 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/2479444-Campos-dos-goytacazes-nos-anos->

1870-1880-a-modernizacao-brasileira-e-o-mundo-citadino.html. Acesso em: 06 de abril de 2022.

GEHL, Jan. **Cidade para Pessoas**. Editora Perspectiva. 1ª edição, 2013.

GIESBRECHT, Ralph Mennucci. **E. F. Macaé a Campos (1875-1887) E. F. Leopoldina (1887-1975) RFFSA (1975-1996)**. Estações ferroviárias do Brasil. Disponível em: http://www.estacoesferroviarias.com.br/efl_rj_litoral/campos.htm. Acesso em: 17 de abril de 2021.

GREENPEACE. **Dossiê Ônibus Limpo: Benefícios de uma transição para combustíveis renováveis na frota de São Paulo**. 2016. Disponível em: https://www.greenpeace.org/static/planet4-brasil-stateless/2018/07/2016-greenpeace_dossie_onibus_limpo.pdf. Acesso em: 06 de abril de 2022.

IBGE. **Panorama da cidade de Campos dos Goytacazes**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/campos-dos-goytacazes/panorama>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

INSTITUTO DE ENGENHARIA, SP. **Relatório de conclusões e recomendações do 2º Seminário de Trólebus**. 2013.

MACEDO, Jan Erik Johansson. **Estudo de linha de trólebus em natal**. 60p. Monografia de Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3636/6/estudo-linha-trolebus-Macedo-Monografia.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2020.

MEMÓRIA 76 BLOGSPOT. **Campos dos Goytacazes - Serviços Industriais do Norte do Estado (SINE)**. Disponível em: <http://memoria76.blogspot.com/2019/01/campos-dos-goytacazes.html>. Acesso em: 30 de março de 2022.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Moderação de Tráfego: Medidas para a humanização da cidade**. Brasília, DF, 2013.

MOBILIZE BRASIL. **Eletra lança ônibus elétrico híbrido com tecnologia 100% nacional**. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/noticias/11794/eletra-lanca-onibus-eletrico-hibrido-com-tecnologia-100-nacional.html>. Acesso em: 31 de março de 2022.

PEREIRA, Clarice. **Moto é o veículo que mais mata no trânsito e o que mais gera indenizações**. Jornal Folha de São Paulo. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/seminariosfolha/2018/06/moto-e-o-veiculo-que-mais-mata-no-transito-e-o-que-mais-gera-indenizacoes.shtml>. Acesso em: 14 de julho de 2020.

PORTAL G1. **Vans de transporte alternativo voltam a circular pelo centro de Campos, no RJ**. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/norte-fluminense/noticia/2021/01/04/vans-de-transporte-alternativo-voltam-a-circular-pelo-centro-de-campos-no-rj.ghtml>. Acesso em: 16 de abril de 2021.

SANTOS, Gill. **Ônibus elétricos já estão em operação no Brasil e no mundo**. Mobilize. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/noticias/11683/onibus-eletricos-ja-estao-em-operacao-no-brasil-e-no-mundo-veja-onde.html>. Acesso em: 17 de agosto de 2020.

SOUSA, Priscila Gomes; d'ALMEIDA, Ursula Gonçalves e ALIPRANDI, Danielly Cozer. **A Conquista de uma Cidade Caminhável: estudo comparativo na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ**. 8º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS 2018).Coimbra – Portugal, 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/112915634-A-conquista-de-uma-cidade-caminhavel-estudo-comparativo-na-cidade-de-campos-dos-goytacazes-rj.html>. Acesso em: 06 de abril de 2022.

TORRES, L. M.; PINHEIRO, C. D. P. S.; AZEVEDO, S. D.; RODRIGUES, P. R. S.; SANDIM, D. P. R. **Poluição atmosférica em cidades brasileiras: uma breve revisão dos impactos na saúde pública e meio ambiente**. *Naturae*, v.2, n.1, p.23-33, 2020.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. **Mobilidade urbana e cidadania**. Rio de Janeiro: SENAC, 2012. Disponível em: http://www.ufjf.br/pur/files/2011/04/8_Mobilidade-Urbana.pdf. Acesso em: 15 de abril de 2021.