

14

volume

SÉRIE CADERNOS TÉCNICOS



Metodologias para Inventário, Avaliação e Gestão Ambiental do Sistema de Transporte de Baixa e Média Capacidades nas Regiões Metropolitanas de São Paulo

S É R I E C A D E R N O S T É C N I C O S

volume 14

**Metodologias para
Inventário, Avaliação
e Gestão Ambiental
do Sistema de Transporte
de Baixa e Média
Capacidades nas Regiões
Metropolitanas de São Paulo**

KEY CONSULTORIA E TREINAMENTO LTDA.

COORDENAÇÃO

Paulo Soares Blessmann

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Fabricio Hernandes

EQUIPE

José Henrique Zioni Verroni

Carlos Henrique Delpupo

Maria Angela O. C. Cardoso

Marco Antônio Fujihara

Felipe Bittencourt

Renato Inhasz Paiva

Iris Gobato Gercov

EMTU/SP – EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANOS DE SÃO PAULO S.A.

Pedro Luiz de Brito Machado

Ivan Carlos Regina

Marcos Correia Lopes

Adriana Capotosto

Alysson Talaisys Bernabel

Meire Maki Akamine

Arlindo José Locheti Gusson

Thami Izumi da Cruz

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS

Marcos Pimentel Bicalho

Geraldo José Calmon de Moura

Key Consultoria e Treinamento Ltda.; **Metodologias para Inventário, Avaliação e Gestão de Aspectos, Impactos e Riscos Ambientais do Sistema de Transporte de Baixa e Média Capacidades nas Regiões Metropolitanas de São Paulo**. São Paulo: ANTP, 2014. 72p.

S É R I E C A D E R N O S T É C N I C O S

volume 14

**Metodologias para
Inventário, Avaliação
e Gestão Ambiental
do Sistema de Transporte
de Baixa e Média
Capacidades nas Regiões
Metropolitanas de São Paulo**

julho/2014

Realização:

Key Consultoria e Treinamento Ltda.





Apresentação EMTU/SP

A implementação de políticas de mobilidade urbana sustentável é uma realidade cada vez mais presente nas grandes metrópoles mundiais. O uso de mecanismos de desenvolvimento e tecnologia permitem o crescimento do uso de recursos substitutos renováveis e, conseqüentemente, a diminuição dos impactos ambientais em nível local e global. Objetiva-se, assim, oferecer melhor qualidade de vida aos cidadãos e preservar o meio ambiente.

Nesse contexto, a EMTU/SP, como empresa gerenciadora do transporte de baixa e média capacidades nas Regiões Metropolitanas do Estado de São Paulo, encontrou no Programa STAQ (Sustainable Transport and Air Quality) uma oportunidade para investir em políticas sustentáveis – o que vai ao encontro das principais diretrizes aplicáveis para o desenvolvimento de um conceito de mobilidade, colaborando para a redução dos principais impactos ambientais.

É evidente que o primeiro e principal impacto ambiental ao se tratar de transporte público sobre pneus é a poluição do ar, causada principalmente pela queima dos combustíveis fósseis. Sendo assim, ao longo dos últimos anos, a EMTU/SP vem conduzindo diversas iniciativas, planos e projetos de troncalização e racionalização da rede de transporte público, implantação de corredores de transporte, além de projetos de tecnologias veiculares baseadas em recursos renováveis, em detrimento do diesel.

No entanto, apesar dessas iniciativas contribuírem para a melhoria das condições ambientais das áreas metropolitanas, há a necessidade de um gerenciamento ambiental efetivo. Além disso, efetuar o monitoramento das condições operacionais e a avaliação de experimentos tecnológicos e projetos de transportes permitirá o adequado desenvolvimento de políticas de transporte urbano, principalmente de promoção do transporte sustentável.

As iniciativas ambientais testadas ou em fase de planejamento pela EMTU/SP, embora partam do mesmo pressuposto de adequar e melhorar a gestão ambiental da empresa e da operação dos transportes metropolitanos sobre pneus, foram tratadas e elaboradas, em sua maioria, de forma pontual, o que ocasionou diversas diretrizes e objetivos não convergentes.

Logo, vê-se a necessidade de sistematização e gerenciamento ambiental, considerando que as iniciativas citadas não estão em plena implantação e não há correlação entre os seus resultados, o que dificulta a definição de metas e planejamento, bem como a implementação efetiva de melhorias em mobilidade sustentável.

Desse modo, as Metodologias Ambientais associadas ao Sistema de Gerenciamento Ambiental, objeto deste trabalho do Programa STAQ, contribuem significativamente para a estruturação e dinamização da gestão e do planejamento ambiental relacionados ao sistema de transporte urbano sob responsabilidade da EMTU/SP, podendo também servir como referência para o gerenciamento de outras redes de transporte.

A aplicabilidade das metodologias ambientais desenvolvidas pelo Programa STAQ para o sistema de transportes gerenciado pela EMTU/SP se mostrou bastante efetiva e satisfatória, uma vez que englobou os principais aspectos ambientais identificados nas atividades da EMTU/SP e buscou correlacionar as iniciativas ambientais já existentes no planejamento da empresa, além de agregar novas ferramentas para auxiliar o pleno gerenciamento e identificação de impactos.

É essencial que as mais diversas esferas de gerenciamento em transportes tenham percepção para notar as mudanças em níveis locais e globais decorrentes dos impactos causados por um sistema mal gerenciado. A emissão de gases de efeito estufa e outros poluentes, além da contaminação do solo e de corpos hídricos, embora não sejam problemáticas pontuais e restritas ao sistema público de transporte sobre pneus, merecem especial atenção, considerando que melhorias em sua gestão e a sua consequente redução podem gerar benefícios diretos à saúde e ao bem-estar da população e da natureza.

Assim, evidencia-se a necessidade da aplicação de uma metodologia confiável para a gestão dos impactos ambientais causados pelos sistemas de transporte público de baixa e média capacidades, conforme a proposta desenvolvida neste trabalho. Objetiva-se, assim, a convergência das mais diversas diretrizes existentes nas esferas de gestão corporativa, permitindo a possibilidade de mitigar e reduzir os impactos ambientais de forma mais eficaz, promovendo a proposição mais consistente de políticas públicas de transporte sustentável.

Joaquim Lopes da Silva Junior
Diretor Presidente



Apresentação ANTP

Um transporte público eficiente é elemento fundamental na construção de políticas de desenvolvimento sustentável, permitindo a mudança na matriz de divisão modal das grandes cidades, com redução da participação do transporte individual e aumento do coletivo.

Entretanto, os serviços de transporte também podem fazer parte do problema, se mal gerenciados. Os ônibus, o principal meio de transporte nas cidades brasileiras, contribuem nas emissões de poluentes, principalmente de material particulado, enquanto que, nas garagens das empresas operadoras, diversos processos geram resíduos que, sem ser devidamente tratados, causam impactos ambientais e de vizinhança bastante nocivos.

Por isso, torna-se urgente a incorporação, nos processos de gestão dos sistemas de transporte coletivo urbano, dos conceitos de sustentabilidade, uso racional de recursos, substituição de combustíveis fósseis por fontes de energia renováveis, entre outros. Empresas e órgãos gestores precisam atuar juntos nesse sentido, e um importante passo está sendo dado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo – EMTU, gestora dos serviços de transporte coletivo intermunicipal nas Regiões Metropolitanas do Estado de São Paulo.

Dentro do Programa STAQ de Transporte Sustentável e Qualidade do Ar, conduzido pela ANTP com recursos do Global Environment Facility – GEF, aportados pelo Banco Mundial, a EMTU/SP desenvolveu um “Inventário, Avaliação e Gestão de Aspectos, Impactos e Riscos Ambientais do Sistema de Transporte de Baixa e Média Capacidades nas Regiões Metropolitanas de São Paulo”, com duas abordagens: uma voltada para a análise das emissões da frota e a outra voltada à gestão dos aspectos ambientais relacionados à frota e a todas as instalações necessárias à operação de um sistema de transporte rodoviário.

Foi também desenvolvido um Sistema de Gerenciamento Ambiental, com uma série de indicadores que permitem calcular o desempenho ambiental das garagens, terminais, instalações administrativas, estação de hidrogênio e das operações (frotas).

Para sua validação, a metodologia foi testada em um pequeno número de instalações. Os resultados permitirão à EMTU/SP e às empresas operadoras mensurar sua adequação e desempenho ambiental e estabelecer planos de ação para atender à legislação e melhorar seu desempenho, a fim de reduzir seus impactos e riscos ambientais.

O estudo sintetizado neste Caderno Técnico, depois de fazer um balanço das medidas que vêm sendo implementadas pela EMTU/SP, resume a metodologia desenvolvida e apresenta os principais resultados da sua aplicação experimental. Sua publicação, mais uma vez, atende a um dos princípios do Programa STAQ, de divulgar e estimular iniciativas que contribuem para a construção de um novo modelo de mobilidade – sustentável – no país.

*Luiz Carlos Mantovani Néspoli
Superintendente da ANTP*

ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANP	Agência Nacional do Petróleo
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
BEST	BioEthanol for Sustainable Transport
CADRI	Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental
Cenbio	Centro Nacional de Referência em Biomassa
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CGS	Centro de Gestão e Supervisão da EMTU/SP
CH₄	Metano
CO	Monóxido de carbono
CO₂	Dióxido de carbono
CO₂e	Dióxido de carbono equivalente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Conscientizar	Programa de Inspeção e Manutenção Veicular da EMTU/SP
COPERT 4	Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport (programa de computador para calcular as emissões do transporte rodoviário)
EMTU/SP	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo
EURO	Limites europeus de emissão de poluentes, mundialmente adotados como padrão
GEE	Gases de Efeito Estufa
GESTEC	Sistema de Gestão Técnica
GHG	Greenhouse Gas Protocol
HC	Hidrocarbonetos
HCFCs	Hidrofluorocarbonos – gás de refrigeração
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
IQA	Índice de Qualidade Ambiental
IQT	Índice de Qualidade do Transporte
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
N₂O	Óxido nitroso
NOx	Óxidos de nitrogênio
PAG	Potenciais de Aquecimento Global
PBGHGP	Programa Brasileiro GHG Protocol
PFCs	Perfluorocarbonos – gás de refrigeração
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PROTEGER	Programa de Tecnologia e Gerenciamento de Emissão e Resíduos
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SF₆	Hexafluoreto de enxofre – isolante elétrico
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SICOP	Sistema de Controle Operacional da EMTU/SP
SIN	Sistema Interligado Nacional (sistema elétrico)
STAQ	Sustainable Transport and Air Quality (Programa de Transporte Sustentável e Qualidade do Ar)



Sumário

1. Introdução.....	10
1.1. Apresentação do programa STAQ.....	11
1.2. Regiões Metropolitanas de São Paulo.....	13
1.3. EMTU/SP	13
1.3.1. Coordenação dos programas.....	13
1.3.2. Iniciativas ambientais	14
1.3.3. Corredores de transporte.....	17
1.3.4. Sistemas de gerenciamento de dados.....	18
2. Mobilidade urbana sustentável.....	19
2.1. Aspectos e impactos ambientais do transporte.....	20
2.2. Legislação no transporte.....	23

3.	Trabalhos desenvolvidos	25
3.1.	Estruturação dos trabalhos	26
3.2.	Etapa 1: Análise dos projetos, sistemas e informações da EMTU/SP	26
3.3.	Etapa 2: Levantamento, análise e consolidação de referências	28
3.4.	Sistema de Gestão Ambiental - SGA	28
3.4.1.	Etapa 3: Desenvolvimento da proposta metodológica preliminar	28
3.4.2.	Abordagem por aspectos ambientais	35
3.4.3.	Etapa 4: Desenvolvimento da sistematização básica da proposta metodológica final	39
3.5.	Inventário	39
3.5.1.	Etapa 3: Desenvolvimento da proposta metodológica preliminar	39
3.5.2.	Etapa 4: Desenvolvimento da sistematização básica da proposta metodológica final	41
3.6.	Etapa 5: Elaboração de Manual Prático para aplicação da proposta metodológica em atividades de campo e procedimentos de cálculo em gerenciamento ambiental	41
4.	Apresentação dos resultados obtidos	43
4.1.	Sistema de Gestão Ambiental - SGA	43
4.1.1.	Garagens	44
4.1.2.	Terminais	47
4.1.3.	Instalação administrativa	50
4.1.4.	Estação de hidrogênio	52
4.1.5.	Operação	52
4.1.6.	Sistema EMTU/SP	55
4.2.	Inventário	56
4.2.1.	Resultados	57
4.2.2.	Oportunidades de melhoria	59
5.	Desafios para a implantação	61
6.	Considerações finais	62



Introdução

As preocupações ambientais que surgiram nas últimas décadas impulsionaram o desenvolvimento de legislações, práticas e de novas tecnologias com o objetivo de reduzir ou mitigar os impactos ambientais. Entretanto, por mais que pareça uma mudança imediata de conscientização, reflexo da renovação da visão da sociedade e organizações sobre a importância da qualidade ambiental para a garantia e promoção da qualidade de vida à sociedade, este processo de mudança começou pela imposição da qualidade mínima ambiental sobre as indústrias, logo após momentos em que grandes catástrofes ambientais chocaram a sociedade.

Foram inúmeros os casos em que atividades humanas desconsideraram seus impactos sobre o meio ambiente e incalculáveis foram as perdas humanas, de biodiversidade, sem contar os efeitos indiretos que resultaram nas perdas financeiras e no aparecimento tardio de doenças nas populações.

Diante de uma problemática que afetava significativamente a população e ameaçava prejudicar a qualidade ambiental e da vida humana, a sociedade científica, civil e os órgãos governamentais começaram a contabilizar os impactos ambientais.

No âmbito legal, os governos começaram a estabelecer padrões de qualidade ambiental para limitar a emissão de poluentes gasosos, efluentes e ruídos pelas indústrias. Estas, por sua vez, iniciaram a busca e o desenvolvimento de tecnologias para atender a estas obrigações legais sob pena de terem que paralisar suas operações.

Neste primeiro momento, reduziram-se os casos de contaminação da população e os níveis de poluição ambiental. Entretanto, alguns casos isolados continuaram a expor a sociedade e o meio ambiente a condições inaceitáveis, porque muitos dos empreendimentos construídos, por mais que respeitassem a legislação sobre lançamento de poluentes no ambiente, não tiveram seus impactos e riscos ambientais previamente estudados em função da localidade em que seriam instalados. Nestes casos, a poluição e os impactos ambientais ultrapassavam as recomendações dadas pelas agências governamentais, pelo simples motivo do lançamento de poluentes ser superior à capacidade de autodepuração dos meios receptores.

Para alcançar níveis aceitáveis de poluição nos meios, agências ambientais não apenas restringiram os limites de emissões, mas passaram a solicitar estudos de impacto ambiental para a instalação, operação e desativação de empreendimentos. Nestes estudos, informações sobre a tecnologia de operação e sobre as fragilidades e potencialidades do local de construção passaram a ser solicitadas para uma análise prévia da significância dos impactos ambientais. Deste modo, do ponto de vista sinérgico, os empreendimentos industriais passaram a causar menor impacto ambiental, devido à redução do acúmulo de poluentes no meio, uma vez que os limites e capacidades de autodepuração dos meios passaram a ser considerados previamente à construção dos empreendimentos.

Além de impor padrões de qualidade ambiental, solicitar e avaliar estudos de impacto ambiental, as agências ambientais também incluíram na agenda das empresas cujos empreendimentos foram licenciados a emissão periódica de relatórios ambientais, para que pudessem acompanhar o desempenho ambiental dos processos produtivos com as normas ambientais e os requisitos mínimos de desempenho estabelecidos na fase de licenciamento.

Para acompanhar esta agenda, e continuamente atender às novas exigências legais das agências ambientais e da própria sociedade, organizações privadas e públicas têm inserido na estratégia organizacional o princípio da prevenção, através do qual passa a prevenir a ocorrência de impactos ambientais e, conseqüentemente, de danos à imagem.

Esta prática de agir preventivamente, ao invés de atuar diante da necessidade imediata para adequar a operação em relação às expectativas dos públicos de interesse levou, em especial, as organizações privadas a adotar sistemas de gestão ambiental para avaliar e tratar adequadamente os aspectos, impactos e riscos ambientais atuais e futuros, uma vez que processos podem sofrer alterações, assim como uma organização pode mudar sua estrutura, porte, ou mesmo seu ramo de atividade.

Diante desta necessidade de considerar os aspectos, impactos e riscos ambientais atuais e futuros, surge espaço para as organizações e a comunidade científica desenvolverem modelos capazes de simular o desempenho ambiental atual e futuro de operações e atividades humanas, cujos resultados poderão subsidiar a tomada de decisão, com o objetivo de reduzir os impactos sobre o meio ambiente e, conseqüentemente, à sociedade.

1.1. Apresentação do Programa STAQ

O Programa de Transporte Sustentável e Qualidade do Ar (Sustainable Transport and Air Quality – STAQ) é uma iniciativa do Banco Mundial com recursos do Global Environment Facility – GEF.

O Programa STAQ para a América Latina, dividido em três projetos regionais, para Argentina, Brasil e México, foi desenhado com o objetivo de se vincular às iniciativas do Banco Mundial na área de transporte em cidades-chave, fomentar políticas, compartilhar conhecimentos e cooperação para promover sistemas de transporte mais eficientes do ponto de vista energético.

O Programa STAQ no Brasil está focado no monitoramento, desenvolvimento de metodologias e ferramentas e na disseminação das lições aprendidas, para fortalecer as iniciativas das cidades participantes, ou não participantes, que tenham desejo de compartilhar as experiências.

O objetivo do Projeto é assistir aos órgãos dos Municípios selecionados para:

- Redução do crescimento das taxas de emissão de gases de efeito estufa no longo prazo, através da promoção de modos de transporte com baixo consumo de energia.
- Promover e implantar uma estrutura de políticas regulatórias que promovam o desenvolvimento de um sistema de transporte sustentável.

O Banco Mundial escolheu a Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP – para ser o órgão executor do Programa no Brasil, objetivando coordenar e financiar a sua implementação. Por sua vez, a ANTP firmou Convênios com entidades responsáveis pela gestão das políticas de transporte nas cidades/regiões metropolitanas abrangidas pelo Programa, por meio dos quais são estabelecidas as obrigações de cada parte.

As regiões brasileiras metropolitanas previamente escolhidas pelo Banco Mundial foram Belo Horizonte, Curitiba e São Paulo, em função das seguintes características:

- São centros econômicos e políticos em nível nacional ou regional.
- Os governos são comprometidos com políticas ambientais e com os problemas de transporte sustentáveis.
- Cumprem a legislação federal pertinente e têm condições de elaborar projetos vinculados ao Banco Mundial.
- Têm registro de sucesso em operações financiadas com recursos do Banco Mundial.
- Têm grande potencial para investimentos na área de transporte urbano.

Em São Paulo, a EMTU/SP firmou convênio de cooperação técnica com a ANTP para a consecução desse projeto, sendo a responsável pela supervisão e aprovação técnica de produtos resultantes do STAQ. São quatro grandes trabalhos constituídos por :

▶▶ Metodologia para Inventário e Sistema de Gestão Ambiental

Este trabalho consiste no desenvolvimento de metodologia para inventário, avaliação e gestão de aspectos, impactos e riscos ambientais do sistema de transporte de baixa e média capacidades nas Regiões Metropolitanas do Estado de São Paulo.

▶▶ Estudo Comparativo de Tecnologias

Estudo comparativo de tecnologias veiculares para o sistema de transporte de baixa e média capacidades nas Regiões Metropolitanas do Estado de São Paulo, levando em conta o ciclo de vida dos veículos e combustíveis e a análise de externalidades, em especial daquelas relacionadas à saúde pública.

▶▶ Software de gestão ambiental

O trabalho consiste no desenvolvimento de sistemas informatizados de gerenciamento ambiental, inclusive com fornecimento de *hardware*, treinamento e monitoramento dos sistemas desenvolvidos.

▶▶ Propostas para adoção de tecnologias limpas

Serão estudadas propostas e ações para a inserção das tecnologias mais limpas para o transporte público de baixa e média capacidade nas Regiões Metropolitanas do Estado de São Paulo.

Para cada trabalho, há a definição de métodos e procedimentos quantitativos e qualitativos para inventariar, monitorar, analisar os aspectos, riscos e impactos ambientais do sistema de transporte, incluindo emissões de poluentes, bem como simular cenários alternativos para a aplicação em atividades de planejamento.

Este caderno contém informações a respeito do "Inventário e Sistema de Gestão Ambiental", o primeiro trabalho do Programa STAQ, sendo desenvolvida uma **metodologia para a realização do Inventário, Avaliação e Gestão de Aspectos, Impactos e Riscos Ambientais do Sistema de Transporte de Baixa e Média Capacidades nas Regiões Metropolitanas de São Paulo**, a qual servirá como base para a elaboração dos demais trabalhos previstos.

Por este motivo, este caderno tem como objetivo divulgar o trabalho desenvolvido para os públicos de interesse da EMTU/SP e da ANTP, servindo como material introdutório àqueles que utilizarão a metodologia para a gestão ambiental ou que desenvolverão os demais trabalhos previstos para o Programa STAQ.

1.2. Regiões Metropolitanas de São Paulo

A Região Metropolitana de São Paulo - RMSP tem cerca de 20,12 milhões de habitantes, 5,6 milhões de veículos particulares, 228 mil veículos a diesel (caminhões e ônibus) e 852 mil motocicletas (CETESB, Relatório de Qualidade do Ar 2012). Do total de 29,7 milhões de viagens motorizadas realizadas diariamente, 54% são realizadas por transporte público e 46% por transporte individual. (Metrô/SP, Pesquisa Origem-Destino 2012).

O sistema de circulação e transporte da RMSP vem progressivamente reduzindo os níveis de eficiência e suficiência, traduzidos nos extensos congestionamentos diários e no aumento do número de veículos particulares.

Os resultados desse processo, cada vez mais grave, é a redução da produtividade, aumento de custos e também de impactos ambientais e sociais, tais como acidentes, congestionamentos e emissões de poluentes e gases do efeito estufa.

Tendo em vista reverter esse processo de acelerada degradação ambiental e da qualidade de vida, faz-se necessário investir em soluções de transporte público estruturadas, integradas e racionalizadas que adotem tecnologias mais limpas e com menor emissão. É preciso fornecer alternativas de transporte público para reduzir o individual, sobretudo em áreas de elevada densidade populacional. Por outro lado, os sistemas de transporte público necessitam reduzir os seus impactos ambientais resultantes, sobretudo de sua operação, principalmente no que tange à poluição do ar e à contaminação ambiental.

1.3. EMTU/SP

A EMTU/SP é responsável pelo gerenciamento do sistema de transporte metropolitano de passageiros de baixa e média capacidades nos 107 municípios que compõem as quatro Regiões Metropolitanas do Estado de São Paulo (São Paulo, Campinas, Baixada Santista e Vale do Paraíba e Litoral Norte). A população dessas regiões abrange 26 milhões de habitantes. Em 2013 foram cerca de 58,6 milhões de passageiros transportados mensalmente pelas 48 empresas e consórcios sob a tutela da EMTU/SP, em uma frota média de 5.900 veículos. São realizadas mais de 1,6 milhão de viagens e percorridos na média cerca de 40 milhões de quilômetros por mês, pelas 881 linhas que compõem o sistema.

Com a crescente degradação ambiental nos grandes centros urbanos, sobretudo em virtude da emissão de poluentes ocasionando o chamado Efeito Estufa, a EMTU/SP dentro do campo de sua atuação que é o transporte público, visando diminuir os impactos ambientais, sociais e econômicos, participa do Programa STAQ, em parceria com a ANTP - Associação Nacional dos Transportes Públicos, com o apoio e patrocínio do Banco Mundial.

A EMTU/SP está empenhada em desenvolver um conjunto de iniciativas voltadas à melhoria da qualidade ambiental, que poderão resultar na redução das emissões de poluentes veiculares, tais como:

1.3.1. Coordenação dos programas

Para promover a gestão ambiental no sistema de transporte urbano sob sua responsabilidade, a EMTU/SP desenvolveu embrionariamente o programa Proteger (Programa de Tecnologia e Gerenciamento de Emissões e Resíduos), cujo objetivo é motivar a gestão ambiental no sistema de transporte, de modo a reduzir, monitorar e controlar os impactos ambientais decorrentes das atividades do transporte.

O programa foi estruturado para contemplar um diagnóstico inicial dos aspectos e impactos ambientais (com o respectivo levantamento de dados sobre os aspectos), a análise dos aspectos e impactos, a proposição de estratégias (visando à melhoria contínua do desempenho ambiental das empresas concessionárias) com ações e metas, a implantação das ações do programa, e o respectivo monitoramento do desempenho do programa.

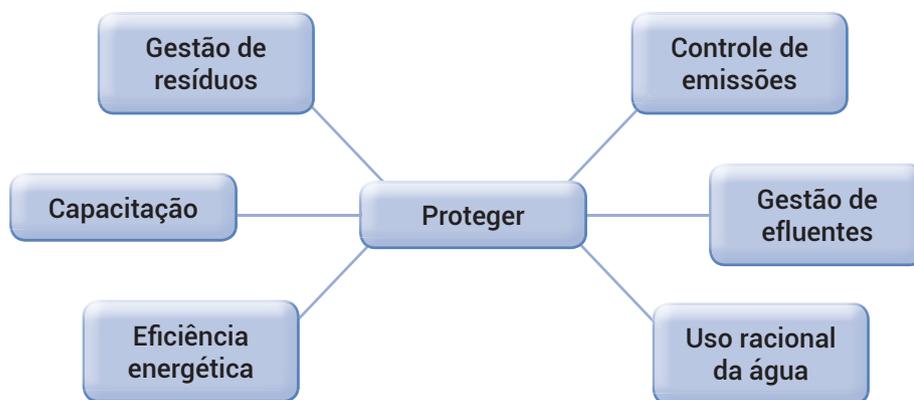


Figura 1. Estrutura Proteger

A implementação do Proteger acontecerá por meio da participação da EMTU/SP no Programa STAQ – Transporte Sustentável e Qualidade do Ar. Além do estudo e da elaboração da metodologia contemplados pelas atividades divulgadas neste caderno, também está prevista a elaboração de sistemas informatizados para implantação do gerenciamento ambiental nas empresas concessionárias e a promoção da inserção de tecnologias ambientais no sistema de transporte sob sua responsabilidade.

1.3.2. Iniciativas ambientais

Além dos programas em desenvolvimento, a EMTU/SP já possui práticas voltadas para a redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades executadas para a operação do sistema de transporte, principalmente no que diz respeito à emissão de gases poluentes.

Para reduzir significativamente as emissões de poluentes e de gases de efeito estufa, parte da frota da EMTU/SP é composta por trólebus movidos exclusivamente por energia elétrica. Esta particularidade possui diversos benefícios, além da emissão zero de poluentes, os motores elétricos possuem alto índice de eficiência energética, confiabilidade e durabilidade.

Entretanto, a circulação destes veículos é mais restrita do que a dos demais ônibus, já que necessita de uma rede aérea eletrificada para fornecer a energia necessária à sua movimentação.

Sabendo da sua importância enquanto empresa gerenciadora de transporte metropolitano no Estado mais populoso do Brasil, a EMTU/SP vem fazendo parcerias com instituições e empresas nacionais e internacionais com o objetivo de testar novas tecnologias veiculares de ônibus, no sentido de observar sua eficiência operacional e ambiental. A seguir são apresentadas as iniciativas ambientais.



Figura 2. Programa ConscientizAR

► Programa de inspeção e manutenção veicular – ConscientizAR

Como grande parte da frota da EMTU/SP utiliza o combustível diesel, e a emissão de gases poluentes pela queima deste combustível é o principal aspecto ambiental do sistema de transporte, a EMTU/SP criou o Programa ConscientizAR em 2008, através do qual os motores das mais de 40 empresas concessionárias/permissionárias do Sistema Regular das regiões metropolitanas de São Paulo, Baixada Santista e Campinas são fiscalizados (ao redor de 6 mil ônibus). A verifica-

ção é efetuada, também nos ônibus do Sistema Fretamento (aproximadamente 16 mil ônibus). Esta ação está sendo estendida a região metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

As atividades do ConscientizAR são conduzidas por técnicos treinados pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), os quais medem o material particulado (popularmente conhecido como fumaça preta) que sai dos escapamentos dos veículos. O programa possui caráter educativo e informa sobre a necessidade de manter os motores regulados. A emissão acima dos níveis esperados está relacionada à falta de manutenção no motor, ou a má qualidade do combustível utilizado.

▶ Índice de Qualidade Ambiental – IQA

Em conjunto com o programa Proteger, a EMTU/SP elaborou o Índice de Qualidade Ambiental para monitorar o desempenho dos principais fatores ambientais do sistema de transporte frente a um valor de referência.

O Índice de Qualidade Ambiental (IQA) foi desenvolvido procurando abranger os principais fatores ambientais do sistema de transporte de passageiros, passíveis de quantificação e de avaliação de desempenho, frente a um valor de referência.

A estrutura inicial do IQA serviu como base para a elaboração da metodologia para Inventário, Avaliação e Gestão de Aspectos, Impactos e Riscos Ambientais. Entretanto, a metodologia elaborada contempla os aspectos gerados por todas as atividades realizadas dentro do sistema de transporte (nas garagens, terminais, instalações administrativas, além da própria operação da frota), ponderando com um maior fator aquelas que possuem maior potencial de causar impacto ambiental. Deste modo, todos os aspectos foram contemplados e aqueles de maior importância receberam pesos maiores dentro da metodologia de cálculo.

Devido a esta estrutura mais ampla, a metodologia foi estruturada para ser adotada como IQA pela EMTU/SP. Mais detalhes, quanto à sua estrutura e resultados prévios, estão disponíveis nos próximos capítulos deste caderno.

Desta forma, o IQA auxiliará no acompanhamento e gestão dos aspectos ambientais do sistema de transporte. Posteriormente, será estudada a possibilidade do IQA compor um subíndice do Índice de Qualidade do Transporte (IQT), já estabelecido pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU/SP) e anualmente utilizado como componente de avaliação dos serviços prestados pelas empresas operadoras.

▶ Projeto do ônibus brasileiro a hidrogênio

O Projeto Ônibus Brasileiro movido a Hidrogênio da EMTU/SP foi escolhido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e pelo Global Environmental Facility (GEF) como piloto na América Latina.

Lançado em novembro de 2006, o “Projeto Ônibus Brasileiro a Hidrogênio” consiste na aquisição, operação e manutenção de até quatro ônibus com célula a combustível a hidrogênio.

O principal objetivo do Projeto é o desenvolvimento de meios de transporte coletivo sobre pneus com emissão zero de poluentes, para contribuição na redução das emissões dos gases causadores do efeito estufa e dos poluentes locais. As metas são a demonstração da viabilidade dos ônibus a hidrogênio e de sua infraestrutura de produção e abastecimento, bem como o desenvolvimento de especificação, engenharia, integração de sistemas e testes, buscando alcançar um melhor desempenho dos ônibus com envolvimento e comprometimento sólido da indústria brasileira.

O Ônibus a Hidrogênio é um veículo não poluente, emitindo apenas vapor d'água por seu sistema de escapamento – o que possui extrema relevância ao considerarmos o alto nível de redução de impactos ambientais negativos (redução de 100% nas emissões de poluentes).



Figura 3. Projeto Ônibus Brasileiro Movido a Hidrogênio



Contempla ainda a instalação de uma estação de produção de hidrogênio por eletrólise a partir da água e abastecimento dos ônibus, além do acompanhamento e verificação do desempenho desses veículos, que serão utilizados no Corredor Metropolitano ABD na região metropolitana de São Paulo.

Figura 4. Estação de hidrogênio

►► Projeto de ônibus movido a etanol

A EMTU/SP implementou entre 2008 e 2010 uma fase do Projeto BEST – BioEthanol for Sustainable Transport – financiado pela União Europeia. O objetivo foi avaliar o uso do etanol como combustível alternativo ao óleo diesel em ônibus usados para o transporte público, por meio de acompanhamento comparativo do desempenho operacional de um ônibus (consumo de combustível, desempenho e falhas ocorridas), tomando como referência um ônibus diesel equivalente.



Figura 5. Ônibus movido a etanol

Em relação aos veículos a diesel usados para comparação durante os testes, o ônibus testado reduzia em mais de 80% as emissões de gases responsáveis pelo aquecimento global, em 90% o material particulado (MP) e em 62% os óxidos de nitrogênio (NOx), além de não emitir enxofre que é responsável pela chuva ácida.

O ônibus foi o primeiro a circular nas Américas. Outras oito cidades da Europa e Ásia participam do programa: Estocolmo (Suécia), Madri e País Basco (Espanha), Roterdam (Holanda), La Spezia (Itália), Somerset (Inglaterra), Nanyang (China) e Dublin (Irlanda).

O ônibus testado era equipado com um motor de injeção mecânica que atendia às

especificações EURO IV (limites EURO são os limites europeus de emissão de poluentes, mundialmente adotados como padrão) – versão que cumpria e superava as exigências do CONAMA P5 (vigente à época), do Conselho Nacional do Meio Ambiente, no que diz respeito às emissões de poluentes locais – material particulado (MP), óxidos de nitrogênio (NOx) e monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC).

A iniciativa de testar o Ônibus a Etanol, além de visar ao estímulo de sua utilização no transporte público devido aos benefícios ambientais, objetivava influir sobre o Modelo de Desenvolvimento Econômico do Brasil.

O incentivo para produção, o aumento de consumo e a exportação do etanol podem ajudar na criação de mais empregos no campo e na redução das necessidades brasileiras de combustíveis fósseis.

► Programa de teste com o ônibus de tração elétrica movido a baterias (E-bus)

No final de 2013 foi iniciado um programa de testes com um ônibus articulado de tração elétrica movido a baterias. A operação ocorre na extensão Diadema-Morumbi do Corredor Metropolitano ABD e está prevista até meados de 2014. As cargas das baterias são efetuadas através de carregador rápido instalado no Terminal Diadema, nos intervalos operacionais do veículo.

Dessa forma a EMTU/SP busca mais uma alternativa de veículo não poluente para a utilização no sistema metropolitano trazendo grande benefício ao meio ambiente e à população.



Figura 6. Ônibus elétrico movido a bateria (E-bus)

► Programa de Retrofit para frotas metropolitanas cativas

Em 2010, foi firmado entre a EMTU/SP e a Pirelli Pneus Ltda. um convênio para testes da tecnologia PIRELLI FBC SYSTEM (FUEL BORNE CATALYST) – FEELPURETM - fabricado pela Pirelli Eco Technology, da Itália. Trata-se de um sistema de tratamento de gases de escapamento para utilização em veículos com motor a diesel, já em circulação. O sistema foi testado em ônibus da Fase EURO III nas Regiões Metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista.

O objetivo é a minimização de emissões de material particulado e de poluentes decorrentes do uso do combustível diesel metropolitano para o transporte público, promovendo benefícios ambientais, sociais e econômicos que contribuam para o aumento da qualidade de vida da população.

De acordo com os resultados obtidos inicialmente, em bancada de teste antes da utilização nos ônibus, observou-se uma redução acima de 95% nas emissões de material particulado – um dos maiores causadores de problemas à saúde da população e que tantos malefícios traz ao meio ambiente.

A utilização do sistema de Retrofit em ônibus EURO III demonstra que as emissões de Material Particulado (MP) atingiram o patamar exigido na Fase EURO V, em vigor no Brasil desde janeiro de 2012.

Após a utilização dos três sistemas em ônibus do sistema metropolitano que rodaram cerca de 60.000 km cada um, as reduções de emissão de Material Particulado foram da ordem de 80%.

1.3.3. Corredores de transporte

A implantação de corredores de transporte coletivo surge como uma excelente alternativa por diversos motivos, como o aumento da velocidade de tráfego, a otimização da frota, redução do consumo de combustível e uma redução importante das emissões de CO₂, HC e NOx (poluentes locais e gases de efeito estufa).

A EMTU/SP tem implantado diversos corredores metropolitanos de transporte e vários estão em fase de projeto:

- Corredor Metropolitano São Mateus - Jabaquara (ABD)/RMSP (implantado).
- Extensão Diadema-Morumbi do Corredor Metropolitano São Mateus -Jabaquara (ABD)/RMSP (implantada).
- Corredor Metropolitano Guarulhos - São Paulo / RMSP (em implantação).
- Corredor Metropolitano Itapevi - São Paulo/RMSP (em implantação).
- SIM da Baixada (VLT)/RMBS (em implantação).
- Corredor Vereador Biléo Soares (Noroeste)/RMC (em complementação).
- BRT Metropolitano Perimetral Leste/RMSP (em projeto).
- BRT Metropolitano Itapevi-Cotia/RMSP (em projeto).
- BRT Metropolitano Perimetral Alto Tietê/RMSP (em projeto).

- BRT Metropolitano Alphaville - Cajamar/RMSP (em projeto).
- BRT Metropolitano Litoral Sul (Praia Grande-São Vicente)/RMBS (em projeto).

Além da implantação dos corredores, foi realizada, também, a instalação de infraestrutura para a operação de trólebus no trecho Piraporinha-Jabaquara do Corredor Metropolitano São Mateus - Jabaquara (ABD), na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP.

Na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), o Sistema Integrado Metropolitano (SIM) consiste na construção de trecho para a operação de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), ligando em princípio São Vicente a Santos (já em obras), e na reestruturação do sistema de transporte da região.

BRT: Bus Rapid Transit, tipo de corredor de transporte para ônibus que possui, entre outras, as seguintes características construtivas e operacionais:

- Vias segregadas com prioridade de passagem.
- Cobrança pré-embarcada.
- Estações de embarque/desembarque cobertas e fechadas.
- Sistemas de comunicação/sinalização, informação, monitoramento e segurança.

1.3.4. Sistemas de gerenciamento de dados

As iniciativas relacionadas, bem como outras mais que possam vir a ser implantadas, necessitam de sistematização e gerenciamento ambiental, de modo que seus resultados possam ser correlacionados e analisados de forma integrada, assim como o desempenho ambiental da operação em geral possa ser monitorado e melhorado, bem como metas de melhoria possam ser definidas e aplicadas de forma objetiva nos projetos e programas e nas políticas de transporte.

Para isso, faz-se necessária a definição de metodologias ambientais que deem suporte ao desenvolvimento de um Sistema de Gerenciamento Ambiental informatizado e que propiciem a gestão e o planejamento ambiental integrados ao gerenciamento dos sistemas de transporte urbano.

O transporte público de passageiros sobre pneus é um elemento vital para uma política de planejamento que vise à obtenção do desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, encontrar novas soluções e práticas de transporte que promovam a redução de impactos ambientais negativos nas regiões metropolitanas do Estado de São Paulo é muito mais do que uma medida regional adequada: é também criar oportunidade para uma futura e urgente melhoria da qualidade ambiental e da qualidade de vida no Brasil.

A EMTU/SP utiliza os seguintes sistemas de gerenciamento de dados:

▶▶ SICOP – Sistema de Controle Operacional

A EMTU/SP desenvolveu uma alternativa para proporcionar aos operadores e consórcios de transporte coletivo intermunicipal a automação no envio das informações operacionais e econômico-financeiras.

O SICOP permite a troca de arquivos entre as empresas/consórcios e a EMTU/SP e possibilita a emissão de protocolo digital para autenticação das informações enviadas, proporcionando maior agilidade e segurança na troca de informações.

▶▶ GESTEC – Sistema de Gestão Técnica

O GESTEC é um sistema corporativo de informação, com o objetivo de centralizar os dados em uma única base, garantindo integridade, segurança, consistência, facilidade na troca de informações, agilidade dos processos e eliminação de retrabalho, permitindo disponibilizar todas as informações gerenciais e operacionais da área técnica.

▶▶ CGS – Centro de Gestão e Supervisão

O CGS - Centro de Gestão e Supervisão da EMTU/SP monitora os corredores de ônibus, identificando, por exemplo, se uma empresa realizou ou não o total de viagens programadas para aquele período/dia, otimizando as ações de controle e fiscalização operacional.

2

Mobilidade urbana sustentável

Segundo o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana, "a mobilidade urbana é um atributo das cidades, relativo ao deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano, utilizando para isto veículos, vias e toda a infraestrutura urbana. Este é um conceito bem mais abrangente do que a forma antiga de tratar os elementos que atuam na circulação de forma fragmentada ou estanque e de administrar a circulação de veículos e não de pessoas".

Sendo assim, o planejamento da mobilidade urbana deve considerar as características morfológicas e urbanas, as atividades econômicas desenvolvidas no território, o contexto social, a infraestrutura existente e o próprio sistema de transporte.

A história nos mostra que as cidades, em sua maioria, foram estabelecidas ao longo de leitos de rios, para permitir a fácil obtenção de água para os usos humanos, animais e à agricultura, além de facilitar o transporte humano e de bens entre as demais cidades e vilas estabelecidas ao longo do eixo do rio. A planeza que estes terrenos apresentam também propiciou a instalação das primeiras vias para o tráfego de pessoas e mercadorias.

Entretanto, com o aumento populacional e o advento dos meios de transportes e de fornecimento de serviços básicos modernos, as cidades se expandiram e passaram a ocupar locais de relevo mais acidentado. O adensamento populacional através da verticalização trouxe novos desafios à mobilidade, como transportar um maior número de pessoas e bens em vias projetadas para menor capacidade de tráfego, por exemplo.

Outros fatores determinantes no estrangulamento da mobilidade são as mudanças no uso e ocupação do solo devido às dinâmicas econômicas e sociais. Recentemente, as cidades brasileiras têm enfrentado uma grande demanda por imóveis e, no caso das metrópoles, esta demanda é intensificada pela baixa disponibilidade de terrenos para a construção de novos empreendimentos. Devido às mudanças no perfil econômico das cidades, à redução da participação do setor secundário (produtor de bens) para um aumento no setor terciário (prestação de serviços), áreas anteriormente destinadas à ocupação industrial são utilizadas para a criação de bairros residenciais verticalizados, acompanhadas, em sua grande maioria, da falta de investimentos nas vias de acesso.

Esta nova apropriação e uso do solo criam novos fluxos de pessoas e bens entre as regiões vizinhas e, para evitar problemas à mobilidade urbana, os municípios são obrigados a elaborar Planos Diretores, de modo a regular e dar diretrizes para novos usos e ocupação do solo na escala de tempo coberta pelo planejamento.

Os aspectos sociais também criam necessidades específicas de infraestrutura. Informações sobre idade, gênero, renda social e escolaridade são importantes para mapear as necessidades atuais de deslocamento e estimar as tendências futuras de mudança no perfil das populações. Normalmente, classes altas da sociedade fazem mais viagens diárias e dispõem de seus próprios meios de locomoção, enquanto as classes menos favorecidas tendem a realizar menos viagens por dia, possuem uma maior tendência a utilizarem o transporte público e percorrem distâncias maiores entre a residência e o trabalho.

Neste contexto, a infraestrutura urbana e o sistema de transporte necessitam de dimensionamento adequado para suprir as necessidades atuais e futuras causadas pela dinâmica urbana, de modo a atender a demanda, gerar receita para as empresas que operam o sistema de transporte, promover a qualidade de vida da população através da oferta de um serviço com qualidade e reduzir os impactos ambientais decorrentes da operação do sistema.

2.1. Aspectos e impactos ambientais do transporte

Devido a interação com os meios naturais, as atividades antrópicas são passíveis de gerar impacto ambiental:

- na atmosfera: devido à emissão de gases nocivos que naturalmente não estão presentes, ou mesmo presentes se emitidos em excesso são prejudiciais
- na litosfera (solos e rochas): pelo descarte inadequado de resíduos e efluentes;
- na hidrosfera (águas oceânicas e interiores): também pelo descarte inadequado de resíduos e efluentes;
- na biosfera (fauna e flora): devido à redução das condições necessárias à qualidade de vida das espécies, causada pela sobre-exploração das espécies ou dos *habitats* dos quais dependem.

Um leitor atento observará que todos os meios citados acima interagem entre si e, por este motivo, é necessário sempre avaliar a importância destes impactos ao meio ambiente, para prevenir sua ocorrência e, em último caso, minimizar seus efeitos de modo a evitar uma possível contaminação dos demais meios.

A prevenção depende de governos para regular e monitorar as atividades humanas que apresentam significativo potencial de causar impacto ambiental a qualquer um destes compartimentos. E às empresas cabe seguir a legislação e adotar as melhores práticas disponíveis, para reduzir os riscos de causarem danos ao meio ambiente e, também, devem monitorar os resultados obtidos através da mitigação para, se necessário, mudar a estratégia de abordagem e tratamento dos aspectos ambientais.

A operação do sistema de transporte interfere nos diversos meios naturais. Entretanto, esta interferência varia em importância dependendo de qual sistema de transporte se refere, como por exemplo, sistemas urbanos de baixa capacidade (ônibus) e sistemas urbanos de alta capacidade (trens, metrô).

A operação do sistema de transporte urbano de baixa capacidade depende de uma estrutura básica, como garagens (para a manutenção e estacionamento dos veículos durante o período em que não estão em circulação), de terminais (locais de parada para o embarque e desembarque de passageiros, diferenciados de pontos devido a uma infraestrutura de maior porte, a qual oferece maior variedade de serviços aos usuários), de escritórios administrativos (para gestão do sistema como um todo) e da frota de ônibus.

Em cada uma destas estruturas, são desempenhadas atividades que possuem aspectos ambientais, isto é, interações com o meio ambiente. Destas interações podem resultar impactos ambientais positivos ou negativos para o meio. A tabela abaixo exemplifica alguns dos aspectos e impactos ambientais decorrentes das atividades realizadas pelo sistema de transporte:

Tabela 1. Tabela-exemplo com os aspectos e impactos ambientais em função das atividades

Atividade	Aspecto	Impacto
Transporte de passageiros	Consumo de combustível	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Consumo de pneus	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Consumo de lubrificantes	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Emissão de poluentes atmosféricos	Contaminação do ar
	Geração de ruídos	Poluição sonora
	Geração de tráfego	Redução do trânsito
Troca de óleo	Geração de resíduos	Contaminação do solo
		Contaminação da água
	Geração de efluentes	Contaminação do solo
		Contaminação da água
Atividades de escritório	Consumo de água	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Consumo de papel	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Geração de resíduos não perigosos	Contaminação do solo
		Contaminação da água
	Geração de resíduos perigosos (cartuchos, tonners, lâmpadas)	Contaminação do solo
		Contaminação da água
Geração de ruídos (ventiladores, ar-condicionado, computadores, etc.)	Poluição sonora	

Além de identificar os aspectos e impactos ambientais das atividades executadas para a operação do sistema de transporte, é necessária ainda uma avaliação da importância dos impactos ambientais, para que planos de ação sejam estabelecidos, priorizando a mitigação ou minimização dos impactos ambientais mais significativos ou dos aspectos que mais oferecem risco ambiental. Estas informações são obtidas a partir de uma matriz de levantamento e avaliação de aspectos e impactos ambientais.

Dentre os principais impactos ambientais do sistema de transporte pode-se citar:

▶▶ **Aumento da emissão de CO, HC e NOx**

O lançamento desses gases no ar, agravado pela utilização de combustíveis fósseis no transporte público, causa problemas no sistema respiratório, provocando ou até mesmo agravando diversas doenças como a asma, bronquite crônica, infecção nos pulmões, enfisema pulmonar, dentre outras doenças cardiorrespiratórias. Em âmbito local, a emissão de NOx também pode prejudicar a vegetação através do fenômeno de chuva ácida.

▶▶ **Aumento da emissão de material particulado**

Originado principalmente da queima de combustíveis mais pesados, como o diesel. A emissão de material particulado causa tosse e problemas respiratórios, além de estar associada a características cancerígenas e mutagênicas.

▶▶ **Aumento da emissão de gases de efeito estufa (GEE)**

Os Gases de Efeito Estufa (GEE) são constituintes atmosféricos, de origem natural ou antropogênica, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, pela atmosfera e pelas nuvens. Dentre os GEE encontram-se o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs), e o hexafluoreto de enxofre (SF₆). A tabela a seguir exibe os GEE citados, suas fontes típicas de emissão e potenciais de aquecimento global (PAG)¹.

¹ O PAG é um fator que descreve o impacto da força radiativa de uma unidade de massa de um dado GEE, em relação a uma unidade de massa de dióxido de carbono (CO₂) em um dado período de tempo.

Tabela 2. Principais Gases de Efeito Estufa (GEE), fontes típicas de emissões e os respectivos PAG (IPCC, 2006)

GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)	FONTES TÍPICAS	PAG
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Queima de combustíveis fósseis.	1
Metano (CH ₄)	Queima e estocagem de combustíveis fósseis, decomposição anaeróbica de matéria orgânica.	21
Óxido Nitroso (N ₂ O)	Queima de combustíveis fósseis, decomposição de matéria orgânica rica em nitrogênio.	310
Hidrofluorcarbonos (HFCs)	Vazamento de gases em processos de refrigeração e em equipamentos de ar-condicionado, uso de alguns solventes.	140 – 11.700
Perfluorcarbonos (PFCs)	Fornos de alumínio são as principais fontes de emissão.	6.500 – 9.200
Hexafluoreto de Enxofre (SF ₆)	Vazamento de isolantes de transformadores e outros equipamentos elétricos.	23.900

A emissão de CO₂ representa a maior proporção na cesta das emissões de gases de efeito estufa e, por isso, as políticas de redução de emissão de gases estão, em geral, voltadas para a diminuição da sua emissão. Dentre outros poluentes que também são gases de efeito estufa há o CH₄ e o N₂O. Embora sejam encontrados em menor concentração em relação ao CO₂, esses gases apresentam um potencial maior de efeito estufa do que o próprio CO₂, chamando assim atenção para o aumento de suas emissões.

» Descarte incorreto de pneus

Após anos de uso, o desgaste dos pneus é inevitável. Porém, o descarte incorreto desse material causa sérios impactos ambientais. No âmbito direto da saúde pública, há o aumento de transmissão de doenças como a dengue e a febre amarela, cuja alocação de vetores está associada com a prática incorreta de descarte. Outro impacto associado é a queima dos pneus, que causa emissão de dioxinas e furanos, poluentes atmosféricos pesados, que podem representar riscos de mortalidade prematura, deterioração das funções pulmonares, problemas do coração, além de causar problemas no sistema nervoso central.

» Descarte incorreto de baterias

O descarte incorreto de baterias usadas em ônibus causa a contaminação do solo e das águas, chegando até mesmo a contaminar alimentos.

» Descarte e uso incorreto de óleos lubrificantes

O descarte e o uso incorreto de óleos lubrificantes podem causar, principalmente, a contaminação do solo, tornando-o inapropriado para uso. Por consequência, pode haver a contaminação indireta ou direta da água prejudicando a fauna e a flora aquática. Assim como os pneus, a queima desses óleos causa a emissão de poluentes pesados para a atmosfera (em geral compostos metálicos na forma gasosa), além da emissão de material particulado. O manuseio incorreto também pode causar lesões na pele.

» Aumento da poluição sonora

O aumento da poluição sonora causa perda auditiva, distúrbio no sono, baixa produtividade e perda de concentração. Esse impacto também pode ser associado com o afugentamento da fauna local.

» Geração de efluentes não tratados

Os efluentes não tratados provenientes das garagens de ônibus contaminam principalmente as águas, podendo causar danos ainda ao ar (através dos processos de descontaminação, que geram emissão de poluentes) e ao solo.

▶ Acondicionamento incorreto de combustíveis

A instalação de tanques de combustíveis visando o abastecimento da frota veicular pode causar a contaminação do solo, deixando-o inapropriado para uso.

2.2. Legislação no transporte

A implantação da estrutura da legislação ambiental brasileira começou a partir de 1981 através da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81), cujo objetivo é a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental. Esta Lei estabeleceu uma série de instrumentos para o planejamento, a gestão e a fiscalização ambiental.

Outro marco da consolidação da legislação ambiental brasileira ocorreu pela criação da Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/98) e do Decreto (3.179/99) que a regulamenta, estabelecendo as infrações administrativas e permitindo um acompanhamento do poder público nas questões ambientais, bem como a garantia da qualidade do meio ambiente. Neste cenário, todas as ações e atividades que são consideradas como crimes ambientais podem ser punidas com multas, seja para pessoas físicas ou jurídicas.

Dentro deste panorama, cada setor financeiro passou a ter suas atividades regulamentadas por normas e leis ambientais específicas. As principais leis e normas ambientais do transporte rodoviário são:

- **Resolução CONAMA N° 18/86** ▶ Instituiu o Programa de controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, com os objetivos de reduzir os níveis de emissão de poluentes, promover o desenvolvimento tecnológico nacional, criar programas de inspeção e manutenção para veículos, promover a conscientização da população, avaliar os resultados alcançados e promover a melhoria da frota nacional de veículos. Além de estabelecer diretrizes para alcançar os objetivos expostos acima, esta resolução também estabeleceu os limites máximos de emissão de poluentes gasosos para os veículos automotores novos. Para os veículos pesados novos, a Resolução CONAMA N° 403/2008 dispõe sobre a nova fase de exigência do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE.
- **Resolução ANP N° 65/2011** ▶ Regulamenta as especificações dos óleos diesel de uso rodoviário considerando a necessidade de atendimento ao Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, de acordo com a Resolução CONAMA n° 403, de 11 de novembro de 2008.
- **Resolução CONAMA N° 05/89** ▶ Instituiu o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR, um instrumento para garantir a proteção da saúde e o bem estar das populações pela limitação dos níveis de emissão de poluentes. Como estratégia o PRONAR utiliza o controle dos padrões de qualidade do ar, a fim de que a esfera pública possa ter parâmetros para monitorar a qualidade do ar.
- **Resolução CONAMA N° 03/90** ▶ Define os padrões de qualidade do ar por tipo de poluente, os métodos de amostragem oficiais para o monitoramento e os Níveis de Qualidade do Ar, com o objetivo de prevenir o risco à saúde da população.
- **Resolução CONAMA N° 07/93** ▶ Define as diretrizes básicas e padrões de emissão para o estabelecimento de Programas de Inspeção e Manutenção para Veículos Automotores em Uso - I/M.
- **Resolução CONAMA N° 418/2009** ▶ Determina ao IBAMA "regulamentar os procedimentos para avaliação do estado de manutenção dos veículos em uso".

- **Instrução Normativa N° 06/2010 do IBAMA** » Define todos os procedimentos de inspeção veicular, desde inspeção visual dos itens de controle de poluição e de ruído até a medição dos níveis de emissão e de ruídos.
- **Resolução CONAMA N° 272/2000** » Estabelece os limites máximos de ruído de veículos automotores (com os veículos em aceleração).
- **Resolução CONAMA N° 416/2009** » Obriga os fabricantes e importadores de pneumáticos com mais de 2 kg a coletar e dar a destinação adequada aos pneus inservíveis. Nesta resolução, a reforma (recapagem, recauchutagem ou remoldagem) de pneu não é considerada fabricação ou destinação adequada.
- **Resolução CONAMA N° 362/2005** » Regula o descarte de óleos lubrificantes, e estabelece que todo óleo lubrificante usado deve ser recolhido (do veículo), coletado (retirado do local de onde é recolhido dos veículos) e ter destinação final adequada.
- **Resolução CONAMA N° 401/2008** » Estabelece os limites máximos de metais pesados nas baterias. Além de regulamentar o limite de conteúdo de metais pesados, a norma também estabelece os responsáveis pela adequada coleta e destinação ambientalmente adequada. Dentro da cadeia de produção, comercialização e utilização, os usuários são obrigados a destinar pilhas e baterias inservíveis aos postos de coleta estabelecidos pelos comerciantes destes produtos, enquanto o fabricante ou importador deve garantir a destinação adequada do material coletado.

3



No desenvolvimento da metodologia para a realização do Inventário, Avaliação e Gestão de Aspectos, Impactos e Riscos Ambientais do Sistema de Transporte de Baixa e Média Capacidades nas Regiões Metropolitanas de São Paulo, foram considerados os seguintes objetivos:

- Definição de diretrizes, métodos e procedimentos, quantitativos e qualitativos, para inventariar, monitorar, analisar e simular cenários alternativos quanto as emissões de poluentes e de gases do efeito estufa resultantes da operação dos ônibus metropolitanos.
- Definição de diretrizes, métodos e procedimentos, quantitativos e qualitativos, para inventariar, monitorar, analisar e simular cenários alternativos quanto a aspectos, impactos e riscos ambientais do sistema de transporte urbano, no que tange às atividades relacionadas ao uso, manutenção, limpeza, abastecimento da frota veicular e operação das instalações das empresas operadoras, considerando a perspectiva de ciclo de vida, ou seja, impactos gerados desde o fornecimento dos insumos utilizados à destinação final de subprodutos utilizados. Os fatores relacionados à poluição e contaminação ambiental foram especialmente detalhados.
- Análise das iniciativas e projetos ambientais desenvolvidos na EMTU/SP e sua integração à metodologia desenvolvida, assim como dos dados da rede de transporte já disponíveis, de forma informatizada ou não, e que possam constituir entradas para o gerenciamento ambiental.
- Proposta de indicadores ambientais para aplicação em planejamento e gestão da rede de transportes, considerando, no mínimo, parâmetros relacionados às diversas possibilidades em tecnologias veiculares, combustíveis e demais insumos veiculares, capacidades de transporte, esquemas operacionais, racionalização e integração de sistemas de transporte.
- Proposta de indicadores que possam embasar a proposição de políticas públicas em transporte e meio ambiente, no que tange ao controle e minimização de impactos ambientais.

As metodologias elaboradas possuem duas abordagens, uma voltada à análise das emissões da frota e a outra voltada à gestão dos aspectos ambientais relacionados à frota e a todas as instalações (garagens, terminais, instalações administrativas, dentre outros) necessárias à operação de um sistema de transporte rodoviário.

3.1. Estruturação dos trabalhos

O fluxograma da figura a seguir ilustra as etapas que envolveram o desenvolvimento dos trabalhos, desde o mapeamento da estrutura atual e iniciativas ambientais do sistema de transporte, até a pesquisa bibliográfica, a elaboração da metodologia, o desenvolvimento das ferramentas para automatizar o cálculo dos índices, os ensaios de validação e, por fim a elaboração de manuais que permitam a aplicação da metodologia.

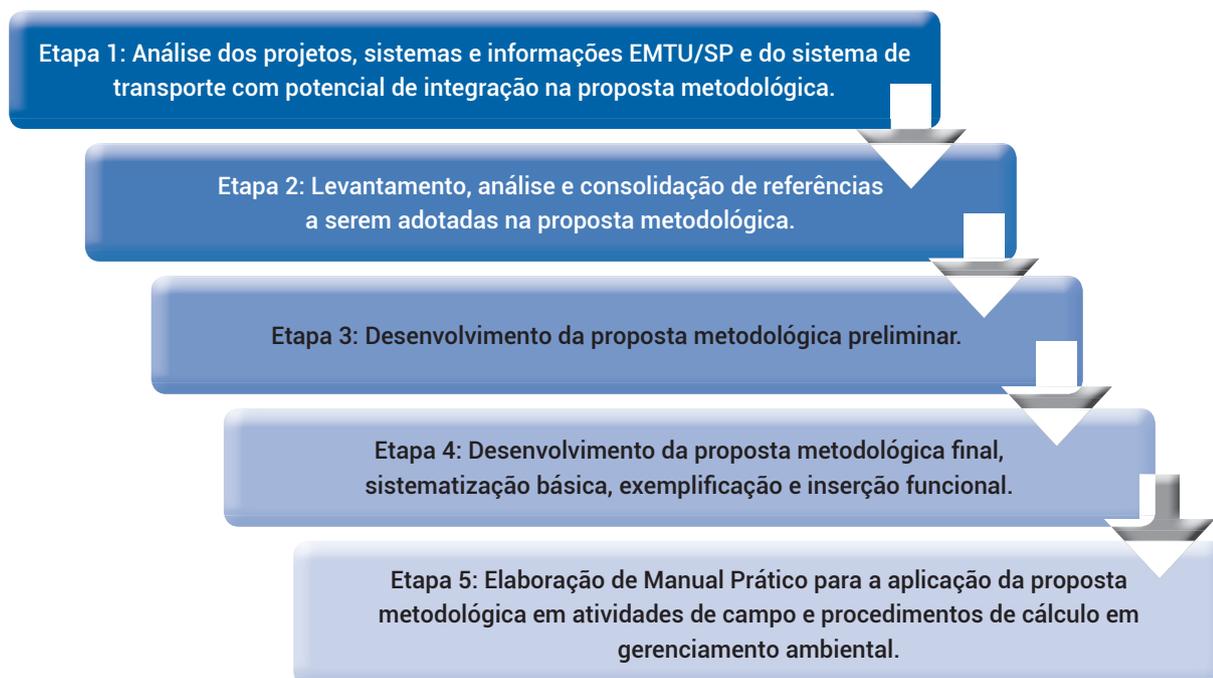


Figura 7. Estrutura dos trabalhos desenvolvidos

Nas etapas 3 e 4 foram desenvolvidos dois produtos por etapa, um focado no Sistema de Gestão Ambiental para o Transporte e outro nas Emissões de Gases de Efeito Estufa.

3.2. Etapa 1: Análise dos projetos, sistemas e informações da EMTU/SP

O desenvolvimento desta etapa foi fundamental para conhecer os programas ambientais já desenvolvidos pela EMTU/SP e o modo como as informações relacionadas aos aspectos ambientais do sistema de transporte são monitorados e acompanhados por sua equipe.

O controle de informações operacionais é realizado através dos sistemas GESTEC (sistema de Gestão Técnica - informações das características operacionais das linhas de ônibus) e SICOP (Sistema de Controle Operacional), responsáveis por reunir o conjunto de definições operacionais das linhas de transporte e que abrange os dados operacionais informados pelas empresas operadoras, respectivamente.

Para melhorar o desempenho ambiental da operação e garantir o atendimento à legislação da operação da

EMTU/SP, entre as ações existentes ou ainda em fase embrionária, as seguintes foram avaliadas para subsidiar o desenvolvimento do Programa STAQ: Conscientizar (Programa de inspeção e manutenção veicular), PROTEGER (Programa de Tecnologia e Gerenciamento de Emissão e Resíduos), IQA (Índice de Qualidade Ambiental), e os projetos de ônibus movido a etanol, a hidrogênio e o projeto de filtros para as emissões de ônibus a diesel.

Além do diagnóstico inicial da EMTU/SP, sete empresas de ônibus do sistema de transporte também foram visitadas para o conhecimento de suas práticas e procedimentos em relação ao meio ambiente, seu nível de conformidade legal, avaliação de incidentes ambientais anteriores, existência de procedimentos para atendimento a emergências ambientais, existência de passivos ambientais conhecidos. Foram avaliadas, também, quanto à disponibilidade de informações relacionadas ao gerenciamento de fornecedores, critérios ambientais para a aquisição de produtos e insumos, e quanto à análise das emissões de gases do efeito estufa. Os resultados obtidos nas visitas estão sintetizados na tabela a seguir.

Tabela 3. Síntese dos resultados obtidos nas visitas as garagens de ônibus

Critério	Resultado
Licenciamento ambiental	Apenas uma empresa encontrava-se em processo de adequação para obtenção da licença ambiental, todas as demais apresentaram a licença ambiental ou a licença ambiental a título precário.
Programa de manutenção	Todas as empresas possuem um programa de manutenção preventiva e corretiva, com sistema informatizado para a gestão da manutenção.
Oficinas de manutenção	Todas as oficinas de manutenção apresentavam piso adequado e canaletas para captação de óleo.
Lavador de veículos	Todas possuem lavador de veículos, somente duas não reutilizam a água de lavagem. Em relação aos efluentes de lavagem, todas possuem caixas separadoras de água e óleo e monitoram os efluentes. O que varia muito é a frequência do monitoramento.
Gestão dos resíduos	Os resíduos perigosos, Classe I, são destinados adequadamente com os respectivos Certificados de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental - CADRIs. Foram observados apenas alguns resíduos pontuais sem o CADRI, mas destinados adequadamente. Em relação aos demais resíduos, Classe II, apenas as empresas certificadas na ISO 14001 tinham o controle da destinação.
Tanques de combustível	Todas possuem tanque de combustível, sendo que alguns são enterrados e a maioria de superfície. Todas realizam o monitoramento do subsolo identificando possíveis vazamentos e contaminações do subsolo.
Passivos ambientais	Três empresas visitadas apresentavam passivos ambientais em função de vazamentos no passado, estas estavam remediando o solo com cláusulas de condicionantes ambientais em suas licenças ambientais.
Emissões de fumaça preta	Todas as empresas monitoram as emissões de fumaça por meio do opacímetro. O que varia muito é a frequência com que esta inspeção é realizada.
Pátio de veículos	Os pátios de veículos apresentam os mais diversos tipos de pavimento, sendo de terra, paralelepípedo, concreto sextavado e asfalto. Apesar da grande variação os pátios apresentavam bom estado de conservação com poucas e pequenas manchas de óleo combustível.
Plano de emergência ambiental	Apenas as empresas certificadas, na norma ISO 14001, possuem plano de emergência ambiental, porém todas possuem plano de contingência operacional.
Atendimento à legislação	Com exceção das empresas certificadas, na norma ISO 14001, as empresas não possuem um sistema para identificar e atender a toda a legislação vigente.
Compras	Não há o enfoque ambiental nas aquisições e processos de aquisição, sendo estas feitas em função de condições comerciais e qualidade.
Consumo de insumos	Todas as empresas têm o consumo exato de óleo diesel por veículo e o total por mês. Algumas ampliam este controle para o consumo de óleo lubrificante e aditivo para o radiador.

3.3. Etapa 2: Levantamento, análise e consolidação de referências

Nesta etapa, diversas metodologias para a identificação de impactos ambientais e modelos de emissão de poluentes gasosos relacionados ao transporte urbano de passageiros, já desenvolvidas, foram identificadas. Dentre elas, encontram-se metodologias destinadas somente à identificação de aspectos e impactos ambientais decorrentes da operação dos sistemas de transporte, bem como metodologias que utilizam a atribuição de valores aos impactos ambientais, de modo a gerar um índice de impacto ambiental para as alternativas analisadas.

Além da metodologia para identificação e ponderação dos aspectos e impactos ambientais, foram identificados modelos desenvolvidos para o cálculo das emissões de poluentes gasosos. Os modelos são classificados entre estáticos e dinâmicos, tendo como diferença a complexidade dos dados de entrada para realizar a simulação. Em sua maioria, estes modelos são programas que podem ser executados na plataforma Windows.

Para o desenvolvimento dos trabalhos foi escolhido o modelo COPERT 4 (Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport), desenvolvido pela União Europeia para que cada nação da Europa possa estimar a emissão gasosa proveniente dos veículos em operação nos seus territórios. O modelo calcula a emissão de poluentes regulados (CO, NO_x, COV e Material Particulado) e de poluentes não regulados (N₂O, NH₃, SO₂, dentre outros) pela legislação europeia.

Além das referências sobre metodologias de avaliação de impacto ambiental e modelos de estimativa das emissões gasosas, foram encontrados trabalhos nacionais e internacionais que discutem os impactos na emissão de poluentes e consumo de combustível, decorrentes da adoção de motores mais modernos, combustíveis alternativos e tecnologias para a redução de poluentes emitidos.

Em relação aos gases de efeito estufa, foram analisadas metodologias, aprovadas e vigentes, de gestão e monitoramento de GEE destinadas ao setor de transporte de passageiros de baixa e média capacidades considerando os métodos e procedimentos de cálculos de emissões, os indicadores de gestão de gases de efeito estufa, as diretrizes e procedimentos teóricos, práticos e de campo para gestão de gases de efeito estufa, incluindo a facilidade de aplicação prática, obtenção dos dados de entrada e significância dos resultados obtidos.

3.4. Sistema de Gestão Ambiental - SGA

3.4.1. Etapa 3: Desenvolvimento da proposta metodológica preliminar

Durante os trabalhos, foi realizado o levantamento dos aspectos e impactos das atividades da EMTU/SP relacionados à instalação e operação do sistema de transporte:

- Garagens.
- Terminais.
- Instalações Administrativas.
- Estação de hidrogênio.
- Operações (frotas de ônibus).

A separação por tipos de instalações permitiu que todas as particularidades do sistema de transporte fossem analisadas, de modo que todos os elementos do sistema fossem contemplados na metodologia desenvolvida. Os aspectos e impactos ambientais identificados foram estudados e classificados em função de:

- Situação operacional da atividade: avalia se as atividades que causam os aspectos e impactos são normais (esperadas) ou anormais (não esperadas).
- Classe do impacto: se o impacto altera positiva ou negativamente o meio ambiente.

- Temporalidade do aspecto: avalia se o aspecto é causado por uma atividade atual, passada ou futura.
- Gravidade ou intensidade: a severidade dos impactos é classificada em baixa, média ou alta.
- Probabilidade / Frequência do aspecto: probabilidade de ocorrência do aspecto, sendo avaliada em baixa, média e alta. Difere-se a probabilidade da frequência, pelo fato da primeira estar associada a ocorrências emergenciais (incêndio, vazamentos), enquanto a frequência é associada a eventos rotineiros de operação (manutenção, uso do veículo).
- Grau de significância: multiplicação da gravidade pela frequência. Os aspectos mais significativos são os que apresentam maior nota na multiplicação.

Os aspectos e impactos ambientais significativos de cada instalação/operação do sistema de transporte são:

Tabela 4. Aspectos e impactos significativos das instalações administrativas

Instalações administrativas

Local/Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Atividades de escritório	Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Consumo de papel	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Geração de resíduos não perigosos	Contaminação do solo Contaminação da água
	Geração de resíduos perigosos (cartuchos, tonners, lâmpadas)	Contaminação do solo Contaminação da água
Uso dos vestiários/sanitários	Consumo de água	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Geração de efluentes	Contaminação do solo Contaminação da água
Uso de refeitórios	Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Geração de resíduos não perigosos	Contaminação do solo Contaminação da água
	Geração de efluentes	Contaminação do solo Contaminação da água

Tabela 5. Aspectos e impactos significativos das garagens

Garagens

Local /Atividade		Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Atividades de escritório		Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
Uso dos vestiários/sanitários		Consumo de água	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
		Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
		Geração de efluentes	Contaminação do solo Contaminação da água
Abastecimento de tanques de combustível / Armazenamento de combustível	Transferência do combustível do caminhão para o tanque de armazenamento	Risco de vazamento	Contaminação do solo
	Abastecimento de veículos	Risco de vazamento	Contaminação do solo Contaminação da água
	Armazenamento do combustível nos tanques	Risco de vazamento	Contaminação do solo Contaminação da água
Manutenção dos veículos		Consumo de água	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
		Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
		Geração de resíduos	Contaminação do solo Contaminação da água
		Geração de efluentes	Contaminação do solo Contaminação da água
Lavagem de peças		Consumo de água	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
		Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
		Geração de resíduos	Contaminação do solo Contaminação da água
		Geração de efluentes	Contaminação do solo Contaminação da água
Lavagem de veículos		Consumo de água	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
		Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
		Geração de resíduos / borra de óleo	Contaminação do solo Contaminação da água
		Geração de efluentes	Contaminação do solo Contaminação da água
Troca de óleo		Geração de resíduos	Contaminação do solo Contaminação da água
		Geração de efluentes	Contaminação do solo Contaminação da água
Pintura e Funilaria de veículos		Geração de material particulado	Poluição do ar

Tabela 6. Aspectos e impactos significativos dos terminais

Terminais

Local /Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Atividades de escritório	Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
Uso dos vestiários/sanitários	Consumo de água	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Geração de efluentes	Contaminação do solo Contaminação da água
Uso de refeitórios	Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Geração de efluentes	Contaminação do solo Contaminação da água
Uso do terminal	Consumo de energia - iluminação	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Geração de resíduos não perigosos	Contaminação do solo Contaminação da água
Limpeza e manutenção (Terminal)	Consumo de água	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais

Tabela 7. Aspectos e impactos significativos nas atividades de operação

Operação

Local /Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Transporte de passageiros	Consumo de combustível	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Consumo de pneus	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Consumo de lubrificantes	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Emissão de poluentes atmosféricos	Contaminação do ar
Uso de tecnologias / combustíveis alternativos	Redução das emissões	Redução da contaminação do ar

Tabela 8. Aspectos e impactos significativos na estação de hidrogênio

Estação de hidrogênio

Local /Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Produção de Hidrogênio	Consumo de energia	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais
	Consumo de água	Diminuição na disponibilidade dos recursos naturais

►► **Índice de adequação ambiental**

A metodologia de gestão ambiental do sistema de transporte da EMTU/SP foi estruturada com base nos aspectos, impactos e riscos ambientais significativos, para a qual foram desenvolvidos dois grupos de índices ambientais, sobre:

- **adequação:** analisam a adoção das melhores tecnologias e práticas disponíveis no mercado, com as quais se espera reduzir a significância de impactos e riscos ambientais;
- **desempenho:** analisam a eficiência da frota e de cada instalação em reduzir o consumo de recursos naturais e de energia, assim como a emissão de poluentes.

Cada índice de adequação ambiental foi elaborado para atingir:

- valor máximo igual a um (1) em caso de total atendimento à legislação, ou adoção da melhor prática ou tecnologia disponível que melhore o desempenho ambiental e
- valor mínimo igual a menos um (-1) caso algum item legal não seja atendido ou caso exista alguma prática ambiental danosa ao meio ambiente (como o descarte de resíduos perigosos sem CADRI – Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental, ou nenhuma ação antes do descarte de efluentes de garagens, entre outros).

A mesma lógica de funcionamento foi atribuída para os índices de desempenho ambiental, os quais podem atingir o valor máximo igual a um (1), caso o consumo de recursos naturais e de energia melhore (redução no consumo), e valor mínimo igual a menos um (-1), caso o desempenho seja negativo (aumento no consumo de recursos naturais e de energia).

Com base nesta plataforma de índices que variam entre valores predeterminados é possível, independente de mudanças na metodologia (como a inclusão ou remoção de índices ou de tecnologias e práticas), avaliar continuamente o avanço, retrocesso ou manutenção na adequação e desempenho ambiental da frota e instalações que compõem o sistema de transporte.

A partir deste conjunto de índices, as frotas, garagens, instalações administrativas, os terminais e, no caso da EMTU/SP, a estação de hidrogênio podem ser comparados entre si (garagens com garagens e assim por diante) ao longo do tempo. Caso a unidade ou empresa deseje melhorar sua pontuação nos índices, a metodologia permite simular a melhoria em cada índice, caso sejam feitos investimentos para a melhoria de alguns aspectos, subsidiando a decisão por qual investimento fazer.

As figuras ilustram, respectivamente, a árvore de índices necessários para o cálculo dos índices de adequação e desempenho ambiental para toda a EMTU/SP.

A partir da árvore de índices sobre adequação ambiental, apresentado na Figura 8, pode-se visualizar a composição dos índices que calculam a adequação ambiental das garagens, terminais, instalações administrativas, estação de hidrogênio e das operações (frotas), os quais serão utilizados para compor o índice ambiental da organização responsável pelo sistema de transporte.

Para cada instalação (garagem, terminais, instalações administrativas e estação de hidrogênio) e frota foram estabelecidos índices específicos para medir sua adequação ambiental em relação aos principais aspectos gerados pelas atividades identificadas (como utilização de recursos naturais, energia, geração de resíduos, efluentes e emissões).

Uma vez que os impactos ambientais mais significativos causados pelo sistema de transporte são a emissão de poluentes atmosféricos pela frota e a geração de resíduos e efluentes e o consumo de recursos naturais nas garagens, os índices de adequação da operação e da garagem receberam pesos três (3) e dois (2), respectivamente, enquanto os índices de adequação ambiental da instalação administrativa, terminal e estação de hidrogênio receberam peso um (1).

Uma vez que a existência das melhores tecnologias e a adoção de melhores práticas para reduzir os impactos ambientais não significam efetivamente a redução destes, já que é necessária uma gestão adequada destas ferramentas para garantir o desempenho esperado, foram elaborados índices de desempenho ambiental.

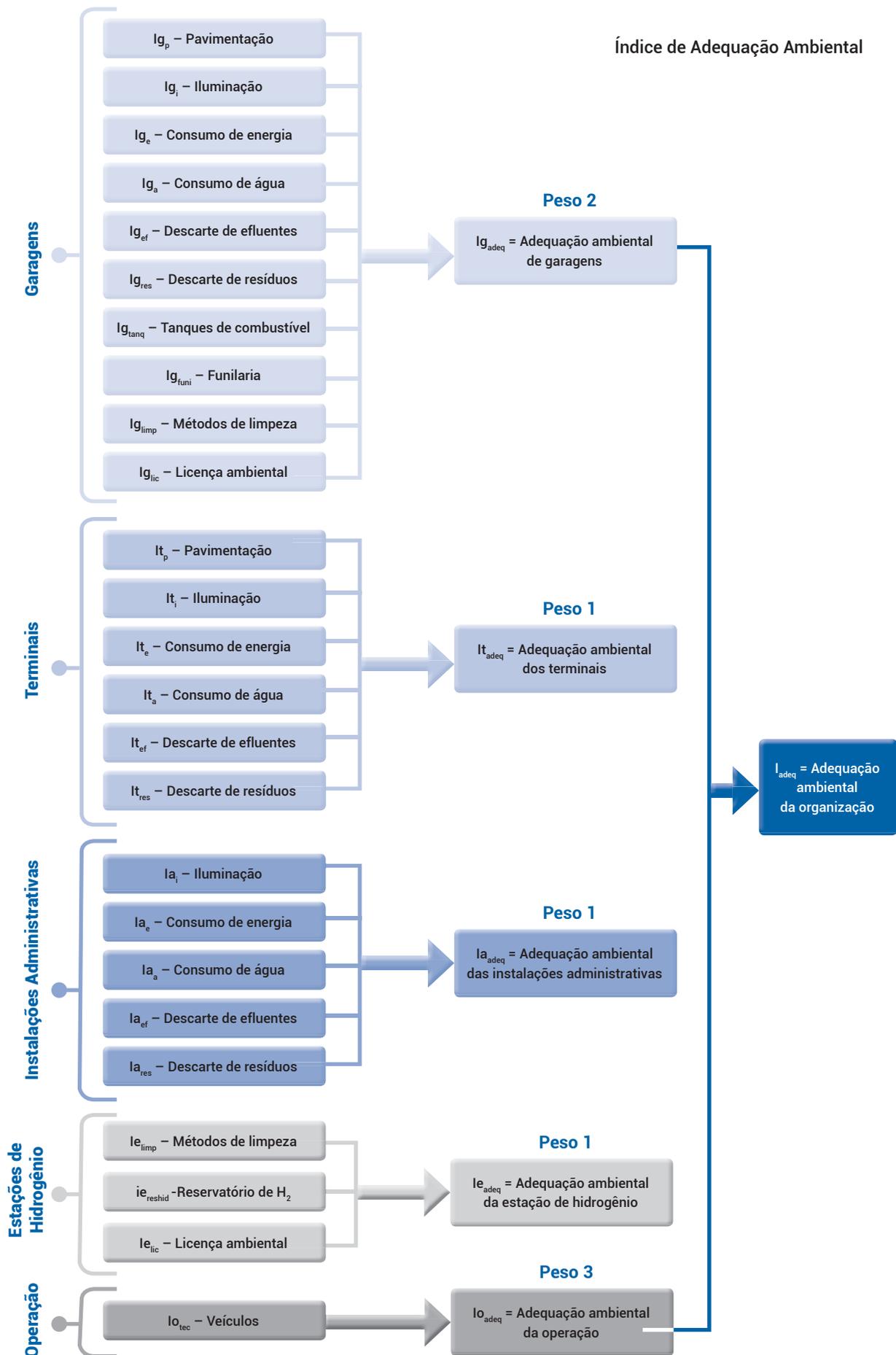


Figura 8. Índice de Adequação Ambiental

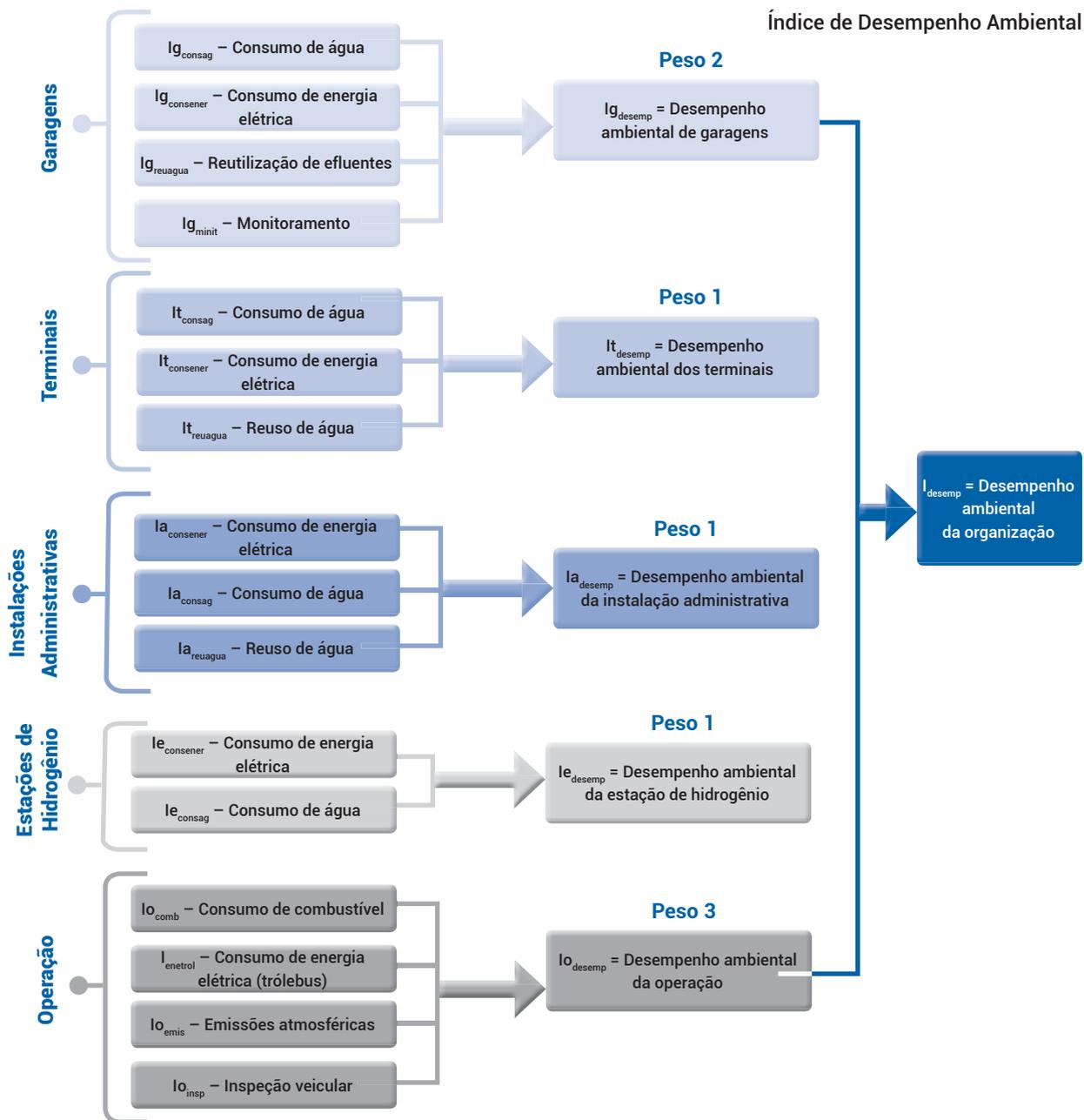


Figura 9. Índice de Desempenho Ambiental

A partir da árvore de índices sobre desempenho ambiental na figura acima, pode-se visualizar a composição dos índices que calculam o desempenho ambiental das garagens, terminais, instalações administrativas, estação de hidrogênio e das operações (frotas), os quais serão utilizados para compor o índice ambiental da organização responsável pelo sistema de transporte.

Para cada instalação (garagem, terminais, instalações administrativas e estação de hidrogênio) e frota foram estabelecidos indicadores específicos para medir o desempenho ambiental em relação aos principais aspectos gerados pelas atividades identificadas (como utilização de recursos naturais e energia e geração de emissões).

Uma vez que os impactos ambientais mais significativos causados pelo sistema de transporte são a emissão de poluentes atmosféricos pela frota e a geração de resíduos e efluentes e o consumo de recursos naturais nas garagens, os índices de desempenho da operação e da garagem receberam peso três (3) e dois (2), respectivamente, enquanto os índices de desempenho ambiental da instalação administrativa, terminal e estação de hidrogênio receberam peso um (1).

► Índice Ambiental da Organização

O índice ambiental da organização (I_a) será calculado através do índice de adequação ambiental da organização (I_{adeq}) e do índice de desempenho ambiental da organização (I_{desemp}), os quais receberão os pesos 1 e 2, respectivamente. O índice de desempenho ambiental receberá o maior peso pela seguinte justificativa: a adequação ambiental pode ser facilmente atingida com investimentos, enquanto a manutenção dos padrões de desempenho são alcançados e mantidos somente através do constante monitoramento e gestão dos resultados.

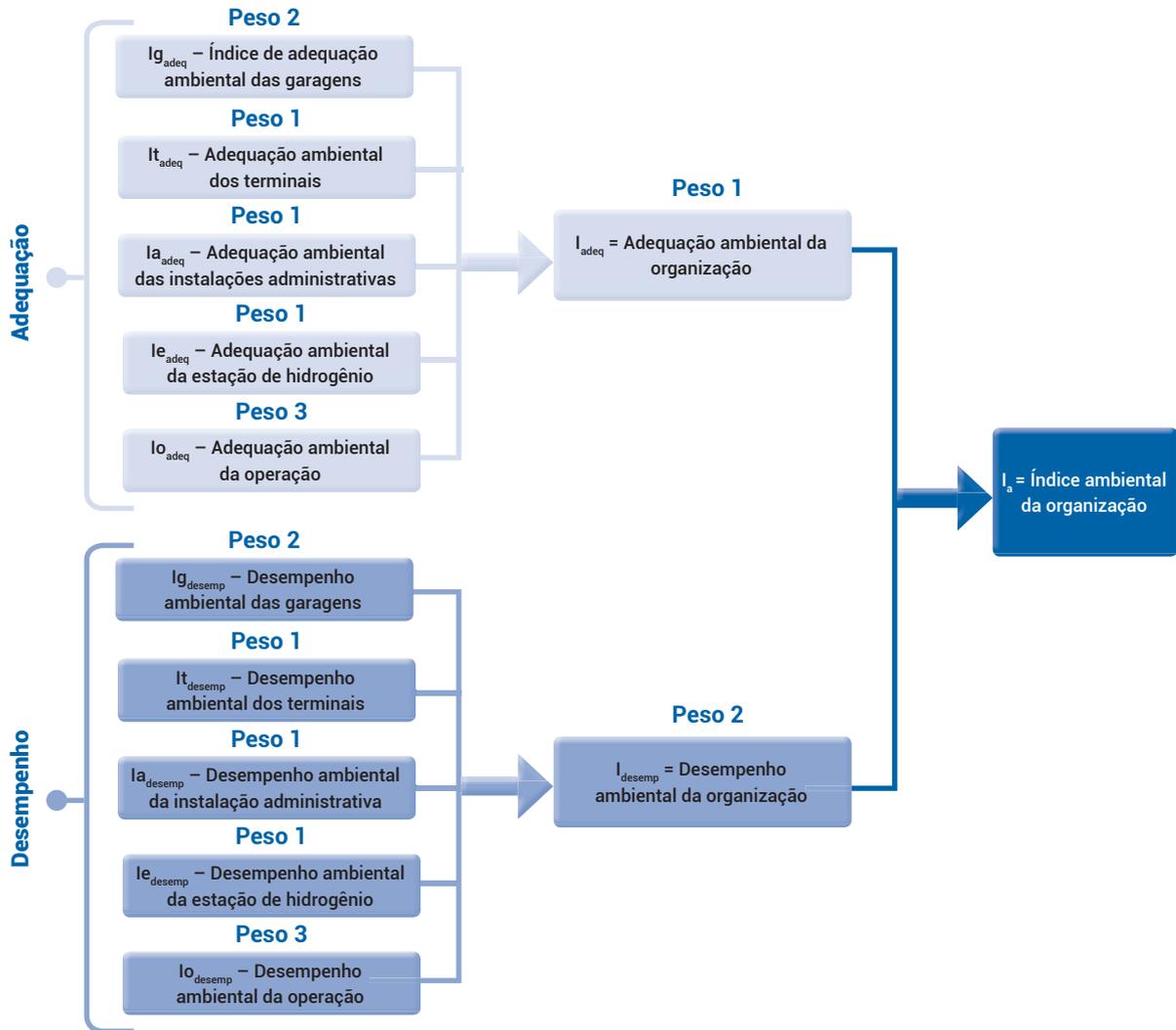


Figura 10. Índice Ambiental da Organização

3.4.2. Abordagem por aspectos ambientais

Para cada um dos aspectos ambientais identificados nas instalações visitadas foram elaborados indicadores, para avaliar a adequação ambiental das medidas adotadas com o objetivo de reduzir os impactos e riscos, bem como para medir a efetividade das ações atualmente em prática para garantir os níveis de desempenho esperados.

Cabe às empresas que operam o sistema de transporte estabelecer planos de ação para atender à legislação e melhorar seu desempenho, para minimizar seus impactos e sua adequação ambiental, reduzindo seus riscos ambientais.

► Consumo de água

Em um sistema de transporte, o consumo de água ocorre em garagens, para a lavagem de peças e veículos, e nos sanitários de terminais, instalações administrativas e garagens, e no caso da EMTU/SP, para a geração de hidrogênio na estação.

Em relação à adoção de melhores tecnologias (torneiras com sensores, descargas com água de reuso e de acionamento duplo, entre outras) para manter o consumo deste recurso em níveis aceitáveis, foram criados índices de adequação ambiental do consumo de água. Para monitorar o desempenho no consumo deste recurso natural, foram criados os índices de consumo de água.

» Consumo de energia elétrica

Em um sistema de transporte, o consumo de energia elétrica ocorre em garagens, terminais e instalações administrativas, em grande parte para a iluminação de áreas internas e externas, e no caso da EMTU/SP, no sistema de trólebus e na estação de hidrogênio para a geração do combustível em questão.

Em relação à adoção de melhores tecnologias (lâmpadas de melhor eficiência, sistemas de gerenciamento automático da iluminação, geração de energia por painéis fotovoltaicos) e práticas (utilização de equipamentos com selo PROCEL) para manter o consumo de energia em níveis aceitáveis, foram criados os índices de adequação ambiental da iluminação e do consumo de energia. Para monitorar o desempenho no consumo de energia, foram criados os índices de consumo de energia elétrica. Estes avaliam, sempre em relação ao mesmo período do ano anterior, o consumo de energia elétrica em relação à área iluminada, no caso das garagens e terminais, e em relação ao número de colaboradores nas áreas administrativas e à quantidade de hidrogênio produzido na estação de hidrogênio. No caso dos trólebus, o índice de consumo de energia elétrica também faz uma comparação entre o consumo no mês atual com o mesmo mês do ano anterior, em função da distância percorrida e o número de passageiros transportados nos dois períodos.

» Consumo de combustíveis

Um dos principais aspectos ambientais de empresas que operam sistemas de transporte rodoviário é o consumo de combustíveis de origem fóssil ou renovável.

A eficiência da frota em relação ao consumo de combustível depende da tecnologia dos veículos utilizados, estado de conservação e manutenção destes e de seu modo de condução, podendo implicar no aumento ou redução do consumo deste recurso.

Sendo assim, a condução adequada, a substituição da frota e a manutenção preventiva poderão refletir na melhoria do consumo de combustíveis. Dentro deste cenário, foi estabelecido um índice de consumo de combustíveis, para mensurar o consumo em função da quilometragem percorrida e da quantidade de passageiros transportados entre mesmos períodos de anos diferentes, através do qual as empresas que reduzirem o consumo de combustível serão pontuadas em relação à redução alcançada.

» Descarte e reutilização de água

Na maioria das edificações é possível instalar equipamentos para tratar a água previamente utilizada e direcioná-la para reuso. Nas garagens é comum a utilização de água reciclada para a lavagem dos ônibus, enquanto em terminais e instalações administrativas é possível reutilizar a água de torneiras em irrigação de jardins, limpeza de pátios ou na descarga de sanitários. Além de avaliar o retorno da água já utilizada para o processo, os índices avaliam se as edificações monitoram o efluente antes do descarte/reutilização e se a legislação ambiental para o descarte de efluentes é cumprida. Nos casos em que o monitoramento e tratamento dos efluentes são condicionantes ambientais (caso das garagens), a existência destas práticas não é considerada um diferencial.

Para avaliar a utilização destas práticas nas edificações e o atendimento legal em relação ao lançamento de efluentes, foi criado o índice de adequação ambiental do descarte de efluentes, e para monitorar o desempenho na reutilização de água foi criado o índice de reutilização/reuso de água, os quais avaliam o percentual de água reutilizada em função do total de água consumida pelas edificações.

Nas garagens, além do descarte e reuso de efluentes, a limpeza de peças e pistolas é avaliada em função da adoção de máquinas lavadoras e da utilização de produtos de limpeza biodegradáveis, através do índice de adequação ambiental dos métodos de limpeza.

▶▶ Descarte de resíduos ▶▶

Todas as edificações que fazem parte de um sistema de transporte geram resíduos sólidos, sendo que na maioria delas, parte dos resíduos são classificados como perigosos. Qualquer edificação pode ter como resíduo as lâmpadas fluorescentes e *tonners* de impressão e, nas garagens, os materiais perigosos são também aqueles contaminados por óleo lubrificante e graxa. Nestes casos, a legislação requer a destinação adequada de resíduos com a emissão de CADRI (Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental), enquanto para os demais resíduos podem ser implantadas práticas como a coleta seletiva e o estabelecimento de uma central de resíduos coberta e impermeabilizada.

Para avaliar a utilização destas práticas nas edificações, e o atendimento legal em relação aos resíduos, foram criados os índices de adequação ambiental do descarte dos resíduos.

▶▶ Impermeabilização do solo

O tipo de pavimento das vias e estacionamento das garagens e terminais pode reduzir os impactos da circulação da frota na contaminação da atmosfera, solo e água, já que a suspensão de material particulado e a infiltração de óleo no solo serão maiores em solos de chão batido do que naqueles revestidos ou impermeabilizados.

Entretanto, assim como a exposição total do solo, sua completa impermeabilização também pode potencializar alguns eventos naturais, como a ocorrência de enchentes ou a formação de ilhas de calor.

Considerando os dois extremos e as demais tecnologias existentes para suprir a necessidade e reduzir os impactos ambientais (emprego de asfalto ecológico, concreto ou de bloquetes, ao invés de asfalto), os índices de adequação ambiental do piso avaliam e atribuem notas diferenciadas às garagens e terminais em função do tipo de pavimentação adotada.

▶▶ Risco de explosão ou vazamento

O armazenamento de combustíveis líquidos ou gasosos pode oferecer risco de explosão ou de vazamento do material, caso o armazenamento, abastecimento e coleta do material para utilização não sejam feitos através de um sistema capaz de reduzir os riscos para níveis aceitáveis.

As estações de abastecimento nas garagens podem conter tanques subterrâneos ou superficiais. Os tanques armazenados no subsolo aumentam o espaço útil na superfície para a locomoção, estacionamento de veículos e oferecem maior proteção contra explosões, mas, em contrapartida, oferecem maior risco de contaminação do solo por dificultar a inspeção e identificação de vazamentos.

Dentro deste cenário, os tanques responsáveis pelo armazenamento de combustível líquido nas garagens e de hidrogênio na estação de hidrogênio são avaliados em relação à melhor tecnologia para armazenamento, através dos índices de adequação ambiental dos sistemas de tanques da garagem e de adequação do reservatório de hidrogênio.

▶▶ Emissão de poluentes atmosféricos

A emissão de poluentes atmosféricos é o principal aspecto ambiental responsável por causar impactos diretos na sociedade, uma vez que tais poluentes têm efeitos diretos sobre a saúde e qualidade de vida das pessoas.

Devido a esta particularidade, muito tem sido feito pelos governos, empresas de transporte e fabricantes de veículos para garantir que o sistema de transporte atenda às necessidades da população, seja rentável e reduza o impacto sobre a população. Neste contexto, podem ser enumeradas medidas como a fabricação de motores mais eficientes e menos poluentes, desenvolvimento de sistemas de remoção de poluentes, implantação de novos trechos de faixas exclusivas para circulação de ônibus, assim como a integração entre os meios de transporte.

Na esfera de responsabilidade de atuação de uma empresa de transporte, cabe a ela adotar medidas ou garantir que estas sejam adotadas de modo a reduzir as emissões de poluentes atmosféricos, bem como oferecer os veículos mais adequados para garantir os resultados esperados. Cabe à esfera pública criar e fazer cumprir o arcabouço legal pertinente ao tema, bem como planejar e implantar a infraestrutura para a operação do transporte.

Sendo assim, índices foram criados para avaliar a adequação ambiental da frota em operação em relação às melhores tecnologias disponíveis no mercado e para medir a eficiência da frota atual em relação à emissão de poluentes atmosféricos, considerando a emissão dos principais poluentes (SOx, NOx, MP, HC e CO) por distância percorrida e número de passageiros transportados entre os meses do ano anterior e do ano corrente.

A emissão de poluentes é simulada através de um modelo chamado COPERT 4, desenvolvido pela Agência Ambiental Europeia (European Environmental Agency) para que qualquer nação possa estimar as emissões de suas frotas. Para a simulação, são inseridas informações sobre a frota (como o número de veículos por tamanho, tipo de motor e de combustível), quilometragem percorrida no período e a total acumulada pela frota desde a saída dos veículos da fábrica, combustível consumido no período, velocidade média em trechos urbano, rural e rodoviário, percentual percorrido em cada um destes trechos, além de informações climáticas sobre a região. Por considerar a quilometragem acumulada da frota, o modelo permite estimar a emissão entre períodos semelhantes (uma vez que os padrões de circulação de passageiros e de quilometragem percorrida sofrem poucas variações a cada ano) para analisar quanto a troca da frota pode ajudar na emissão de poluentes atmosféricos. Estas informações permitiram a elaboração do índice para avaliar a emissão de poluentes em relação ao passado ou em um cenário futuro de troca da frota ou de mudanças operacionais.

Garantir a eficiência operacional e a compra de veículos de última tecnologia pode não ser suficiente para reduzir os impactos ambientais da operação, uma vez que a inspeção e manutenção preventivas são essenciais para garantir que os resultados desejados sejam alcançados. Pensando nisto, um índice foi criado para avaliar a abrangência e frequência de monitoramento da frota.

Além da emissão de poluentes pela operação, as garagens também contribuem com a emissão de compostos orgânicos voláteis e de material particulado, devido ao reparo e pintura da funilaria dos veículos. Para contemplar esta especificidade, um índice foi elaborado para avaliar a adoção de boas práticas pelas garagens (lixamento de peças a seco, limpeza das chapas antes da soldagem, utilização de cabine de pintura com plano aspirante e filtros, utilização de tintas com pouco solvente ou à base d'água e utilização de pistola de baixo consumo de tintas, dentre outras).

»» Atendimento à legislação ambiental

Uma vez que as garagens apresentam os maiores riscos de contaminação do solo e da água, estas instalações do sistema de transporte normalmente estão submetidas ao licenciamento ambiental junto aos órgãos ambientais municipais e estaduais. Para a emissão da licença ambiental de operação, os técnicos destes órgãos verificam a adequação legal da unidade e estabelecem condicionantes que devem ser cumpridos para reduzir os impactos ambientais aos limites estabelecidos por lei.

Para verificar o atendimento à legislação, o sistema de transporte será avaliado em função do atendimento aos condicionantes estabelecidos pela licença de operação do empreendimento através dos índices:

$I_{e_{lic}}$ = Índice de situação da licença ambiental da estação de hidrogênio.

$I_{g_{lic}}$ = Índice de situação da licença ambiental da garagem.

Após o desenvolvimento dos índices, foi avaliado em qual instalação (garagem, terminais, instalações administrativas e estação de hidrogênio) o índice é aplicável, conforme demonstrado nas tabelas a seguir:

Tabela 9. Resumo da aplicabilidade de cada índice de adequação ambiental em função da instalação

Índices	Garagens	Terminais	Inst. Adm.	Operações	Estação de H ₂
Adequação ambiental do consumo de água	Sim	Sim	Sim	-	-
Adequação ambiental da iluminação	Sim	Sim	Sim	-	-
Adequação ambiental do consumo de energia	Sim	Sim	Sim	-	Sim
Adequação ambiental do descarte de efluentes	Sim	Sim	Sim	-	-
Adequação ambiental dos métodos de limpeza	Sim	-	-	-	-
Adequação ambiental do descarte dos resíduos	Sim	Sim	Sim	-	-
Adequação ambiental do piso	Sim	Sim	-	-	-
Adequação ambiental dos reservatórios de combustível	-	-	-	Sim	Sim
Adequação ambiental dos veículos	-	-	-	Sim	-
Inspeção veicular	-	-	-	Sim	-
Adequação ambiental da funilaria	Sim	-	-	-	-
Adequação legal	Sim	-	-	-	Sim

Tabela 10. Resumo da aplicabilidade de cada índice de desempenho ambiental em função da instalação

Índices	Garagens	Terminais	Inst. Adm.	Operações	Estação de H ₂
Consumo de água	Sim	Sim	Sim	-	Sim
Consumo de energia elétrica	Sim	Sim	Sim	Sim (trólebus)	Sim
Consumo de combustíveis	-	-	-	Sim	-
Reutilização/reuso de água	Sim	Sim	Sim	-	-
Emissão de poluentes atmosféricos	-	-	-	Sim	-

3.4.3. Etapa 4: Desenvolvimento da sistematização básica da proposta metodológica final

O cálculo dos índices descritos no capítulo anterior foi automatizado através de planilhas eletrônicas no *software* Microsoft Excel. Cada instalação (garagem, terminal, instalação administrativa e a estação de hidrogênio), assim como a operação da frota, foi contemplada com um arquivo específico, dentro dos quais estão presentes as planilhas necessárias para a inserção de dados de cada uma das unidades do sistema.

Além de planilhas para a inserção de dados das unidades e frotas, cada um destes arquivos também possui uma planilha para o cálculo final dos índices de adequação e de desempenho ambiental, bem como uma planilha exclusiva para a inserção de novos parâmetros de cálculo, para facilitar a alteração deste sistema básico no caso de mudanças nas fórmulas da metodologia.

3.5. Inventário

3.5.1. Etapa 3: Desenvolvimento da proposta metodológica preliminar

A elaboração de inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE) é o primeiro passo para que uma organização contribua para o combate à mudança do clima, pois determina a quantidade e a origem (fontes) das emissões a serem reduzidas. O inventário contabiliza as emissões de GEE de uma empresa, ou seja, quantifica e organiza dados sobre emissões com base em padrões e protocolos e atribui essas emissões a uma unidade de negócio, planta operacional ou outra entidade.

Um inventário deve ser estabelecido como um processo contínuo, que permita identificar a evolução dos esforços de mitigação de uma instituição e aprimorar essas medidas progressivamente.

Existem diversas metodologias destinadas à obtenção de reduções certificadas de emissões no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e metodologias destinadas apenas à contabilização e reporte dessas emissões, provenientes de órgãos como o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e o Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol).

Para os projetos de MDL encontramos as seguintes metodologias:

- AM0031 – Bus Rapid Transit;
- AM0101 – Trens de alta velocidade para passageiros;
- ACM0016 – Transporte de Massa Rápido.

Entre as diferentes metodologias existentes para a realização de inventários de GEE, o The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard, ou simplesmente GHG Protocol, lançado em 1998 e revisado em 2004 – é hoje a ferramenta mais utilizada mundialmente pelas empresas e governos para entender, quantificar e gerenciar suas emissões.

O Programa Brasileiro do GHG Protocol (PBGHGP) consiste na metodologia mais recomendada para o desenvolvimento de inventários na EMTU/SP, na medida em que consolida as recomendações do Guia do IPCC e as adapta à realidade nacional. Os dados de entrada da metodologia também são bastante fáceis de obter, tendo em vista que envolvem informações já monitoradas pela própria operação da frota (e.g. combustível e eletricidade consumida) e dados publicados pelo próprio Programa (e.g. fatores de emissão). Os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia incluem o controle e registro da operação do sistema e dos dados externos, além do monitoramento das emissões da frota em questão. Além disso, as informações geradas podem ser aplicadas aos relatórios e questionários de iniciativas como Carbon Disclosure Project, Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial (ISE) e Global Reporting Initiative (GRI).

O Programa Brasileiro GHG Protocol considera cinco princípios nos quais deve se basear a contabilização e o reporte de gases de efeito estufa: relevância, integralidade, consistência, transparência e exatidão. Ressalta também a necessidade do estabelecimento de limites geográficos, organizacionais e operacionais. Apresenta métodos para identificação e cálculo de emissões de gases de efeito estufa, reporte das emissões, especificações para a verificação e definição de metas de emissão.

Além disso, o Programa Brasileiro GHG Protocol publica periodicamente uma ferramenta, em planilha eletrônica, para o cálculo de emissões de gases de efeito estufa. A ferramenta consolida os métodos sugeridos de cálculo e aplica fatores de emissão adaptados à realidade brasileira, sempre que possível.

No caso de inventários de emissões, basta contabilizar diretamente as emissões que ocorrem em cada fonte de emissão, com base em dados registrados.

Uma vez identificadas, as fontes devem ser categorizadas em Escopos, segundo estabelecido pelo PBGHGP e pela norma NBR ISO 14.064-1 – Gases de Efeito Estufa. As emissões são classificadas em 3 escopos:

- **Escopo 1 (Emissões Diretas):** emissões de GEE originadas dentro dos limites organizacionais definidos, incluindo as emissões pela queima de combustíveis, processos de fabricação e transporte pertencente à empresa.
- **Escopo 2 (Emissões Indiretas pelo Consumo de Energia):** emissões provenientes da importação e exportação de energia, como eletricidade e vapor. Para esta quantificação, deverão ser verificados eventuais critérios de rateio do consumo de energia elétrica estabelecidos pela área de controle da empresa.
- **Escopo 3 (Outras emissões indiretas de GEE):** demais fontes de emissão, provenientes das atividades de terceiros, que possam ser atribuídas às ações da empresa. Como exemplo, pode-se citar a terceirização de serviços de logística e tratamento de resíduos.

Foram identificadas as seguintes fontes de emissão nas atividades da EMTU/SP:

Tabela 11. Fontes de emissão de GEE identificadas nas atividades da EMTU/SP

ESCOPO	FONTES	DESCRIÇÃO DA FONTE
Escopo 1 – Emissões Diretas	Combustão móvel – veículos pertencentes à empresa	Frota própria terrestre (utilitários e passeio) – combustível
	Emissões fugitivas	Fuga de emissões de gases de refrigeração – HFC e HCFC Reposição/Substituição de Extintores (tCO ₂)
	Combustão estacionária	Geradores de energia elétrica
Escopo 2 – Emissões Indiretas	Emissões da geração de eletricidade adquirida	Eletricidade comprada do Sistema Interligado Nacional (SIN)
Escopo 3 – Emissões Indiretas	Combustão móvel – veículos de terceiros	Transporte de passageiros – combustível
	Processos Industriais e Uso de Produtos	Consumo de óleos lubrificantes
	Tratamento de efluentes	Volume estimado pelas pessoas x dias trabalhados
	Resíduos Sólidos	Resíduos Gerados (t)
	Combustão estacionária	Geradores de energia elétrica

A identificação precisa das fontes de emissão é passo fundamental no desenvolvimento do inventário, de forma que garanta o princípio da integralidade. Desta forma, mesmo as fontes que podem ser de baixa relevância devem ser incluídas. No entanto, conforme o PBGHGP, podem-se escolher métodos para elaborar estimativas para fontes ou gases de menor expressão, desde que as emissões cumulativas de todas estas fontes representem no máximo 5% da soma das emissões totais de Escopo 1 e 2 da empresa em CO₂ equivalente.

Após a identificação das fontes, é necessário realizar a coleta de dados das fontes, identificando os consumos. Esta etapa é, invariavelmente, a que demanda maior tempo e esforço da equipe responsável pela elaboração do inventário de GEE dentro de uma organização e é também uma etapa fundamental para garantir a qualidade dos resultados finais.

No caso da EMTU/SP, a maior parte das emissões são provenientes do Escopo 3, já que a organização é responsável pelo gerenciamento da operação dos ônibus.

Foram identificadas as seguintes unidades em relação às fontes identificadas:

Tabela 12. Dados e unidades de cada fonte de emissão identificada nas atividades da EMTU/SP

FONTES	Dados
Frota própria terrestre (utilitários e passeio) – combustível	Consumo de diesel (L), gasolina (L), álcool (L) e gás natural (m ³)
Fuga de emissões de gases de refrigeração – HFC e HCFC	Gases de HFC e HCFC repostos (kg)
Reposição/Substituição de Extintores	Consumo (tCO ₂)
Geradores de energia elétrica	Consumo de diesel (L), gasolina (L), álcool (L) e gás natural (m ³)
Eletricidade comprada para consumo próprio	Consumo (kwh)
Transporte de passageiros – combustível	Consumo de diesel (L), gasolina (L), álcool (L) e gás natural (m ³)
Consumo de óleos lubrificantes	Volume de óleo lubrificante consumido (L)
Volume efluente estimado pelas pessoas x dias trabalhados	Volume estimado (m ³)
Resíduos Gerados	Volume de resíduos descartado pela EMTU/SP (t)
Geradores de energia elétrica	Consumo de diesel (L), gasolina (L), álcool (L) e gás natural (m ³)

3.5.2. Etapa 4: Desenvolvimento da sistematização básica da proposta metodológica final

Para facilitar as atividades de manutenção e atualização do inventário foi elaborada uma planilha em Excel com todas as fontes, dados de emissão e gráficos necessários, permitindo à EMTU/SP realizar a gestão de suas emissões.

Como as fontes de emissão podem variar de um ano para outro, devido a fatores variáveis, como a fração de álcool na gasolina, a EMTU/SP além de atualizar os valores de consumo anualmente para o cálculo do inventário, deve atualizar também as fontes de emissão.

A EMTU/SP pretende sistematizar a obtenção dos dados de forma automática, facilitando a elaboração e a gestão do inventário.

3.6. Etapa 5: Elaboração de Manual Prático para aplicação da proposta metodológica em atividades de campo e procedimentos de cálculo em gerenciamento ambiental

Após o desenvolvimento das metodologias, foi elaborado um manual para aplicação da proposta metodológica contendo a descrição do sistema de gestão em tópicos, incluindo os procedimentos de coleta de dados por meio de visitas ou de questionários, as metodologias detalhadas de cálculo e as referências às planilhas elaboradas, assim como todas as orientações para a utilização das metodologias definidas. No desenvolvimento do manual foi considerada a possibilidade de realizar as alterações que a metodologia possa sofrer devido à revisão de conceitos teóricos e práticos.

O manual foi desenvolvido com a utilização de ferramentas didáticas que facilitam o entendimento, como figuras, gráficos, tabelas e diagramas.

Após o desenvolvimento do manual foi realizado um treinamento prático e um teórico. No treinamento teórico foi realizada uma apresentação da metodologia desenvolvida para a equipe que participou dos trabalhos. No treinamento prático foi realizada uma visita a campo a uma empresa operadora (incluindo garagem e área de manutenção), um terminal e uma instalação administrativa, a fim de pôr em prática a metodologia desenvolvida quanto aos procedimentos de verificação ambiental.

4

Apresentação dos resultados obtidos

4.1. Sistema de Gestão Ambiental – SGA

A metodologia foi testada a partir da coleta direta de dados numéricos de duas garagens, dois terminais, duas operações, uma instalação administrativa e uma estação de hidrogênio para o cálculo dos índices de adequação e desempenho ambiental.

Em seguida, os dados foram inseridos em planilhas que calculam automaticamente os índices de cada instalação e da operação. A única exceção se deu para o cálculo do índice sobre emissões de poluentes atmosféricos, para o qual foi necessário calcular as emissões no modelo COPERT 4 para, então, obter os dados para calcular o índice de emissões.

A simulação através da metodologia se restringiu a um pequeno número de unidades somente para fins de validação da metodologia, uma vez que foi necessária à coleta de dados primários em cada uma das instalações, devido à ausência de uma base de dados única que poderia ser gerenciada pela EMTU/SP.

Entretanto, apesar da baixa amostragem, foram selecionadas instalações e operações com características distintas, de modo a validar a sensibilidade da metodologia em relação a diferentes cenários de simulação.

4.1.1. Garagens

A metodologia foi testada com dados obtidos de duas garagens que operam para a EMTU/SP na Baixada Santista de São Paulo, aqui denominadas como Viação A, de menor porte, e Viação B, de maior porte.

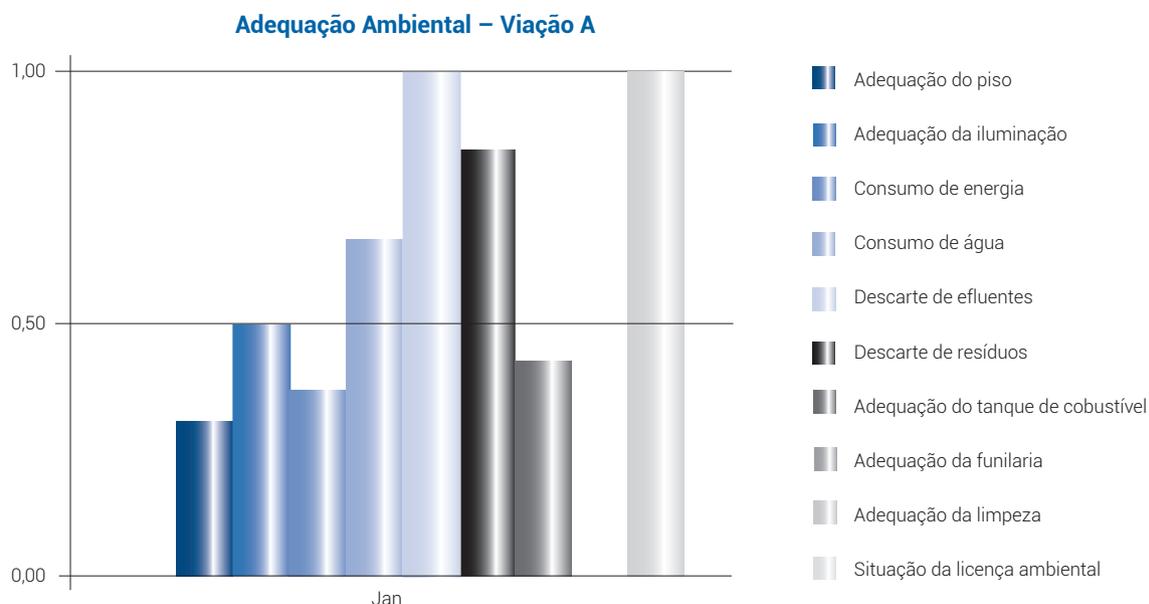


Figura 11. Índice de Adequação Ambiental – Garagem da Viação A.

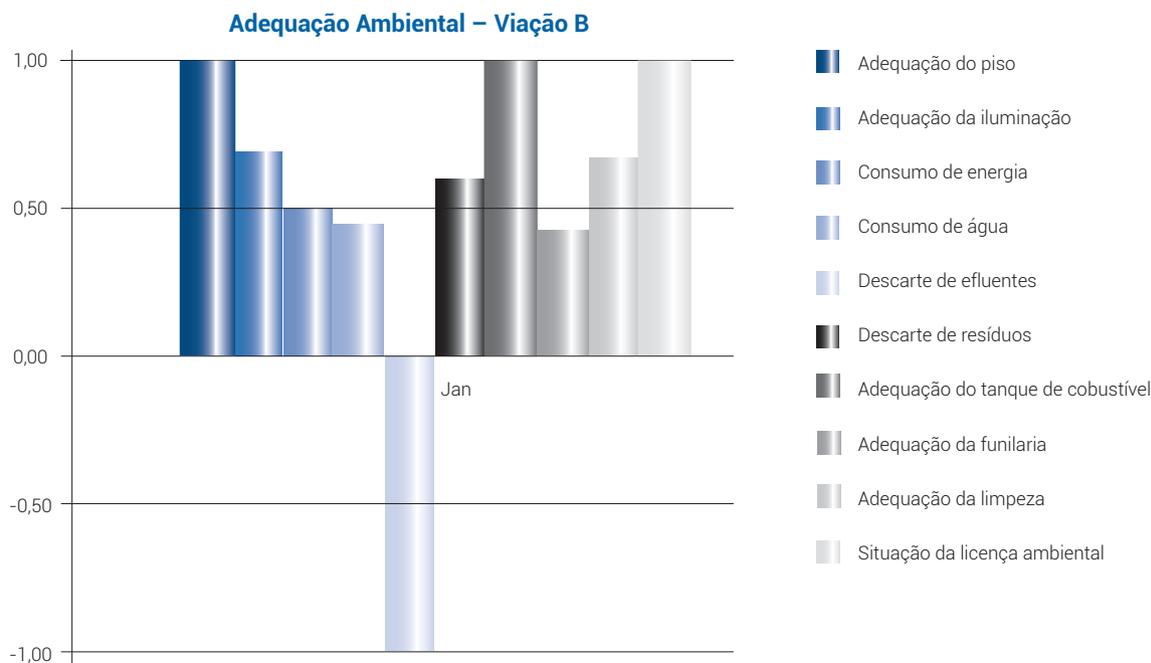


Figura 12. Índice de Adequação Ambiental – Garagem da Viação B

Os gráficos da Figura 11 e da Figura 12 ilustram as diferenças entre as duas garagens em relação à adequação ambiental de suas instalações. É possível verificar que as duas garagens possuem instalações diferentes para cada um dos requisitos analisados. Em relação à pavimentação, a Viação A obteve uma pontuação baixa por possuir chão

de terra batida, permitindo a suspensão de material particulado no ar. Apesar de garantir a permeabilidade da água no solo, este tipo de chão também favorece a infiltração de contaminantes, no caso de um vazamento de óleo. Por sua vez, a Viação B obteve maior pontuação neste índice por possuir um pátio revestido por bloquetes, já que estes reduzem muito a suspensão de material particulado no ar, permitem a infiltração de água no solo, retendo qualquer tipo de contaminante oleoso na camada de areia entre o solo e o bloquete.

Em relação à iluminação, a Viação B também obteve maior pontuação no índice, uma vez que possui maior número de lâmpadas de alta eficiência, além de possuir “lâmpadas solares” no corredor central da instalação administrativa e em todo o galpão onde é feita a manutenção dos ônibus.

Apesar de possuir maior número de válvulas de fechamento automático empregadas nas torneiras e nos mictórios, bem como utilizar algumas caixas de descarga de volume reduzido, a Viação A obteve uma pontuação ligeiramente menor em relação à pontuação obtida pela Viação B, uma vez que esta utiliza a água da chuva para a lavagem de ônibus e do piso da garagem, além de recircular esta água.

Em relação ao descarte de efluentes, a Viação B obteve pontuação negativa (a mínima permitida pela metodologia), uma vez que o padrão de monitoramento dos efluentes não foi atendido.

Em relação ao descarte de resíduos, a Viação B não obteve a pontuação máxima somente por não possuir uma central de resíduos 100% coberta e com piso concretado.

Na adequação dos tanques de combustível, a Viação B obteve a maior nota possível, uma vez que estão sendo instalados tanques novos que atendem aos requisitos estabelecidos pela metodologia.

Ambas as garagens obtiveram a mesma pontuação para funilaria, apesar de possuírem tecnologias distintas para alguns dos requisitos estabelecidos pela metodologia.

Nas práticas de limpeza, a Viação A não recebeu nenhuma pontuação, enquanto a Viação B obteve dois dos três pontos possíveis, porque utiliza produtos biodegradáveis para lavar peças, bem como por utilizar uma máquina lavadora de peças.

A licença ambiental nas duas garagens estava válida, além de ambas possuírem as sistemáticas solicitadas pelas condicionantes da licença.

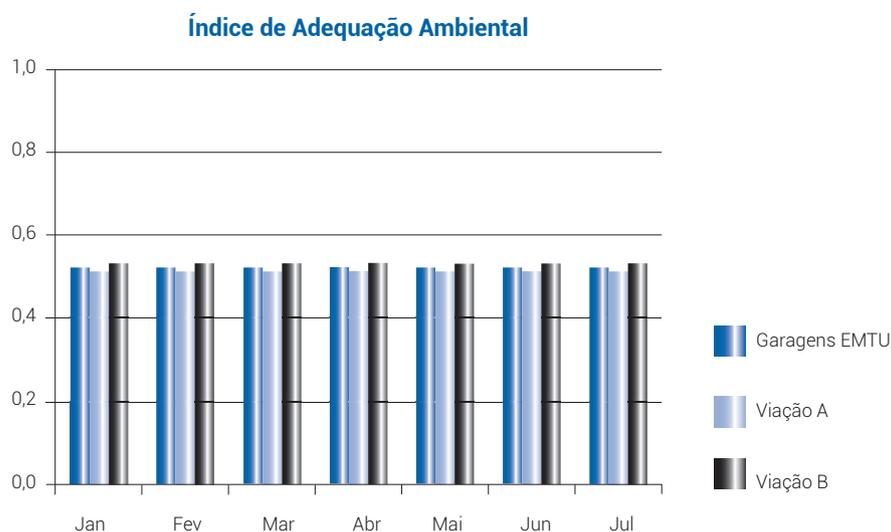


Figura 13. Índice de Adequação Ambiental – Garagens

Apesar das diferenças ressaltadas acima, as garagens obtiveram índices de adequação ambiental muito próximos, conforme demonstra o gráfico da Figura 13. Para uma mesma garagem em função da pouca alteração de suas instalações de um mês para outro, é esperado que o índice de adequação ambiental varie lentamente ao longo do tempo.

O desempenho ambiental das garagens foi mensurado em função do consumo de água, de energia elétrica, da reutilização de efluente e do monitoramento de efluentes e emissões.

Os gráficos das figuras a seguir ilustram o desempenho ambiental para cada um dos quesitos mensurados nas garagens.

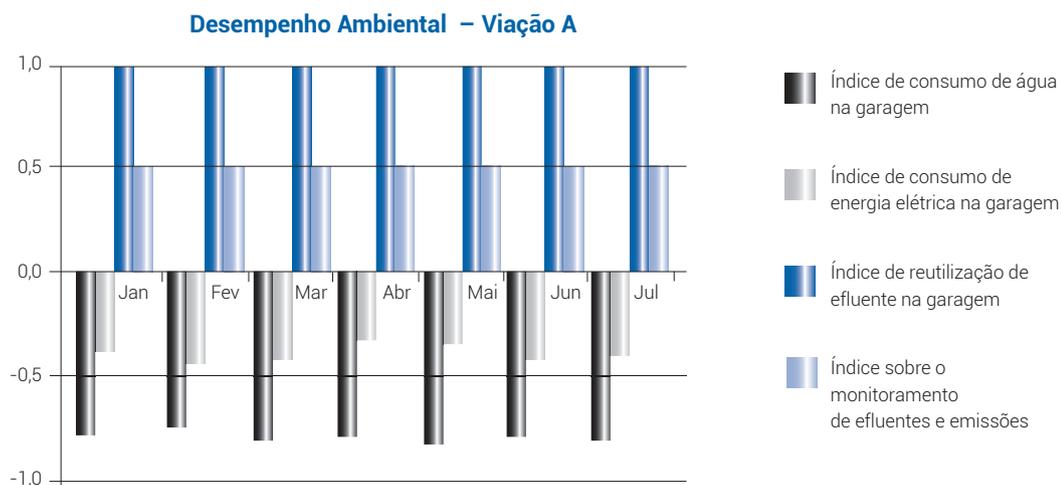


Figura 14. Índice de Adequação Ambiental – Garagem da Viação A

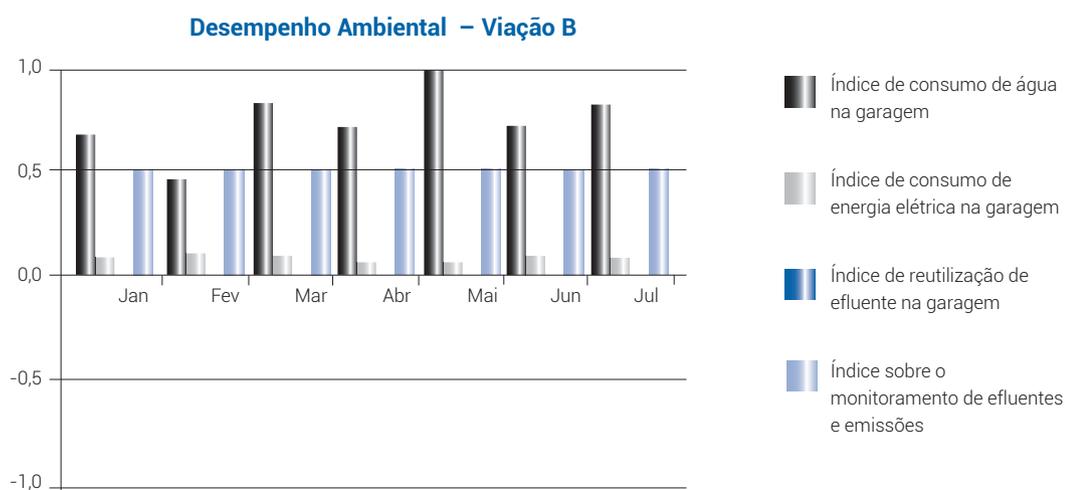


Figura 15. Índice de Adequação Ambiental – Garagem da Viação B

O índice de consumo de água compara a taxa de utilização de água (volume de água utilizado por número de ônibus) de cada garagem com a taxa de consumo de água de todas as garagens que operam para a EMTU/SP. Sendo assim, foi possível observar que o consumo de água por veículo da garagem da Viação A é superior ao consumo de água de todo o sistema EMTU/SP (vale ressaltar que este ensaio teve como amostra somente duas garagens de todo o sistema) ao longo dos sete primeiros meses de 2012. Por sua vez, o consumo de água da garagem da Viação B foi menor quando comparado com o consumo de todo o sistema EMTU/SP.

O índice de consumo de energia segue o mesmo princípio, pois compara o consumo de energia da garagem por ônibus que operam para a EMTU/SP, em relação ao consumo total de energia de todas as garagens da EMTU/SP por ônibus de todo o sistema de transporte. Novamente, o valor calculado para o índice de consumo de energia da garagem da Viação A foi negativo nos primeiros sete meses do ano, indicando consumo de energia acima das demais garagens do sistema EMTU/SP. Por sua vez, o consumo de energia da garagem da Viação B foi menor quando comparado com o consumo de energia de todo o sistema EMTU/SP.

O índice de reutilização de água foi calculado apenas para a garagem da Viação A, que estimou o valor de água reutilizada em 100%, uma vez que toda água utilizada é tratada e reutilizada. Este índice compara o total de

água reutilizada com o total de água utilizada para as atividades da instalação. O valor obtido para o índice em todos os meses foi igual a um, uma vez que toda água utilizada é reutilizada pela garagem. A garagem da Viação B não reutilizava água.

Em relação ao monitoramento de emissões e efluentes, ambas as garagens apresentaram resultado mediano no índice. Na Viação B, o monitoramento dos efluentes ocorre por determinação legal imposta pela licença de operação, enquanto o monitoramento das emissões ocorre para atender ao requisito de operação. Na Viação A, somente as emissões são monitoradas.

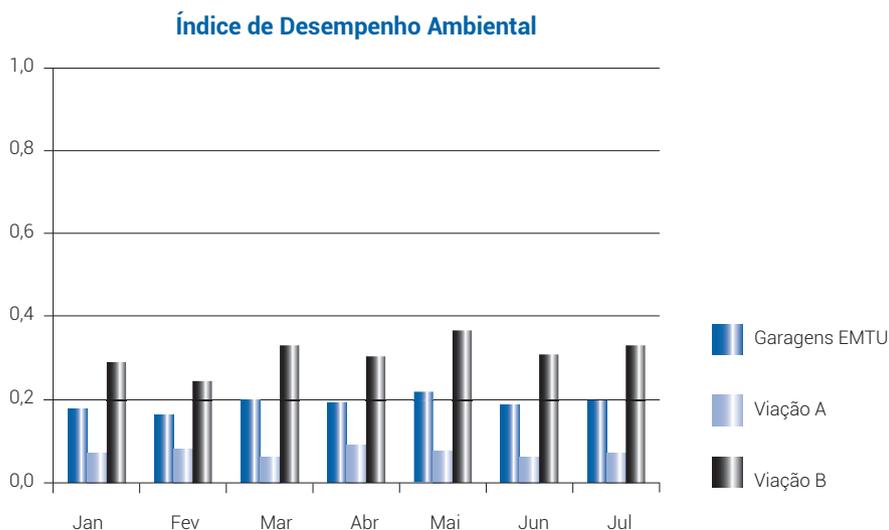


Figura 16. Índice de Desempenho Ambiental das garagens do sistema EMTU/SP

O gráfico da figura acima compara os índices de desempenho ambiental obtidos para a Viação A e para a Viação B, calculados a partir dos índices ilustrados na Figura 14 e na Figura 15, demonstrando que o desempenho ambiental das instalações da Viação B é superior ao desempenho da Viação A. Apesar da leve diferença entre a adequação ambiental das duas viações (Figura 13), o resultado superior do desempenho ambiental da Viação B (Figura 16) é resultado de um sistema de gestão ambiental baseado na ISO 14001, implantado e certificado, focado na melhoria contínua dos resultados.

4.1.2. Terminais

Foram selecionados os terminais C e D, ambos na região metropolitana de São Paulo, porém de porte e afluência de passageiros diferentes, sendo o terminal C aquele com maior área e movimentação de pessoas.

A adequação ambiental dos terminais em relação às melhores tecnologias existentes foi mensurada em função da adequação do piso por onde trafegam os ônibus, dos tipos de lâmpadas utilizadas na instalação, das práticas e tecnologias referentes ao consumo de água e energia e do descarte de efluentes e de resíduos.

Os gráficos a seguir demonstram o resultado obtido para cada um dos índices de adequação ambiental calculados. Pode-se notar que o terminal C obteve a maior pontuação nos quesitos “Adequação ambiental da Iluminação” e “Adequação ambiental no descarte de resíduos”, uma vez que este possui lâmpadas do tipo T5 (fluorescente de tubo compacto) e realiza a coleta seletiva dos resíduos dos passageiros. Entretanto, o terminal D obteve melhor resultado em relação à “Adequação do consumo de água”, devido à maior utilização de tecnologias mais econômicas para o consumo de água (torneiras e válvulas de descarga).

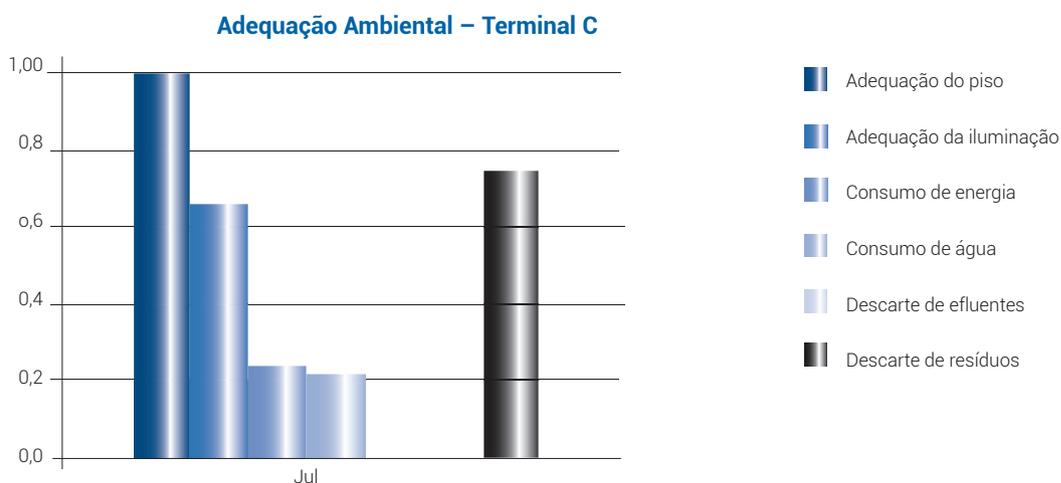


Figura 17. Índices de Adequação Ambiental – Terminal C

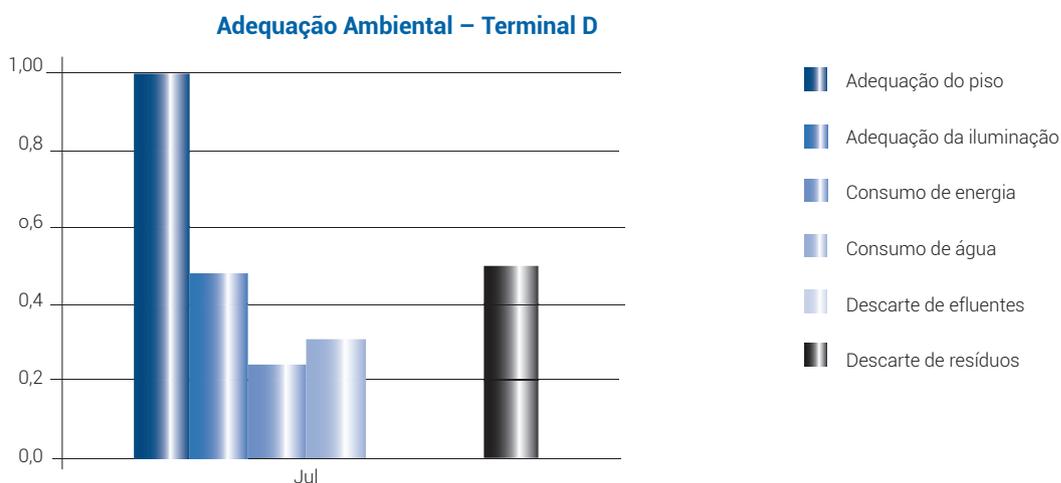


Figura 18. Índices de Adequação Ambiental – Terminal D

O gráfico a seguir reflete a maior pontuação obtida pelo terminal C em relação à adequação ambiental de suas instalações. Vale ressaltar que a situação observada nas visitas realizadas aos terminais, em outubro de 2012, foi extrapolada para os sete primeiros meses do ano e, por conta disto, não observamos variação dos índices ao longo do tempo. Sendo assim, estes índices sofrerão menor variação temporal, já que medem a infraestrutura do local que sofrerá mudanças somente nos momentos de reforma ou implementação de melhorias.

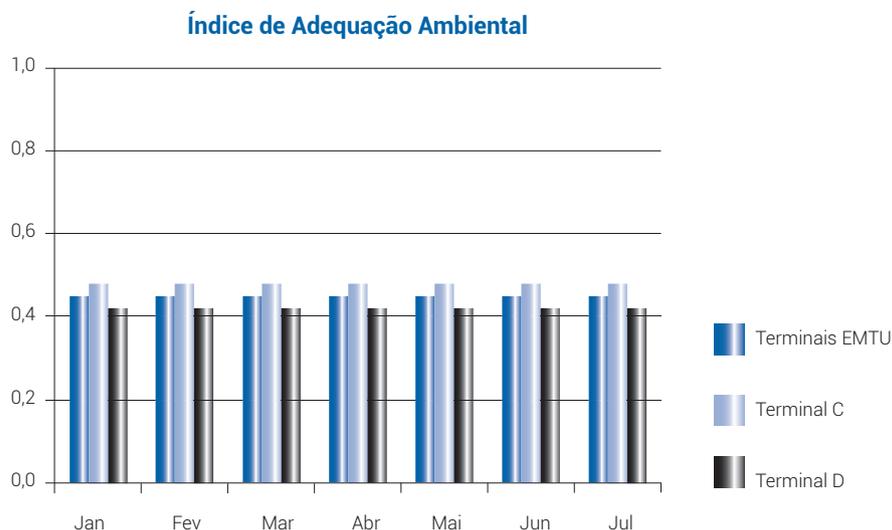


Figura 19. Índice de Adequação Ambiental dos Terminais EMTU/SP

Apesar da melhor adequação ambiental do terminal C, os índices de desempenho ambiental não revelam um melhor resultado para este terminal. Os gráficos a seguir demonstram que o consumo de água por funcionário no terminal D é menor do que o consumo de água por funcionário de todos os terminais da EMTU/SP (lembrando que neste ensaio “todos os terminais da EMTU/SP” correspondem apenas aos dois terminais visitados), enquanto o consumo de água no terminal C por funcionário é muito superior em relação aos demais terminais do sistema EMTU/SP. Isto demonstra a necessidade de calcular este índice em função da afluência de passageiros, ao invés do número de funcionários, uma vez que os banheiros públicos no terminal C apresentam maior probabilidade de serem mais utilizados do que os banheiros existentes no terminal D. Sendo assim, é recomendado que a metodologia utilizada seja reestruturada para calcular este índice em função do número de passageiros/transeuntes, assim que o dado estiver disponível.

O mesmo padrão de resultado se repete com o “Índice de Consumo de Energia Elétrica”. Por este índice ser calculado em função da área de cada terminal, seria esperado que o terminal C apresentasse o menor consumo de energia, por operar com lâmpadas mais eficientes. Entretanto, verifica-se o contrário, o que pode ser resultado de ações como o controle manual de lâmpadas ao longo do dia pelo terminal D ou devido à utilização de energia elétrica pelos quiosques do terminal C.

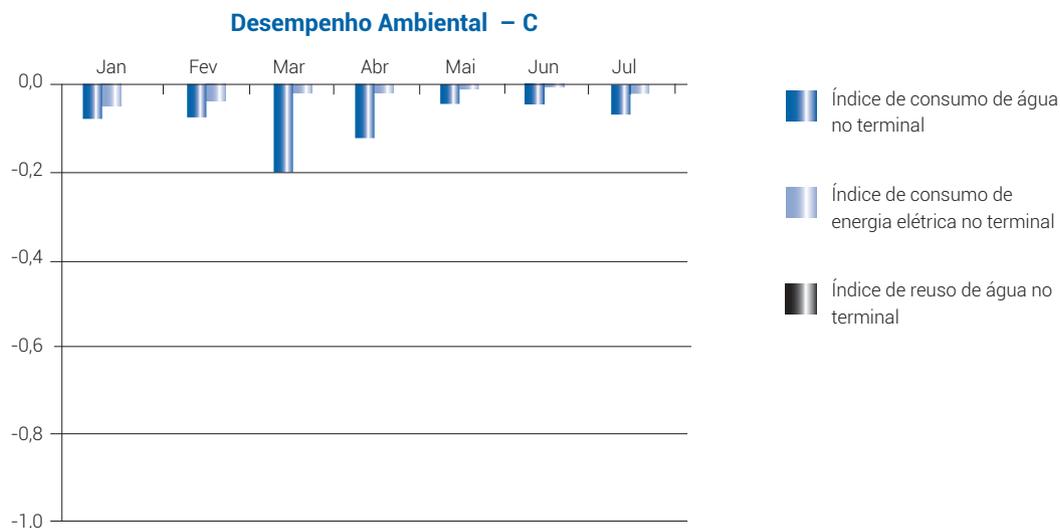


Figura 20. Índices de Desempenho Ambiental – Terminal C

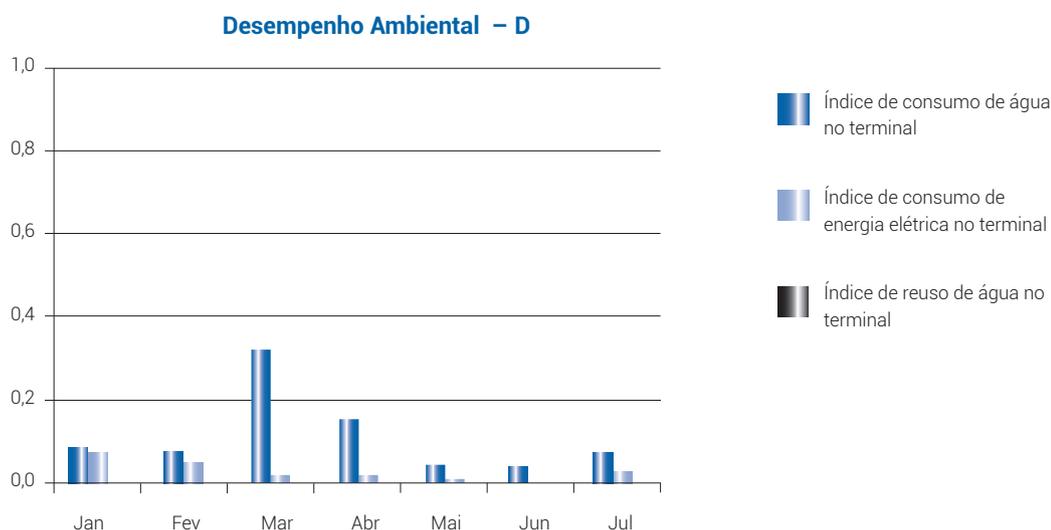


Figura 21. Índices de Desempenho Ambiental – Terminal D

O gráfico a seguir compara os índices de desempenho ambiental calculados para todos os terminais da EMTU/SP (lembrando que neste ensaio “todos os terminais da EMTU/SP” correspondem apenas aos dois terminais visitados) e para os terminais C e D, demonstrando o desempenho inferior obtido pelo terminal C.

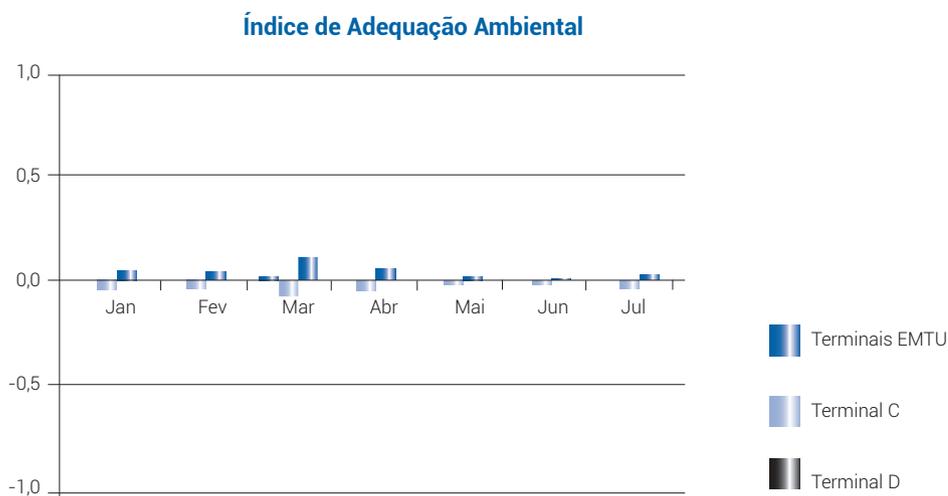


Figura 22. Índice de Desempenho Ambiental dos Terminais EMTU/SP

4.1.3. Instalação administrativa

Além das garagens e terminais, a metodologia também calcula a adequação e desempenho ambiental das instalações administrativas.

Uma vez que a metodologia de cálculo dos índices para as instalações administrativas não relaciona o desempenho de uma instalação com o desempenho de todas as instalações administrativas, selecionamos apenas em uma instalação administrativa. A adequação ambiental da instalação administrativa em relação às melhores tecnologias existentes foi mensurada em função da adequação dos tipos de lâmpadas utilizadas na instalação, das práticas e tecnologias referentes ao consumo de água e energia e do descarte de efluentes e resíduos.

O gráfico a seguir demonstra o resultado obtido para cada um dos índices de adequação ambiental calculados. Pode-se notar que a instalação administrativa obteve:

- Nota máxima na adequação ambiental em relação ao descarte de resíduos.
- Um valor mediano para a adequação da iluminação e para o consumo de água (já que grande parte dos sanitários possui descargas de válvula comum).
- Um resultado baixo para a adequação ambiental no quesito consumo de energia elétrica (dentre todas as alternativas existentes no mercado, a única encontrada que é adotada pela instalação foi a utilização de mais de 60% de geladeiras e aparelhos de ar condicionado com selo PROCEL).
- Nota zero para a adequação do descarte de efluentes (uma vez que os efluentes não são tratados e nem reutilizados).

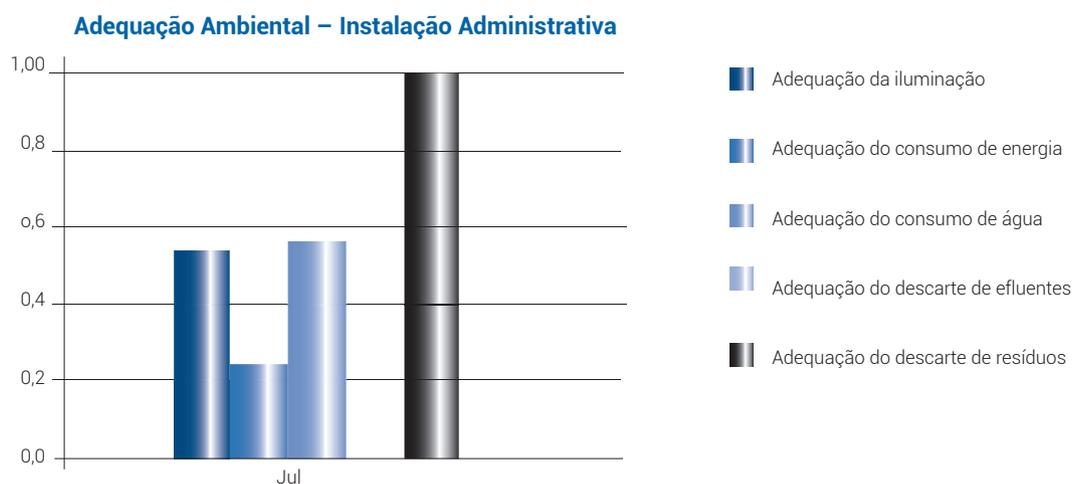


Figura 23. Índices de Adequação Ambiental – Instalação Administrativa

Em relação ao desempenho ambiental, a unidade estimou valores médios para o consumo de água, de energia e para o reuso de água. Sendo assim, os índices de consumo de água e consumo de energia elétrica receberam valor zero, já que os respectivos valores médios de janeiro a julho de 2012 são iguais aos do mesmo período de 2011. O índice de reuso de água também foi influenciado pela estimativa, uma vez que os valores de consumo de água e de água de recirculação, apesar de diferentes não se alteram ao longo dos meses, não indicando possíveis variações decorrentes de uma melhoria na gestão do tema, por exemplo.

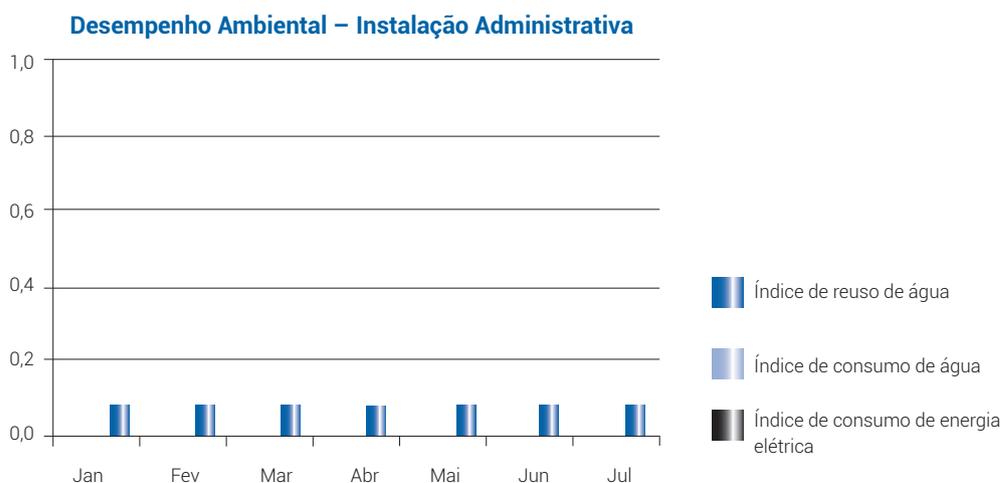


Figura 24. Índices de Desempenho Ambiental – Instalação Administrativa

4.1.4. Estação de hidrogênio

A estação de hidrogênio visitada situa-se próximo à garagem dos ônibus operados pela Metra, em São Bernardo do Campo. Na visita, mapeamos os itens para avaliar a adequação ambiental das instalações e solicitamos informações para medir o desempenho ambiental das atividades desempenhadas pela unidade, ou seja, o consumo de energia elétrica por unidade de H₂ gerada.

A adequação ambiental da estação de hidrogênio foi mensurada em função da adequação das práticas e tecnologias referentes ao consumo de água e energia e da situação da licença ambiental. A adequação dos tanques de hidrogênio dependia (até a data da visita) da tradução das suas informações técnicas para o português, a fim de atender plenamente à norma NR 13, que estabelece requisitos-padrão para a utilização de caldeiras e vasos de pressão. Em relação à adequação das práticas e tecnologias para melhorar o consumo de energia elétrica, futuramente, pode haver a implantação de um sistema para automatizar o acionamento de aparelhos elétricos, aquecer a água utilizada no vestiário, bem como a instalação de painéis fotovoltaicos para gerar eletricidade para consumo próprio.

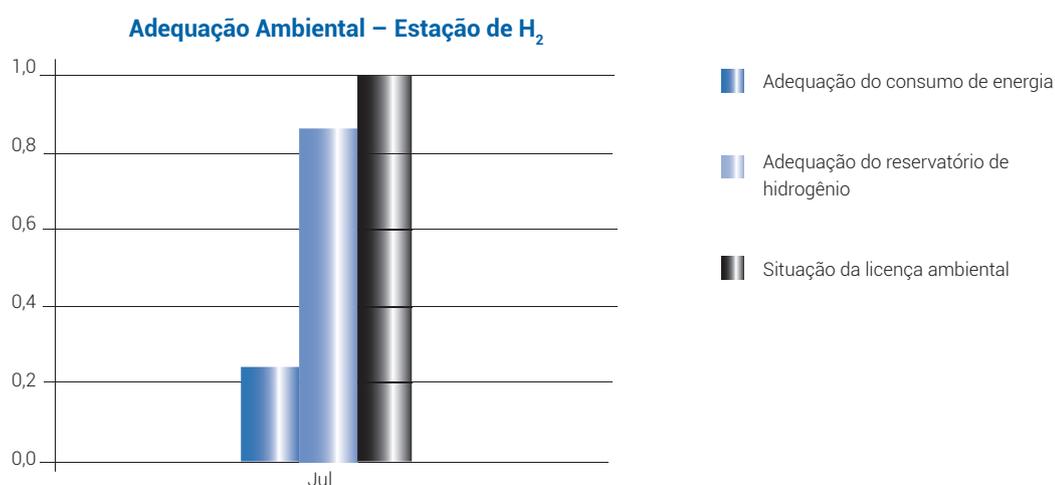


Figura 25. Índices de Adequação Ambiental – Estação de Hidrogênio.

Do ponto de vista operacional da estação, o consumo de energia elétrica e de água não pôde ser relativizado em função do volume de hidrogênio gerado, devido à inexistência de dados numéricos sobre o processo de produção do gás até o momento, uma vez que a estação ainda não operou.

4.1.5. Operação

Foram selecionadas as operações da Viação A e da Viação B, ambas localizadas no litoral do Estado de São Paulo. Apesar da semelhança climática e do relevo dos locais de operação das duas garagens, os ônibus de ambas operam em condições de lotação e trânsito diferentes, uma vez que a Viação B opera mais em regiões urbanas do que a Viação A, provavelmente operando com mais paradas e maior lotação dos veículos.

A adequação ambiental das duas operações em relação às melhores tecnologias existentes foi mensurada em função da tecnologia empregada na construção dos motores dos veículos da frota. Sendo assim, a operação que possuir o maior número de ônibus movidos a hidrogênio, energia elétrica (trólebus) ou EURO 5 receberá as maiores pontuações.

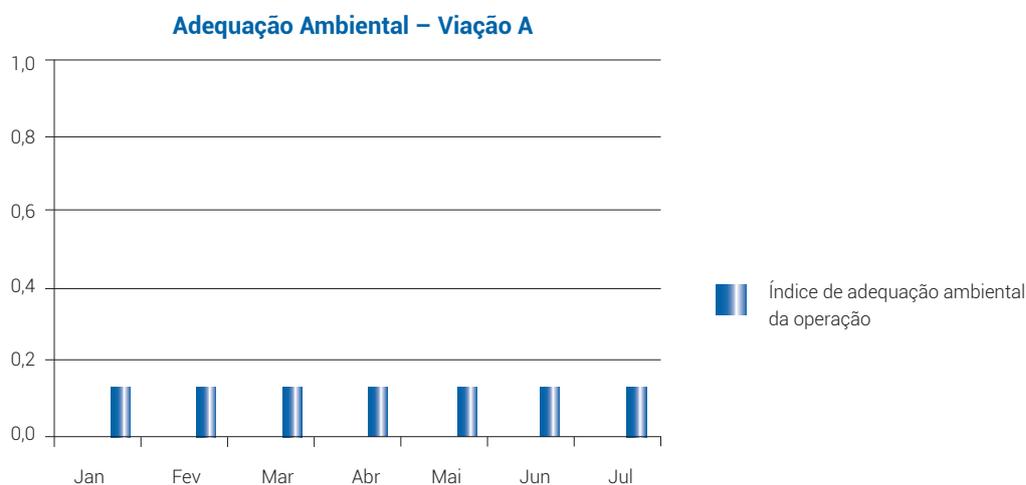


Figura 26. Índice de Adequação Ambiental – Operação da Viação A

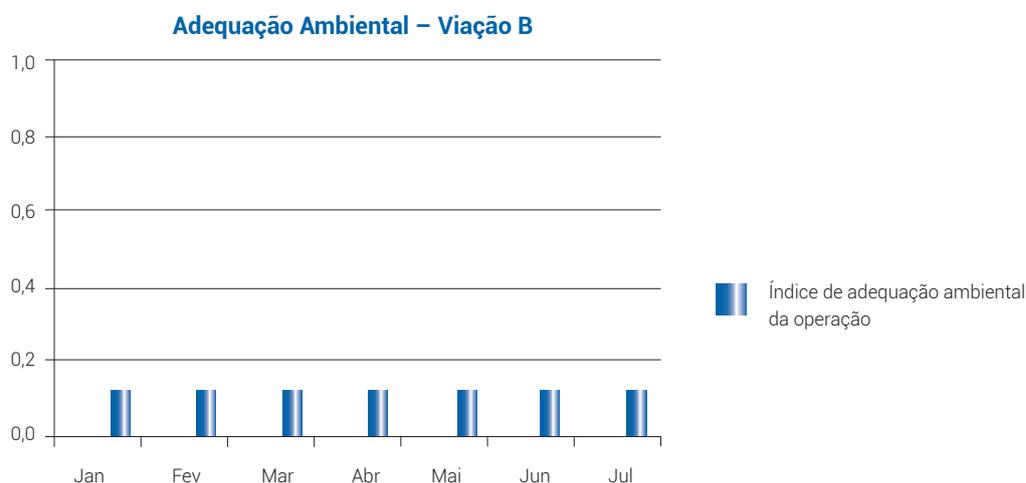


Figura 27. Índice de Adequação Ambiental – Operação da Viação B

Os gráficos acima comparam a adequação ambiental entre a operação da Viação A e da Viação B. A partir deles é possível notar a semelhança entre as duas empresas, uma vez que ambas possuem ônibus com motores da tecnologia EURO 3 movidos a diesel. Haveria diferença caso uma das empresas possuísse ônibus com motores de tecnologias diferentes ou se estes usassem combustíveis menos poluentes.

Do ponto de vista operacional, o desempenho das operações foi mensurado em função de três fatores: o consumo de combustível, a emissão de poluentes pelos ônibus e a frequência de monitoramento da frota pela empresa.

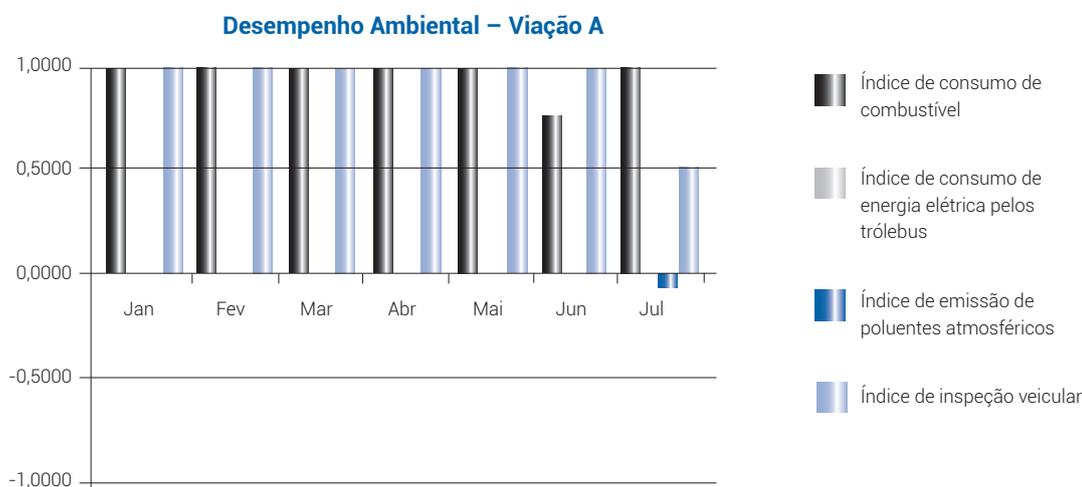


Figura 28. Índices de Desempenho Ambiental – Operação da Viação A

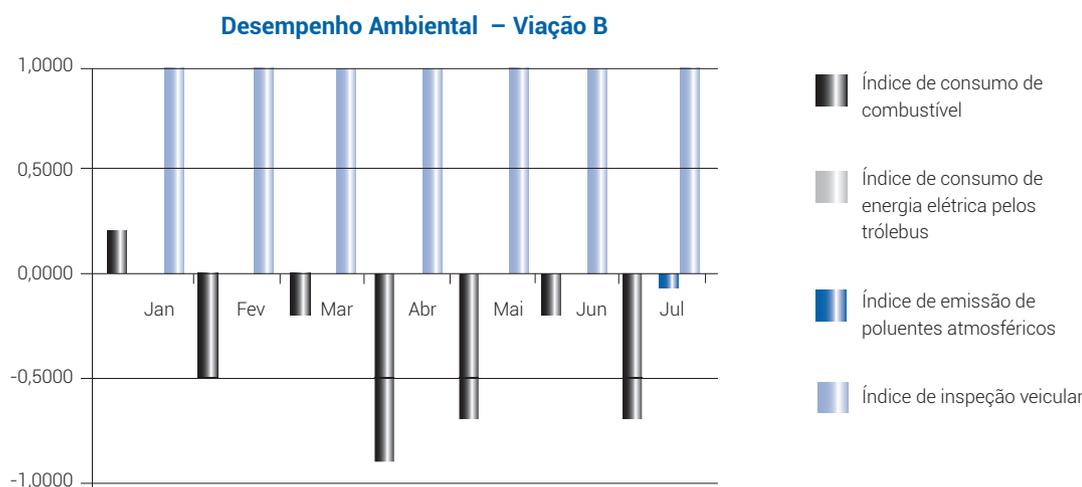


Figura 29. Índices de Desempenho Ambiental – Operação da Viação B

Os gráficos acima permitem comparar o desempenho ambiental entre as operações da Viação A e da Viação B. Apesar da semelhança na adequação ambiental da frota de ônibus das duas Viações, é possível notar que o desempenho da frota em relação ao consumo de combustível da Viação A é superior ao desempenho da frota da Viação B, indicando que a empresa reduziu, de modo geral, o consumo de combustível entre 2011 e 2012.

Ambas as viações apresentaram o mesmo desempenho em relação à inspeção veicular, por inspecionarem a frota duas vezes ao ano, alcançando, assim, a pontuação máxima para este quesito².

Em relação à emissão de gases poluentes, há um *checklist* que foi aplicado solicitando informações sobre a operação da frota de ônibus das duas viações no mês de julho de 2011 e de 2012 (com exceção da quilometragem média percorrida pela frota desde a aquisição dos veículos para 2011, que foi calculada através da estimativa da quilometragem percorrida em um ano, subtraída da quilometragem total percorrida pela frota desde sua aquisição até julho de 2012).

² Na Viação A, toda frota é inspecionada a cada seis meses de acordo com o padrão EMTU/SP de revisão, na qual são inspecionados mais de 700 itens, entre os quais é feita a inspeção de emissões através do opacímetro. O mesmo monitoramento é feito pelo Sindipetro (convênio do sindicato com a Petrobras), que inspeciona toda a frota da empresa.

Na Viação B, a EMTU/SP inspeciona a emissão de poluentes gasosos da frota através do opacímetro (cujo percentual não pode ser precisado, uma vez que a Viação não recebe um relatório com o número de veículos inspecionados). Este monitoramento também é realizado em 100% da frota pelo Setpesp (Sindicato das Empresas de Transporte). Além dos monitoramentos comentados, a Viação B inspeciona 10% de sua frota a cada mês em relação à emissão de monóxido de carbono (CO).

O índice de emissão de poluentes atmosféricos demonstrou que ambas as viações apresentaram uma piora na emissão de poluentes, ao comparar a emissão de julho de 2011 com o mesmo mês em 2012, possivelmente devido à estimativa do envelhecimento da frota entre 2011 e 2012. Vale ressaltar, novamente, que os dados de idade da frota (em quilômetros) foram estimados para 2011, desconsiderando as possíveis trocas de veículos entre 2011 e 2012.

Outra observação importante está relacionada à melhora no consumo de combustível pela Viação A entre 2011 e 2012, cabendo ressaltar que a probabilidade do consumo de combustível continuar reduzindo ao longo dos próximos anos é muito baixa. Sendo assim, o índice de desempenho ambiental passará a apresentar valores mais próximos de zero.

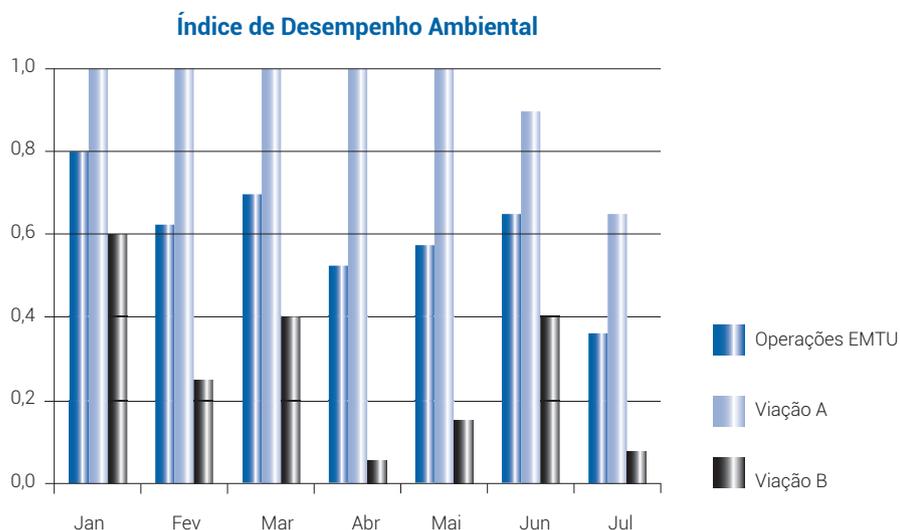


Figura 30. Índice de Desempenho Ambiental das Operações da EMTU/SP

O gráfico acima compara o índice de desempenho ambiental da Viação A e da Viação B. É possível notar que na Viação B o índice oscila entre os seis primeiros meses do ano, principalmente devido à variação que ocorre no desempenho do consumo de combustível nos mesmos meses de 2011 e 2012. Já na Viação A, o desempenho no consumo de combustível sofreu uma melhora significativa e constante nos primeiros cinco meses de 2012, se comparados com os cinco primeiros meses de 2011, refletindo no máximo resultado para o índice desta garagem nos cinco primeiros meses do ano. O índice de desempenho ambiental da operação da Viação A diminuiu em junho e em julho, pois o consumo de combustível desta operação deixou de apresentar uma melhora no resultado em junho. No mês de julho, o desempenho ruim na emissão de poluentes gasosos das duas viações é considerado no cálculo do índice, uma vez que este índice não foi calculado para os meses anteriores.

4.1.6. Sistema EMTU/SP

O gráfico a seguir ilustra o cálculo dos índices de adequação, de desempenho e do índice ambiental da EMTU/SP, calculados através dos demais índices explorados previamente. Com exceção da operação, todas as demais instalações tiveram o índice de adequação ambiental superior ao índice de desempenho ambiental, refletindo um maior valor obtido por este índice em todo o sistema.

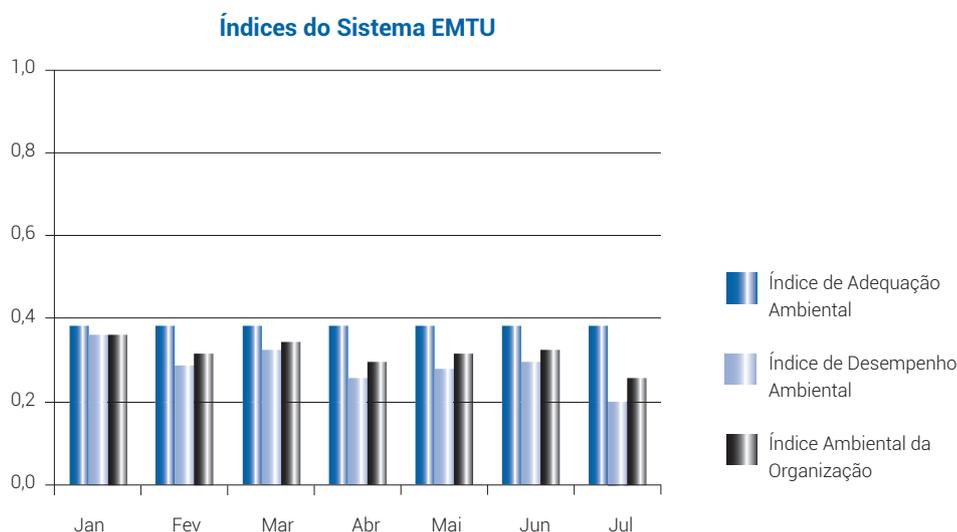


Figura 31. Índice Ambiental da EMTU/SP

» A Simulação de cenários através do SGA

Por considerar os aspectos ambientais e avaliar a adequação do sistema de transporte para mitigar os impactos e riscos existentes, sugere-se a adoção da metodologia como o IQA (Índice de Qualidade Ambiental) das empresas de transporte.

A adoção desta ferramenta como o Índice de Qualidade Ambiental, permite que todos os componentes do sistema de transporte (garagens, terminais, frota, instalações administrativas, dentre outros) possam mensurar sua adequação e desempenho ambiental no momento atual e simular sua adequação e desempenho no futuro.

Com base nos cenários presente e futuro caberá às empresas que operam o sistema de transporte estabelecer planos de ação para atender à legislação e melhorar seu desempenho, a fim de reduzir seus impactos e riscos ambientais.

4.2. Inventário

Após a realização do diagnóstico das fontes de emissão, foram identificados os dados que a EMTU/SP já possuía. Neste sentido, a EMTU/SP já monitorava os dados referentes à combustão móvel (ônibus urbano), uso de produtos (óleo lubrificante) e consumo de eletricidade que foram considerados na elaboração do inventário.

A combustão móvel refere-se à maior fonte de emissões da EMTU/SP e consiste no consumo de diesel pelos ônibus das diversas empresas concessionárias/permissionárias. Os dados de volume (litros) desse consumo estão disponíveis para cada empresa, possibilitando o cálculo mais preciso de emissões. Neste caso, é importante aplicar as parcelas de diesel puro e biodiesel aos valores reportados, de forma a levar em conta parte das emissões como sendo de origem renovável.

A categoria Uso de Produtos, referida pelo IPCC como Processos Industriais e Uso de Produtos, consiste no consumo de lubrificantes pelos ônibus das concessionárias. Por conservadorismo, considerou-se que todo o volume de lubrificante (em litros) que é utilizado na manutenção dos ônibus é queimado, emitindo gases de efeito estufa. Este dado foi coletado somente de empresas que controlam e quantificam a destinação do óleo lubrificante usado.

Por fim, o consumo de eletricidade (kwh) ocorre tanto nos terminais, escritórios e garagens quanto nos corredores de ônibus eletrificados (trólebus).

Ressalta-se que a EMTU/SP possui outras fontes de emissões além das citadas, podendo incluir geradores, extintores, ar-condicionado, viaturas para deslocamento de funcionários, motoboys, etc. Ainda que tais fontes sejam pouco significativas em relação ao consumo de combustíveis pelas operadoras de ônibus, na elaboração dos próximos inventários deve ser realizado um trabalho para quantificar todas as fontes de emissão.

4.2.1. Resultados

Os resultados obtidos estão apresentados a seguir:

Emissão de CO₂ equivalente e de Biomassa ➤ A partir dos dados fornecidos pela EMTU/SP para realização dos testes, foram obtidos resultados que indicam claramente a total predominância de emissões por consumo de diesel na operação dos ônibus nas Regiões Metropolitanas do Estado de São Paulo. As emissões da EMTU/SP totalizaram 459.189,73 toneladas de CO₂e, além de 22.391,29 toneladas de CO₂e oriundos de biomassa.

A maior parte das emissões de CO₂e da EMTU/SP é de origem fóssil, devido aos consumos de diesel e de lubrificantes. A parcela das emissões de biomassa correspondente, exclusivamente, à fração de biodiesel no diesel nacional é de 5%.

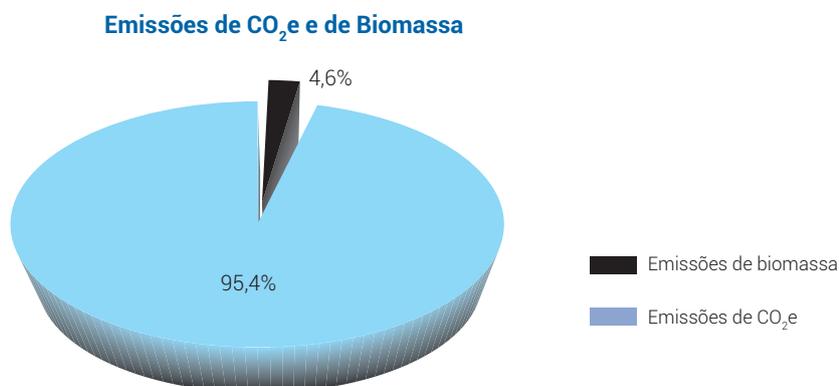


Figura 32. Emissões de CO₂e de Biomassa

➤ Emissão por Escopo

A alta concentração de emissões no Escopo 3 deve-se ao fato de que as maiores fontes de emissão não são oriundas das atividades da EMTU/SP, mas sim da operação de ônibus, que é realizada pelas empresas concessionárias/permissionárias. A operação dos ônibus causa a queima do diesel e dos lubrificantes que, além de serem consumidos em maior escala que a energia elétrica, têm fatores de emissão muito maiores, evidenciando os 99,7% de emissão no Escopo 3.

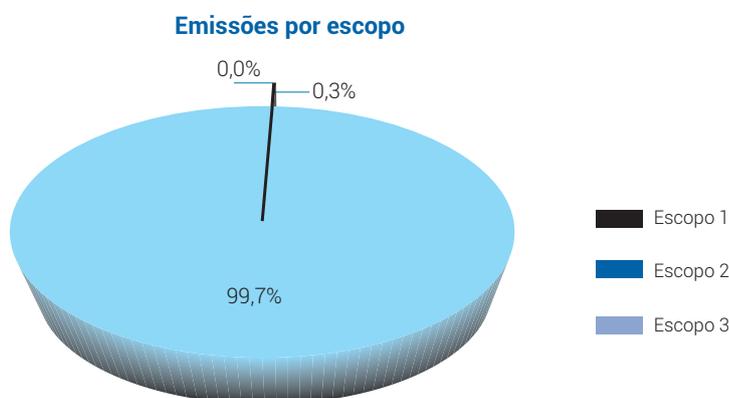


Figura 33. Emissões por Escopo

➤ Emissão por fonte

As emissões de combustão móvel são as mais representativas no âmbito da EMTU/SP, já que estão diretamente relacionadas à operação de ônibus. As outras duas fontes de emissão representadas nos testes são os "Processos Industriais e Uso de Produtos", que dizem respeito à queima de lubrificantes usados pelos ônibus, e a "Compra de Energia Elétrica do SIN", com 0,5% e 0,3%, respectivamente.

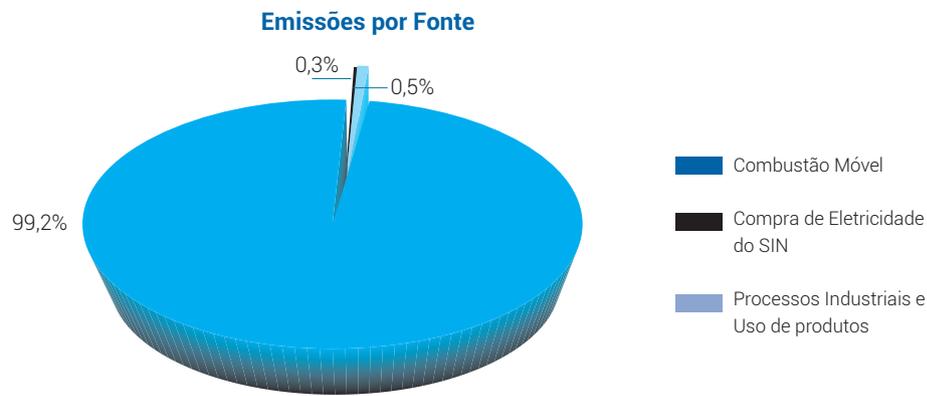


Figura 34. Emissões por Fonte

» Emissão por gás de efeito estufa

Nota-se a predominância de emissões de CO_2 , uma vez que o consumo de eletricidade e de lubrificantes gera apenas emissões desse GEE e as emissões do diesel são predominantemente de CO_2 . Entre os outros gases oriundos da combustão de diesel, o N_2O é mais representativo que o CH_4 , mesmo tendo menor fator de emissão no diesel, visto que seu potencial de aquecimento global é bem maior.

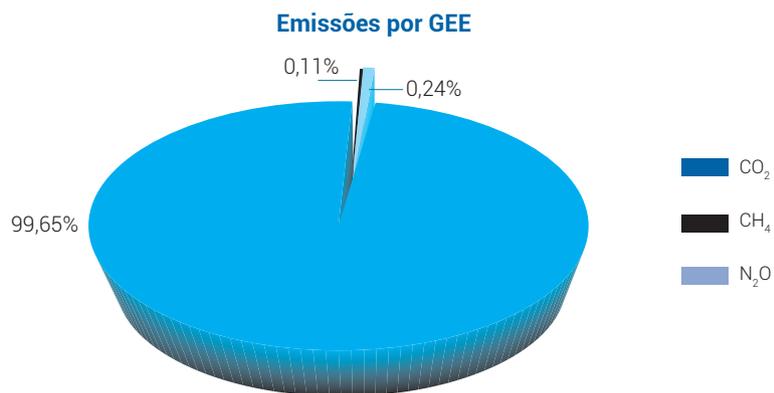


Figura 35. Emissões por Gás de Efeito Estufa

» Emissões por Região Metropolitana

Verifica-se o reflexo da predominância das emissões de CO_2 e na Região Metropolitana de São Paulo (79,1%), relacionada com o maior número de veículos, quando comparada com as Regiões Metropolitanas de Campinas (12,1%) e da Baixada Santista (8,8%).

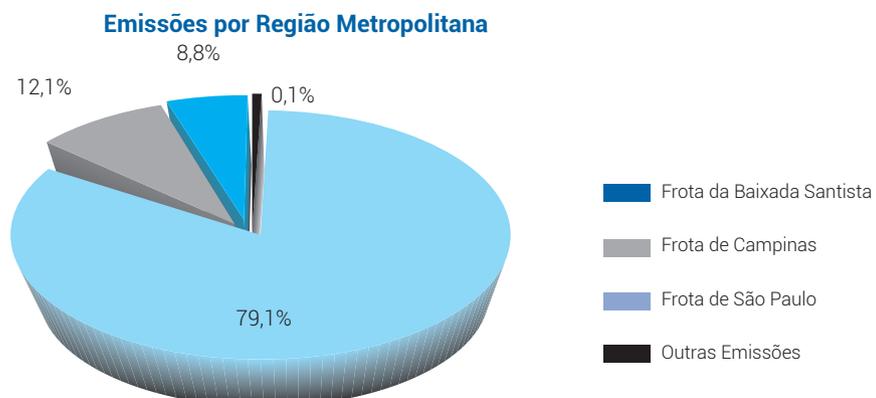


Figura 36. Emissões por Região Metropolitana

► Emissões por Área de Operação

No que se refere à emissão de CO₂e por área de operação, as Regiões Metropolitanas de Campinas e da Baixada Santista mantêm seus números anteriores, uma vez que elas não são divididas em áreas. Já na Região Metropolitana de São Paulo é possível observar que as emissões pelas áreas de operação são diretamente proporcionais ao volume de combustível consumido pelas empresas que atuam em cada área de operação. Dessa forma, pode-se observar quais as áreas que percorrem uma maior distância com seus veículos, como por exemplo, a área 2 que possui a maior emissão (24,5%).

Já as emissões que dizem respeito ao Corredor ABD correspondem à compra de eletricidade do SIN para alimentar o sistema de tração dos trólebus, além da queima dos combustíveis dos ônibus a diesel que operam no Corredor.

Também se pode observar a baixa emissão referente à compra de eletricidade usada nos Terminais Metropolitanos e Estação de Transferência, por exemplo, tratada aqui como "Outras emissões".

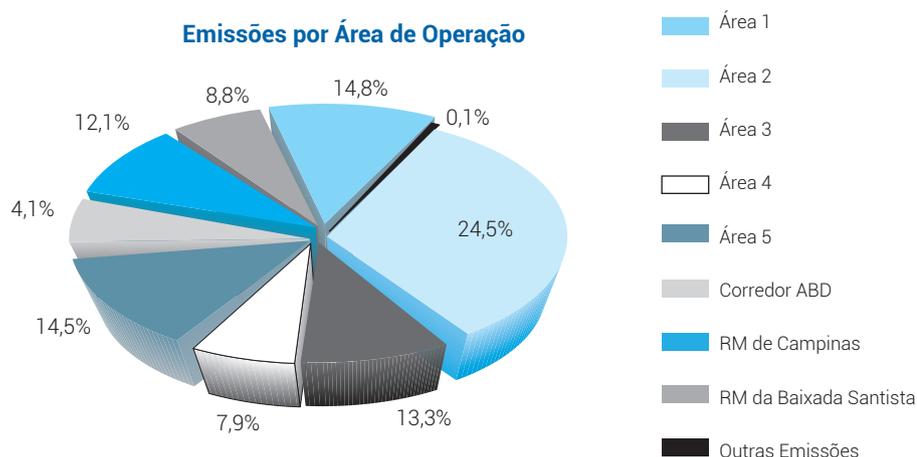


Figura 37. Emissões por Área de Operação

4.2.2. Oportunidades de melhoria

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é um instrumento com o objetivo de assistir os países em desenvolvimento mediante fornecimento de capital para financiamento a projetos que visem à redução de GEE, sejam adicionais (o que significa que não aconteceriam sem o incentivo dos créditos de carbono) e que contribuam para com o desenvolvimento sustentável nacional.

O MDL utiliza metodologias aprovadas pela UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) para a contabilização da redução de emissões e aprovação de projetos. No caso de projetos que não atendam aos requisitos de aplicabilidade das metodologias existentes, é possível o desenvolvimento de novas metodologias.

As metodologias relacionadas ao "Escopo Setorial 7 – Transporte" são apresentadas a seguir:

Tabela 13. Metodologias relacionadas ao “Escopo Setorial 7 – Transporte”

Metodologias de Aumento da Eficiência Energética	
AM0031	Bus rapid transit projects --- Version 5.0.0 Construção e Operação de um novo sistema de transporte rápido (BRT) urbano para passageiros. É permitida a substituição e a expansão de sistemas existentes através da adição de novas rotas e linhas.
ACM0016	Mass Rapid Transit Projects --- Version 3.0.0 Implementação e operação de um sistema rápido de trens ou ônibus em áreas urbanas ou suburbanas para o transporte de passageiros, em substituição ao sistema de transporte público convencional. Não pode ser utilizada em casos de “projetos de melhoria”, pois requer o investimento em novos trilhos ou faixas exclusivas.
AMS-III.C.	Emission reductions by electric and hybrid vehicles --- Version 13.0 Utilização de veículos elétricos ou híbridos em serviços de transporte em substituição a veículos mais carbono-intensivos.
AMS-III.S.	Introduction of low-emission vehicles/technologies to commercial vehicle fleets --- Version 4.0 Utilização de novos veículos menos carbono-intensivos (CNG, GLP, elétricos ou híbridos) para transporte comercial de passageiros ou cargas, operando em rotas e condições equivalentes às anteriores.
AMS-III.U.	Cable Cars for Mass Rapid Transit System (MRTS) --- Version 1.0 Construção e operação de bondes aéreos para transporte urbano de passageiros em substituição ao transporte rodoviário.
AMS-III.AA.	Transportation Energy Efficiency Activities using Retrofit Technologies --- Version 1.0 Revitalizar os motores de veículos existentes que são utilizados para transporte comercial de passageiros (ônibus, táxis, etc.), resultando no aumento da eficiência energética destes veículos, que continuarão usando o mesmo combustível e utilizando a mesma rota ou uma similar.
AMS-III.AP.	Transport energy efficiency activities using post - fit Idling Stop device --- Version 2.0 Instalação de equipamentos de “Idling Stop” (que desliga o motor em não uso) em veículos utilizados para transporte público de passageiros.
AMS-III.AT.	Transportation energy efficiency activities installing digital tachograph systems to commercial freight transport fleets --- Version 2.0 Instalação de equipamentos digitais do tipo “tacógrafos” para controlar a <i>performance</i> do motorista em tempo real. Aplica-se a veículos de transporte comercial de cargas e de passageiros.
AMS-III.BC.	Emission reductions through improved efficiency of vehicle fleets --- Version 1.0 Melhoria da eficiência operacional do veículo através da implementação de sistemas que geram a diminuição do consumo de combustível.
Metodologias envolvendo Troca de Combustível no Transporte	
AMS-III.AY.	Introduction of LNG buses to existing and new bus routes --- Version 1.0 Uso de Gás Natural Liquefeito (GNL) em ônibus em substituição a combustíveis mais emissores de carbono em rotas existentes e novas.

Como é possível observar na tabela acima, existem 10 metodologias aprovadas na ONU (Organização das Nações Unidas) no escopo de transportes que poderiam ser utilizadas pela EMTU/SP e/ou por suas concessionárias para gerar redução de emissões certificadas (RCEs). Os detalhes de cada metodologia podem ser acessados para uma pré-avaliação, mas somente uma análise minuciosa com base em um projeto específico pode garantir que uma metodologia ou outra possa ser utilizada.



Desafios para a implantação

Dentre todos os possíveis desafios, um dos mais importantes é a implantação, no quadro das empresas gestoras do sistema de transporte, de uma equipe técnica especializada em análise de aspectos e impactos ambientais e emissões de GEE, capacitada e apta para analisar os resultados obtidos pelas metodologias de modo eficaz. Esta equipe deve definir diretrizes e orientar de modo mais adequado a execução dos projetos, visando à melhoria da qualidade ambiental do gerenciamento do sistema, seja de forma pontual (em cada instalação ou operação), seja de forma global (do sistema como um todo).

Outra questão fundamental é o desenvolvimento de uma gestão ambiental efetiva em sistemas de transportes sobre pneus, a fim de se eliminar o fornecimento díspar de dados das diferentes operadoras. Atualmente, há equipes reduzidas para realizar inspeções em garagens e terminais, o que gera uma dúvida responsabilidade para a obtenção de dados, seja pelo responsável das empresas gerenciadoras ou das empresas operadoras.

A rotatividade das mais diversas funções dentro de uma empresa pode ocasionar a mudança das obrigações de determinados funcionários, o que exige uma nova fase de treinamento e adaptação para a coleta de dados em diferentes atividades do gerenciamento de transporte. Minimizar essa rotatividade permitirá um melhor desenvolvimento dos inventários e relatórios, tornando mais ágil a análise ambiental de resultados pela equipe especializada.



Considerações finais

Na execução dos trabalhos foram identificadas diversas iniciativas e controles ambientais sendo adotados tanto pela EMTU/SP quanto pelas unidades que compõem o sistema de transporte (garagens, terminais, instalações administrativas e estação de hidrogênio). Estas iniciativas serviram de ponto de partida para o desenvolvimento de um sistema de gestão ambiental viável de ser implantado em todos os elementos do sistema de transporte.

Uma das preocupações durante a execução dos trabalhos foi garantir que todas as atividades do sistema de transporte fossem contempladas pela metodologia de gestão ambiental e de inventário de gases de efeito estufa, de modo a permitir uma análise completa sobre os aspectos, impactos e riscos ambientais e particularmente sobre as emissões atmosféricas.

Os trabalhos foram desenvolvidos de forma integrada, unificando as diversas iniciativas existentes em uma única e completa metodologia de gestão ambiental que deve ser entendida como um sistema vivo, uma vez que depende da constante revisão do modo como o cenário atual é analisado, já que este está sujeito a mudanças operacionais pela adoção de novas tecnologias e modos de operação.

Outro fator que colabora para a necessidade de constante revisão é o desenvolvimento de pesquisas científicas que lançam luz sobre novas práticas e tecnologias que podem melhorar o desempenho ambiental do sistema de transporte, assim como reduzir as emissões de GEE.

Além do desafio de atualizar constantemente a metodologia, as empresas gestoras de sistemas de transporte necessitarão de maior apoio governamental para adequar seu quadro funcional em quantidade e qualidade profissional.

Esta metodologia também pode servir para avaliar a contratação de novos fornecedores, de modo a possibilitar a análise de atendimento à demanda e ao orçamento financeiro, com a crescente necessidade em reduzir os impactos ambientais nos grandes centros urbanos, em especial, aqueles relacionados à emissão de poluentes atmosféricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIQUIM – Sociedade Brasileira da Indústria Química. SASSMAQ - Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade: Transporte Rodoviário. 2ª ed. São Paulo, 2005.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO 14001 – Sistemas da Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

Approved baseline and monitoring methodology AM0090 – “Modal shift in transportation of cargo from road transportation to water or rail transportation”. Versão 01.1.0. Disponível em <<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/4DOIK2WYP8P3AGAVJKTOCHY1NXJ4QP>>, acesso em 02/05/12.

Approved baseline and monitoring methodology AM0101 – “High speed passenger rail systems”. Versão 01.0.0. Disponível em <<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/XLS2MV5XPJEKS8VDPKYY1G7SLYY56O>>, acesso em 02/05/12.

Approved consolidated baseline and monitoring methodology ACM0016 – “Mass rapid transit projects”. Versão 03.0.0. Disponível em <<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/8PBZENI1PK0QIJW8RJ5LEDXV6WX600>>, acesso em 02/05/12.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR ISO 14064-1. Gases de efeito estufa – Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR ISO 14064-3. Gases de efeito estufa – Parte 3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR ISO 14065. Gases de efeito estufa: Requisitos para organismos de validação e verificação de gases do efeito estufa para uso em acreditação ou outras formas de reconhecimento.

BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. Questões ambientais desafiam o planejamento urbano. Disponível em: <<http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublico/Espa%C3%A7o%20Urbano/Tr%C3%A2nsito%20e%20Meio%20Ambiente>>. Acesso em: 29 de junho de 2012.

Brasil – Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Manual de BRT - Bus Rapid Transit - Guia de Planejamento. Dezembro 2008. Disponível em <http://multimedia.brasil.gov.br/biblioteca/manual_brt.pdf>, acesso em 02/05/12.

CASTRO, C. F. C. DE. Avaliação de fatores intervenientes nas emissões veiculares em corredores de ônibus. 156 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

CCINC – Cámara de Comercio, Industria y Navegación de A Coruña. Guía de buenas prácticas ambientales talleres mecánicos. Departamento de Servicios Técnicos, Servicio de Medio Ambiente. A Coruña, 2008. Disponível em: <http://www.camaracoruna.com/c/document_library/get_file?folderId=14207&name=DLFE-1413.pdf>. Acesso em: 07 de agosto de 2012.

CDM Methodology Booklet (up to EB 63). Disponível em <http://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/meth_booklet.pdf>, acesso em 02/05/12.

CEPEDA, O. M. M. Desarrollo de un sistema de gestión ambiental para un taller automotriz. Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, 2005. Disponível em: <<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4526/1/7046.pdf>>. Acesso em: 07 de agosto de 2012.

CESVI – Centro de Experimentação e Segurança Viária. Guia, a oficina e o meio ambiente. São Paulo, sem ano. Disponível em: <http://sustentabilidade.santander.com.br/popupDownload.aspx?path=/Concessionaria_Sustentavel/Guia+-+A+oficina+e+meio+ambiente.pdf>. Acesso em: 07 de agosto de 2012.

COSTA, M. V. et al. Uso das técnicas de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. Intercom - Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação - UERJ. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://galaxy.intercom.org.br:8180/dspace/bitstream/1904/17899/1/R0005-1.pdf>>.

DAVIS, N. et al. Development and Application of an International Vehicle Emissions Model. Transportation Research Board, 81st Annual Meeting. Washington, 2005. Disponível em: <http://www.issrc.org/ive/downloads/presentations/IVE_TRB_2005.pdf>.

DE OLIVEIRA, V. B. P. et al. Estratégias ambientais em postos de combustíveis: o caso de posto de combustível ecológico. IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói, 2008. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg4/anais/T7_0038_0105.pdf>. Acesso em: 24 de julho de 2012.

Designing a Customized Greenhouse Gas Calculation Tool. Disponível em <<http://www.wri.org/publication/designing-customized-greenhouse-gas-calculation-tool>>, acesso em 02/05/12.

EEA – European Environment Agency. COPERT 4 - Computer programme to calculate emissions from road transport - User manual (Version 9.0). Sem local, 2012. Disponível em: <http://www.emisia.com/docs/COPERT4v9_manual.pdf>.

ELBG – East London Bus Group. Environmental Report 2007. Essex, Reino Unido, 2007. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=east%20london%20bus%20company%20environmental%20report&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CE0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.legalregister.co.uk%2Ffiles%2Fattachments%2F0000%2F0011%2FB175_East_London_bus_report_v3.pdf&ei=iZzsT9rEMaql6AHcjuG6BQ&usq=AFQjCNHmBYTY-qP5e6y_0UxLGO8oPSxG5VQ>.

EMTU – Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S/A. Proposta do IQA – Índice de qualidade ambiental, como parte da revisão da metodologia de apuração do IQT – Índice de Qualidade do Transporte. Rev.0. São Paulo, 2010.

EMTU – Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S/A. PROTEGER – Programa de tecnologia e gerenciamento de emissões e resíduos da EMTU/SP. São Paulo, sem ano.

EPA – United States Environmental Protection Agency. Methane and Nitrous Oxide Emissions From Natural Sources. Office of Atmospheric Programs (6207J). U.S. Environmental Protection Agency, 2010. Disponível em: <<http://www.epa.gov/nitrousoxide/pdfs/Methane-and-Nitrous-Oxide-Emissions-From-Natural-Sources.pdf>>. Acesso em: 07 de agosto de 2012.

EPA – United States Environmental Protection Agency. User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2 – Mobile Source Emission Factor Model. Assessment and Standards Division, Office of Transportation and Air Quality, U.S. Environmental Protection Agency, 2003. Disponível em: <<http://www.epa.gov/oms/models/mobile6/420r03010.pdf>>.

EPA – United States Environmental Protection Agency. Using MOVES to Prepare Emission Inventories in State Implementation Plans and Transportation Conformity: Technical Guidance for MOVES2010, 2010a and 2010b. Transportation and Climate Division Office of Transportation and Air Quality U.S. Environmental Protection Agency. USA, 2012. Disponível em: <<http://www.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420b12028.pdf>>.

Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa. 2. ed. Acesso em: 10/07/2012.

EST – ENERGY SAVINTG TRUST. CATCH – The Route to Cleaner Buses. A guide to operating cleaner, low carbon buses. United Kingdom, 2003. Disponível em: <<http://www.cleanaccessibletransport.com/Revised/Reports%20for%20publication/CleanBusGuide.pdf>>.

FOGLIATTI, M. C. et al. Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte. Interciência. Rio de Janeiro, 2004.

FOMCEC. Trabalhando por un mejor ambiente, taller mecánico automotriz. Programa de asesoria ambiental dirigida a micro y pequeña industria. Monterrey, 2001. Disponível em: <<http://fomcec.mty.itesm.mx/manuales/mecanico/usuario/tallermecanico.pdf>>. Acesso em: 07 de agosto de 2012.

Fourth Assessment Report (AR4). Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Chapter 5: Transport and its infrastructure. Disponível em <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg3_report_mitigation_of_climate_change.htm>, acesso em 02/05/12.

GHG Protocol. Corporate Standard. Disponível em <<http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard>>, acesso em 02/05/12.

GOLÇALVES, A. & GALVES, M. L. Sistema de Gestão ambiental para empresa prestadora de serviços logísticos do transporte rodoviário de carga. In: IX ENGEMA – Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://engema.up.edu.br/arquivos/engema/pdf/PAP0011.pdf>>.

Hot Climate, Cool Commerce: A Service Sector Guide to Greenhouse Gas Management. Disponível em <<http://www.wri.org/publication/hot-climate-cool-commerce>>, acesso em 02/05/12.

IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. 2006 IPCC Guidelines for National Green House Gas Inventories. Volume 2: Energy. Chapter 3: Mobile Combustion. Disponível em <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>>, acesso em 02/05/12.

LAMBERT, D. C. et al. Evaluation of on road emissions from transit buses during revenue service. Clean Air Technologies Inc. Buffalo, (sem ano). Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei11/mobile/wilson.pdf>>.

LOPES, G. V. & KEMERICH, P. D. C. Resíduos de oficina mecânica: proposta de gerenciamento. Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, v. 8, n. 1, p. 81-94. Santa Maria, 2007. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/36/tecnologicas/2007/Residuos.pdf>>. Acesso em: 07 de agosto de 2012.

MACEDO, N. H. R. de. Fatores que Influenciam a Sustentabilidade Ambiental do Sistema de Transporte Público Urbano e sua Hierarquização. Dissertação (mestrado) – Instituto Militar de Engenharia, 118 p. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://transportes.ime.eb.br/MATERIAL%20DE%20PESQUISA/DISSERTA%C3%87%C3%95ES/DIS230.pdf>>.

Measuring to Manage: A Guide to Designing GHG Accounting and Reporting Programs. Disponível em <<http://www.wri.org/publication/measuring-to-manage>>, acesso em 02/05/12.

Methodological tool: "Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption". Versão 01. Disponível em <<http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-05-v1.pdf>>, acesso em 02/05/12.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Passivos ambientais na atividade minerária. Proposta de definição de passivo ambiental na mineração. Ministério do Meio Ambiente, sem data. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir934/ApresentacaoMME_PassivosAmbientais.pdf>. Acesso em: 08 de outubro de 2012.

MORA, J. M. Bus technology meta-analysis. Villa Coyoacan, 2009. Disponível em: <<http://www.embarq.org/sites/default/files/Bus-Technology-Meta-Analysis.pdf>>.

OBC – Oxford Bus Company. Corporate Responsibility Report 2011. Oxford, Reino Unido, 2011. Disponível em: <<http://www.oxfordbus.co.uk/content/doc/cms/CRreport2011.pdf>>.

OSRAM. Manual Luminotécnico – Parte 01. Sem local, sem ano. Disponível em: <http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas_%26_Catlogos/_pdf/Arquivos/Iluminao_Geral/Manual_do_Curso_Iluminacao%2c_Conceitos_e_Projetos/Manual_Luminotecnico_-_parte_01.pdf>. Acesso em: 27 de agosto de 2012.

PAES, G. K. A. A. Sustentabilidade ambiental dos sistemas de transportes públicos em centros urbanos. Tese (Mestrado em Engenharia de Transportes). Ministério da defesa, Exército Brasileiro, Secretaria de Ciência e Tecnologia, Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://transportes.ime.eb.br/MATERIAL%20DE%20PESQUISA/DISSERTA%C3%87%C3%95ES/DIS217.pdf>>.

PBA & MIRA. Emission control technology for heavy-duty vehicles. Final Report. Volume 1. United Kingdom, 2002. Disponível em: <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/files/pagesbackground/emission_control/vol_3-on-board_diagnostics_en.pdf>.

PBGHGP – Programa Brasileiro GHG Protocol. Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de gases de efeito estufa. 2. ed. Disponível em <<http://ces.fgvsp.br/ghg/cms/arquivos/ghgespec.pdf>>, acesso em 03/05/12.

PlanMob – Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana, disponível em <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/LivroPlanoMobilidade.pdf>>, acesso em 20/05/2014

SCORA, G. & BARTH, M. Comprehensive Modal Emissions Model (CMEM), version 3.01 User's Guide. Center for Environmental Research and Technology. University of California, Riverside, 2006. Disponível em: <http://www.cert.ucr.edu/cmем/docs/CMEM_User_Guide_v3.01d.pdf>.

SINAY, M. C. F. & ALVES, G. K. A. Desempenho ambiental dos sistemas de transporte públicos urbanos. Sem local e sem ano. Artigo (Mestrado em Engenharia de Transportes). Instituto Militar de Engenharia.

SOUZA, C. P. Avaliação e Valoração dos Impactos Ambientais no Processo de Operação de Postos Revendedores de Combustíveis. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Escola de Química, Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, 2009. Disponível em: <<http://tpqb.eq.ufrj.br/download/impactos-ambientais-dos-postos-de-combustivel.pdf>>.

The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition. Acesso em: 08/05/2012.

TST – Transport State Transit. Annual Report 2010/11. New South Wales Government, Austrália, 2011. Disponível em: <<http://www.sydneybuses.info/publications/STA%20Annual%20Report%202010-11.pdf>>.

UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. The GHG Indicator: UNEP Guidelines for Calculating Greenhouse Gas Emissions for Businesses and Non-Commercial Organizations. 2000. Disponível em <http://www.unep.fr/energy/information/tools/ghg/pdf/GHG_Indicator.pdf>, acesso em 03/05/12.

UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas) – CDM (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo). Approved baseline and monitoring methodology AM0031 – “Bus rapid transit projects”. Versão 04.0.0. Disponível em <<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/L18WYSE9691BYHEW5I3P2LW857NFEG>>. Acesso em: 02/05/12.

URBS – Urbanização de Curitiba S.A. Relatório de Gestão 2011. Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/PORTAL/arquivos/XXXXXX160520121337185922.pdf>>.

WOLFRAM, M. et al. Sustainable Urban Transport Plans (SUTP) and urban environment: Policies, effects, and simulations. Review of European references regarding noise, air quality and CO₂ emissions. Cologne, 2005. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/urban/pdf/sutp.pdf>>.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura Proteger.....	14
Figura 2. Programa ConscientizAR.....	14
Figura 3. Projeto Ônibus Brasileiro Movido a Hidrogênio	15
Figura 4. Estação de hidrogênio.....	16
Figura 5. Ônibus movido a etanol	16
Figura 6. Ônibus elétrico movido a bateria (E-bus).....	17
Figura 7. Estrutura dos trabalhos desenvolvidos	26
Figura 8. Índice de Adequação Ambiental.....	33
Figura 9. Índice de Desempenho Ambiental.....	34
Figura 10. Índice Ambiental da Organização.....	35
Figura 11. Índice de Adequação Ambiental – Garagem da Viação A	44
Figura 12. Índice de Adequação Ambiental – Garagem da Viação B	44
Figura 13. Índice de Adequação Ambiental – Garagens	45
Figura 14. Índice de Adequação Ambiental – Garagem da Viação A	46
Figura 15. Índice de Adequação Ambiental – Garagem da Viação B	46
Figura 16. Índice de Desempenho Ambiental das garagens do sistema EMTU/SP	47
Figura 17. Índices de Adequação Ambiental – Terminal C	48
Figura 18. Índices de Adequação Ambiental – Terminal D	48
Figura 19. Índice de Adequação Ambiental dos Terminais EMTU/SP.....	49
Figura 20. Índices de Desempenho Ambiental – Terminal C	49
Figura 21. Índices de Desempenho Ambiental –Terminal D	50
Figura 22. Índice de Desempenho Ambiental dos Terminais EMTU/SP	50
Figura 23. Índices de Adequação Ambiental – Instalação Administrativa	51
Figura 24. Índices de Desempenho Ambiental – Instalação Administrativa	51
Figura 25. Índices de Adequação Ambiental – Estação de Hidrogênio	52
Figura 26. Índice de Adequação Ambiental – Operação da Viação A	53
Figura 27. Índice de Adequação Ambiental – Operação da Viação B	53
Figura 28. Índices de Desempenho Ambiental – Operação da Viação A	54
Figura 29. Índices de Desempenho Ambiental – Operação da Viação B	54
Figura 30. Índice de Desempenho Ambiental das Operações da EMTU/SP	55
Figura 31. Índice Ambiental da EMTU/SP	56
Figura 32. Emissões de CO ₂ e de Biomassa	57
Figura 33. Emissões por Escopo	57
Figura 34. Emissões por Fonte	58
Figura 35. Emissões por Gás de Efeito Estufa	58
Figura 36. Emissões por Região Metropolitana.....	58
Figura 37. Emissões por Área de Operação.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela-exemplo com os aspectos e impactos ambientais em função das atividades.....	21
Tabela 2. Principais Gases de Efeito Estufa (GEE), fontes típicas de emissões e os respectivos PAG (IPCC, 2006).	22
Tabela 3. Síntese dos resultados obtidos nas visitas as garagens de ônibus	27
Tabela 4. Aspectos e impactos significativos das instalações administrativas	29
Tabela 5. Aspectos e impactos significativos das garagens	30
Tabela 6. Aspectos e impactos significativos dos terminais	31
Tabela 7. Aspectos e impactos significativos nas atividades de operação.....	31
Tabela 8. Aspectos e impactos significativos na estação de hidrogênio.....	31
Tabela 9. Resumo da aplicabilidade de cada índice de adequação ambiental em função da instalação.....	38
Tabela 10. Resumo da aplicabilidade de cada índice de desempenho ambiental em função da instalação.....	39
Tabela 11. Fontes de emissão de GEE identificadas nas atividades da EMTU/SP	40
Tabela 12. Dados e unidades de cada fonte de emissão identificada nas atividades da EMTU/SP	41
Tabela 13. Metodologias relacionadas ao “Escopo Setorial 7 – Transporte”.....	60

EQUIPE TÉCNICA

Key Consultoria e Treinamento Ltda.

Coordenação

Paulo Soares Blessmann

Responsável Técnico

Fabricio Hernandez

Equipe

José Henrique Zioni Verroni

Carlos Henrique Delpupo

Maria Angela O. C. Cardoso

Marco Antônio Fujihara

Felipe Bittencourt

Renato Inhasz Paiva

Iris Gobato Gercov

EMTU/SP – EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANO DE SÃO PAULO

Pedro Luiz de Brito Machado

Ivan Carlos Regina

Marcos Correia Lopes

Adriana Capotosto

Alysson Talaisys Bernabel

Meire Maki Akamine

Arlindo José Locheti Gusson

Thami Izumi da Cruz

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS

Marcos Pimentel Bicalho

Geraldo José Calmon de Moura

Ficha técnica

Projeto gráfico | Ampersand Comunicação Gráfica

Fotos | Ceditas pelos autores

Revisão ortográfica | Elisa Sankuevitz

julho de 2014

Impressão | Grupo Smart Printer

CONSELHO DIRETOR (BIÊNIO 2014/2015)

Ailton Brasiliense Pires | presidente

Antonio Luiz Mourão Santana (Oficina); Claudio de Senna Frederico (Artificium); Jilmar Augustinho Tatto (SMT/São Paulo); Joaquim Lopes da Silva Jr. (EMTU/SP); João Gustavo Haenel Filho (SOCICAM); José Antonio Fernandes Martins (SIME-FRE); José Geraldo Baião (AEAMESP); Joubert Fortes Flores Filho (OPPORTRANS); Lélis Marcos Teixeira (Rio-Ônibus); Leo Carlos Cruz (CETURB-GV); Leonardo Ceragioli (Prodata Mobility); Luiz Antonio Carvalho Pacheco (Metrô/SP); Marcos Bicalho dos Santos (SETRABH); Mário Manoel Seabra Bandeira (CPTM); Nelson Barreto C. B. de Menezes (Grande Recife); Oscar José Gameiro Silveira Campos (STVP/SBC); Otavio Vieira da Cunha Filho (NTU); Paulo Henrique do Nascimento Martins (ManausTrans); Plínio Oswaldo Assmann (membro benemérito); Ramon Victor Cesar (BHTRANS); Renato Gianolla (URBES Sorocaba); Roberto Gregório da Silva Junior (URBS Curitiba); Vanderlei Luis Cappellari (EPTC Porto Alegre); Vicente Abate (ABIFER)

Membros Natos

Jurandir Ribeiro Fernando Fernandes (ex-presidente); Rogério Belda (ex-presidente)

Suplentes

Atílio Pereira (SMTT Guarulhos); Francisco Carlos Cavallero Colombo (CBTU/RJ); Humberto Kasper (TRENSURB Porto Alegre); Julio Grilo (TACOM); Nazareno S. N. Stanislaw Affonso (RuaViva); Wagner Colombini Martins (LOGIT); Willian Alberto de Aquino Pereira (Sinergia)

Conselho Fiscal

Roberto Renato Scheliga (membro benemérito); João Carlos Camilo de Souza (SETPESP); Carlos Alberto Batinga Chaves (TTC)

ANTP/São Paulo

Rua Marconi, 34, 2º andar, conj. 21 e 22, República, CEP 01047-000, São Paulo, SP | Tel.: (11) 3371.2299 | Fax: (11) 3253.8095 | E-mail: antpsp@antp.org.br | Site: www.antp.org.br

Equipe ANTP

Luiz Carlos M. Néspoli | superintendente
Nazareno Stanislaw Affonso | escritório de Brasília
Eduardo Alcântara Vasconcellos | assessor técnico
Cassia Maria Terence Guimarães | administração/finanças
Valéria Aguiar | eventos

Prêmio ANTP Qualidade

Denise M. C. Gazzinelli Cruz (coordenadora nacional); Alexandre Resende; João Batista R. Moraes Neto; Paulo Afonso Lopes da Silva; Valeska Peres Pinto

Sistema de Informações da Mobilidade Urbana

Eduardo A. Vasconcellos; Adolfo Mendonça

Divisão América Latina/DAL-UITP

Eleonora Pazos; Fernando de Caires Barbosa

Escritório Brasília (ANTP/BSB)

Nazareno Stanislaw Affonso
SCS, Q. 4, Ed. Mineiro, Bl. A, S. 506, CEP 70304-000, Brasília, DF | Tel. e fax: (61) 3202.0899 | E-mail: antpmdt@gmail.com

Coordenadores Regionais

Regional Centro-Oeste (ANTP/CO)

Antenor José de Pinheiro Santos;
e-mail: perito@antenorpinheiro.com

Espírito Santo (ANTP/ES)

Denise de M. Cadete Gazzinelli Cruz
Av. Hugo Viola, 1.001, Bl. A, Sala 215, Mata da Praia, CEP 29060-420, Vitória, ES | Tel. e fax: (27) 3223.9100
e-mail: denise@antp.org.br

Minas Gerais (ANTP/MG)

Ricardo Mendanha Ladeira
Rua Januária, 181 - Floresta, CEP 31110-060, Belo Horizonte, MG | Tel: (31) 3224.0906 | e-mail: antpmg@antp.org.br

Norte (ANTP/N)

Patrícia Bittencourt Tavares das Neves
Av. Duque de Caxias, 863, apto. 301, Marco, CEP 66093-400, Belém, PA | Cel.: (91) 8804.7651 | e-mail: pbneves@ufpa.br

Nordeste (ANTP/NE)

César Cavalcanti de Oliveira GR/CTM
Cais de Santa Rita, 600 - Santo Antonio, CEP 50020-360, Recife, PE | Tel.: (81) 3182.5609 | Fax: (81) 3182.5610
e-mail: cesar.antp@gmail.com

Paraná (ANTP/PR)

Rosângela Maria Battistella
Av. Pres. Affonso Camargo, 330, CEP 80060-090, Curitiba, PR | Tel.: (41) 3320.3211 | e-mail: rosangela@antp.org.br

Rio de Janeiro (ANTP/RJ)

Willian Alberto de Aquino Pereira
Praia do Flamengo, 278, cj. 52, CEP 22210-030, Rio de Janeiro, RJ | Tel. e fax: (21) 2553.3994
e-mail: sinergia@transporteideias.com.br

Conheça os outros Cadernos Técnicos editados pela ANTP

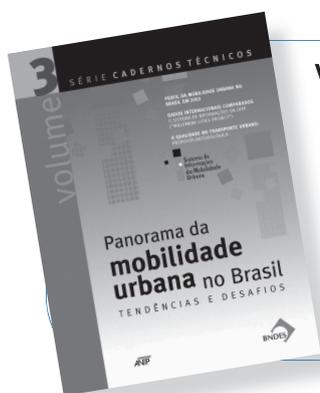


Volume 1 • Bilhetagem Automática e Gestão nos Transportes Públicos

Publicado em 2003, após a realização de um Seminário sobre o mesmo tema, o Caderno mostra o estado da arte do setor de bilhetagem eletrônica, considerada pela ANTP como um importante instrumento de ação pública e não apenas como uma ferramenta da operação privada. Os textos contidos no Caderno descrevem o panorama nacional, discutem o impacto de nova tecnologia na melhoria e nos custos dos sistemas de transporte coletivo, no emprego e na gestão pública, apontam as tendências da evolução tecnológica e relatam algumas experiências implementadas em cidades brasileiras.

Volume 2 • Transporte Metroferroviário no Brasil

Coordenado pela Comissão Metroferroviária da ANTP, este Caderno apresenta o perfil dos serviços de transportes urbanos de passageiros sobre trilhos no Brasil. Os textos destacam os sistemas integrados, as oportunidades de novos projetos no setor, as perspectivas mundiais de desenvolvimento tecnológico e as condições de acessibilidade para as pessoas portadoras de deficiência. Do ponto de vista da gestão das empresas operadoras, outros textos abordam o perfil de consumo de energia, a gestão dos ativos das empresas e a gestão dos riscos.



Volume 3 • Panorama da Mobilidade Urbana no Brasil

O terceiro Caderno mostra o perfil da mobilidade urbana no Brasil, em 2003, com base na análise dos dados do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da ANTP. De forma sintética são apresentados os principais dados e indicadores de mobilidade, custo e produtividade nas cidades brasileiras com mais de 60 mil habitantes. O Caderno ainda apresenta alguns indicadores internacionais sistematizados pela União Internacional de Transportes Públicos (UITP) e uma proposta de desenvolvimento de um Índice de Desenvolvimento do Transporte Urbano (IDT).

Volume 4 • Acessibilidade nos Transportes

O Caderno de número 4 foi produzido pelo Grupo de Trabalho da Acessibilidade da ANTP e traz um amplo balanço dos avanços e dos desafios que o setor vem enfrentando na construção de cidades acessíveis para todos. Em seus 17 artigos, são abordadas desde a evolução da luta dos movimentos sociais pela equiparação de oportunidades e remoção das barreiras, até um breve balanço das condições reais de uso dos diversos modos de transporte público por pessoas com dificuldades de locomoção. Também são comentados temas como: criação de espaços institucionais de gestão, desenho urbano, financiamento, construção de indicadores, entre outros.





Volume 5 • Integração nos Transportes Públicos

Os artigos apresentados neste Caderno reafirmam o princípio da integração como um atributo essencial na construção de redes de transporte coletivo urbano. Os textos foram distribuídos em quatro capítulos que tratam, respectivamente, de conceitos gerais (dimensão política, conceito de rede e experiência latino-americana com sistemas estruturadores), dos aspectos institucionais (gestão integrada, gestão metropolitana e premissas para financiamento pelo BNDES), da política tarifária (integração temporal e de desafios) e da integração física e operacional (bilhetagem eletrônica, terminais, iniciativa empresarial e integração com o transporte hidroviário e com o não motorizado).

Volume 6 • Transporte e Meio Ambiente

O Caderno "Transporte e Meio Ambiente" foi estruturado a partir de dois seminários realizados em São Paulo, em 2006 e 2007, que contaram também com apoio financeiro do BNDES, o que permitiu a participação de diversos especialistas, inclusive internacionais. O seu primeiro artigo e as linhas de ação da Comissão de Meio Ambiente da ANTP apresentam o conceito ampliado de sustentabilidade e os princípios que têm norteado as ações da ANTP. Os textos seguintes tratam das relações dos transportes urbanos com diversos temas presentes na discussão ambiental: o aquecimento global, as medidas de controle de emissões veiculares que estão sendo aplicadas no país, as fontes energéticas alternativas aos derivados de petróleo, o programa de eficiência energética da Petrobras, as políticas urbanas e o processo de licenciamento ambiental entre outros textos.



Volume 7 • Transporte Ciclovitário

Este Caderno vem num momento oportuno, quando a bicicleta vive no Brasil uma fase de popularidade e transição impulsionada por uma nova consciência ecológica. Ele busca alertar que a bicicleta é um meio de transporte alternativo e viável e que a sociedade pode considerá-la uma ferramenta eficiente para melhorar a qualidade de vida urbana. Esta é a mensagem da Comissão Técnica de Bicicleta da ANTP.

Volume 8 • Sistemas Inteligentes de Transportes

Este Caderno organizado pela Comissão de ITS da sigla internacional para "Sistemas Inteligentes de Transportes" tem por finalidade difundir as experiências implantadas em nosso país – bilhetagem eletrônica, operação metroferroviária e de rodovias, funcionalidades para BRTs, Centrais de Controle e Monitoramento e Informações aos Usuários.



Para maiores informações acesse o site da ANTP, www.antp.org.br ou entre em contato com Luciana (11) 3371-2290 ou luciana@antp.org.br



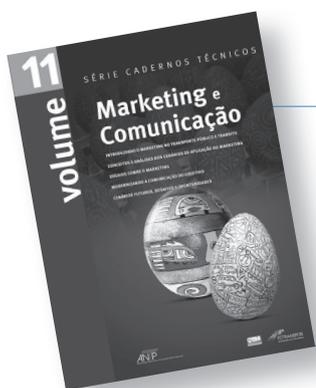
Volume 9 • Transporte por Fretamento

Este Caderno organizado pela ANTP em parceria com a FRESP trata deste segmento de transporte que ganha espaço na matriz da mobilidade urbana em muitas cidades brasileiras e que, segundo a Lei Federal 12.587/2012 deve ser considerado parte integrante do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana.



Volume 10 • Excelência na Gestão do Transporte e Trânsito

Este Caderno, elaborado pela Comissão Técnica da Qualidade e Produtividade visa consolidar a experiência acumulada pela Comissão, visando estimular as organizações do setor para a adoção de modelos de gestão, clarificando os conceitos envolvidos e os caminhos de implantação.



Volume 11 • Marketing e Comunicação

O Caderno consolida o papel da Comissão de Marketing da ANTP como um fórum permanente para desenvolvimento de propostas para melhorar o desempenho e a atratividade do setor de transporte público e do trânsito urbano. Apresenta também um resumo dos resultados da Bienal de Marketing da ANTP.

Volume 12 • Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa no Município de São Paulo

O Inventário de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa no Município de São Paulo, realizado no âmbito do Programa STAQ (Sustainable Transport and Air Quality) com recursos do GEF repassados pelo Banco Mundial, contém o levantamento das fontes e dos sumidouros e a respectiva contabilização das emissões e remoções dos GEE resultantes das atividades humanas. O Caderno Técnico ANTP nº 12 apresenta a metodologia utilizada e os seus principais resultados, pretendendo contribuir para sua aplicação em outras cidades, como uma ferramenta básica para desenvolvimento de políticas que possibilitem a redução dessas emissões.



Volume 13 • Avaliação de Vulnerabilidade Ambiental e Socioeconômica para o Município de Curitiba

O inventário apresenta uma matriz de análise de riscos ambientais para a Cidade de Curitiba, a partir do mapeamento de fenômenos associados às estruturas de transporte. O trabalho permitiu a identificação de setores vulneráveis e a localização das infraestruturas e populações expostas aos riscos ambientais, permitindo orientar uma política de gerenciamento desses riscos e o desenvolvimento de planos de adaptação às mudanças climáticas, reduzindo ou mitigando tais situações. O estudo foi desenvolvido dentro do Programa "Transporte Sustentável e Qualidade do Ar – STAQ (Sustainable Transport and Air Quality), financiado com recursos do Global Environment Facility (GEF) repassados pelo Banco Mundial.





ANTP



EMTU