



FATEC GUARULHOS

AUTORES

BEATRIZ POSSACOS SEJO DA SILVA

BIANCA SHITSUKA PONCIANO

YURI PEREZ SCARAMELLI

ORIENTADORES

ANDREZA SANTOS FEITOZA

CARLOS ALBERTO DINIZ GROTTA

**O AEROMÓVEL COMO VEÍCULO DE MOVIMENTAÇÃO DE
PASSAGEIROS NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE GUARULHOS- SEU
PAPEL NA QUALIDADE DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO E NA
DESCARBONIZAÇÃOAEROPORTUÁRIA**

Guarulhos

2024

O AEROMÓVEL COMO VEÍCULO DE MOVIMENTAÇÃO DE PASSAGEIROS NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE GUARULHOS- SEU PAPEL NA QUALIDADE DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO E NA DESCARBONIZAÇÃOAEROPORTUÁRIA

RESUMO

Este estudo busca analisar a mudança dos modelos de transporte utilizados para transportar os passageiros entre os terminais do Aeroporto Internacional São Paulo-Guarulhos, visando reduzir a emissão de dióxido de carbono (CO₂), um gás que contribui para o efeito estufa, e mitigar os impactos ambientais associados ao transporte aeroportuário. O Aeromóvel, um sistema de transporte automatizado movido a energia elétrica, promete ser uma alternativa mais sustentável e eficiente em termos de energia. O objetivo deste trabalho é mostrar a transição que reflete uma preocupação crescente com a sustentabilidade e o meio ambiente no setor da aviação, principalmente no âmbito da descarbonização aeroportuária e pode servir como um exemplo inspirador para outros aeroportos ao redor do mundo que buscam minimizar seu impacto ambiental. A metodologia empregada foi a realização de uma pesquisa exploratória com base descritiva de um estudo de caso.

Palavras-chave: Aeromóvel. Movimentação de passageiros. Descarbonização.

ABSTRACT

This study seeks to analyze the change in the transport models used to transport passengers between the terminals of the São Paulo-Guarulhos International Airport, aiming to reduce the emission of carbon dioxide (CO₂), an important gas that contributes to the greenhouse effect, and mitigate the environmental impacts associated with airport transport. The Aeromobile, an electrically powered automated transportation system, promises to be a more sustainable and energy-efficient alternative. The objective of this work is to demonstrate the transition that reflects a growing concern with sustainability and the environment in the aviation sector, especially in the context of the decarbonization of means of transport in Brazil and can serve as an inspiring example for other airports around the world that seek to

minimize their environmental impact. The methodology used was to carry out an exploratory research based on the descriptive of a case study.

Keywords: *Airmobile; Passenger movement; Decarbonization*

INTRODUÇÃO

A necessidade por soluções sustentáveis nos meios de transporte vem se tornando uma temática cada vez mais relevante nos dias atuais, especialmente quando se trata da movimentação de passageiros (PAX) entre importantes pontos de conexão de um aeroporto. A movimentação de passageiros entre a estação de trem CPTM e os terminais 1, 2 e 3 do Aeroporto Internacional de Guarulhos ainda é realizada por ônibus movidos a diesel que são disponibilizados pela concessionária GRU AIRPORT. Este cenário está previsto para mudar em agosto do presente ano, quando está previsto o início das operações com um veículo leve ferroviário denominado de Aeromóvel.

Contudo, com a constante demanda por descarbonização das atividades aeroportuárias, o Aeromóvel, se apresenta como um veículo eficaz e com zero emissão de gás carbônico (CO₂) que irá substituir o serviço de traslado realizado pelos ônibus da concessionária, que estão em funcionamento desde a inauguração da estação ferroviária CPTM em maio de 2018.

Foi realizada uma pesquisa exploratória e descritiva com base no estudo de caso do Aeroporto de Guarulhos e artigos, sites institucionais e livros especializados sobre o tema.

OBJETIVOS

Gerais

Este artigo tem como objetivo analisar as vantagens da substituição dos ônibus a diesel pelo Aeromóvel na locomoção de passageiros considerando o foco na descarbonização aeroportuária, mas sem descartar a qualidade na prestação de serviço ao usuário.

Específicos

- Avaliar as políticas e práticas atuais adotadas pelo Aeroporto Internacional de Guarulhos na introdução do Aeromóvel.
- Comparar as medidas de descarbonização entre a operação com ônibus a diesel e o Aeromóvel.
- Identificar lacunas e oportunidades de melhoria na implementação desse sistema de transporte.

METODOLOGIA

Caracterização do Aeromóvel

Aeromóveis são um modo de transporte automatizado em via elevada exclusiva e segregada, que fazem uso da propulsão pneumática para se locomoverem, sem motores ou transmissão embarcados, resultando, assim, no baixo consumo energético e custo construtivo econômico por utilizar estruturas leves e esbeltas, isto é, estruturas altas e finas. Ele faz uso de rodas e trilhos de aço, e sua propulsão pneumática é localizada no exterior do veículo. (Ministério do Transporte, 2022). Segundo Ferraz (2024), é um modo de transporte especial, por suas características tecnológicas diferenciadas (no caso a sua força motriz é a pressão do ar).

O projeto de tecnologia do Aeromóvel, inventado por Oskar Hans Wolfgang Coester na década de 1970, se consolidou em 2013, com o início de suas operações no Aeroporto Internacional Salgado Filho, em Porto Alegre, que já transportou mais de oito milhões de passageiros. Como se vê abaixo na figura 1. (AEROM Mobilidade Sustentável, 2022, p. 18)

Figura 1: Estrutura das vigas elevadas do Aeromóvel do Aeroporto Salgado Filho, PortoAlegre



Enquanto a maioria dos sistemas APM (Automated People Mover) fazem uso de pneus de borracha ao longo de guias de concreto, o Aeromóvel por sua vez, faz sua movimentação por meio de rodas de aço sobre trilhos de aço. Ao contrário das rodas de aço, os pneus de borracha devem ser substituídos frequentemente, com um custo significativo e um passivo ambiental alto. (AEROM Mobilidade Sustentável, 2022, p. 68)

O aeromóvel é um modo de transporte ainda inovador comparado a outros que fazemos uso comumente. O desenvolvimento do seu Projeto teve sua gênese ao final da década de 1960 e consolidou-se em 2013. O Aerómovel ganhou destaque por possuir energia 100%



neutra em termos de emissão de gases do efeito estufa - CO₂ e vantagens bem significativas no meio ambiente.

A poluição sonora é comum em motores de modos de transporte como os não elétricos e os a combustão. Tal problemática contudo não se aplica ao aeromóvel, uma vez que, este é um transporte silencioso. Com isso, os passageiros embarcados podem desfrutar de uma movimentação mais silenciosa durante todo o trajeto.

Este é extremamente seguro, e por ter via específica e segregada a possibilidade de colisão é descartada, não sofrendo com engarrafamento ou acidentes como os demais modos de transporte, estando suspenso por via elevada.

Sua movimentação por meio de propulsão pneumática, oferece notáveis benefícios como: emissões zero, energia limpa, baixo peso, e alta eficiência energética. Ao fazer a utilização do fluxo de ar para movimentar os veículos, o sistema reduz significativamente o consumo de energia em comparação com outros meios de transporte. (AEROM,2023)

Desta forma, este veículo possui uma tecnologia sustentável: O Aeromóvel está alinhado aos esforços globais para combater as mudanças climáticas e promover um futuro mais sustentável, em virtude do uso de uma tecnologia de forma correta, inteligente e sustentável. A tecnologia avançada presente no Aeromóvel também otimiza o uso de concreto e aço presente na sua infraestrutura proporcionando edificações mais leves, como observado na figura 2, com menos emissões de CO₂.

Figura 2: Estrutura das vigas elevadas do Aeromóvel do Aeroporto Internacional de São Paulo, Guarulhos



Fonte: AIRWAY (2023)

Adicionalmente, pelo fato de eliminar o uso de pneus, não há emissão de microplásticos para o meio ambiente. Atualmente, o descarte incorreto de pneus e outros resíduos tem trazido doenças contagiosas e mortais que, sua eliminação poderá diminuir a poluição do solo e contaminação do ecossistema.

Impactos da emissão de CO₂ por ônibus a diesel

Segundo a resolução CONAMA n. 491, de 19/11/2018, esta classifica poluente atmosférico como: qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade. (CONAMA, 2018)

É possível constatar que os principais poluentes gerados pela circulação dos ônibus urbanos são os óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado (MP). No que tange aos ônibus urbanos, os estudos apontam como principal problema da emissão o impacto local, pois, apesar de representarem parcelas relativamente pequenas dentro do todo, suas emissões impactam na vida de grande parcela da população, dada a densidade populacional dos grandes centros urbanos.

DESENVOLVIMENTO

O Aeromóvel Gru Airport

A Aerom é a empresa responsável pela instalação do aeromóvel e lidera o consórcio AeroGRU, formado pelas empresas AEROM, HTB, FBS e TSINFRA. O consórcio é responsável por fornecer uma solução 100% automatizada para transporte de passageiros entre os terminais e o trem Metropolitano da CPTM, de forma sustentável e segura.

Esse meio de movimentação oferece um maior conforto aos usuários, uma vez que possui espaço interno maior para alocar as bagagens; mais números de assentos como visto na figura 3; não é necessário subir degraus com as bagagens; tem maior segurança; maior proteção durante a espera nas paradas; e maior estabilidade no trajeto (no caso dos ônibus, ocorrem desníveis da via terrestre).

Figura 3: Imagem do interior do Aeromóvel da GRU AIRPORT- Mais espaço gerando mais conforto



Fonte: Autores (2024)

Seguindo a tendência dos principais aeroportos internacionais do mundo, com a tecnologia do Aeromóvel, o público terá uma conexão confortável e ágil entre o trem da CPTM na estação aeroporto- GRU e os três terminais do aeroporto. O sistema terá 4 estações e capacidade para transportar 2 mil usuários por hora em cada direção. O tempo de viagem é de 6 minutos e também de 6 minutos é o intervalo entre as viagens sucessivas.

Trajeto da linha do aeromóvel no sítio do Aeroporto Internacional de Guarulhos

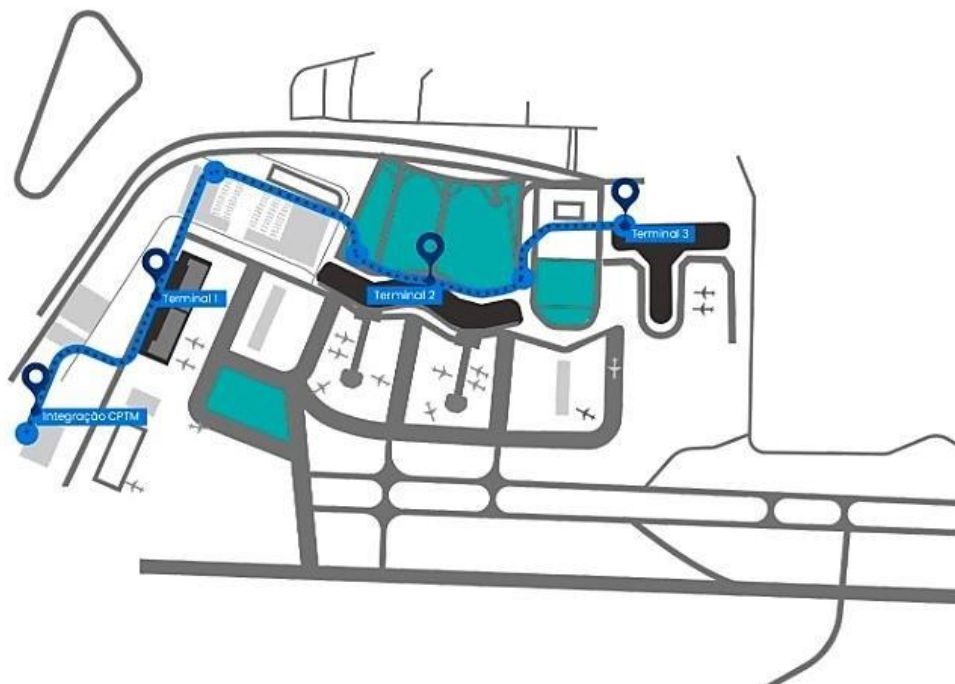
A linha do aeromóvel contará com 2,7 km de extensão, com estações nos terminais 1, 2 e 3 do Aeroporto de Guarulhos conectando-se à Linha 13-Jade, da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM). A via é de mão única havendo, contudo uma duplicação da via no trecho intermediário para permitir o cruzado dos veículos na ida e na volta. A tabela 1 abaixo, fornece as características deste sistema.

Tabela 1: Dados específicos da linha do aeromóvel do GRU AIRPORT

CAPACIDADE DE TRANSPORTE	2000 PAX POR HORA, EM CADA SENTIDO
EXTENSÃO DA LINHA	2700 METROS
VEÍCULOS	2 EM OPERAÇÃO E 1 RESERVA (200 PAX CADA)
ESTAÇÕES	4 ESTAÇÕES
TEMPO DE VIAGEM/SENTIDO	6 MINUTOS (TOTALIZA 10 VIAGENS/H)
INTERVALO ENTRE TRENS	6 MINUTOS
TEMPO DE CONSTRUÇÃO	24 MESES

Fonte: AEROM (2024)

Figura 4: Localização da linha do aeromóvel no Perímetro Aeroportuário da GRU AIRPORT, com suas 4 paradas



Fonte: AEROM (2024)

O atual sistema de traslado por ônibus

O Aeroporto Internacional de São Paulo, em Guarulhos, é o maior da América Sul. A exemplo dos principais aeroportos internacionais do mundo, o público terá uma conexão direta entre o Aeroporto e o Trem Metropolitano (CPTM).

Até então, o acesso era feito por ônibus a diesel, denominado de serviço transfer. Os usuários precisam se deslocar da Estação Aeroporto, localizada no início do limite do sítio aeroportuário e irem até os terminais de passageiros de Guarulhos, em ônibus oferecidos pela concessionária Gru Airport. Estes ônibus são de modelo comum, não possuem piso rebaixado como apresentado na figura 5, nem sistema de ar condicionado. Sua capacidade é de 82 pax/veículo, sendo 19 sentados e 63 em pé, e o intervalo entre viagens ocorre em média a cada 15 minutos. Partem da estação de trem da CPTM, fazendo paradas nos terminais 1, 2 e 3. No ano, a capacidade deste sistema permite movimentar 2,36 mi de pax/ano entre suas paradas no sítio aeroportuário.

Figura 5: Modelo de ônibus utilizado pela concessionária para o serviço de transfer



Fonte: Autores (2024)

Aeromóvel Geração 7

O veículo responsável pela substituição do transfer à diesel é o Aeromóvel, geração 7, este apresenta uma evolução de design em relação ao modelo anterior adotado no Aeroporto Salgado Filho (Porto Alegre). Mais moderno, com frente aerodinâmica e volumes sobressalentes, eles ressaltam a imponência e robustez ao veículo. Suas linhas fluidas refletem movimento e agilidade.

Figura 6: Unidades do Aeromóvel que atenderão o sistema de movimentação mecânico GRU AIRPORT



Fonte: Autores (2024)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O papel da descarbonização com a operação do Aeromóvel



Descarbonização é o processo de redução ou eliminação das emissões de dióxido de carbono (CO₂) e outras emissões de gases que contribuem para o efeito estufa. O processo de descarbonização exige a redução drástica das emissões de gases do efeito estufa (GEE) das atividades humanas na atmosfera, realocação sustentável das emissões residuais que não podem ser eliminadas como um todo. (Motherway,2019)

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2023), a palavra descarbonização está em destaque em diversos setores, como na indústria, transporte e na geração de energia. O contexto emergencial em relação às mudanças climáticas geradas pelo efeito estufa, e a constante necessidade de diminuição da emissão de gases que contribuem para este processo são temas de grande importância na atualidade. A emergência climática exige novas posturas e soluções diante esta problemática.

O setor aéreo tem adotado várias estratégias para reduzir os efeitos das emissões de dióxido de carbono (CO₂), incluindo investimentos em aeronaves mais eficientes em termos de combustível, otimização de rotas para reduzir o consumo de combustível, adoção de biocombustíveis, e implementação de tecnologias de gestão de tráfego aéreo mais eficazes. Além disso, algumas cias aéreas também estão aplicando em projetos de compensação de carbono, como o financiamento de energia renovável e projetos de reflorestamento, para neutralizar suas emissões de CO₂. Essas ações visam mitigar o impacto ambiental do setor aéreo e promover a sustentabilidade. (KLEIN,2023)

O gás carbônico (CO₂) e o gás metano, entre outros, favorecem o fenômeno efeito estufa. Apesar desse termo ser muito associado a noções negativas, ele tem grande responsabilidade no papel de manutenção da vida na Terra. Os gases de efeito estufa tem a capacidade de absorver parte da radiação solar irradiada pela superfície terrestre, impedindo que haja fortes variações de temperatura, ou seja, auxiliam a manter a temperatura habitável. Contudo, o excesso de emissão de CO₂ corroborado pelo atual sistema de traslado do Aeroporto Internacional de Guarulhos vem contribuindo para o aquecimento global, em quantidade que põe em risco a vida no planeta (COMERC ENERGIA,2022)

Cálculo da emissão de CO₂ pelos ônibus a diesel na rota entre os terminais

A frota de ônibus translado que opera o Gru Airport tem 2,7km de extensão (ida e volta= 5,4km). Com o ônibus partindo a uma média de 15 minutos, durante toda a semana, entre 4h e 00h, ocorre uma média de 80 viagens por dia.

$$20h \times 60min = 1200 \text{ min/dia}$$

$$1200 \text{ min/dia} / 15min \text{ (media entre viagens)} = \sim 80 \text{ viagens/Dia.}$$

A quantidade de diesel gasto por quilômetro (Km) equivale em média, a cada 2,5 km percorridos se consomem 1 litro de óleo diesel. Visto que são 5,4km de rota, teremos: 2,16 litros de diesel consumidos. Multiplicados por 80 viagens/ dia totalizam-se 172,8 litros de diesel consumidos por dia.

Sabe-se que, a emissão de CO₂ por Litro de diesel gira em torno de 3,2 kg de CO₂. Portanto, 3,2kg de co₂ emitidos por 172,8 litros de diesel por dia equivale a produção de 553 kg de CO₂/dia.

Tabela 2: Emissão de CO₂

Quantidade de CO ₂ que deixou de ser emitido	Consumo de CO ₂ por pax/viagem	Consumo de CO ₂ por pax/ano	Descarbonização alcançada (kg/ano)
553kg/dia	0,084 kg/pax	=~ 2.439,02 kg/pax	=~200.000 kg/ano

FONTE: Autores (2024)

Tabela 3 : Nova capacidade do sistema de movimentação

Capacidade de pax atual	2000 pax/h	
Tempo de operação	20horas de operação por dia	360 dias/ ano
Capacidade x tempo	14,4 milhoes de pax/ano	

FONTE: Autores (2024)

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Com base na análise do impacto ambiental e na eficácia do Aeromóvel como alternativa sustentável ao transporte de passageiros entre a estação de trem CPTM e os terminais do Aeroporto Internacional de Guarulhos, é evidente que a substituição dos ônibus a diesel pelo Aeromóvel traz uma série de vantagens significativas. Primeiramente, o Aeromóvel representa uma solução tecnologicamente inovadora e eficiente, aproveitando a propulsão pneumática para garantir uma locomoção silenciosa, segura e livre de emissões de gases poluentes. Além disso, sua infraestrutura elevada segregada minimiza o risco de colisões e atrasos causados por congestionamentos, oferecendo uma alternativa ágil e confortável para os passageiros.

Em comparação com os ônibus a diesel, o Aeromóvel apresenta vantagens ambientais consideráveis, contribuindo para a redução das emissões de CO₂ e outros poluentes atmosféricos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. A eliminação do uso de pneus também reduz o impacto negativo causado pelo descarte incorreto desses materiais, contribuindo para a preservação dos ecossistemas locais.

Além disso, ao adotar o Aeromóvel como meio de transporte entre os terminais do aeroporto, os gestores demonstram um compromisso efetivo com a descarbonização e a sustentabilidade ambiental, alinhando-se com os esforços globais para mitigar as mudanças climáticas e promover um futuro mais sustentável.

Portanto, a implementação do Aeromóvel no Aeroporto Internacional de Guarulhos representa não apenas uma solução eficaz para a locomoção de passageiros, mas também um passo importante na direção de um transporte mais sustentável e ambientalmente responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEROM. **Características e benefícios**. Disponível em: <https://aerom.com/pt/caracteristicas-e-beneficios/> . Acesso em 19 de março de 2024

AEROM. **Uma solução 100% automatizada para transporte de passageiros**. Disponível em: <https://aerom.com/pt/guarulhos/> . Acesso em 2 de abril de 2024

COMERC ENERGIA. **O que é descarbonização e qual a sua importância para o desenvolvimento sustentável do seu negócio?**. Disponível em: <https://www.comerc.com.br/panorama/o-que-%C3%A9-descarboniza%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 10 de maio de 2024



Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018.** Disponível: https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603. Acesso em 28 de abril de 2024.

Ministério de Minas e Energia. **Descarbonização, um processo que pode ajudar o meio ambiente.** Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/descarbonizacao-um-processo-que-pode-ajudar-o-meio-ambiente>. Acesso em 10 de abril de 2024

Ministério do Transporte. **Governo Federal viabiliza ligação ferroviária ao Aeroporto de Guarulhos.** Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2021/9/people-mover-governo-federal-aeroporto-de-guarulhos> . Acesso em 27 de março de 2024

GRU AIRPORT. **Translado Interno.** Disponível em: <https://www.gru.com.br/pt/passageiro/como-chegar-sair/traslado-interno/#:~:text=%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B,%C3%A9%20das%2004h%20%C3%A0s%2000h>. Acesso em 27 de março de 2024

IEA 50 .**A eficiência energética é o primeiro combustível e a sua procura precisa de crescer** .Disponível em :<https://www.iea.org/commentaries/energy-efficiency-is-the-first-fuel-and-demand-for-it-needs-to-grow>. Acesso em 10 de maio de 2024

Tecnologia aeromovel. **Uma jornada de engenharia.** Disponível em: <https://aerom.com/3d-flip-book/pt/> . Acesso em 27 de março de 2024

Um Só Planeta. **Aviação sustentável: o que as companhias estão fazendo para reduzir as emissões e outros impactos (Por Leticia Klein).**Disponível em : <https://umsoplaneta.globo.com/energia/noticia/2022/08/15/aviacao-sustentavel-o-que-as-companhias-estao-fazendo-para-reduzir-as-emissoes-e-outros-impactos.ghtml>. Acesso em 1 de maio de 2024.

VIATROLEBUS. **Aeromóvel tem horário ampliado em Porto Alegre.** Disponível em: <https://viatrolebus.com.br/2022/07/aeromovel-tem-horario-ampliado-em-porto-alegre/> . Acesso em 07 de maio de 2024.