

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA / ENGENHARIA ELÉTRICA
Trabalho Final de Curso II

Rherdan Lima Santana
Ronaldo Alves Sampaio

**VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE ÔNIBUS ELÉTRICO NO
TRANSPORTE COLETIVO DE GOIÂNIA.**

Trabalho Final de Curso como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica apresentado à Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Cássio Hideki Fujisawa – Orientador. PUC Goiás.
Prof. Dr. Antônio Marcos Melo Medeiros – Avaliador. PUC Goiás.
Prof. Me. Gustavo Siqueira Vinhal – Avaliador. PUC Goiás.

Goiânia, 07 de Junho de 2021.

VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE ÔNIBUS ELÉTRICO NO TRANSPORTE COLETIVO DE GOIÂNIA.

Rherdan L. Santana, Ronaldo A. Sampaio e Cássio H. Fujisawa.

Resumo – No presente artigo é analisada uma alternativa que visa mitigar o papel que o transporte coletivo urbano tem na atual crise socioambiental do planeta. Focando-se no ônibus elétrico, são realizados dois estudos que verificam a viabilidade da substituição dos veículos do transporte público, um para a linha 020 e outro para toda a cidade de Goiânia. No segundo estudo, foi utilizado o simulador da EPE. Por fim, embarcando o aspecto social envolvido nessa substituição, foram respondidas possíveis perguntas da população em relação ao ônibus elétrico.

Palavras chaves – Ônibus Elétrico, Sustentabilidade, Goiânia, Transporte Coletivo, Mobilidade Urbana.

I. INTRODUÇÃO

A emissão de poluentes e gases do efeito estufa (GEE) advinda do consumo de combustíveis fósseis no transporte urbano é um sério problema ambiental e de saúde pública. Em 2016 foi emitido um total de 49,4 giga toneladas de CO₂ na atmosfera, sendo que o setor de transporte teve uma participação de 15,9% [1]. Mundialmente, tem-se reafirmado medidas que buscam reduzir os níveis de emissão de poluentes de origem veicular. Segundo informações do jornal Le Monde, Paris banirá de suas ruas carros fabricados pré-1997. Já a Alemanha quer proibir carros movidos a combustão interna até 2030 [2].

Uma alternativa sustentável para a substituição de veículos à combustão interna é a utilização de veículos elétricos (VE). Um fato que torna essa substituição atrativa é a eficiência dos motores: enquanto a de um carro elétrico ultrapassa 80%, a de motor à combustão interna é de apenas 15 a 20% [3]. No Brasil, a elevada participação de fontes renováveis na matriz energética apresenta um fator adicional para a substituição dos combustíveis fósseis e a consequente redução da emissão de GEE, pois nem o transporte e nem a geração de eletricidade contribuirá para a poluição do meio ambiente [4].

Slowik et al (2018), em sua pesquisa sobre a eletromobilidade de frotas urbanas, defende que a prioridade a curto prazo do Brasil deve ser a adoção de ônibus elétricos no lugar da adoção de veículos particulares. Slowik aponta uma série de benefícios com essa escolha, tais como: melhora da qualidade do ar, da saúde pública, das condições climáticas e da mobilidade urbana, redução da poluição sonora, promoção do transporte público sobre o individual, desenvolvimento econômico e industrial e geração de novos empregos na fabricação de VE e sua infraestrutura de apoio.

Análises comparativas entre ônibus elétricos e ônibus a diesel atestam as vantagens do uso do primeiro sobre o segundo. No que diz respeito ao consumo de energia, a modalidade elétrica pode ser até 3,53 vezes mais econômica que a modalidade a combustão [5].

Portanto, o objetivo deste trabalho é o estudo da viabilidade de implementação de ônibus elétricos no transporte coletivo da cidade de Goiânia.

II. LINHA 020

Esta seção é baseada no trabalho de Paulo Renato Guenther e Thomaz Dalmas Padilha, da Universidade Federal do Paraná UFPR (2016) [6]. Realizado em 2016 no Município de Curitiba - PR, o estudo teve por objetivo verificar a viabilidade da substituição dos ônibus movidos à combustão interna que operavam na linha 550 Pinheirinho/C. Gomes por ônibus elétricos. O ônibus que circulava na linha 550 desde 2011 era o expresso “ligeirão”, biarticulado, com capacidade total de 250 pessoas, que foi substituído pelo ônibus elétrico *E-bus*, com capacidade total de 126 pessoas, sendo considerado, então, dois ônibus elétricos para substituir o convencional biarticulado.

Com a substituição do ônibus elétrico foi necessária uma infraestrutura composta de estações de recargas para o seu abastecimento. Neste caso, foi proposto dois tipos de tecnologias: um carregamento rápido instalado nos terminais da linha, demanda altas potências (390 kW) e intervalo de 15 minutos para elevar a carga das baterias de 30% a 60%, e outro carregamento lento instalado nas garagens dos ônibus, necessitando de menores potências (90 kW), levando de quatro a cinco horas para o pleno abastecimento.

O período adotado na comparação entre as duas modalidades de veículos foi o ciclo de 10 anos (onde somente o veículo a combustão foi trocado por um novo após 5 anos de uso) e os resultados foram favoráveis à substituição das tecnologias. Na Tabela 1, são apresentados os custos calculados, sendo separados em um subtotal para os cinco primeiros anos e outro subtotal para os cinco últimos anos, em que se destaca que a nova opção apresenta uma significativa redução de custos nos últimos anos.

Tabela 1 - Comparativo de custos dos ônibus

	Ônibus à diesel	Ônibus elétrico
Aquisição por veículo	R\$ 1.461.910,01	R\$ 1.262.296,56
Sub-total aquisição (10 anos)	R\$ 2.923.820,02	R\$ 2.524.593,12
Consumo por km	R\$ 2,78	R\$ 1,05
Sub-total consumo (10 anos)	R\$ 1.934.733,22	R\$ 730.744,56
1 Motorista por ano	R\$ 33.590,76	R\$ 33.590,76
Sub-total motoristas (10 anos)	R\$ 1.343.630,40	R\$ 2.687.260,80
Sub-total 5 primeiros anos	R\$ 3.103.395,32	R\$ 4.238.202,80
Sub-total 5 últimos anos	R\$ 3.103.395,32	R\$ 1.713.609,68
Total	R\$ 6.206.790,64	R\$ 5.951.812,48

Fonte: Guenther & Padilha (UFPR) [2016]

Portanto, um estudo semelhante foi realizado para verificar a viabilidade de implementação de ônibus elétrico no transporte coletivo de Goiânia, sendo escolhida a linha 020. Esta linha estende-se do terminal Garavelo até o terminal da Bíblia, via terminal Isidória, e possui uma extensão de 21,74 km (totalizando 43,48 km em uma viagem de ida e volta).

O ônibus à combustão usado como modelo foi o Semipadron, que possui uma potência de 230 cv e capacidade total de 100 pessoas. Para a modalidade de ônibus elétrico, foi utilizado o E-Bus, com capacidade total de 126 pessoas. Como a linha 020 não possui veículos exclusivos/específicos devido aos ônibus andarem em várias linhas, a escolha da quantidade de ônibus para o estudo econômico fez-se arbitrariamente, estimando-se 14 ônibus para suprir a demanda da linha.

Como a autonomia do E-bus é de aproximadamente 200 km e os ônibus da linha 020 andam aproximadamente 300 km por dia, tornou-se necessário a realização de um carregamento rápido para atender o fluxo de viagens da linha. A proposta de carregamento foi colocar um total de 8 carregadores rápidos de 150 kW, 4 no terminal Garavelo e 4 no terminal da Bíblia, com carregamentos de 15 a 30 minutos.

Inicialmente, fez-se a análise dos primeiros 5 anos, período para o qual se calcula um total de 7.387.686 km rodados. O custo de aquisição foi calculado sabendo que o Semipadron custa R\$ 290 mil e o E-Bus custa R\$ 900 mil. O E-Bus tem um consumo de 1,12 kWh/km e a tarifa da Enel Goiás adotada foi 0,547 R\$/kWh. Para os ônibus à combustão, considerou-se o consumo de 0,469 l/km, que é o consumo médio dos ônibus urbanos convencionais, e o preço do diesel utilizado foi de R\$ 3,55/l. O valor da infraestrutura de recarga dos ônibus elétricos foi estimado em R\$2.700.000,00, enquanto os investimentos e gastos com postos e bombas de combustível para aos ônibus a combustão não foram contabilizados no cálculo por estas estruturas já existirem. Para os primeiros 5 anos, teve-se um saldo negativo de R\$ 3.465.863,30, quando comparado os gastos do veículo elétrico com o veículo à combustão interna. Do sexto ao décimo ano, fez-se a troca dos ônibus a combustão e manteve-se os elétricos, com o gasto de combustível e energia supostos iguais aos primeiros anos. Obteve-se um saldo positivo de R\$11.834.136,70, ou seja, ao final de 10 anos teve-se uma diferença de R\$ 8.368.273,39.

Tabela 2 - Comparativo dos custos das modalidades

Custos	Ônibus a Diesel	E-Bus	Saldo
Anos 1-5			
Custo de aquisição	R\$ 4.060.000,00	R\$ 12.600.000,00	-R\$ 8.540.000,00
Combustível/Energia	R\$ 12.300.129,14	R\$ 4.525.992,44	R\$ 7.774.136,70
Infraestrutura/Carregadores	R\$ -	R\$ 2.700.000,00	-R\$ 2.700.000,00
Subtotal	R\$ 16.360.129,14	R\$ 19.825.992,44	-R\$ 3.465.863,30
Anos 6-10			
Custo de aquisição	R\$ 4.060.000,00	R\$ -	R\$ 4.060.000,00
Combustível/Energia	R\$ 12.300.129,14	R\$ 4.525.992,44	R\$ 7.774.136,70
Infraestrutura/Carregadores	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Subtotal	R\$ 16.360.129,14	R\$ 4.525.992,44	R\$ 11.834.136,70
Total	R\$ 32.720.258,28	R\$ 24.351.984,88	R\$ 8.368.273,39

Fonte: O autor [2021]

III. SIMULAÇÃO EPE

Visando um cenário mais amplo que englobasse toda a cidade de Goiânia, foi realizado outra simulação de substituição de ônibus a combustão por ônibus elétrico, usando como recurso o simulador *online* da Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

A. Ferramenta online

A EPE disponibiliza, em seu site oficial, uma ferramenta online que permite a realização de avaliações de viabilidade técnico-econômica de ônibus elétricos municipais. O intuito da ferramenta é convidar os usuários (governo, mercado e sociedade em geral) a simular cenários de utilização desta modalidade de veículos em suas frotas municipais, analisando a viabilidade da implementação, assim como identificar os maiores obstáculos à sua adoção pelo sistema de transporte público rodoviário [7].

Em seu Guia Prático para uso da ferramenta [7], a EPE apresenta de maneira resumida e sucinta as principais variáveis envolvidas e a forma como são realizadas as avaliações econômicas dos projetos. As variáveis são referentes tanto ao uso de ônibus a diesel convencionais quanto ao uso do ônibus elétrico, e são separadas em 6 seções distintas, conforme a Figura 1, que buscam responder a três perguntas principais: *Quanto se usa de transporte? Quanto custa cada tecnologia? Como pagar por elas?*



Figura 1 - Layout do simulador

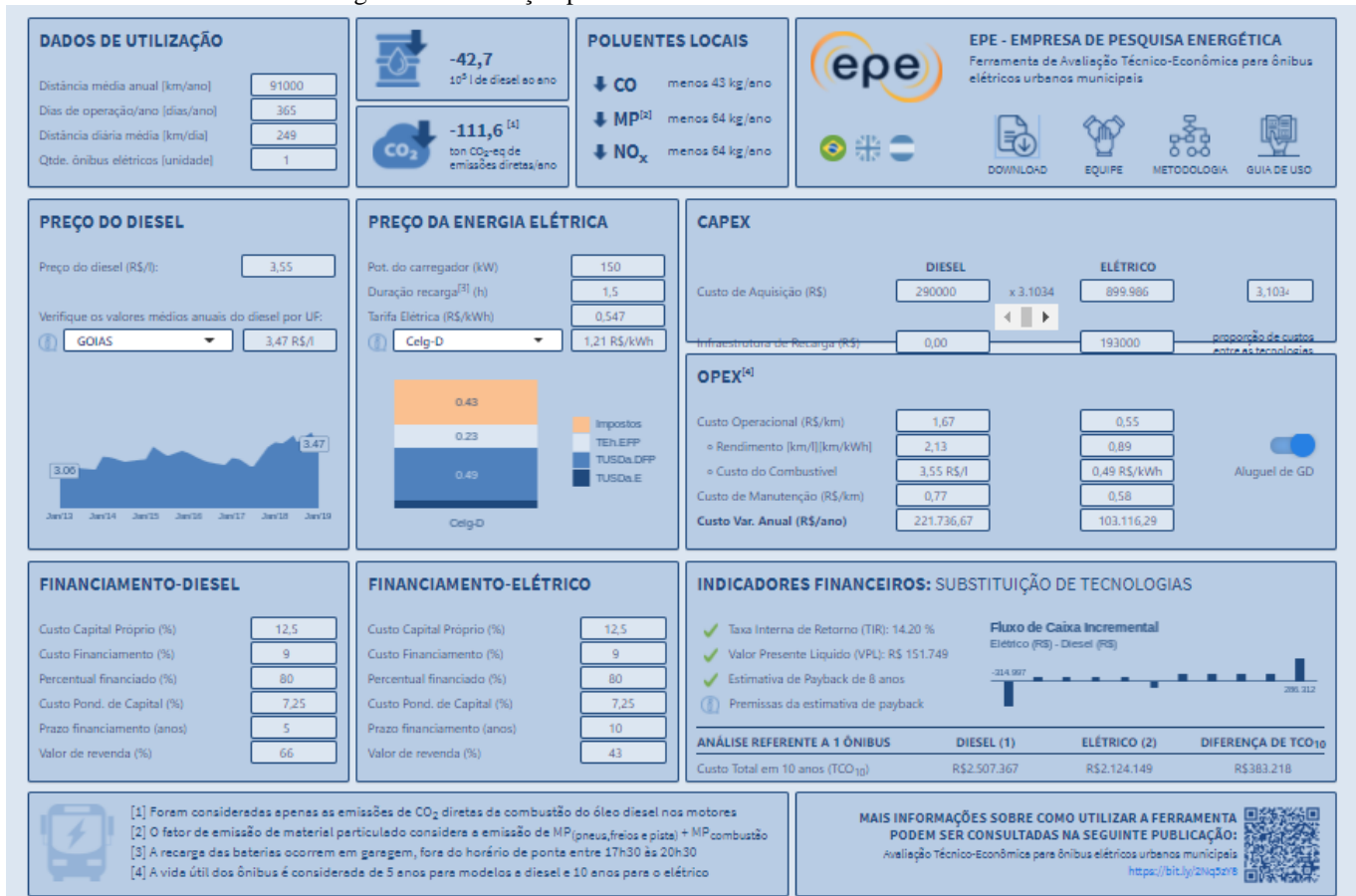
Fonte: EPE [7].

- **Seção 1 – Dados de Utilização:** tem por variáveis o *Padrão de cidade* (categoria do município de acordo número de habitantes) e o *Número de ônibus elétricos* que o usuário deseja adotar em sua frota.
- **Seção 2 – Preço do Diesel:** tem por variável o *Preço do Óleo Diesel* comercializado pela prestadora/concessionária/permissionária de transporte.
- **Seção 3 – Preço da Energia Elétrica** tem por variável a *Distribuidora de energia elétrica*, cuja escolha influencia no valor da tarifa de eletricidade.
- **Seção 4 – CAPEX (Custos de aquisição) e OPEX (Custos de operação e Manutenção):** tem por variáveis o *Custo de aquisição do ônibus diesel*, o *Custo da infraestrutura do ônibus elétrico*, a *Proporção de custos entre as tecnologias* (fator que determina a proporção em que um ônibus elétrico é mais caro do que o seu equivalente convencional a diesel), o *Rendimento* (em km/l para o ônibus a diesel e em km/kWh para o ônibus elétrico), o *Custo de manutenção* de cada tecnologia e a modalidade de fornecimento de energia elétrica *Distribuidora x Aluguel de GD* (conexão com a distribuidora na alta tensão ou via geração distribuída).
- **Seção 5 – Financiamento-Diesel e Seção 6 – Financiamento-Elétrico:** têm por variáveis o *Custo de capital próprio* (quanto o empreendedor espera de retorno do investimento), o *Custo de financiamento* (taxa de financiamento praticada pelas instituições financeiras), o *Percentual financiado*, o *Prazo de financiamento* (em anos e utilizando o Sistema de Amortização constante - SAC) e o *Valor de revenda* dos veículos.

A avaliação econômica resulta do comparativo do desempenho das duas tecnologias ao longo do período de 10 anos (período escolhido por compreender a média de tempo da vida útil de um ônibus elétrico, além de coincidir com o período de garantia das baterias e de garantias estendidas praticadas por alguns fabricantes de ônibus elétricos) e apresenta o resultado da substituição do ônibus a diesel por ônibus elétrico. Os indicadores financeiros utilizados são: taxa interna de retorno (TIR), custo total de propriedade (TCO), valor presente líquido (VPL) e tempo de retorno do investimento (*Payback*).

A figura 2 exemplifica a realização de uma simulação.

Figura 2 – Simulação para a cidade de Goiânia considerando GD.



[1] Foram consideradas apenas as emissões de CO₂ diretas de combustão do óleo diesel nos motores
 [2] O fator de emissão de material particulado considera a emissão de MP_(pneus,freios e pista) + MP_{combustão}
 [3] A recarga das baterias ocorre em garagem, fora do horário de ponta entre 17h30 às 20h30
 [4] A vida útil dos ônibus é considerada de 5 anos para modelos a diesel e 10 anos para o elétrico

MAIS INFORMAÇÕES SOBRE COMO UTILIZAR A FERRAMENTA
 PODEM SER CONSULTADAS NA SEGUINTE PUBLICAÇÃO:
 Avaliação Técnico-Econômica para ônibus elétricos urbanos municipais
<https://bit.ly/2Nq3z18>

B. Goiânia

Em sua Nota Técnica [8], a EPE apresenta detalhadamente o processo de obtenção, utilização e interpretação dos valores usados nas variáveis. O documento usa de base informações do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transporte Público (SIMOB/ANTP) [9], que categoriza o transporte municipal de acordo com a faixa de população. Nessa categorização, a cidade de Goiânia se enquadra na categoria *Mais de 1 milhão de habitantes*.

Inicialmente, foi realizada uma simulação para a cidade de Goiânia utilizando os valores padrões disponibilizados pelo próprio simulador para essa faixa de população com o objetivo de mensurar as dimensões das variáveis utilizadas e obter uma estimativa dos resultados esperados. Foi realizada apenas a localização da cidade por meio da alteração das variáveis referentes ao estado (Goiás) e da distribuidora de energia elétrica (antiga Celg-D, atual Enel Goiás). Posteriormente, tendo de referência a linha 020 da sessão II, foi realizado o condicionamento dos dados coletados para refletirem, de maneira aproximada, todo o transporte público coletivo de Goiânia. A Tabela 3 apresenta os dados calculados para a cidade de Goiânia, assim como as entradas de valores padrões do simulador.

Tabela 3 – Valores padrões do simulador

Variáveis	Caso Padrão	Caso Goiânia
Distância média anual (km/ano)	79500	91000
Dias de operação (dia/ano)	288	365
Preço do diesel (R\$/l)	2,92	3,55
Potência dos carregadores (kW)	60	150
Duração de recarga (h)	6	1,5
Tarifa elétrica (R\$/kWh)	0,8	0,547
Custo de aquisição do ônibus a diesel (R\$)	546000	290000
Custo de aquisição do ônibus elétrico (R\$)	955500	900000
Infraestrutura de recarga (R\$)	161000	193000
Rendimento do ônibus a diesel (km/l)	1,58	2,13
Rendimento do ônibus elétrico (km/kWh)	0,93	0,89

Fonte: O autor [2021]

Para simplificar as comparações, foi optado por manter as seções de financiamento dos veículos a diesel e elétricos do caso Goiânia igual aos dados do caso Padrão. Foi decidido realizar dois cenários distintos para Goiânia, um considerando a presença de geração distribuída (GD) e outro desconsiderando a presença da geração distribuída. O próprio simulador assume como 10% o fator de redução da tarifa de energia elétrica no caso de locação de geração distribuída.

Devido às características do próprio simulador, todos os valores estão ajustados para refletir apenas um veículo, e os indicadores financeiros apresentados para a substituição das tecnologias compreende apenas à análise de um único ônibus, necessitando de um tratamento posterior caso queira-se estendê-la para uma frota completa de

veículos. Vale salientar que mesmo possuindo um campo para indicar a quantidade de veículos utilizados na frota, esta informação não afeta o resultado da avaliação financeira, apresentando impacto apenas no seguimento que diz respeito à diminuição da emissão de poluentes atmosféricos. Os resultados para as três simulações são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Indicadores financeiros.

	TIR	VPL	Payback
Padrão	24,68%	R\$ 259.925,00	6 anos
Com GD	14,20%	R\$ 151.749,00	8 anos
Sem GD	12,42%	R\$ 112.920,00	9 anos

Fonte: O autor [2021].

Em todos os três cenários (padrão, com GD e sem GD), tem-se como resultado um VPL positivo e um payback inferior ao período de 10 anos, indicando a viabilidade da substituição dos ônibus. Contudo, o cenário sem geração distribuída apresenta uma TIR de 12,42%, inferior ao custo de capital próprio adotado de 12,5%, e seu VPL positivo apenas se explica pelo fluxo positivo ao final dos 10 anos oriundo da revenda do ônibus elétrico, ou seja, caso não se consiga realizar a revenda, a alternativa sem GD perde sua atratividade de investimento pela ausência de retorno financeiro positivo.

IV. PERGUNTAS FREQUENTES

Todavia, o sucesso da implementação de um projeto não se limita apenas à sua viabilidade técnico-econômica, como também depende fortemente da aceitação de seu público-alvo. No que diz respeito à substituição de ônibus a combustão por ônibus elétrico, torna-se necessário gerenciar a percepção da população sobre esta modalidade de veículo. Desta forma, esta seção visa esclarecer possíveis dúvidas dos usuários de transporte coletivo, no intuito de alinhar suas expectativas, estendendo o estudo ao campo sociocultural.

- **Ônibus elétrico é silencioso?**

O princípio de funcionamento do motor a combustão, baseia-se no aproveitamento da energia liberada na reação de combustão devido a mistura de ar e combustível, que forma uma faísca e causa uma explosão, a mesma aciona um pistão que aciona uma manivela, e então o motor gira, todo este processo causa ruídos na faixa de 56 a 75 decibéis (ruídos a partir de 50 decibéis já são capazes de causar dano ao indivíduo). Os motores elétricos possuem bem menos componentes do que os de combustão, e não tem qualquer queima ou explosão, portanto não há necessidade de escapamento (sistema de exaustão), logo, os motores elétricos são mais silenciosos do que os de combustão interna, portanto, contribuem com a redução da poluição sonora nos

grandes centros urbanos. A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera o barulho como o terceiro poluente mais danoso à saúde, atrás da poluição do ar e da água. Segundo a própria OMS, a principal causa de ruído nas grandes cidades é o trânsito e, de acordo com Méline et al. (2013), os possíveis danos vão além da perda de audição, provocando distúrbios de sono, cardiovasculares, mentais e psicológicos, como, ansiedade, depressão [10]. Apesar disso, a União Europeia obriga que os novos veículos híbridos e elétricos saiam das montadoras com um dispositivo que produza ruído de motor de forma artificial. A exigência tem como finalidade mitigar acidentes, em específico para pedestres cegos ou com baixa visão, e também para ciclistas e os demais usuários das vias públicas. Permitindo-os de utilizar suas percepções auditivas e, portanto, notarem a aproximação, presença ou afastamento de veículos [11].

- **Existem ônibus elétricos no Brasil?**

Existem várias iniciativas de mobilidade elétrica no Brasil, dentre as principais estão: Campinas (SP), que em 2015 iniciou o projeto de eletrificação de sua frota de ônibus, com a participação da prefeitura de Campinas, a empresa BYD do Brasil, CPFL Energia, taxistas e empresas de transporte coletivo.

Florianópolis (SC), 2017, entrou em operação o ônibus elétrico alimentado por energia solar, financiado pelo MTIC e participação da Fotovoltaica UFSC, Eletrabus, Marcopolo, Mercedes-Benz e WEG.

Curitiba (PR), Através da Lei Municipal nº 14.826, de 25 de abril de 2016, a Câmara Municipal de Curitiba e a Prefeitura de Curitiba estabeleceram o incentivo ao uso de veículos movidos a eletricidade.

São Paulo (SP), a Lei nº 16.802 de 17 de janeiro de 2018 prevê a redução de 50% das emissões de carbono até 2028 e a eliminação das emissões até 2038. O compromisso da prefeitura de São Paulo prevê a entrada de 2620 ônibus elétricos até o final de 2021.

Brasília (DF), em 2018, teve início a operação comercial do ônibus elétrico a bateria no transporte coletivo. O veículo foi adquirido pela viação piracicabana e fabricado pela BYD, com carroceria Marcopolo. As baterias são recarregadas na garagem e a autonomia para o tipo de trajeto no DF fica em torno de 300 km (Diário do Transporte, 2018) [12].

Atualmente no Brasil não existem apenas iniciativas, também existem projetos já implementados, portanto não é algo inédito. Atualmente existem 350 ônibus elétricos no Brasil [13].

- **É possível reduzir a tarifa (Sit Pass) com a implementação do ônibus elétrico?**

O valor atual da tarifa de ônibus (Sit Pass) em Goiânia e região é R\$ 4,30 e permanecerá assim até dezembro de 2021 segundo o presidente da CMTC (Companhia

Metropolitana de Transportes Coletivo), Murilo Guimarães Ulhôa. A vantagem da substituição de ônibus a combustão por ônibus elétrico encontra-se nos menores custos de combustível e manutenção. Contudo, no que diz respeito à composição do custo das tarifas de ônibus, as despesas com combustíveis, lubrificantes, pneus, peças e serviços de manutenção representam apenas 20-30% desse valor [14]. Portanto, a substituição pode representar um fator de redução da tarifa, contudo, não se pode esperar uma redução considerável. Além disso, deve-se observar o impacto que as demais despesas da concessionária de ônibus (custo de mão de obra, custos de capital, despesas administrativas, financeiras em gerais) impõem à tarifa, bem como as consequências da inflação nestas áreas.

V. CONCLUSÃO

A preocupação ambiental, no que tange a questão das frotas de ônibus urbanos, é de relevante interesse à sociedade. E, por mais que a substituição de ônibus a combustão por ônibus elétrico seja vista como uma alternativa sustentável, ainda se faz necessária uma análise no campo financeiro.

No estudo da linha 020, a reprodução da pesquisa realizada na linha 550 de Curitiba confirmou o comportamento econômico deste tipo de proposta, onde, somente próximo ao final dos 10 anos, a modalidade elétrica compensa seu elevado custo de aquisição com seu baixo custo operacional e elevado ciclo de vida. Utilizando o simulador da EPE, foi possível encontrar resultados de natureza semelhante, acrescido, todavia, de se tratar de uma análise a nível municipal.

Portanto, a longo prazo, a substituição dos veículos coletivos a combustão por elétricos prova-se viável tanto em análise micro quanto macro. Entretanto, não se pode negligenciar que esse tipo de resultado é limitado e não serve de único indicador para a realização ou não de um projeto de substituição. O estudo dos impactos socioculturais, bem como o esclarecimento das dúvidas da população, é de vital relevância para a tomada de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, **World Energy Outlook**, 2018.
- [2] DIAS, Diego. Alemanha quer proibir carros a combustão até 2030. **Quatro rodas**, 2016. Disponível em: <https://quatrorodas.abril.com.br/noticias/alemanha-quer-proibir-carros-a-combustao-ate-2030/>. Acesso em: 10 de set. de 2020.
- [3] EUSTÁQUIO, José D. A. O avanço de veículos elétricos na China. **Eco Debate**, 2019. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2019/02/18/o-avanco-da-industria-de-veiculos-eletricos-na-china-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>. Acesso em: 12 de set. de 2020

- [4] EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise de conjuntura dos biocombustíveis ano 2018**. Rio de Janeiro, 2019.
- [5] ZAMPOLI, Anderson W. da S.; ABIB, Bruno M.; DAQUILA, Felipe M. **Análise do consumo de energia de um ônibus elétrico híbrido na cidade de Curitiba na Linha 203 da URBS**. Curitiba, 2015.
- [6] GUENTHER, Paulo R.; PADILHA, Thomaz D. **Estudo de viabilidade para substituição de veículo a combustão por veículos de tração elétrica em uma linha de ônibus de Curitiba**. Curitiba, 2016.
- [7] EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Avaliação de ônibus elétricos urbanos municipais - Guia prático para uso da ferramenta**. Abril de 2019.
- [8] EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Nota Técnica – **Avaliação Técnico-Econômica de Ônibus Elétrico no Brasil**. Setembro de 2020.
- [9] ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - SIMOB/ANTP**. Maio de 2020.
- [10] LIMA, Gregório. Mobilidade elétrica: O ônibus elétrico aplicado ao transporte público no Brasil. **Revista dos transportes públicos**, São Paulo, p. 63, julho.2019.
- [11] Carros elétricos e híbridos e vão fazer barulho para alertar pedestres. **Correio brasileiro**, 2019. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2019/07/04/internas_economia,767941/carros-eletricos-e-hibridos-va-o-fazer-barulho-para-alertar-pedestres.shtml>. Acesso em 15 de abril. de 2021.
- [12] EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, **Avaliação técnico-econômica de ônibus elétrico no Brasil**, 2020.
- [13] E-BUS RADAR, 2021. Disponível em:<<https://www.ebusradar.org/>>. Acesso em: 04 de maio de 2021.
- [14] MARQUES, Jessica. Prefeito de Franco da Rocha (SP) mantém reajuste da tarifa de ônibus e justifica decisão nas redes sociais. **Diário Do Transporte**, 2020. Disponível em<<https://tecnoblog.net/247956/referencia-site-abnt-artigos/>>

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Rherdan Lima Santana do Curso de Engenharia Elétrica, matrícula 20162003800119, telefone: (62) 98165-9151, e-mail: rherdan.lima@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Viabilidade de implementação de ônibus elétrico no transporte coletivo de Goiânia, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 25 de Junho de 2021.

Assinatura do(s) autor(es): Rherdan Lima Santana

Nome completo do autor: Rherdan Lima Santana

Assinatura do professor-orientador: Cássio H. Fujisawa

Nome completo do professor-orientador: Cassio Hideki Fujisawa

RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Ronaldo Alves Sampaio,
do Curso de Engenharia Elétrica, matrícula 2016.2.0038.0002-0,
telefone: (62) 98298-3562 e-mail ronaldrasifto@gmail.com, na
qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos
Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a
disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado
Viabilidade de Implementação de Ônibus Elétrico no Transporte Coletivo de
Goiânia,
gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme
permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato
especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND);
Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou
impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de
graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 25 de Junho de 2021.

Assinatura do(s) autor(es): Ronaldo Alves Sampaio

Nome completo do autor: Ronaldo Alves Sampaio

Assinatura do professor-orientador: Cássio H. Fujisawa

Nome completo do professor-orientador: Cássio Hideki Fujisawa