



www.sis.org.br

Contribuições para a Taxonomia Sustentável Brasileira

CNAE H – Transporte, Armazenamento e Correio

Sumário

1º. ponto – Exclusões (questão 11.2).....	1
2º. ponto – Inclusões.....	1
H1: Transporte ferroviário e metroferroviário	2
H2: Transporte rodoviário de passageiros e veículos automotores privados e públicos e H3: Transporte rodoviário de cargas.....	4
H7: Transporte aéreo	4
H9: Infraestrutura de transportes	5
Sugestão de novo item: H10: Implantação de sistemas que usem baterias de água e sal no transporte terrestre	6
3º. ponto: Níveis de contribuição à sustentabilidade	8
Referências	9

1º. ponto – Exclusões (questão 11.2)

Não foram identificados pontos cuja exclusão se sugere.

2º. ponto – Inclusões

Foram analisadas as atividades relativas a transporte coletivo de passageiros e transporte rodoviário de cargas, além de infraestrutura de transportes. Sugere-se a inclusão de item relativo à implantação de sistemas que usem baterias de água e sal no transporte terrestre.

H1: Transporte ferroviário e metroferroviário

Sugere-se a inclusão de tendências em inovação relacionadas ao setor de transporte ferroviário e metroviário. A utilização de produtos e processos mais eficientes não apenas reduz o desperdício de materiais, mas também promove a adaptação às condições climáticas emergentes, contribuindo para a resiliência do setor. Entre as soluções estão:

- Trem movido a hidrogênio verde: um dos combustíveis mais recentes e promissores para a descarbonização do transporte é o hidrogênio verde, que se destaca por emitir apenas vapor d'água durante sua utilização, sem liberar gases poluentes ou de efeito estufa. Em 2022, a Alemanha deu um passo significativo nessa direção ao inaugurar a primeira frota de trens movidos a hidrogênio verde, marcando um avanço importante na transição para energias limpas no setor de transportes¹. Essa inovação ganha destaque não apenas por sua eficiência energética, mas também por seu potencial para mitigar os impactos das mudanças climáticas. Ao substituir combustíveis fósseis por uma alternativa totalmente limpa e renovável, o hidrogênio verde representa uma solução viável para reduzir as emissões de carbono e promover a sustentabilidade no transporte metroferroviário.

- Veículo Leve sobre Trilhos (VLT): a transição para um sistema de transporte mais sustentável exige soluções eficientes e de baixo impacto ambiental, especialmente na redução das emissões de CO₂. Nesse sentido, os Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) se destacam como uma alternativa viável para a mobilidade urbana, proporcionando integração eficiente em pequenas e médias distâncias.

Um estudo realizado por [Nunes et al. \(2022\)](#) no centro do Rio de Janeiro concluiu que a implementação do VLT poderia reduzir as emissões de CO₂ em cerca de 14,2 toneladas por dia, ao substituir parcialmente o transporte por ônibus na região. Além da redução dos gases de efeito estufa (GEE), o VLT também contribui para a diminuição da poluição sonora, tornando o ambiente urbano mais sustentável e agradável.

No entanto, para que esses benefícios se concretizem plenamente, é essencial que a implantação do VLT esteja alinhada a um planejamento urbano estratégico, garantindo acessibilidade, eficiência e impacto ambiental positivo a longo prazo.

Ademais, esse setor é dinâmico, com inúmeras pesquisas em andamento e grande potencial para inovações que, se viáveis comercialmente, podem impulsionar a eficiência e reduzir as emissões

¹ <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/alemanha-estrea-primeiros-trens-movidos-a-hidrogenio-do-mundo/>

de CO₂. Exemplos incluem trilhos sustentáveis², vagões equipados com painéis solares³ e até modelos especiais capazes de capturar dióxido de carbono⁴. Diante desse cenário, recomenda-se a atualização contínua da taxonomia para incorporar novas tecnologias e avanços nesse sentido.

- **Requisitos elencados no item “Não prejudicar significativamente a outros objetivos ambientais”**

- Proteção e restauração da biodiversidade e dos ecossistemas:

Recomenda-se incluir “adoção de medidas para preservar a biodiversidade nas proximidades das ferrovias, abrangendo desde a manutenção da vegetação dentro da faixa ferroviária sem comprometer a vegetação nativa até ações mais amplas de conservação para reduzir impactos sobre a fauna e a flora em áreas adjacentes.”

A importância dessas iniciativas é reforçada por padrões globais de sustentabilidade, como as diretrizes da IFC e o ODS 11 (meta 11.2.1), que destacam a necessidade de infraestrutura de transporte sustentável e ambientalmente responsável.

- **Parâmetros quantitativos**

Emissões de GEE: A TSB define que, para ser considerado verde, um projeto deve ter zero emissões diretas ou utilizar combustíveis sustentáveis acima do percentual mínimo exigido por lei, além de alternativas que comprovadamente reduzam as emissões. Destaca-se a importância de estabelecer parâmetros quantitativos de emissões por quilômetro para garantir essa classificação, especialmente no uso de combustíveis sustentáveis, uma vez que o cumprimento apenas dos requisitos legais representa o mínimo e não assegura, por si só, a transição ecológica do país rumo a um futuro mais sustentável. As Taxonomias da Ruanda e da Colômbia estabeleceram um limite de emissões de até 25 gCO₂/tkm para todos os veículos até 2028, exigindo emissões diretas zero após esse período. Diante disso, recomenda-se a definição de um limite de emissões também para a definição de veículos que usam combustíveis sustentáveis, ajustado à realidade brasileira, garantindo um parâmetro claro.

²Desenvolvido pela startup suíça Sun-Ways, o projeto ainda está em fase de testes, mas já prevê a possibilidade de gerar 1 TWh de energia solar por ano. Com um conceito inovador de painéis solares instalados ao longo de trilhos ferroviários, a iniciativa busca aproveitar espaços subutilizados para ampliar a geração de energia renovável. No futuro, a empresa planeja expandir sua tecnologia para o restante da Europa, contribuindo para a transição energética e a descarbonização do setor ferroviário (<https://www.portalsolar.com.br/noticias/tecnologia/curiosidades/paineis-solares-instalados-em-trilhos-de-trem-na-suica-podem-gerar-ate-1-twh-por-ano>)

³ <https://www.portalsolar.com.br/noticias/tecnologia/curiosidades/trem-movido-a-energia-solar-promove-passeio-turistico-entre-argentina-e-peru>

⁴ Essa tecnologia, ainda em fase de desenvolvimento, está sendo desenvolvida pela startup americana [CO2 Rail Company](https://www.co2rail.com/), em que a ideia consiste em acoplar vagões especiais aos trens, equipados com sistemas capazes de sugar o dióxido de carbono (CO₂) presente na atmosfera durante o deslocamento. O CO₂ capturado é então liquefeito e utilizado como combustível para auxiliar no movimento do trem, devolvendo ar limpo ao meio ambiente. Ainda em fase de testes, essa tecnologia representará um avanço significativo, pois alia o transporte de cargas e passageiros à remoção ativa de poluentes da atmosfera. Além de reduzir as emissões de carbono, ela contribui diretamente para a limpeza do ar, transformando os trens em agentes ativos na mitigação das mudanças climáticas (<https://gizmodo.uol.com.br/startup-cria-vagao-de-trem-que-elimina-co2-do-ar-nas-freadas/>).

H2: Transporte rodoviário de passageiros e veículos automotores privados e públicos e H3: Transporte rodoviário de cargas

Sugere-se a inserção de tecnologias novas que reduzem o consumo de energia/combustível e, de consequência, reduzem as emissões de gases de efeito estufa no setor de transportes:

- **Motores KERS (Kinetic Energy Recovery System):** Essa tecnologia captura a energia cinética gerada durante a frenagem e a armazena para uso posterior na aceleração, melhorando a eficiência do veículo ao reduzir tanto o consumo de combustível quanto as emissões de CO₂. Atualmente, já existem soluções disponíveis para veículos pesados e ônibus de passageiros e até mesmo carros SUVs, com aplicações em modelos da [Volvo](#)⁵ e [Mercedes-Benz](#)⁶, o que reduz o consumo em até 15%.

Além de otimizar o desempenho de veículos a combustão, o KERS também se mostra vantajoso para veículos elétricos, uma vez que contribui para a economia de energia na tração, aumentando a autonomia da bateria. Um exemplo prático dessa aplicação é o [E-Bus](#)⁷, que opera em Florianópolis, utilizando a recuperação de energia para aprimorar sua eficiência e reduzir custos operacionais.

Essa tecnologia representa um avanço significativo para o transporte sustentável, tornando-se uma alternativa viável para frotas urbanas e rodoviárias que buscam reduzir impactos ambientais e melhorar o desempenho energético.

Além dos sistemas KERS, outras inovações marginais vêm sendo adotadas na indústria automobilística para aumentar a eficiência energética e, conseqüentemente, reduzir as emissões de CO₂. Entre elas, destacam-se:

- **RKM (Recuperação de Energia dos Alternadores)**⁸ – essa tecnologia recupera a energia gerada pelos alternadores, reduzindo o consumo de combustível. Em veículos pesados, pode gerar uma economia de até 2% em óleo diesel, contribuindo para uma operação mais sustentável.

- **EIS (Engine Idle Shutdown)**⁹ – sistema que desliga automaticamente o motor do veículo após um período de inatividade, evitando consumo desnecessário de combustível e reduzindo as emissões. Essa funcionalidade é especialmente útil em ônibus urbanos, que frequentemente fazem paradas prolongadas.

H7: Transporte aéreo

⁵ <https://jornaldocarro.estadao.com.br/carros/volvo-xc90-2020/>

⁶ <https://antp.org.br/noticias/destaques/onibus-da-mercedes-benz-terao-reaproveitamento-de-energia-eletrica-e-vao-desligar-motor-sozinhos.html>

⁷ <https://vermelho.org.br/2017/02/14/primeiro-onibus-movido-a-energia-solar-comeca-a-transitar-em-marco/>

⁸ <https://antp.org.br/noticias/destaques/onibus-da-mercedes-benz-terao-reaproveitamento-de-energia-eletrica-e-vao-desligar-motor-sozinhos.html>

⁹ ⁹ <https://antp.org.br/noticias/destaques/onibus-da-mercedes-benz-terao-reaproveitamento-de-energia-eletrica-e-vao-desligar-motor-sozinhos.html>

O maior desafio do transporte aéreo é o combustível, responsável por [cerca 3% das emissões globais de CO₂](#) (Lee *et al*, 2021). Embora a querosene de aviação ainda seja a opção predominante, alternativas sustentáveis já foram aprovadas, como o [SAF \(Sustainable Aviation Fuel\), que pode ser misturado ao combustível convencional em até 50%¹⁰](#).

Entre as opções para a produção de SAF, o hidrogênio surge como o candidato mais promissor, mas outras matérias-primas também podem ser utilizadas, como o etanol. A produção de SAF a partir do etanol pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 70% a 90%. No entanto, para alcançar reduções ainda maiores, a adoção do hidrogênio verde pode ser um fator determinante.

O Brasil, um dos maiores produtores mundiais de etanol, já avança nesse setor. Em 2023, a [Raízen¹¹](#) recebeu o selo ISCC Corsia Plus, certificando que o etanol de primeira geração produzido no parque de bioenergia Costa Pinto pode ser utilizado como insumo para a fabricação de SAF. Outros investimentos foram anunciados por empresas como [Shell e Mubadala¹²](#) apontando o Brasil como um privilegiado no que diz respeito à produção de SAF no mundo com relação à sua estrutura produtiva. Em junho de 2022, a [EMBRAER realizou um teste bem-sucedido nos Estados Unidos¹³](#), utilizando 100% de SAF com base em SPK de ésteres e ácidos graxos hidroprocessados (HEFA-SPK). Esse cenário mostra que há margem para tornar a transição mais ambiciosa do que o previsto na consulta pública para classificação como verde. Como já é possível misturar até 50% atualmente, alcançar pelo menos 10% de SAF no combustível até 2030 é viável e pode ser um passo inicial para acelerar a adoção.

H9: Infraestrutura de transportes

Infraestrutura de mobilidade ativa: a infraestrutura urbana é essencial para viabilizar a mobilidade ativa. Ciclovias bem planejadas e seguras, calçadas acessíveis, boa iluminação e segurança pública são fundamentais para que as pessoas se sintam confiantes ao caminhar, pedalar ou utilizar outros meios de mobilidade ativa. Nesse contexto, planejamento urbano e sustentabilidade devem caminhar juntos, garantindo uma integração eficiente entre diferentes modais, como metrô e ônibus, e promovendo deslocamentos seguros em trechos curtos. O desenho das cidades deve priorizar a mobilidade ativa, tornando os espaços mais acessíveis, conectados e favoráveis a um estilo de vida mais saudável e sustentável. Nesse sentido, sugere-se a inclusão na TSB de atividades relacionadas à construção e manutenção de infraestrutura relacionada a esse aspecto de forma mais clara.

¹⁰ <https://revistapesquisa.fapesp.br/brasil-se-prepara-para-produzir-combustivel-sustentavel-de-aviacao/>

¹¹ <https://www.raizen.com.br/blog/saf-combustivel>

¹² <https://oglobo.globo.com/economia/negocios/noticia/2024/11/04/brasil-se-torna-ima-de-investimentos-globais-em-combustivel-verde-para-aviacao.ghtml>

¹³ <https://embraer.com.br/pt/noticias/?slug=1207055-embraer-e-pratt-whitney-completam-teste-de-voo-100-saf-com-motor-gtf-em-um-jato-e195-e2>

Alguns indicadores são fundamentais para avaliar a infraestrutura de mobilidade ativa, conforme padrões globais de sustentabilidade, como da CBI (Climate Bonds Initiative) e os ODS. Entre eles, destacam-se a extensão das calçadas, ciclovias e faixas exclusivas para pedestres e ciclistas, além do índice de qualidade das calçadas e da infraestrutura cicloviária. Esses elementos são essenciais para garantir acessibilidade, segurança e incentivar deslocamentos sustentáveis nas cidades em prol da mitigação das mudanças climáticas.

Sugestão de novo item: H10: Implantação de sistemas que usem baterias de água e sal no transporte terrestre

As crescentes preocupações com a segurança hídrica e energética, agravadas pelos impactos das mudanças climáticas, impulsionam a busca por soluções inovadoras para armazenamento de energia e dessalinização da água. Nesse contexto, as baterias de água e sal surgem como uma alternativa sustentável e multifuncional, possibilitando o armazenamento de energia elétrica enquanto realizam a remoção de íons de sal da água do mar ([SON et al., 2021](#)). A tecnologia das baterias de água e sal para dessalinização (Seawater Battery Desalination - SWB-D) foi introduzida em 2018 e tem atraído atenção significativa dos setores de energia e abastecimento hídrico. Diferentemente dos métodos convencionais de dessalinização, que demandam alta temperatura (>8 kWh/m³) ou alta pressão (>3 kWh/m³), o sistema SWB-D combina armazenamento de energia e remoção de sal de forma simultânea, reduzindo a pegada energética dos processos industriais e hídricos (SON et al., 2021). Além da aplicação em infraestrutura hídrica, as baterias de água e sal oferecem uma solução escalável para o setor de transporte, incluindo veículos elétricos de carga, transporte ferroviário e metroferroviário, permitindo maior eficiência energética e estabilidade operacional. A eletrificação desses modais pode ser impulsionada por essa tecnologia devido à sua segurança aprimorada, ausência de necessidade de metais raros e ciclo de vida estendido ([CHEN et al., 2023](#)). Sua maior segurança e vida útil prolongada tornam essa tecnologia uma alternativa viável para frotas comerciais e transporte público.

Portanto, a adoção dessas baterias pode representar um avanço estratégico para o setor de mobilidade elétrica e transporte público, possibilitando soluções seguras, sustentáveis e economicamente viáveis ([IRENA, 2024](#)).

No Brasil, uma equipe da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) está trabalhando no [desenvolvimento do primeiro protótipo de uma bateria de sódio nacional](#). O projeto visa criar baterias de sódio de 1 ampère-hora (Ah), com módulos de armazenamento energético de 1,2 quilowatt-hora (kWh), adequadas para equipar carros elétricos híbridos.

CNAEs sugeridos:

- 49.29-9/01 - Transporte ferroviário de carga.
- 49.29-9/02 - Transporte ferroviário de passageiros.

- 49.30-2/02 - Transporte rodoviário de carga.
- 49.40-0/01 - Transporte metroferroviário.
- 52.21-9/00 - Atividades auxiliares aos transportes terrestres.

Descrição: sistemas de uso de baterias de água e sal em veículos de transporte de carga, trens, metrô e sistemas logísticos urbanos

Exemplos de atividades:

- Eletrificação de caminhões e frotas de carga com baterias de água e sal.
- Uso em trens e metrô para reduzir emissões e custos operacionais.
- Infraestrutura de recarga para transporte logístico e público.
- Sistemas de *backup* energético para rodovias eletrificadas.

Contribuição Substancial para o Objetivo 1 - Mitigação da Mudança do Clima:

Critérios de elegibilidade: As atividades são elegíveis se atenderem aos critérios A, B, e C:

- A. Integração comprovada com fontes renováveis: as baterias de água e sal devem demonstrar compatibilidade com fontes renováveis, como energia solar e eólica, para maximizar a sustentabilidade do sistema energético. Sua capacidade de armazenar energia intermitente permite maior estabilidade na distribuição elétrica em sistemas de transporte eletrificado.
- B. Eficiência energética e segurança operacional: devido à sua composição aquosa, essas baterias oferecem maior segurança contra superaquecimento e incêndios, tornando-se ideais para aplicações no setor de transporte. Elas apresentam um longo ciclo de vida, reduzindo custos operacionais e impacto ambiental associado ao descarte de baterias usadas.
- C. Viabilidade técnica e econômica: a ampla disponibilidade de sódio e a estrutura modular das baterias de água e sal garantem custos mais baixos em comparação às baterias de lítio. Sua implementação no setor de transporte deve ser viável tecnicamente, permitindo integração com infraestruturas existentes.

- **Requisitos de "Não prejudicar significativamente a outros objetivos ambientais":**

Sugere-se os seguintes requisitos para prevenir danos a outros objetivos ambientais:

a) **Adaptação às mudanças climáticas:** garantir que as atividades implementadas utilizem tecnologias resilientes a eventos climáticos extremos e promovam soluções baseadas na natureza para reduzir impactos ambientais a longo prazo.

b) **Proteção da biodiversidade e ecossistemas:** exigir análises detalhadas de impacto ambiental pré-implementação, com foco na conservação de habitats sensíveis e na mitigação de impactos diretos sobre a fauna e flora locais.

c) **Uso sustentável do solo e conservação das florestas:** priorização de processos que promovam práticas regenerativas no uso do solo e evitam a ocupação de áreas de preservação permanente (APPs) ou de uso restrito.

d) **Uso sustentável de recursos hídricos:** garantir que projetos relacionados ao uso de baterias de água e sal utilizem água proveniente de fontes renováveis e tenham sistemas de reuso eficientes, reduzindo a pressão sobre recursos hídricos locais.

e) **Transição para a economia circular:** incentivar o uso de matérias-primas recicladas ou recicláveis e a implementação de programas de logística reversa para componentes usados, como baterias e equipamentos.

f) **Prevenção e controle da contaminação:** adotar limites rigorosos para emissões atmosféricas e geração de resíduos, incluindo diretrizes específicas para o manejo e descarte de resíduos perigosos.

3º. ponto: Níveis de contribuição à sustentabilidade

Defende-se que cada atividade do sistema de transporte, **seja classificada em graus ou tons de verde**, de acordo com o tipo de combustível utilizado e o fato de o serviço estar ou não sendo estendido a uma comunidade que não desfrutava desses serviços, quando aplicável, conjugando-se os objetivos climáticos e de redução das desigualdades sociais, da seguinte forma:

H1: Transporte ferroviário e metroferroviário

- Verde escuro – todo tipo de transporte metroferroviário

H2: Transporte rodoviário de passageiros e veículos automotores privados e públicos e H3: Transporte rodoviário de cargas

- Verde claro – veículos da categoria flex

- Verde médio – veículos da categoria híbridos

- Verde escuro – veículos 100% movidos a combustíveis com emissões diretas zero.

H7: Transporte aéreo

- Verde claro – transporte aéreo que com alguma concentração de SAF.

- Verde médio – transporte aéreo com pelo menos metade de SAF permitido (atualmente o permitido é de 50%, ou seja, para ser considerado verde médio teria que usar pelo menos 25% de SAF).

- Verde escuro – transporte aéreo com o máximo de SAF permitido (atualmente esse parâmetro é de 50%).

H9: Infraestrutura de transportes

- Verde médio – obras que adaptem a infraestrutura de transporte já existente em vista de eventos extremos, como exemplo:

- Reforço estrutural e resiliência climática – fortalecimento de pontes, estradas e ferrovias contra inundações, deslizamentos e temperaturas extremas.
- Drenagem e manejo de águas pluviais – implementação de sistemas de drenagem sustentável para reduzir alagamentos.
- Materiais inovadores – uso de pavimentos permeáveis, concreto de alta resistência e materiais reciclados para aumentar a durabilidade da infraestrutura.

- Verde escuro

- Obras que estendam a infraestrutura de transporte para comunidades que não tinham acesso a esses serviços.

- Obras de infraestrutura de transporte voltadas ao transporte de baixa emissão (VLT, hidrogênio verde, entre outros) ou mobilidade ativa, como exemplo:

- Infraestrutura para micromobilidade – expansão de ciclovias, bicicletários e infraestrutura para patinetes elétricos.
- Sistemas de compartilhamento e integração digital – aplicativos e soluções para otimizar rotas de transporte sustentável e incentivar seu uso.
- Eletromobilidade e energia renovável – redes de recarga rápida para veículos de baixa emissão, corredores elétricos e integração com fontes renováveis (solar e eólica).

H10 - Implantação de sistemas que usem baterias de água e sal no transporte terrestre

Verde escuro - todos os sistemas de implantação de baterias de água e sal

Referências:

LEE, D. S. et al. The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. **Atmospheric Environment**, v. 244, 117834, Jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834>.

NUNES CRUZ, V.; SOARES DA SILVA JÚNIOR, O.; SILVEIRA LOPES, L. A. .; DE MIRANDA REIS, M. Estimativa de Redução das Emissões de Poluentes Atmosféricos com o uso do VLT na região central do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Transportes**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 22–49, 2022. DOI: 10.12660/rbt.v2n1.2022.84484. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rbt/article/view/84484>. Acesso em: 31 jan. 2025.

