

Visualização de emissão de CO₂ em aplicativos de mobilidade urbana: estratégias de design da informação para a construção de hábitos sustentáveis

Visualización de emisión de CO₂ en aplicaciones de movilidad urbana: estrategias de diseño de la información para la construcción de hábitos sostenibles

Visualization of CO₂ emissions in urban mobility apps: information design strategies for developing sustainable habits

Luiza A. Garcia, Mariana Menezes, Cláudia Mont'Alvão, Manuela Quaresma, Carlos Eduardo Félix da Costa, João Bonelli

emissão de gás carbônico, aplicativos de mobilidade urbana, sustentabilidade, design de informação

Esta pesquisa visa investigar formas de apresentar visualmente informações sobre pegada de carbono de maneira acessível e transparente em aplicativos de mobilidade urbana. Primeiramente, será discutida a relevância da conscientização da população sobre o impacto do CO₂ produzido no deslocamento e o estado que o Brasil se encontra na emissão bruta de gases do efeito estufa. Como metodologia, serão analisadas estratégias visuais usadas em aplicativos para estimular um deslocamento mais sustentável para, como resultados, sugerir modos de aplicar o cálculo de CO₂ produzido pela rota de modo acessível e simples conforme princípios de design da informação.

emisión de dióxido de carbono, aplicaciones de movilidad urbana, sostenibilidad, diseño de la información

Esta investigación tiene como objetivo investigar formas de presentar visualmente la información sobre la huella de carbono de manera accesible y transparente en aplicaciones de movilidad urbana. En primer lugar, se discutirá la relevancia de la concienciación pública sobre el impacto del CO₂ producido en los desplazamientos y el estado actual de Brasil en cuanto a la emisión bruta de gases de efecto invernadero. Como metodología, se analizarán estrategias visuales utilizadas en aplicaciones para fomentar un desplazamiento más sostenible, con el fin de sugerir formas de aplicar el cálculo del CO₂ producido por la ruta de manera accesible y sencilla, siguiendo los principios del diseño de la información.

carbon dioxide emissions, urban mobility apps, sustainability, information design

This research aims to investigate ways to visually present carbon footprint information in an accessible and transparent manner in urban mobility apps. First, the relevance of raising public awareness about the impact of CO₂ emissions from transportation and Brazil's current state regarding gross greenhouse gas emissions will be discussed. As a methodology, visual strategies used in apps to encourage more sustainable travel will be analyzed to ultimately suggest ways to apply CO₂ calculation for routes in an accessible and simple manner, following information design principles.

1 Introdução

O impacto da ação humana, o uso inconsequente de recursos naturais e as necessidades de abastecer a população levaram o nosso planeta a um estado crítico, com o aumento de desastres naturais, mudanças climáticas extremas (WMO, 2021) e até mesmo mortes por exposição a partículas finas (OMS, 2016). No entanto, perante este cenário, observa-se a necessidade de medidas para mitigar os impactos humanos individuais e coletivos. Embora exista uma conscientização geral sobre essas calamidades, a motivação para mitigá-las ainda é insuficiente para impulsionar a adoção de hábitos mais saudáveis e uma postura crítica perante a situação (Gifford, 2011). Um posicionamento ativo contra atividades de quaisquer setores econômicos que gerem um grande impacto ecológico é um fator essencial para um futuro sustentável (Stern, 2006). A tolerância de formatos de negócios que exploram recursos naturais sem consciência ambiental gera um espaço para a renda de capital baseada em uso ilimitado de recursos naturais, uma economia com prazo limitado, já que estes se encontram cada vez mais escassos (Martine, 2015).

Uma das medidas de impacto ambiental é a emissão de CO₂, composto químico pertencente ao grupo de gases do efeito estufa (GEE), que retém calor na atmosfera. Desde a Revolução Industrial, as emissões de CO₂ aumentaram em grande escala, provocando um desequilíbrio por meio de um aumento significativo da temperatura global, com consequências catastróficas como o derretimento das calotas polares, o aumento do nível do mar e o impacto em ecossistemas (Burchard, 2024). A medição de CO₂ atmosférico ocorre desde 1958, a partir das contribuições de C. David Keeling (GML, 2025), e pode ser aplicada a diferentes contextos. No contexto desta pesquisa analisa-se a sua relevância para o campo da mobilidade urbana sustentável, de modo a incentivar cidadãos a tomarem decisões de deslocamento mais conscientes e menos danosas ao meio ambiente. Desta forma, a implementação da emissão de CO₂ em rotas de aplicativos de mobilidade urbana, feitos para auxiliar o deslocamento do indivíduo na cidade, busca aproximar o usuário do seu real impacto ambiental, afastando crenças de que suas ações são inofensivas ao ambiente.

Contudo, apresentar os valores de emissão de gases do efeito estufa (GEE) em transportes ainda é um desafio e, por isso, não são uma informação presente na maioria dos aplicativos de mobilidade, sendo assim, desconhecida ou desconsiderada na escolha de deslocamento. A dificuldade de incluir o cálculo de emissões de CO₂ em plataformas de mobilidade urbana se deve, entre outros fatores, à demanda do conhecimento de diversas variáveis para ser apurado com exatidão. Além da distância e tempo de deslocamento, a conta depende, por exemplo, do modelo de veículo utilizado, peso e tipo de combustível. Esses, entre outros fatores, demandam um conhecimento preciso que pode não ser plenamente conhecido e, por sua vez, difícil de ser informado pelo cidadão. Por conta disso, torna-se um obstáculo apresentar os valores aos usuários de forma precisa em plataformas de mobilidade urbana. Essa falta de exatidão com a situação real pode gerar imprecisão no uso de calculadoras de emissão de GEE, amplamente disponibilizadas na *web*, acarretando variações entre elas e certa falta de

confiabilidade nos resultados, já que os dados apresentados são apenas aproximações da verdadeira emissão.

Existem, porém, diretrizes a serem seguidas na quantificação de emissão de GEE, como a *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (2006, 2019). Publicações como essa permitem uma maior precisão na medição desses dados, porém é preciso que plataformas de mobilidade urbana se disponham a segui-las e sejam transparentes em relação a como os cálculos são realizados. Considerando esse cenário, este trabalho tem como objetivo levantar estratégias para comunicar a emissão individual de CO₂ em interfaces de aplicativos de mobilidade urbana, a fim de instigar o usuário a adotar uma postura mais consciente e ponderar sobre seu dever como cidadão de cuidar do espaço onde vive. O escopo da pesquisa consiste na análise de interfaces de aplicativos de mobilidade que contenham a apresentação do CO₂ emitido no trajeto e de outros dados relacionados que, além do seu papel educativo, estimulem a adoção de hábitos sustentáveis perante o deslocamento. Além disso, realiza-se uma análise de quais estratégias visuais estão mais alinhadas com princípios de design da informação de Petersson (2010) para a excelência de visualização de dados.

2 Percepção pública sobre mudanças climáticas e emissões de CO₂

Antes de analisar os mecanismos já existentes em aplicativos para estimular a mobilidade sustentável, é necessário entender a percepção pública perante essa temática. A intenção do design de informação é “satisfazer as necessidades informacionais dos destinatários pretendidos e de promover eficiência comunicativa” (SBDI, 2020). Portanto, é preciso identificar que aspectos de um dado assunto carecem de entendimento.

Em um estudo realizado na Região Sudeste brasileira com alunos e professores universitários (Toé et al, 2024), evidenciou-se que a maioria dos participantes apresenta preocupação com mudanças climáticas e entendem sua existência e importância. No entanto, a quantidade de pessoas entrevistadas cientes do que é aquecimento global (89%) é superior às que se consideram preocupadas com suas consequências (68%).

Esse fenômeno pode ser explicado pelo conceito de normalização de riscos, observado em um estudo feito com 46.221 pessoas (Luís et al, 2018). Segundo as autoras, uma maior exposição de uma população a determinado fator de risco — no caso, níveis elevados de CO₂ — cria uma normalização do mesmo. Ou seja, ainda que o risco seja conhecido, é preferível criar uma própria narrativa da realidade onde não há ameaças para não precisar lidar com o desconforto da situação atual e o compromisso de adotar uma postura sustentável.

Apesar disso, também foi observado nesse estudo que, quando há uma preocupação ambiental, as pessoas não cedem à normalização dos riscos. Baseado nessa análise, a maneira como a informação é exibida deve focar em cultivar esse sentimento de cuidado com o meio ambiente, mais do que apenas alertar sobre os perigos relacionados à emissão de CO₂. Segundo Luís et al (2018), essa relação de cuidado ambiental pode ser desenvolvida por meio de uma educação mais ecocêntrica, preferivelmente desde a infância.

Considerando que a consciência isolada dos riscos não é o fator-chave para a mudança de hábito, a aplicação de estratégias educativas acerca do tema tornam-se um instrumento de atingi-la.

Essa relação também é evidenciada na pesquisa brasileira (Toé et al, 2024), na qual a maioria das pessoas preocupadas com mudanças climáticas demonstrou-se disposta a mudanças de hábitos, como uso de transporte público no lugar do carro, por exemplo. Tendo em vista as conclusões obtidas a partir dessa análise, puderam ser extraídas informações decisivas para orientar a criação de estratégias de visualização de dados mais eficazes na perpetuação de hábitos sustentáveis.

3 Metodologia

A metodologia utilizada consistiu na análise de plataformas de mobilidade urbana que exibissem dados relacionados à emissão de CO₂ no deslocamento segundo princípios de Design da Informação de Pettersson (2010), que se dividem em quatro grupos: funcionais, administrativos, estéticos e cognitivos. Entre os princípios, foram selecionados princípios funcionais para analisar interfaces de aplicativos móveis em que estão inseridas informações sobre a emissão de gás carbônico.

Nos Princípios Funcionais, foram considerados os seguintes princípios: Proporcionando Estrutura, Proporcionando Clareza, Proporcionando Simplicidade, Proporcionando Ênfase, e Proporcionando Unidade. Os critérios de cada foram adaptados a partir das orientações de boas práticas de design da informação recomendadas por Pettersson pertinentes às interfaces e na pesquisa de Santos (2024).

Tabela 1: Princípios de Funcionalidade selecionados, adaptados de Pettersson (2010).

Princípio	Critérios
Estrutura	Agrupamento
	Hierarquia
	Níveis
Clareza	Transparência
	Legibilidade
	Contraste
	Tipografia
	Cor
Simplicidade	Estilo
	Uso linguístico
	Voz ativa
	Objetividade
Ênfase	Padrões
Unidade	Consistência

Para determinar as interfaces a serem analisadas, foi feito um levantamento de plataformas de mobilidade urbana em funcionamento no Brasil. Porém, devido à ausência de dados referentes à emissão dos trajetos, não atendiam aos requisitos para o estudo. Então, utilizaram-se *apps* operacionais nas cidades de maior posição no ranking *Urban Mobility Readiness Index* no relatório de 2023 emitido pela *Oliver Wyman Forum*. O documento conta com um índice de mobilidade sustentável e classifica em nível internacional as cidades que mais se destacam nesse quesito. Por meio de buscas nas lojas de aplicativos dos países em que as cidades se encontram, foram identificados vinte *apps* com informações sobre impactos ambientais. Desses, apenas quatro apresentavam informações de emissões de CO₂: três franceses e um norueguês. Por conta da dificuldade de acesso a um dos *apps* franceses, voltado a funcionários de empresas, foram selecionados os três restantes: Île-de-France Mobilités, Vy e Bonjour RATP, sendo o primeiro e o terceiro de Paris e o segundo de Oslo.

Os aplicativos possuem como função principal planejamento de rota, contendo integração multimodal, porém, apenas os franceses apresentam emissão de CO₂ por rota. O Vy, compensa essa ausência com uma seção, *Green Journey*, inteiramente destinada a fornecer informações educativas relacionadas à emissão de CO₂ e o quanto o usuário deixou de emitir usando transportes públicos em relação a um carro, ao longo do uso do *app*.

Nos resultados, inicialmente, foi realizado um mapeamento de funções interessantes para promover uma mobilidade sustentável. Em seguida, as interfaces foram analisadas pela óptica do design de informação para levantar quais as melhores práticas de representação gráfica acerca da exibição da emissão individual e estratégias relacionadas para mitigar o impacto ambiental da mobilidade urbana.

4 Resultados da análise das interfaces

Após uma revisão sobre a percepção pública acerca da crise climática, foi possível obter uma melhor compreensão sobre como funciona a motivação dos indivíduos em relação a escolhas mais sustentáveis. Assim, a próxima etapa consistiu na análise de informações sobre aspectos ambientais nas interfaces.

Na análise da informação disposta nas interfaces, foram considerados os princípios e diretrizes do Design da Informação de Pettersson (2010). O autor ressalta não haver uma definição de regras concretas guiando exatamente como deve ser feito o design de informação, pois cada situação apresenta suas exceções. No entanto, apresenta diretrizes gerais para um design de informação eficiente e eficaz, que consiste em um conjunto de princípios formulados por meio da reunião de considerações de diversos autores da área.

Île-de-France Mobilités

No aplicativo, a exibição da emissão de CO₂ é apresentada na tela de seleção de rota (figura 1), sendo um ponto positivo já que permite que o usuário compare a taxa de emissão de

diferentes trajetos. É uma forma de tornar a informação acessível e permitir que o impacto ambiental da rota seja tido em consideração, apesar de não ser um fator decisivo na escolha.

Figura 1: Seleção de rota

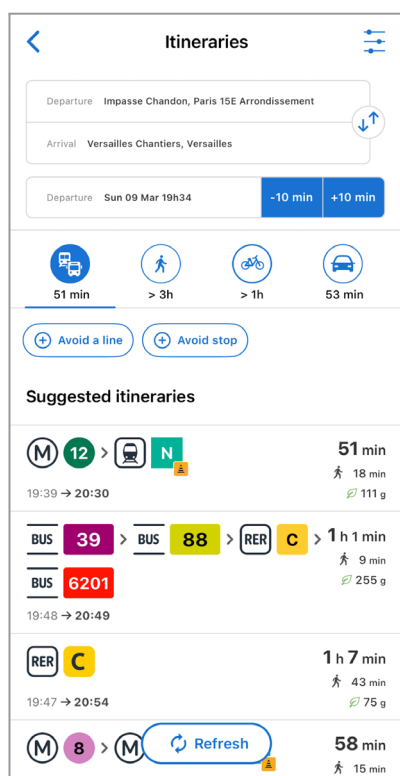
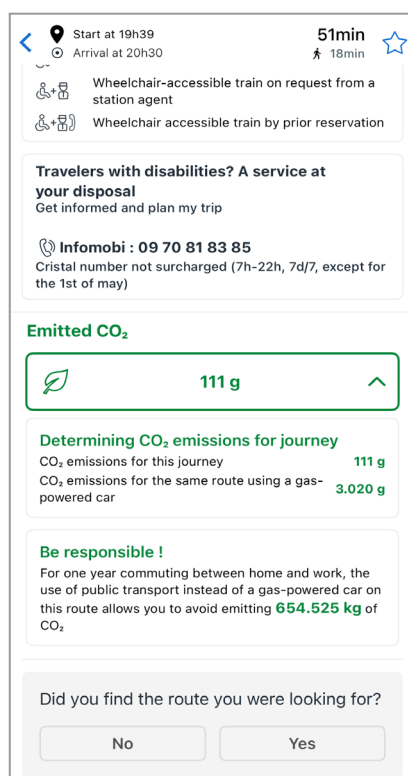


Figura 2: Etapas do trajeto



Após a escolha da rota, é apresentada uma caixa de conteúdo no formato *accordion* ao final das etapas do trajeto (figura 2), com a emissão destacada, podendo ser expandida em mais duas caixas: a primeira fazendo uma comparação com a emissão obtida caso o trajeto fosse realizado por carro, e a segunda informando sobre a quantidade de CO₂ equivalente que deixaria de ser emitida caso o trajeto fosse feito por transporte público ao invés de carro durante um ano

A tela de seleção da rota (figura 1) apresenta uma estrutura clara, repetindo os mesmos padrões de organização utilizados por outros aplicativos de mobilidade urbana. Os resultados são apresentados em uma lista vertical, cada item mostrando o tempo do trajeto à direita e as etapas à esquerda. A interface está projetada conforme o princípio de compatibilidade de Nielsen (2007), reproduzindo padrões de estruturas similares a demais aplicativos de planejamento de viagens conforme as expectativas dos usuários, possibilitando que o usuário encontre rapidamente as informações de interesse.

Na tela das etapas do trajeto (figura 2), um *accordion* — elemento de interface expansível e colapsável — apresenta a emissão, após as etapas do trajeto. Ao ser clicado, exhibe mais duas caixas de conteúdo, cada uma tendo um título, para informar o conteúdo, e entre 2 a 4 linhas de texto corrido. Essa estrutura apresenta um número definido de níveis e uma hierarquia aparente entre as informações dispostas.

Em relação à clareza, ambas as telas apresentam boa legibilidade, fazendo o uso de tipografias com um alto contraste com o fundo, evitam utilizar todas as letras maiúsculas nas palavras e aplicam tipografias adequadas para exibição em telas. Fazem o uso inteligente de cor, com tons evidentemente distintos, para identificar as linhas de transporte público, criando um auxílio visual além do conteúdo textual. A cor também é usada para destacar o *box* da emissão na figura 2 e nos títulos dos *boxes*, assim como no valor de emissão. Em relação à transparência, os dados acerca de como é calculada a emissão de CO₂ não são disponibilizados, o que faz com que a interface não atenda a esse critério.

Quanto ao princípio da simplicidade, na frase “Seja responsável!” (“*Be responsible!*”), no último *box* (figura 2), é usado um verbo no modo imperativo, para expressar uma ordem. Por ter voz ativa, segue uma das recomendações do princípio de simplicidade, no grupo de funcionalidade. Ainda nas orientações desse princípio, há um conjunto de usos a serem evitados, como: detalhes excessivos, frases longas e complexas, palavras abstratas, jargões, instruções passivas e linguagem artificial, forçada. Como observado, o uso da comunicação verbal no aplicativo é objetivo e com propósito. Para exemplificar, na frase “Emissões de CO₂ para esta viagem” há somente o sujeito e adjunto adnominal, sendo “de CO₂” um complemento nominal necessário para especificar qual o gás emitido. É utilizada uma quantidade mínima de palavras, não afetando a compreensão da frase; pelo contrário, facilitando-a.

Quanto ao princípio de ênfase, a interface contém elementos visuais específicos usados com o propósito de enfatizar certas informações, observado no *accordion* e no valor da emissão (figura 2). Para isso, utiliza-se o verde e a variação do peso e tamanho da tipografia, causando um contraste claro entre os demais dados.

A respeito do princípio de unidade, este é alcançado através do uso consistente de *templates* de tipografia e *layout* (Pettersson, 2002). Observando a interface, são mantidos os mesmos códigos visuais que diferenciam diferentes elementos. Os títulos dos *boxes* na figura 2 se apropriam das mesmas configurações tipográficas, assim como o texto corrido, os dados em destaque e as gramas de CO₂ emitidas. Os padrões de *layout* dos *boxes* e da lista de rotas (figura 1) ocorrem de forma recorrente ao longo da interface, conferindo-lhe coesão.

Vy

No aplicativo Vy, da cidade de Oslo, Noruega, diferentemente dos demais aplicativos, existe uma seção chamada *Green Journey*, dividida em três subseções: Recompensas, Mídia e Ambiente. Na primeira, são oferecidos descontos em restaurantes e outros serviços como recompensas pelo uso de modais mais sustentáveis. Na segunda, são disponibilizados diferentes jornais, revistas e audiolivros, porém o conteúdo dos mesmos não está relacionado à mobilidade sustentável. Já na terceira, são exibidos três blocos de informações: a porcentagem de CO₂ mitigada nas viagens em relação ao carro, emissões de outros produtos para fins comparativos — como a produção de um hambúrguer — e dados explicativos acerca da pegada de carbono.

Figura 3: Subseção de Recompensas

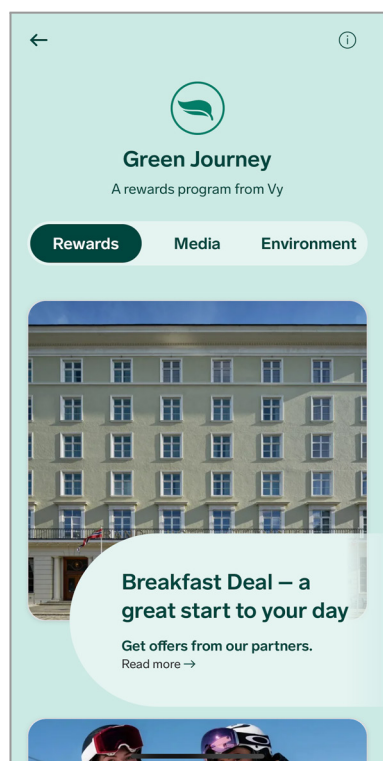


Figura 4: Subseção de Recompensas

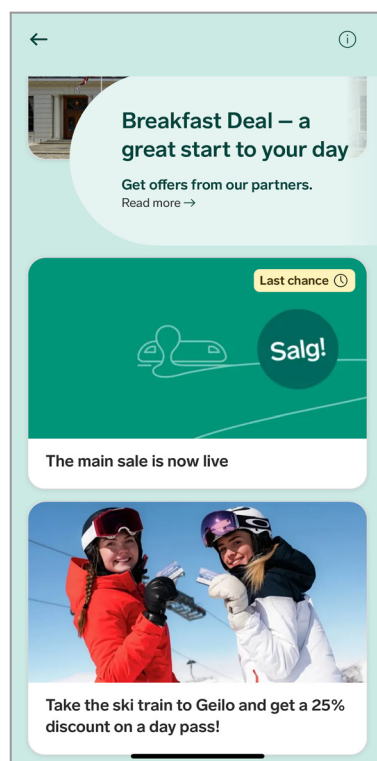


Figura 5: Subseção de Mídias

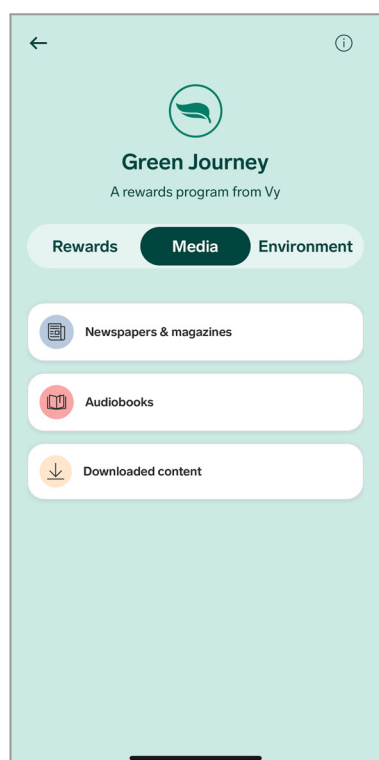
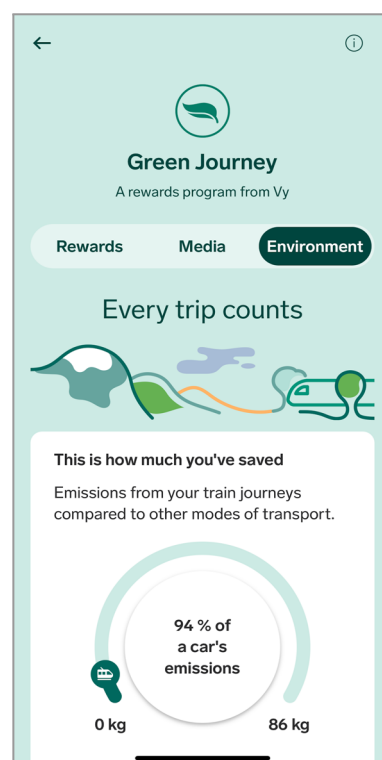


Figura 6: Subseção de Ambiente



A fim de evitar repetições, como as diretrizes de funcionalidade já foram explicadas detalhadamente na análise anterior, os princípios em concordância com a interface serão levantados brevemente.

O Vy está adequado a todos os princípios de funcionalidade, exceto por uma das diretrizes de clareza, mais especificamente no uso de tipografias pretas sobre fundos brancos, que não é replicada em algumas telas, ao apresentarem títulos verdes sobre fundo verde. Ademais, é questionável se as cores utilizadas na ilustração na figura 6 são nitidamente distintas, porém, por não ter função informacional, não afeta a compreensão dos dados. A variação de opacidade em alguns elementos pode tornar a figura difícil de ser assimilada por usuários daltônicos ou com baixa visibilidade.

Fora essas questões, apresenta uma interface limpa e minimalista, tipografias adequadas para a exibição em telas e não possui textos ambíguos. Um ponto positivo a ser destacado é a transparência com o fornecimento de dados para o cálculo de CO₂. No final da subseção *Environment* (figura 8), o aplicativo cita o parceiro comercial responsável por realizar a conta das emissões e no tópico abaixo ainda explica o conceito de CO₂ equivalente, usado para comparar a emissão de GEE.

Figura 7: Subseção de Ambiente

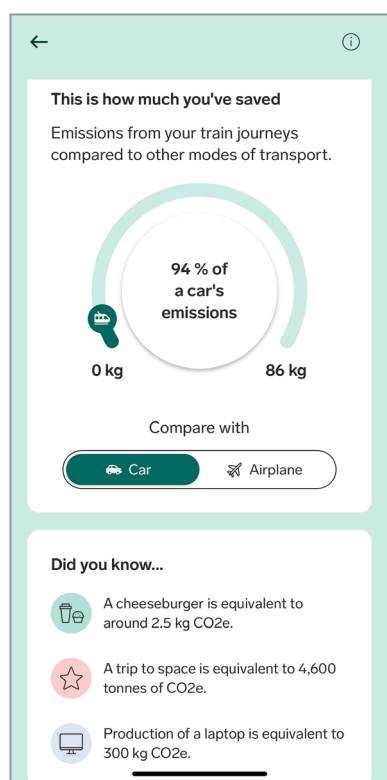
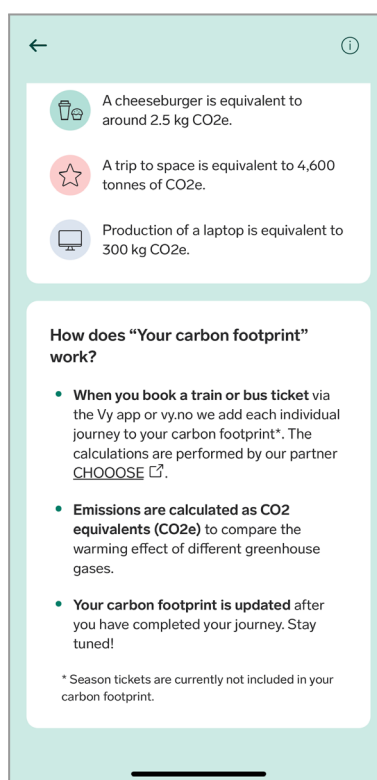


Figura 8: Subseção de Ambiente



Sua estrutura é bem definida, com uma hierarquia clara e com um número limitado de níveis, não tendo mais do que quatro *boxes* por subseção no *Green Journey*.

Em relação ao princípio de simplicidade, faz um bom uso linguístico, com textos objetivos, sem frases excessivamente longas ou curtas. Apresenta um estilo consistente, aplicando as mesmas configurações para elementos da mesma categoria. O fundo verde-claro é comum a todas as seções, reforçando a temática sustentável, com o uso de boxes brancos com uma tipografia preta. O único componente que não se adequa a esse padrão é o primeiro anúncio na seção de recompensas, na figura 3, que tem uma configuração diferente dos demais

anúncios. Pode-se especular que essa alteração tenha intenção promocional, ao envolver demais parceiros do aplicativo e, por isso, teria uma pressão maior que as demais ofertas para captar a atenção do público.

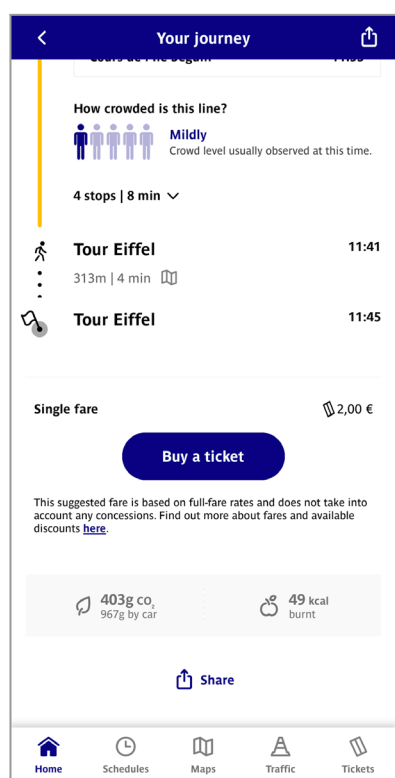
Em relação à ênfase, os elementos mais importantes têm um contraste claro, por variações tipográficas. Atribuem características específicas a determinados elementos, como o uso do sublinhado para hiperlinks, comunicando ao usuário sua função navegacional.

Em relação à unidade, apresenta uma consistência no layout e na tipografia, a qual é replicada ao longo da interface, assim como a terminologia empregada e as técnicas de destaque.

Bonjour RATP

Diferentemente do Île-de-France Mobilités (IDF), não apresenta a emissão da rota na tela de seleção; a informação somente é introduzida no final das etapas do trajeto, como um dado suplementar. Ela aparece como um *box* cinza, abaixo da opção de comprar um ticket e oferece a comparação de emissão do mesmo trajeto feito em um carro e as calorias queimadas na rota oferecida (figura 9).

Figura 9: Etapas do trajeto



Apresenta uma estrutura bem definida, com uma distância nítida entre os diferentes componentes da interface. Apresenta uma hierarquia de informação semelhante ao IDF, exibindo primeiro as etapas, em seguida o botão do ticket e, por último, as emissões.

Em relação à clareza das informações, diferentemente do Vy, não disponibiliza a fonte usada na confecção do cálculo de emissão. Na informação da emissão de CO₂, apropria-se de uma tipografia cinza-escuro sobre um fundo da mesma cor, porém de tom diferente, não tendo um contraste ideal para a leitura.

Está conforme os princípios de simplicidade, ao apresentar uma linguagem objetiva e de fácil compreensibilidade. Não apresenta detalhes excessivos e possui um estilo gráfico coeso com outros elementos da interface, tendo uma consistência tipografia entre os elementos textuais.

Em relação à ênfase, observa-se o uso dos mesmos códigos tipográficos utilizados para causar destaque, tendo um contraste claro com os demais elementos não salientados, conferindo o comprimento do princípio.

Em relação à unidade, os diferentes componentes compartilham das mesmas configurações de ênfase, padrões tipográficos e paleta de cores. Portanto, estando conforme as diretrizes propostas por Pettersson.

A partir das análises realizadas, foi construído um quadro-síntese que evidencia os pontos analisados e o desempenho de cada interface quanto aos critérios funcionais de Pettersson (2010).

Tabela 2: Quadro comparativo das interfaces conforme os princípios funcionais de Pettersson (2010)

Princípio	Crítérios	Ilê-de-France	Vy	Bonjour RATP
Estrutura	Agrupamento	bom	bom	bom
	Hierarquia	bem definida	bem definida	bem definida
	Níveis	bom - 2 níveis	bom - 2 níveis	bom - 2 níveis
Clareza	Transparência	insuficiente	ótima	insuficiente
	Legibilidade	boa	boa	inadequada
	Contraste	bom	bom (textual)	insuficiente
	Tipografia	adequada	adequada	adequada
	Cor	bom uso	bom uso	bom uso
Simplicidade	Estilo	bom	ótimo	bom
	Uso linguístico	adequado	adequado	adequado
	Voz ativa	presente	presente	presente
	Objetividade	presente	presente	presente
Ênfase	Padrões	eficiente	eficiente	eficiente
Unidade	Consistência	adequada	adequada	adequada

5 Discussão

A partir da análise comparativa das interfaces, é possível observar concordâncias e divergências no modo de exibir a emissão de CO₂.

Primeiramente, um fator-chave comum é o uso de um referencial ao mostrar a quantidade de gramas emitidas. A emissão do trajeto é sempre apresentada com o valor emitido caso o mesmo deslocamento fosse feito de carro ou, no caso do Vy, de avião, demonstrando de maneira evidente a proporção do impacto dos diferentes modais. Essa estratégia permite ao usuário entender essa diferença sem que tenha um conhecimento prévio sobre o assunto e esteja consciente da quantificação dos benefícios e os malefícios da rota escolhida.

A respeito das divergências, o RATP, embora muito semelhante ao IDF, não exibe o valor de CO₂ da rota na tela de seleção do trajeto, impedindo uma comparação direta de rota por liberação do gás. Essa limitação impede uma análise das opções de trajeto com o foco no menor impacto ambiental possível. Assim, usuários que estariam dispostos a adotar opções mais sustentáveis acabam optando por seguir rotas mais poluentes. Desse modo, perde-se a oportunidade de mitigar a emissão individual referente ao deslocamento.

Em relação à transparência, ambos aplicativos franceses não disponibilizam a fonte de dados ou método usado para confeccionar o cálculo, de tal modo que há abertura aos usuários para suspeitarem da legitimidade dos valores exibidos. Sem credibilidade comprovada, torna-se mais difícil provocar o efeito desejado de mudança de comportamento ou criação de uma preocupação ambiental. Diferentemente deles, o Vy, além de fornecer a empresa parceira responsável por essas informações, dedica uma página inteira (*Green Journey*) à conscientização dos usuários. Como estratégias para promover o deslocamento sustentável, são oferecidos descontos em serviços, como restaurantes e hotéis, informações educativas a respeito do assunto e o total de CO₂ mitigado ao longo das viagens. Essa configuração apresenta uma abordagem mais completa em relação aos demais aplicativos e envolve mais o usuário acerca da temática.

6 Considerações Finais

Desde a Revolução Industrial, em 1850, observa-se um acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, aumentando progressivamente até alcançar o momento que nos encontramos na história. Embora seja inviável reverter essa situação e os gases sejam completamente dissipados, podemos controlar nossas emissões futuras para mitigar a quantidade de GEE liberada. Nas próximas décadas, será necessário ter um olhar mais atento à questão ambiental. As emissões individuais, por menor que seja o impacto diante do cenário geral, precisarão ser tratadas com uma postura mais crítica e comportamentos repensados.

A partir da análise de aplicativos de mobilidade com a exibição da emissão de CO₂, observa-se como o design de informação pode ter um papel importante na mudança de hábito da população. A visualização dessa informação ainda não está presente na maioria dos aplicativos de mobilidade e poderia impactar o modo como milhões de pessoas enxergam o deslocamento urbano caso fosse implementada. Ao estudar alguns exemplos de como essa representação visual está sendo feita é possível fazer um levantamento de que estratégias de

visualização da informação podem influenciar mais na escolha da rota ou criar uma maior preocupação ambiental.

Também, ao pesquisar sobre a perspectiva pública acerca do assunto, é possível projetar a disposição das informações na interface baseando-se nos pontos que sensibilizam mais o usuário. O estudo de Luís et al (2018), feito com 46 mil participantes, sugere que a preocupação com o meio ambiente provoca uma maior mudança de comportamento do que a própria sensibilização com os riscos. Assim, é mais eficaz cultivar o sentimento de cuidado e apreciação ao ambiente nas interfaces do que alertar sobre o impacto das emissões.

As diretrizes de Pettersson (2010) forneceram critérios objetivos para a análise das interfaces, favorecendo a usabilidade, compreensão e tomada de decisão dos usuários. Devido às limitações do artigo, os princípios Administrativos, Estéticos e Cognitivos não foram empregados. Uma possibilidade, em futuros estudos, seria fazer uma análise com um painel de especialistas, englobando as demais diretrizes, e testar estratégias de engajamento priorizando o cuidado ambiental em relação à sensibilização aos riscos da emissão de CO₂.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo suporte financeiro ao desenvolvimento desta pesquisa, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos, à PUC-Rio por fornecer a estrutura para essa oportunidade.

Referências

- Burchard, E. M. (2024). *Greenhouse gases and global warming*. Salem Press Encyclopedia of Science.
- Gifford, R. (2011). The dragons of inaction: Psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation. *American Psychologist*, 66(4), 290-302.
<https://doi.org/10.1037/a0023566>
- Global Monitoring Laboratory (GML). (2025). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide (CO₂)*.
<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>
- Luís, S., Vauclair, C.-M., & Lima, M. L. (2018). Raising awareness of climate change causes? Cross-national evidence for the normalization of societal risk perception of climate change. *Environmental Science & Policy*, 80, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.11.015>
- Martine, G. (2015). Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: Tripé ou trilema da sustentabilidade? *Revista Brasileira de Estudos de População*, 32(3), 433-459.
<https://doi.org/10.1590/1980-54972015000300002>

- Ministério da Saúde. (s.d.). *Poluição atmosférica na ótica do Sistema Único de Saúde: vigilância em saúde ambiental e qualidade do ar*. Recuperado em 12 de março de 2025, de https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/poluicao_atmosferica_SUS_saude_ambiental.pdf
- Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. (2015). *Primeiro Relatório de Avaliação Nacional (RAN1)*. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas.
- Pettersson, R. (2010). Information Design—Principles and Guidelines. *Journal of Visual Literacy*, 29(2), 167–182. <https://doi.org/10.1080/23796529.2010.11674679>
- Quipungo, P. F., Braga, B. A., Rodrigues, E. C. C., & Rosano Peña, C. (2016). Percepção da qualidade no serviço de transporte público urbano e de seus impactos ambientais no Distrito Federal - DF - Brasil. *Estudos do CEPE*, (44), 100–112. <https://doi.org/10.17058/cepe.v0i44.7851>
- Santos, D. dos, Fadel, L. M., Santos, G. A. dos, & Paula, M. M. de. (2024). Design da informação como recurso de acessibilidade: o caso da WCAG. *Anais Do XV Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento Em Design - P&D Design*. <https://doi.org/10.29327/5457226.1-379>
- Scripps Institution of Oceanography - University of California San Diego. (2025). *Charles David Keeling Biography*. https://scrippsco2.ucsd.edu/history_legacy/charles_david_keeling_biography.html
- Sociedade Brasileira de Design da Informação (SBDI). (2020). *Definições*. <https://www.sbdI.org.br/definicoes>
- Stern, N. (2006). *Stern Review on the Economics of Climate Change*. HM Treasury.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Recuperado de <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>
- Toé, L. A. F., Meneguelo, A. P., & Chaves, G. de L. D. (2024). Consciência ambiental e percepção pública sobre a captura e armazenamento de carbono em universidades brasileiras. *Ambiente & Sociedade*, 27. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc00681vu27L5AO>
- World Health Organization. (s.d.). *Public health and environment*. World Health Organization. Recuperado em 12 de março de 2025, de <https://www.who.int/data/gho/data/themes/public-health-and-environment>
- World Meteorological Organization. (2021). *Atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water extremes (1970–2019)*. World Meteorological Organization. https://library.wmo.int/viewer/57564/download?file=1267_Atlas_of_Mortality_en.pdf&type=pdf&navigator=1

Sobre os autores

Luiza A. Garcia, PUC-Rio, Brasil <lu.garcia.albuq@gmail.com>

Mariana Menezes O. Sousa, B.A., PUC-Rio, Brasil <mmos@aluno.puc-rio.br>

Claudia Mont'Alvão, Dra., PUC-Rio, Brasil <cmontalvao@puc-rio.br>

Manuela Quaresma, Dra., PUC-Rio, Brasil <mquaresma@puc-rio.br>

Carlos Eduardo Félix da Costa, Dr., PUC-Rio, Brasil <cadu@puc-rio.br>

João Bonelli, Dr., PUC-Rio, Brasil <joao-bonelli@puc-rio.br>