

ESCOLHA DE METODOLOGIA E ESTIMATIVA DE PEGADA DE CARBONO DO SERVIÇO DE ENTREGA DA EMPRESA COURRIEROS

Sergio Ramírez López

PUC-Rio

seramirezlo@unal.edu.co

Hugo Repolho

PUC-Rio

hugorepolho@gmail.com

RESUMO

O propósito deste trabalho é utilizar métodos multicritério de apoio à tomada de decisão como o AHP e o TOPSIS para escolher a metodologia mais apropriada para realizar a estimativa de PC de um serviço de entregas da empresa Courrieros, que utiliza *bikes* como veículo de transporte na cidade do Rio de Janeiro, e compará-la com o mesmo serviço de entrega realizado com veículos convencionais (moto). Os resultados demonstraram que a metodologia PAS 2050 é a mais apropriada para realizar o cálculo de emissões de GEE do serviço. Ao empregar a moto como veículo de transporte, se produzem 231,93 kg de CO_{2e} de emissões de GEE por dia, ou seja, 10,89 vezes mais emissões do que ao utilizar a *bike*, que produz somente 21,28 kg de CO_{2e} por dia de trabalho.

Palavras chave. Pegada de Carbono; Logística Verde; PAS 2050; Sustentabilidade.

1. Introdução

A bicicleta tal e como a conhecemos hoje é produto de um grande número de invenções que começaram a partir do século XVIII, junto ao progresso das cidades. No ano de 1861, na cidade de Paris, se apresentou o primeiro velocípede, conhecido como “cavalo de ferro”. Nasceu como um dos símbolos do progresso da época que foi adotado pelos entusiastas da modernidade. Seu uso provocou uma verdadeira revolução na mobilidade social do período de transição do século XIX para o XX. Principal substituta do cavalo como meio de transporte individual, ela era considerada artefato de luxo e permitiu maior autonomia na mobilidade das pessoas.

Aos poucos novas fábricas de bicicletas foram aparecendo resultando em uma produção em massa, diminuindo assim o preço e sendo mais acessível para as classes mais baixas. Isso contribuiu com o apogeu da industrialização tanto como produto quanto como meio de transporte. Em Paris seu uso se popularizou rapidamente devido ao incentivo das fábricas para que seus operários as adotassem como meio transporte no percurso casa-trabalho.

O Brasil começou a construir sua história com a bicicleta no mesmo período, devido à forte influência do estilo de vida europeu, em especial o estilo francês, vivido no processo de modernização do país. Quando o ciclismo começou a se tornar prática cultural e a bicicleta deixou de ser considerada somente um produto, houve modificações na estrutura física da cidade. Assim, no final do século XX, começou-se a adaptação do uso das bicicletas como meio de transporte e se vivenciou o revestimento de calçadas, construção de ciclovias, uso dos bicicletários e a modificação de ruas e estradas como produto disso (BINATTI, 2016).

Hoje a bicicleta é vista como um dos principais ícones da sustentabilidade quando o assunto é mobilidade urbana devido ao baixíssimo, praticamente inexistente, impacto ambiental que ela produz, se comparando aos veículos motorizados.

Numa cidade como o Rio de Janeiro onde os engarrafamentos conflitam entre a pontualidade das entregas e a satisfação do cliente, as empresas transportadoras, os centros de distribuição e todas as organizações de transporte de bens estão destinadas a implementação de métodos de distribuição mais complexos que estão diretamente ligados com os altos preços de desenvolvimento. No ano de 2014 a empresa Courrieros surgiu com uma proposta diferente: realizar serviço de entregas em determinados bairros da cidade de maneira eficaz e sem produzir nenhuma emissão de GEE, gerando um valor agregado ao serviço, atingindo todos os níveis de sustentabilidade e integrando os pilares econômico, social e ambiental.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: Na Seção 2, se encontra a definição dos conceitos de PC e a análise das metodologias para realizar sua estimativa. A Seção 3 refere-se à seleção dos critérios para avaliar as metodologias e o uso dos métodos multicritério de apoio à tomada de decisões e, assim, selecionar a metodologia mais apropriada para o cálculo de emissões de GEE do serviço de entregas. Na Seção 4 é feita a apresentação da empresa Courrieros e se descrevem os serviços de entregas que são realizados, em seguida se calcula a PC segundo a metodologia PAS 2050. Na Seção 5 se apresentam os resultados do cálculo e se realiza a comparação entre o uso de diferentes veículos de transporte para realizar o serviço. Por último, a Seção 9 traz as considerações finais do estudo.

2. Metodologias

No contexto da crescente conscientização global sobre a mudança climática, o conceito de PC é amplamente utilizado como ferramenta de marketing para mobilizar o sentimento público e privado. Existem diferentes metodologias que têm grande aceitação na sociedade porque

conseguem atender diferentes exigências nos diferentes contextos, e, além disso, têm grande aceitabilidade internacional.

O conceito de Pegada de Carbono (PC), é o total de emissões de CO₂ e de quaisquer outros gases (GEE), expressos em termos de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), para um sistema definido ou atividade. Ele mede o total da contribuição para a mudança climática e identifica onde os maiores impactos de carbono e os potenciais custos ganhos ocorrem. A PC é a soma do conteúdo das emissões de GEE, em massa de CO₂ equivalente de todos os materiais, energia e resíduos gerados nas atividades do ciclo de vida do produto, multiplicadas pelos respectivos fatores de emissão.

A Comissão Europeia criou um documento com o título “*Análise das existentes metodologias sobre pegada de carbono para produtos e organizações*” com a intenção de fornecer uma análise detalhada das metodologias selecionadas como base para formular orientações e requisitos e, assim, definir uma metodologia europeia comum sobre a PC (EUROPEAN COMMISSION, 2011). Com base nesse documento foram selecionadas metodologias para realizar este trabalho, as quais são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Metodologias analisadas

ID	Metodologia	Objetivo principal
1	ISO 14067	Estabelecer os princípios, requisitos e orientações para a quantificação e comunicação da Pegada de Carbono do Produto (PCP), com base em normas internacionais de avaliação do ciclo de vida para a certificação (ISO 14040 e ISO 14044) e declarações e rotulagem ambiental (ISO 14020, ISO 14024 e ISO 14044).
2	Ecological footprint	Ferramenta de contabilidade de recursos que mede disponibilidade de recursos na natureza, o quanto usamos e quem usa o quê. Documentar se estamos vivendo dentro do nosso “orçamento ecológico” ou consumindo recursos disponíveis mais rapidamente do que o planeta pode renová-los.
3	GHG Protocol	Fornecer um quadro geral para que as empresas realizem escolhas baseadas nessa informação para reduzir os GEE nos diferentes escopos dos produtos (bens ou serviços), que fabricam, vendem, compram ou utilizam.
4	BPX 30-323	Definir os principais princípios para a elaboração de guias metodológicos específicos para as Regras de Categorias de Produtos (RCP).
5	PAS 2050	É uma especificação disponível publicamente para avaliar o ciclo de vida das emissões de gases efeito estufa (GEE) de bens e serviços na perspectiva de fornecer uma base comum de quantificação, que permitirá a análise e a implementação de um programa efetivo de redução de GEE nas organizações.

3. Escolha da metodologia

Todas as metodologias descritas na seção anterior servem para realizar a estimativa da PC de produtos e serviços, dificultando a escolha de qual é a mais adequada. Porém Zijp *et al.* (2015), fez uma revisão literária com o fim de produzir um levantamento dos critérios mais relevantes para realizar a seleção de Métodos de Avaliação de Sustentabilidade, principalmente porque cada metodologia tem diferenças significativas, por exemplo, em relação à sua abrangência e reconhecimento internacional. Ao fazer uma escolha sem fundamentos, pode-se perder o objetivo do estudo.

Após realizar reuniões com os orientadores, que tinham como objetivo a devida interpretação dos critérios, se definiu o tipo de natureza dos subcritérios (Eliminatório e/ou Classificatório) para facilitar o processo de escolha da metodologia para a estimativa de PC, pois se a metodologia não cumpre algum dos critérios eliminatórios, por conseguinte, não será considerada para continuar o processo de avaliação. A Tabela 2 apresenta os critérios e subcritérios com sua respectiva interpretação e seu tipo de natureza.

Tabela 2. Critérios para escolha da metodologia

ID	Critério	ID	Subcritério	Interpretação	Tipo	
					E	C
1	Limite do sistema/inventário	1.1	Objeto.	Serviço logístico de distribuição física	x	x
		1.2	Foco espacial.	Corporativo		x
		1.3	Abordagem do ciclo de vida.	Abordagem do ciclo de vida.		x
2	Avaliação de impacto/Seleção do tema.	2.1	Seleção do tema e o indicador.	Pegada de carbono	x	x
		2.2	Foco espacial do impacto.	Atividade móvel		x
		2.3	Foco temporal do impacto.	Curto, meio e longo prazo		x
3	Agregação/ interpretação.	3.1	Meta de sustentabilidade.	Redução de carbono equivalente dos serviços		x
		3.2	Normalização/ ponderação / método de agregação.	Método de agregação.		x
4	Desenho do método.	4.1	Partes interessadas envolvidas.	Stakeholders		x
		4.2	Contexto da avaliação.	Benchmarking; Green logistics		x
		4.3	Incertezas.	Incertezas de medição		x
5	Restrições organizacionais.	5.1	Restrições formais.	Instituições reconhecidas		x
		5.2	Restrições de conhecimento e disponibilidade.	Exigências de competências especializadas		x
		5.3	Restrições de software e disponibilidade.	Tipo e facilidade de acesso ao software		x
		5.4	Restrições e dados disponíveis.	Tipo e facilidade de acesso aos dados		x

A seguir se apresentam os métodos de apoio a tomada de decisão multicritério que foram utilizados para fazer a escolha da metodologia e realizar a estimativa da PC. Por último, os passos para fazer a estimativa de PC com a metodologia selecionada.

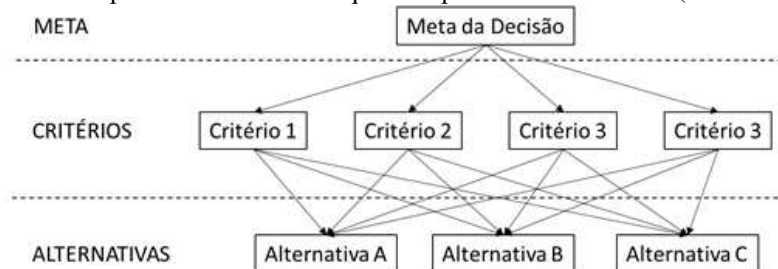
3.1. Métodos de apoio à tomada de decisão multicritério

Para determinar qual é a melhor metodologia para realizar a estimativa de PC do serviço, foram utilizados dois métodos de apoio à tomada de decisão multicritério para refinar o processo. Primeiramente se utilizou o método AHP para elaborar a devida ponderação dos critérios, em seguida se usou o método TOPSIS para realizar a escolha da metodologia baseando-se na distância euclidiana das alternativas. Os métodos foram fortemente recomendados pelo orientador, devido ao grande sucesso no uso deles em diferentes trabalhos orientados.

3.1.1. Método (AHP) para ponderação dos critérios

O Processo Analítico Hierárquico ou *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é uma técnica estruturada para tratar decisões complexas. Em vez de prescrever a decisão “correta”, o AHP ajuda aos tomadores de decisão a encontrar a melhor solução que se ajusta às necessidades e à compreensão do problema. Esta ferramenta, baseada em matemáticas e análise, foi desenvolvida por Saaty (1977) e tem sido estudada e refinada extensivamente até agora. O método AHP fornece um marco referencial abrangente e racional para estruturar um problema como: Representar e quantificar seus elementos, Relacionar esses elementos com as metas globais, e Avaliar as soluções alternativas (SAATY 1977).

Figura 1. Exemplo de estrutura hierárquica de problemas de decisão (em três níveis)



Fonte: Saaty, 1977.

O método AHP compreende quatro etapas, de acordo com a descrição de Saaty (1977):

- Organização da estrutura hierárquica, através da identificação do foco principal, dos critérios e subcritérios (quando existirem) e das alternativas, refletindo as relações existentes entre eles;
- Aquisição dos dados e coleta de julgamentos de valor, através da comparação dos elementos dois a dois e estabelecimento das matrizes de comparações;
- Análise das matrizes de comparações geradas na fase anterior, que indicarão a prioridade de cada alternativa em relação ao foco principal;

- Análise dos indicadores de desempenho derivados, como índices de consistência, por exemplo.

Foi utilizado o Software IPÊ, desenvolvido pelo professor Helder Gomes Costa da Universidade Federal Fluminense (UFF) com o propósito de implementar o algoritmo do método AHP proposto por Saaty (1977) e facilitar seu uso.

O julgamento dos critérios, foi realizado pelos estudantes da disciplina MQI 2604 “Sistemas de Mensuração da Sustentabilidade” do programa de Pós-graduação em Metrologia da PUC-Rio, assim se evitaram preferências pessoais que poderiam interferir na avaliação, tanto do estudante como dos orientadores. Os integrantes da turma se apresentam na Tabela 3.

Tabela 3. Listagem dos integrantes para o julgamento

ID	Nome
1	Arnoldo Furtado
2	Clarena Arrieta
3	Eduardo Machado
4	Felipe Duarte
5	Flávio Martins
6	Marcello Reis

À continuação se apresentam os respectivos pesos dos critérios e subcritérios como resultado do AHP na Tabela 4.

Tabela 4. Pesos dos critérios e subcritérios do AHP

ID	Critério	ID	Subcritério	Interpretação	Tipo	
					E	C
1	Limite do sistema/inventário	1.1	Objeto.	Serviço logístico de distribuição física	x	x
		1.2	Foco espacial.	Corporativo		x
		1.3	Abordagem do ciclo de vida.	Abordagem do ciclo de vida.		x
2	Avaliação de impacto/Seleção do tema.	2.1	Seleção do tema e o indicador.	Pegada de carbono	x	x
		2.2	Foco espacial do impacto.	Atividade móvel		x
		2.3	Foco temporal do impacto.	Curto, médio e longo prazo		x
3	Agregação/ interpretação.	3.1	Meta de sustentabilidade.	Redução de carbono equivalente dos serviços		x
		3.2	Normalização/ ponderação / método de agregação.	Método de agregação.		x
4	Desenho do método.	4.1	Partes interessadas envolvidas.	Stakeholders		x
		4.2	Contexto da avaliação.	Benchmarking; Green logistics		x
		4.3	Incertezas.	Incertezas de medição		x
5	Restrições organizacionais.	5.1	Restrições formais.	Instituições reconhecidas	x	
		5.2	Restrições de conhecimento e disponibilidade.	Exigências de competências especializadas		x
		5.3	Restrições de software e disponibilidade.	Tipo e facilidade de acesso ao software		x
		5.4	Restrições e dados disponíveis.	Tipo e facilidade de acesso aos dados		x

3.1.2. Método TOPSIS para escolha da metodologia

Uma técnica de tomada de decisão bastante usada, conhecida como TOPSIS (do inglês: *Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution*) serve para avaliar o desempenho das alternativas através da similaridade com a solução ideal (Hwang e Yoon, 2012) De acordo com essa técnica, a melhor alternativa seria aquela que é a mais próxima da solução ideal positiva e a mais distante da solução ideal negativa.

A ferramenta TOPSIS foi utilizada para escolher a metodologia mais adequada para realizar a estimativa da PC do serviço de entregas da empresa *Courrieros*.

Basicamente, a técnica compreende as seguintes etapas:

- Construção da matriz do problema ou matriz de decisão, que traz as alternativas e critérios selecionados juntamente com as notas e avaliações;
- Cálculo da matriz normalizada, utilizando normalização linear ou por vetor;
- Cálculo da matriz com os respectivos pesos de cada critério, definidos previamente por um ou mais tomadores de decisão;
- Identificação da PIS e da NIS;
- Cálculo das distâncias entre a PIS e cada alternativa, e entre a NIS e cada alternativa;
- Cálculo da similaridade para a posição ideal positiva, que vai definir a hierarquização das alternativas estudadas.

Definiu-se uma escala para o julgamento das metodologias segundo o nível de atendimento ao critério. A escala vai de um (1) que significa que não atende ao critério, até cinco (5) que significa que o atende absolutamente, como se define na Tabela 5.

Tabela 5. Escala de atendimento ao critério utilizado no TOPSIS

Nível	Classificação
1	Não atende
2	Parcialmente
3	Moderado
4	Forte
5	Absoluto

O julgamento das metodologias segundo a ferramenta TOPSIS foi feito pelos mesmos integrantes mencionados na seção anterior. A matriz de decisão do TOPSIS se apresenta na Tabela 6.

Tabela 6. Matriz de decisão

Metodologias	C1 Limite do sistema			C2 Avaliação de impacto			C3 Agregação		C4 Desenho do Método			C5 Res. Organizacionais			
	SC1.1	SC1.2	SC1.3	SC2.1	SC2.2	SC2.3	SC3.1	SC3.2	SC4.1	SC4.2	SC4.3	SC5.1	SC5.2	SC5.3	SC5.4
ISO 14067	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	2	5	2	5	2
Ecological Footprint	5	4	5	5	5	2	5	4	5	5	2	5	5	5	3
GHG protocol	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	2
BPX 30 323	2	4	5	5	5	5	5	5	2	5	2	2	1	5	2
PAS 2050	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	2
Valor Máximo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3

A metodologia TOPSIS possui três passos, essencialmente, descritos a seguir.

Passo 1: Cálculo das soluções ideais positivas A^+ (PIS) e das soluções ideais negativas A^- (NIS) da seguinte forma:

$$A^+ = (p_1^+, p_2^+, \dots, p_m^+) \quad (1)$$

$$A^- = (p_1^-, p_2^-, \dots, p_m^-) \quad (2)$$

onde

$$p_j^+ = (\max_i \cdot p_{ij}, j \in J_1; \min_i \cdot p_{ij}, j \in J_2) \quad (3)$$

$$p_j^- = (\min_i \cdot p_{ij}, j \in J_1; \max_i \cdot p_{ij}, j \in J_2) \quad (4)$$

Onde J_1 e J_2 representam respectivamente o critério benefício e custo.

Passo 2: Cálculo das distâncias Euclidianas entre A_i e A^+ (benefícios) e entre A_i e A^- (custos) da seguinte forma:

$$d^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (p_j^+ - p_{ij})^2}, \text{ com } i = 1, \dots, m \quad (5)$$

$$d^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (p_j^- - p_{ij})^2}, \text{ com } i = 1, \dots, m \quad (6)$$

O vetor de peso $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ composto pelos pesos individuais para cada critério C_j (Tabela X), definidos anteriormente no método AHP, que satisfazem a formula:

$$\sum_{i=1}^n w_j = 1 \quad (7)$$

Passo 3: cálculo da proximidade relativa (ξ_i) para cada alternativa A_i em relação à solução ideal positiva A^+ conforme:

$$\xi_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (8)$$

Obtendo assim a Tabela 7, onde o resultado mais próximo da solução ideal é o da metodologia PAS 2050, a qual será utilizada para realizar a estimativa de PC do serviço de entregas da empresa Courrieros.

Tabela 7. Resultado da metodologia TOPSIS

Resultado TOPSIS		
Metodologias	ϵ	Ranking
ISO 14067	0,73654	3
Ecological Footprint	0,57179	4
GHG protocol	0,84008	2
BPX 30 323	0,41267	5
PAS 2050	0,86676	1

4. Estimativa de pegada de carbono

Essa seção contém a apresentação da empresa e os tipos de serviços que realizam. Também inclui os passos para realizar a estimativa de PC definida pela metodologia escolhida.

4.1. A empresa

Figura 2. Logo da empresa



Fonte: Courrieros

A empresa teve início na cidade de São Paulo e se encontra no mercado carioca há dois anos. A Courrieros conta com uma equipe de 32 ciclistas e a casa base se localiza, estrategicamente, em Botafogo. Ela atua em áreas como Zona Sul, Centro, Tijuca e Niterói. As entregas vão desde documentos de agências e escritórios de advocacia até *deliveries* de comidas de restaurantes, como o *Market*, em Ipanema e o *Brasileirinho*, na Tijuca. Além disso, a empresa faz entregas de roupas de marcas como Reserva e Osklen.

A Courrieros ressalta que são três os motivos principais que tornam a bicicleta melhor para as entregas. O primeiro é ecológico: a cada entrega que é feita de *bike*, deixa-se de emitir em média 1 kg de CO₂ por quilômetro. O outro ponto é a parte econômica, já que a bicicleta gasta 30% a menos do que a moto, por não usar gasolina e a manutenção ser mais barata, portanto o custo

para o cliente é menor. E, finalmente, a eficiência em distâncias de até 8 km (*Last Mile*): a *bike* é considerada mais prática e mais rápida do que a moto.

4.2. O serviço

A empresa Courrieros oferece vários tipos de entregas realizadas de forma eficiente, ecológica e segura. As entregas mais comuns são de documentos e pacotes de pequenos volumes, mas, também, contam com cestas e bagageiros. Em média são feitas 346 entregas por dia.

Eles definem as entregas em duas categorias: Entregas Simples e Entregas com Roteiro.

As *entregas simples* são consideradas programadas quando o cliente liga até às 18 horas do dia anterior. Mas, também, podem ser entregas agendadas - que são para o mesmo dia, mas sem pressa.

O preço é um diferencial da empresa Courrieros. Eles não cobram a mais para entregas longe da sede, o preço varia somente de acordo com a distância entre o ponto de retirada (A) e destino (B) do seu pacote. Ou seja, desde que esteja no raio de atendimento, não precisa se preocupar se estiver distante da sede, pois operam de forma flexível: os ciclistas estabelecem pontos estratégicos em cada região e raramente param na base no mesmo dia. A Figura 3 define os preços da entrega dependendo da distância do ponto A até o ponto B.

Figura 3. Tabela de preços segundo a distância

Distâncias do Ponto de Coleta ao Ponto de Entrega	Entregas Programadas ¹	Entregas Rápidas ²
 0 - 1,9 KM	R\$20,00	R\$23,00
 2 - 9,9 KM	R\$26,00	R\$30,00
 10 - 14,9 KM	R\$35,00	R\$40,00
 15km - 20km	R\$45,00	R\$52,00


Fonte: Courrieros

Para as entregas geradas pelo *E-commerce* (Reserva, Osklen e Netshoes) se realiza uma coleta em um veículo motorizado no CD que fica localizado no bairro de São Cristóvão (entre 40 e 50 entregas). Elas são levadas para a empresa (Botafogo) onde se realiza o processo de distribuição setorizada nos diferentes bairros do Rio.

A empresa Courrieros também realiza entregas de Ida e volta, ou seja, entregas em que o documento ou recibo precisa ser trazido de volta ao endereço de coleta. Nesse caso, é adicionado

50% do valor da entrega. Para estes serviços (ida e volta), ou se o ciclista tiver de esperar na recepção, a partir de 10 minutos de espera, cobra-se R\$5,00 a cada 10 minutos adicionais (Figura 4).

Figura 4. Tabela de preços segundo o tempo de espera

Tempo	Cobrança
 0 -10 minutos	-
 10-20 minutos	R\$5,00
 20-30 minutos	+ R\$10,00
 30-40 minutos	+ R\$15,00
 Mais de 40 minutos	+R\$5,00 a cada 10 minutos

Fonte: Courrieros

Os Courrieros cobram ou não uma taxa adicional dependendo do peso e/ou volume do objeto.

Exemplo: Suponha um serviço de cartório a 7 km de sua casa e que precise ter de volta o documento com assinatura. Se chegando lá o ciclista esperar 30 minutos na fila, o total de sua entrega ficará: R\$26 (a entrega) + R\$13 (adicional pela volta) + R\$10 (pela espera) = R\$49.

As entregas com Roteiro se definem como as entregas que tem um ponto de coleta e diversos destinos. Este tipo de entrega é muito utilizado por restaurantes da cidade, também para a repartição de convites e brindes.

Para estes roteiros, cobra-se apenas o preço da primeira entrega e um adicional pelo tempo até realizar as demais entregas. O adicional é o mesmo que o cobrado para o tempo de espera: \$5,00 a cada dez minutos, a partir do 10º minuto. Isto vale se os destinos estiverem a uma distância de até 2 km entre si.

Exemplo, se você quer entregar seis convites, suponha que a 7 km de sua casa e agenda no dia anterior, a primeira entrega sairá por R\$26,00 e se demorar 25 minutos para entregar as outras cinco, o total do seu roteiro ficará R\$26,00 + R\$10,00 = R\$36,00.

4.3. Cálculo da pegada de carbono utilizando a metodologia PAS 2050

Conforme definido pela Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), é necessário definir uma unidade funcional para a quantificação da PC do serviço.

A unidade funcional definida para o cálculo da PC neste estudo é um (1) dia de trabalho que corresponde a 10 horas, diferenciando pelo tipo de serviço (entregas simples, entregas com roteiro e entregas pertencentes ao *e-commerce*).

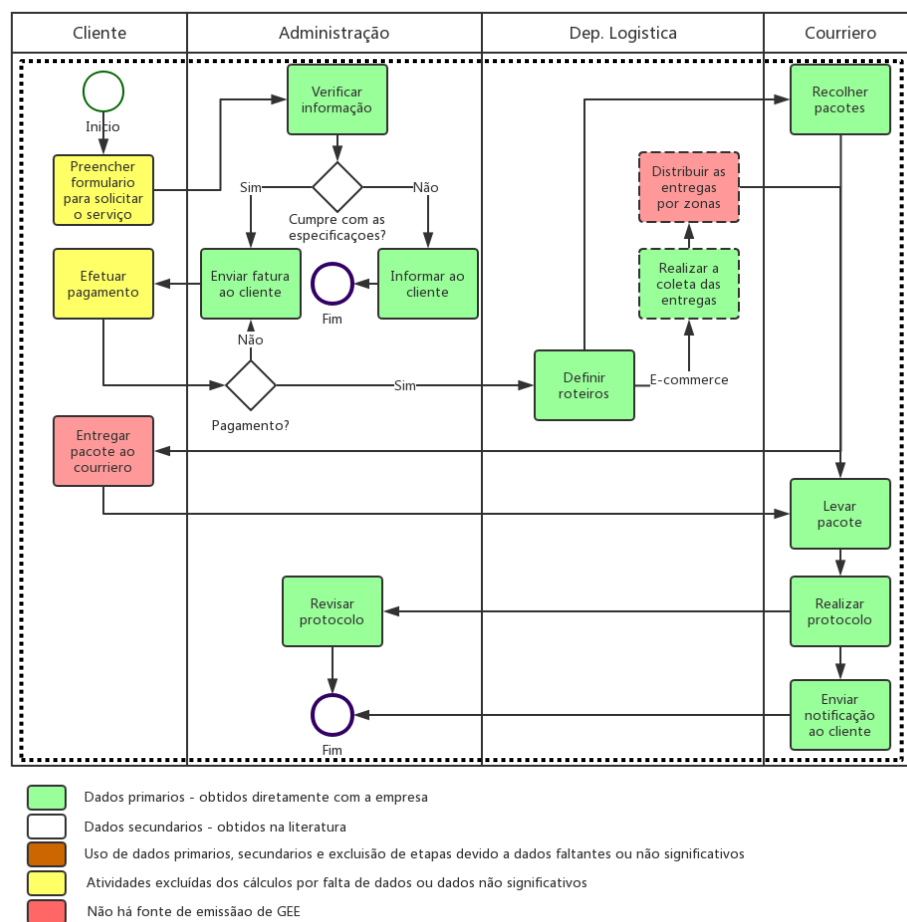
Um (1) dia de trabalho na empresa Courrieros corresponde, em média, a 346 entregas, ou seja, 189 entregas com roteiro (restaurantes), 33 entregas simples e 123 entregas de *e-commerce*. O que equivale a 569 km percorridos, nos diferentes setores de atuação da empresa.

A metodologia PAS 2050 possui cinco passos principais no cálculo da PC de qualquer produto ou serviço, descritos a seguir:

4.3.1. Passo 1: Mapeamento do processo

O processo de entregas realizado pela empresa Courrieros, pode ser considerado relativamente simples. Consta de cinco passos, essencialmente, que se ilustram na Figura 5.

Figura 5. Mapa do processo com identificação dos tipos de dados e itens excluídos do cálculo da PC



4.3.2. Passo 2: Fronteiras e prioridades

Realizou-se uma análise preliminar de relevância e disponibilidade de dados para definir as fronteiras deste estudo, e pôde-se concluir que alguns componentes do processo poderiam ser excluídos, como detalhado na Figura 5.

Conforme mostrado na figura, os dados primários podem ser obtidos diretamente com a empresa, utilizando seus diferentes relatórios sobre o serviço de entregas. Os dados secundários foram pesquisados em fontes reconhecidas e publicadas oficialmente. Foram tomados os devidos cuidados com a transparência destas informações, a fim de possibilitar uma análise das condições em que os dados foram obtidos, tais como características específicas do serviço.

A exclusão de alguns itens da estimativa da PC do serviço de entregas deveu-se aos baixos valores quantitativos destes dados e, também, à falta de informações na literatura sobre fatores de GEE dessas atividades.

Os fatores de emissão das diferentes etapas do processo de entregas foram pesquisados em publicações específicas de cada uma delas.

4.3.3. Passo 3: Coleta de dados

Foram utilizados os dados fornecidos pela empresa referentes ao mês de dezembro onde foram trabalhados 22 dias no mês. Esses dados são apresentados na Tabela 8, a seguir.

Tabela 8. Quantidades de entregas por tipo de serviço

Tipo de entrega	Mensal		Média diária	
	Nro de entregas	Km percorridos	Nro de entregas	Km percorridos
Roteiro	4166	4166	189	189,36
Simple	731	2924	33	132,91
E-commerce	2714	5428	123	246,73
TOTAL	7611	12518	346	569

4.3.4. Passo 4: Cálculo da pegada de carbono

O cálculo da PC do serviço de entregas se dividiu em cinco componentes que são as principais fontes de emissão do processo: consumo de energia elétrica, consumo de água, a quantidade de folhas de papel utilizadas (protocolo de entrega); já os dois últimos são relativos ao transporte: se estimaram as viagens ao utilizar a barca no trajeto (Rio-Niterói) e, também, as viagens ao CD (São Cristóvão) para realizar a coleta das entregas geradas pelo *e-commerce*. A Tabela 9 resume a contabilização feita para o serviço de entregas.

Tabela 9. Contabilização de emissões de GEE

Fonte de emissão do processo	Consumo diário			Fator de Emissão			Emissão de GEE (kgCO ₂ e)
	Quantidade	Unidade	Fonte	FE	Unidade	Fonte	
Energia elétrica	9,755	KWh	Courriers	0,2343	kgCO ₂ e/ KWh	MCT (2016)	2,28521
Água	0,1309	m ³	Courriers	0,3441	kgCO ₂ e/ m ³	DEFRA (2012)	0,04505
Folhas de papel	1,6217	kg	Courriers	0,78	kgCO ₂ e/ kg	IPCC (2006)	1,26490
Barcas	11,8	km	Courriers	0,2280	kgCO ₂ e/ km	DEFRA (2012)	2,69031
Carro*	17,2	km	Courriers	0,8720	kgCO ₂ e/ km	DEFRA (2012)	14,99813

* Carro 8v (1.0) e combustível Flex

Contabilizaram-se também as emissões ao utilizar como veículo de transporte uma motocicleta em vez da bicicleta, com o fim de comparar as quantidades de gases poluentes emitidos. Assim as viagens em barca no trajeto Rio-Niterói seriam eliminadas, já que se utilizaria a ponte para chegar até a empresa, totalizando 57 quilômetros (28,5 km cada) . Na Tabela 10 se contabilizam as emissões geradas pelo uso da motocicleta.

Tabla 10. Contabilização de emissões utilizando a moto

Fonte de emissão do processo	Consumo diário			Fator de Emissão			Emissão de GEE (kgCO ₂ e)
	Quantidade	Unidade	Fonte	FE	Unidade	Fonte	
Moto (Rio-Niterói)	57	km	Courriers	0,3408	kgCO ₂ e/ km	DEFRA (2012)	19,4256
Moto**	569	km	Courriers	0,3408	kgCO ₂ e/ km	DEFRA (2012)	193,915

** Motocicleta 4 tiempos, 125 cc e combustível Etanol

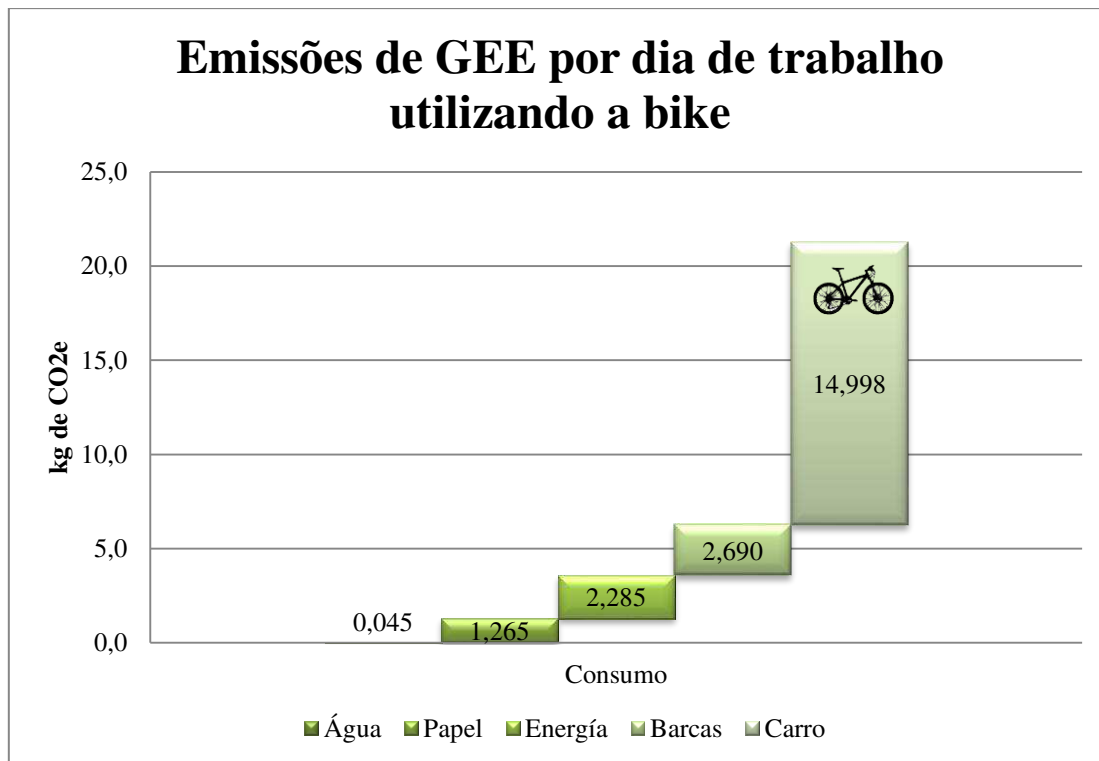
4.3.5. Passo 5: Incertezas

O quinto passo da metodologia PAS 2050 trata da precisão dos dados, e por ser opcional não está sendo abordado nesta visão geral da metodologia porque os dados fornecidos pela empresa são precisos e as referências bibliográficas acolhidas para definir os FE são confiáveis.

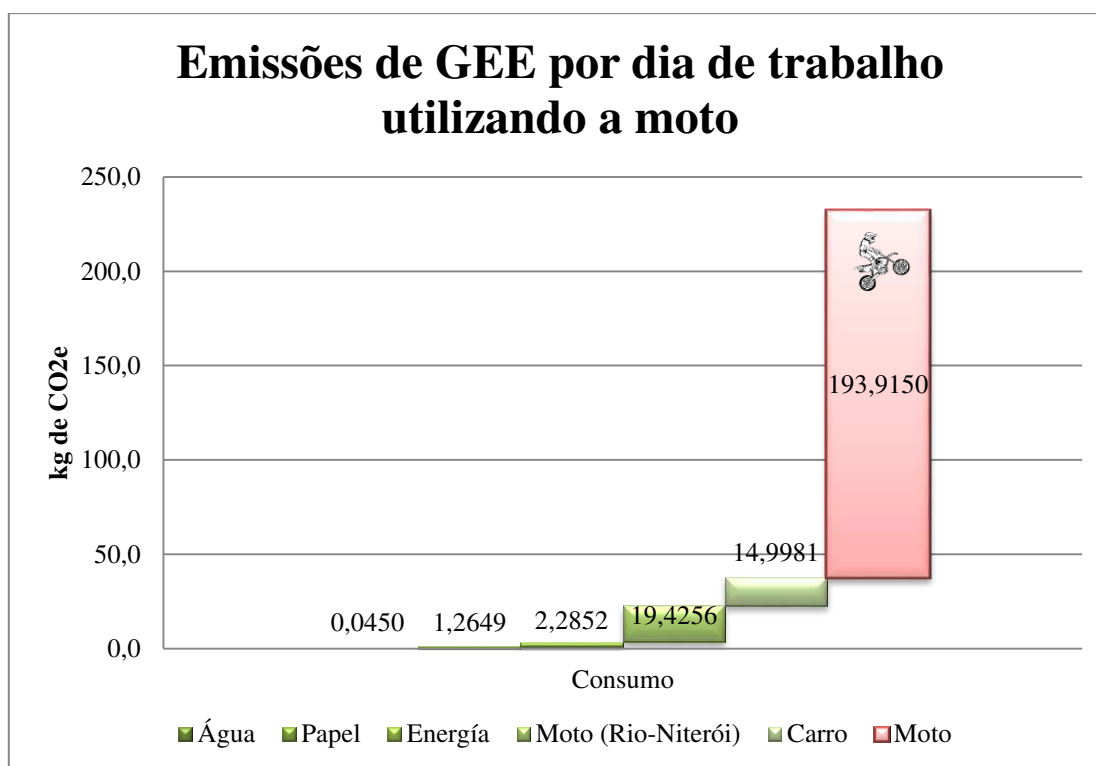
5. Resultados

Como visto nas seções anteriores, a empresa Courriers se caracteriza por sua ideologia sustentável: conseguem emitir por dia somente 21,28 kg de CO₂e o que é realmente baixo para uma empresa neste setor. Já a Figura 6 mostra graficamente cada componente da contabilização de emissões de GEE representados em CO₂e.

Figura 6. Emissões de GEE por dia de trabalho utilizando a *bike*



Ao realizar a contabilização de emissões de GEE como se as entregas fossem realizadas de moto, o nível de emissões aumenta drasticamente conforme já esperado. A primeira mudança seria a não utilização da barca para realizar o trajeto Rio-Niterói. Assim, se utilizaria a ponte para chegar até a empresa o que significa que o trajeto seria de 57 km (28,5 km cada). Nesse caso, o total seria de 231,93 kg de CO₂e por dia, ou seja, 10,89 vezes mais do que realizar as entregas utilizando *bikes*. A seguir, a Figura 7 ilustra a contabilização de emissões de GEE utilizando a moto como veículo de transporte.

Figura 7. Emissões de GEE por dia de trabalho utilizando a moto

Resumido, diariamente se produziriam 210,65 kg de CO₂e a mais ao utilizar a moto como veículo de transporte e, mensalmente, na mesma proporção, a quantidade aumentaria para 4634,31 kg de CO₂e, como se apresenta na Tabela 11.

Tabla 11. Diferença entre as emissões por tipo de veículo

Tipo de veículo utilizado	Emissões diárias		Emissões mensais	
	Quantidade	Unidade	FE	Unidade
Bike	21,28	kg CO ₂ e	468,24	kg CO ₂ e
Moto	231,93	kg CO ₂ e	5102,55	kg CO ₂ e
Diferença	-210,65	kg CO₂e	-4634,31	kg CO₂e

6. Considerações finais

Cumprindo com o objetivo geral proposto inicialmente, o trabalho analisou as diferentes metodologias referências para a Comissão Europeia e reconhecidas a nível mundial, baseando-se no uso de métodos de apoio a tomada de decisão multicritério, no qual o julgamento dos critérios estabelecidos foi realizado por agentes externos para a escolha mais apropriada e, assim, realizar

a estimativa de PC do serviço de entregas da empresa Courrieros. O resultado da estimativa foi comparado com o cálculo de emissões de GEE expressos em kg de CO₂e ao realizar o mesmo serviço modificando o veículo de propulsão humana (*bike*) por um veículo motorizado, neste caso, a motocicleta. Chegou-se a conclusão de que as motos produzem 231,93 kg de CO₂e de emissões de GEE por dia, ou seja, 10,89 vezes mais emissões do que as *bikes*, que produzem somente 21,28 kg de CO₂e por dia de trabalho.

Referências

- ADEME. 2010 BP X30-323.- “**Repository of Good Practices**” . French Agency for the Environment and Energy Management, Paris.
- BINATTI, Gabriela. **Mobilidade e cultura de bicicleta no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2016
- Empresa **Courrieros** disponível em: <http://www.courrieros.com.br/>
- DEFRA / DECC's **GHG Conversion Factors for Company Reporting**. Produced by AEA for the Department of Energy and Climate Change (DECC) and the Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra).
- HWANG, Ching-Lai; YOON, Kwangsun. **Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey**. Springer Science & Business Media, 2012.
- ISO, ISO. TS 14067: 2013. Greenhouse Gases—Carbon Footprint of Products—**Requirements and Guidelines for Quantification and Communication**. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2013.
- PAS, BSI. 2050: 2011 **Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services**. British Standards Institution, 2011.
- PROTOCOL, Greenhouse Gas. **Product life cycle accounting and reporting standard**. World Business Council for Sustainable Development and World Resource Institute, 2011.
- SAATY, Thomas L. **A scaling method for priorities in hierarchical structures**. Journal of mathematical psychology, 1977, vol. 15, no 3, p. 234-281.
- ZIJP, Michiel C., et al. **An identification key for selecting methods for sustainability assessments**. Sustainability, 2015, vol. 7, no 3, p. 2490-2512.