

PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NA LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL

Tássia Faria de Assis^{1,2}
Cíntia de Oliveira Machado^{1,2}
Marcio de Almeida D'Agosto¹

Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE¹

Programa de Engenharia de Transportes Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca²

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de avaliar o desempenho de atividades logísticas, após a aplicação de boas práticas sustentáveis. O procedimento possui a seguinte estrutura: definição do problema, coleta dos dados, elaboração do cenário *baseline*, escolha das boas práticas, elaboração do cenário com as boas práticas, avaliação da eficiência do cenário *baseline* e cenários com as boas práticas, avaliação da eficácia do cenário *baseline* e cenários com as boas práticas e apresentação dos resultados comparativos. O estudo de caso foi elaborado a partir de atendimento do ciclo de pedido diário de uma indústria de bebidas no município do Rio de Janeiro. Os indicadores avaliados foram o consumo de combustível, emissão de CO₂, custo fixo, custo variável e tempo de atendimento de pedido. Foi observado a redução de 9,5% do consumo de combustível e conseqüentemente das emissões de CO₂, de 9,5% no custo variável, 15% do custo fixo e um aumento de 7,7% no tempo de atendimento do ciclo do pedido com a aplicação das boas práticas de utilização de diferentes tipos de veículos para realização de entregas e coletas e *ecodriving*.

ABSTRACT

The main of this article is to evaluate the performance of logistic activities, after the application of best sustainable practices, through the elaboration of a procedure from the definition of the problem, data collection, baseline scenario elaboration, choice of best practices, elaboration of the scenario with best practices, evaluation of baseline scenario efficiency and scenarios with best practices, evaluation of baseline scenario effectiveness and scenarios with best practices and presentation of comparative results. The case study was developed based on the daily order cycle of a beverage industry in the city of Rio de Janeiro. The indicators evaluated were fuel consumption, CO₂ emission, fixed cost, variable cost and order fulfillment time, resulting in a reduction of 9,5% of fuel consumption and consequently of CO₂ emissions, of 9,5% in the variable cost, 15% of the fixed cost and a 7.7% increase in the order cycle time with the application of best practices of different types of vehicles for delivery and collection and *ecodriving*.

Palavras-chaves: logística sustentável, avaliação de desempenho, boas práticas, indicadores.

1. INTRODUÇÃO

As empresas necessitam reconhecer que a sustentabilidade deve fazer parte de suas estratégias logísticas e da gestão de sua cadeia de suprimentos, uma vez que, operações internas, como transporte, armazenagem e produção, precisam ser conduzidas da maneira mais eficiente possível, onde os relacionamentos a montante e jusante com fornecedores e clientes precisam adotar práticas sustentáveis (Grant *et al.*, 2017).

Para isso, um produto ou serviço precisa ser socialmente justo e ambientalmente amigável, além de ser produzido de forma eficiente, competitiva e lucrativa, fazendo com que a rápida evolução do desenvolvimento sustentável mudasse as metas em quase todas as cadeias de suprimentos tornando as estratégias da logística tradicional inadequadas (Soysal *et al.*, 2012).

Com a finalidade de atender a essas mudanças e reduzir essas inadequações, este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho de práticas logísticas, a partir de boas práticas sustentáveis.

O artigo se divide em revisão bibliográfica, procedimento, aplicação do procedimento –

estudo de caso e considerações finais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para este estudo foi realizada, uma revisão bibliográfica sistemática para identificação de indicadores, que é descrita por meio das atividades de planejamento, realização e comunicação, e divulgação, como definido por Oliveira (2016).

Na atividade de planejamento é identificada a necessidade da pesquisa, elaborada a proposta e realizado o protocolo de pesquisa. Na atividade de realização, após definidos os critérios de pesquisa, determinados na atividade de planejamento, é realizada a identificação e seleção dos estudos, avaliação dos resultados selecionados, extração dos dados e inclusão das informações, sintetização dos dados e feita a comunicação e divulgação dos resultados.

A necessidade da pesquisa é justificada a partir da colocação de Pieters *et al* (2012), pois, para que o controle do desempenho seja realizado, os principais indicadores de desempenho (KPIs) precisam ser definidos, bem como os procedimentos para o cálculo e avaliação dos mesmos. De forma complementar, segundo Kannegiesser *et al.* (2015) é importante notar que os indicadores de desempenho precisam ser definidos em um nível operacional para que sejam capazes de serem integrados em um estudo quantitativo do sistema logístico.

Como protocolo de pesquisa, a identificação dos estudos foi realizada a partir da determinação da base de dados do *Science direct*, o espaço geográfico (onde) de pesquisa não foi limitado, sendo considerado todos os países, as palavras-chaves foram separadas em dois grupos, “Indicators” and “Sustainable logistic” and “Performance” e “Indicators” and “Sustainable supply chain” and “Performance” na primeira rodada e “Performance indicators in sustainable logistics” e “Performance indicators in the sustainable supply chain” na segunda rodada, os tipos de documentos (como) foram originados de artigos e documentos como livros e relatórios publicados em áreas afins e o período de tempo de aceitação da publicação dos estudos (quando) foi entre os anos de 2007 e 2018.

O processo de seleção, que teve como critério, escolha de artigos que apresentassem estudos em atividades logísticas com visão sustentável, resultou em 69 estudos. No entanto, desses artigos selecionados foram incluídos 28 estudos, por meio do critério de identificação de indicadores aplicados em estudos de caso ou resultantes de revisão bibliográfica.

Os indicadores encontrados pela revisão foram apresentados pelos autores Mcknnon *et al.* (2010), Fan *et al.* (2013), Ala-Harja (2014), Krauth *et al.* (2014), Zhang *et al.* (2014), Bakar *et al.* (2014), Egilmez *et al.* (2014), Turi *et al.* (2014), Vlachos (2014), Mota *et al.* (2015), Gamme e Johansson (2015), Olsson e Shulemaja (2015), Domingues *et al.* (2015), Jabbour *et al.* (2015), OECD (2016), Oliveira (2016), Ahi *et al.* (2016), Dornhofer *et al.* (2016), Haghghi *et al.* (2016), Bakar e Jaafar (2016), Fan e Zhang (2016), Feitó-Cespón *et al.* (2017), Lukinskiy *et al.* (2017), Oliveira e D'Agosto (2017), Acquaye *et al.* (2017), Velden e Vogtlander (2017), Krakovics *et al.* (2018), Li e Mathiyazhagan (2018) e são apresentados na Tabela 1.

As atividades logísticas definidas como primárias podem ser alocadas nas etapas de suprimento e distribuição por meio do transporte, pela gestão de estoque e pelo processamento de pedidos (Vlachos, 2014).

Segundo Krauth *et al.* (2014), transporte é definido pela expedição, encaminhamento, consolidação, entrega do contrato, nota de frete do pagamento / auditoria, cross-docking, corretagem. Armazenamento é definido pelo armazenamento, recebimento, (re) montagem, devolução de mercadorias. Processamento de pedido é definido pela entrada /atendimento de pedidos, gerenciamento de consignatários, central de atendimento. Sistema de Informação é definido pelo EDI, roteamento / programação, inteligência artificial, sistemas especialistas, codificação de barras, RFID, conectividade baseada na Web, rastreamento e rastreamento.

De acordo com os tipos de atividades logísticas com os atributos, que segundo Oliveira e D'Agosto (2017), se referem às características associadas a um sistema, que são os instrumentos usados para descrever um dado objeto, segundo um determinado ponto de vista, podendo considerar aspectos quantitativos e qualitativos, os atributos foram distribuídos em custo (CT)¹, tempo, segurança, confiabilidade, flexibilidade, capacidade, frequência (NS²), energia, GEE, PA, consumo de materiais e impacto social.

Tabela: Indicadores de desempenho aplicados na logística

Atributo	Indicador	Atividade			Aspecto		
		TR	GE	TI/PP	E	A	S
Custo	Total da operação logística (R\$/embarque; R\$/t)	x	x	x	x		
	Terceirizado - frete (R\$/t.km)	x				x	
	Transferência/Movimentação (R\$/lote; R\$/viagem; R\$/hora, R\$/pallet, R\$/entrega)	x	x				x
	Acidentes (R\$/número de acidente no trânsito, R\$/número de acidentes no CD)	x	x				x
	Aquisição do veículo (R\$/veículo)	x					x
	Treinamento em TI (R\$/Funcionário)				x		x
	Fixo por centro de coleta ou centro de distribuição		x				x
	Aluguel de armazém (R\$/mês)		x				x
	Por ordem de pedido				x		x
	Instalação de sistema de informação				x		x
	Implantação de sustentabilidade	x	x	x	x		x
	Por rotação de emprego	x	x	x	x		x
	Recursos humanos	x	x	x	x		x
	Despesa com energia	x	x				x
Tempo	Inventário		x				x
	Entrega porta-a-porta - tempo em trânsito (horas/número de entregas)	x					x
	Utilização do veículo (km/velocidade da via)	x				x	x
	Carga e descarga (horas para carga ou descarga/número de entregas)	x	x			x	x
	Resposta a demanda na cadeia de suprimentos (dias/número de demanda atendida)	x	x	x	x		x
	Atendimento de pedidos (Número de pedidos atendidos/dia)	x	x	x	x		x
	Índice de melhoria do tempo do ciclo do pedido (%)	x	x	x	x		x
	Total de <i>lead</i> ((Horário da chegada do produto ao cliente- Horário do pedido do cliente) /dia)	x	x	x	x		x
	Total de operação (dias/t)	x	x	x	x		x
	Espera (horas/número de transbordo)	x	x				x
De viagem entre origem e destino (Hora/número de paradas)	x					x	

¹ CT: Representam a categoria de eficiência

² NS: Nível de serviço, representa a categoria de eficácia

	Médio de <i>picking</i> (Número de pedidos concluídos/hora)		x	x	x	
Segurança	Roubo de carga (Número de roubos/ano)	x			x	
	Acidentes (Número de acidentes/ano)	x	x		x	x x
	Redução da frequência de acidentes ambientais (%)	x	x			x
Confiabilidade	Pedidos entregues com erros ou com danos (Número de produtos entregues com erro/número total de pedidos entregues)	x	x	x	x	
	Pedidos entregues sem erros danos (Número de produtos entregues sem erro/número total de pedidos entregues)	x	x	x	x	
	Danos provocados pelo transporte (Número de produtos danificados/Ano)	x				x
Flexibilidade	Atendimento dos pedidos de requisitos especiais inesperados dos clientes (qualitativo)	x	x	x	x	
	Atendimento da ordem dos pedidos (O tempo que leva para uma empresa ser capaz de lidar com um aumento estável inesperado e imprevisto de pedidos de 20%)	x	x	x	x	
	Atendimento de horários ([Variação da demanda atendida total ano atual) / (Demanda atendida total ano anterior)] x 100)	x	x	x	x	
	Atendimento do transporte (Número de pedido atendido/modo de transporte)	x				x
Capacidade	Capacidade do veículo (t ou kg/veículo)	x			x	x
	Carga transportada (t/veículo; m ³ /veículo)	x			x	x
	Taxa de ocupação (Capacidade utilizada por viagem / Capacidade de carga total por viagem / veículo) x 100	x			x	x
	Quantidade de embarques disponíveis para cada modo de transporte (Número de embarques/veículo)	x			x	x
	Capacidade de TI (Uso de RFID / Código de Barras)			x	x	
	Capacidade de utilização (t/m ² , Número de produtos/m ² , número de produtos processados por dia)		x		x	x
Frequência	Frequência de entrega (Número de entregas/dias)	x	x	x	x	x x
	Entregas perfeitas (Número de entregas perfeitas/total de pedidos entregues)	x	x	x	x	
	Perda e Dano ([Número de itens danificados entregues + Número de itens perdidos) / (número total de entregas)] x 100)	x	x	x	x	
	Uso de energia (l de combustível para entrega diária/l de combustível para entrega mensal)	x	x		x	x
	Número de viagens realizadas (viagem/motorista, viagem/quantidade de carga)	x			x	x
Energia	Consumo de energia de fonte não renovável (MJ/t.km, kWh/t, kWh/centro de distribuição)	x	x		x	x
	Consumo de energia de fonte renovável (MJ/t.km, kWh/t, kWh/centro de distribuição)	x	x		x	x
	Rendimento energético do motor (km/l; kWh/t)	x	x			x
	Redução do consumo de energia (kWh energia do ano atual/kWh energia do ano anterior)	x	x			x
GEE	Emissão de CO ₂ (kg CO ₂ /t, kg CO ₂ /pallet)	x	x			x
	Emissão de CH ₄ (g CH ₄ /t, g CH ₄ /pallet)	x	x			x
	Emissão de N ₂ O (g N ₂ O /t; g N ₂ O pallet)	x	x			x
	Emissão de CO ₂ eq (kg CO ₂ eq/ t; kg CO ₂ eq/ pallet)	x	x			x
PA	Emissão de CO (g CO/t)	x	x			x
	Emissão de HC (g HC/t)	x	x			x
	Emissão de HCNM (g HCNM/t)	x	x			x
	Emissão de MP (g MP/t)	x	x			x
	Emissão de RCHO (g RCHO/t)	x	x			x
	Emissão de SO _x (g SO _x /t)	x	x			x
	Emissão de Benzeno (g Benzeno/t)	x	x			x
	Emissão de NO _x (g No _x /t)	x	x			x

	Emissão de COV (g COV/t)	x	x		x
Consumo de materiais	Consumo de embalagem eficiente ((Consumo real de embalagem x Peso do produto embalado) / (Consumo de embalagem por peso do produto)]x 100)	x	x		x x
	Níveis de gerenciamento com responsabilidades ambientais específicas (Número de cargos de gestão com responsabilidades ambientais específicas/ Número Total de Posições Gerenciais)	x	x	x	x x
Impacto social	Geração de benefício social (Número de empregos gerados/Local de instalação)	x	x	x	x x
	Saúde e segurança pessoal ou ocupacional (Número de atendimento médico/funcionário)	x	x	x	x
	Registro de reclamações de direitos humanos (Número de reclamações/Ano)	x	x	x	x
	Trabalho infantil (trabalho infantil/unidade operacional; R\$/hora)	x	x	x	x x
	Educação, conscientização pública e treinamento (Número de empregados treinados/Número de empregados não treinados)	x	x	x	x x
	Sugestões de Melhoria enviadas pelos Empregados (Número de sugestões/ano, Número de sugestões feitas/Número de sugestões aceitas)	x	x	x	x x
	Salário mínimo aceitável (R\$/funcionário, R\$/hora)	x	x	x	x x
	Horas de trabalho excessivas - trabalho forçado, involuntário (R\$/hora)	x	x	x	x x

Fonte: Elaboração própria

Dos indicadores destacam-se, tempo de entrega porta-a-porta, distância percorrida, consumo de energia de fonte não renovável e energia de fonte renovável, acidentes, capacidade por modo de transporte, emissão de CO₂eq, capacidade do veículo, custo de transporte, valor do frete, custo da cadeia de suprimentos, custo de entrega, melhoria do tempo do ciclo do pedido, flexibilidade em atender a pedidos, emissão de gases de efeito estufa (GEE) como CO₂ e emissão de poluentes atmosféricos (PAs) como CO, MP e NO_x, classificados como aspectos ambientais e econômicos, o que torna visível o baixo destaque apresentado a indicadores com característica social e uma lacuna na literatura.

3. PROCEDIMENTO

Na Atividade de avaliação de desempenho deve-se analisar o resultado da combinação de atributos de um sistema, relacionados com sua finalidade ou essência e representados principalmente por indicadores quantitativos e ou qualitativos de acordo com o problema logístico a ser avaliado.

A avaliação de desempenho tem a finalidade de gerar resultados que sejam capazes de promover a verificação do atingimento do objetivo, controle do sistema para diagnosticar problemas e antecipar soluções, avaliação e aprimoramento do nível de serviço e auxílio para a tomada de decisão, sendo definido pelas etapas 1) definição do problema, 2) coleta dos dados, 3) elaboração do cenário *baseline*, 4) escolha das boas práticas, 5) elaboração do cenário com as boas práticas, 6) avaliação da eficiência do cenário *baseline* e cenários com as boas práticas, 7) avaliação da eficácia do cenário *baseline* e cenários com as boas práticas e 8) apresentação dos resultados comparativos.

3.1. Definição do problema

Para que, o desempenho de uma operação logística seja avaliado, é necessário definir o problema a ser estudado (*Case*), identificando-o no seguimento da cadeia logística por tomadores de decisão.

3.2. Coleta dos dados

A partir da definição do problema, os dados, que podem ser classificados como próprios, de terceiros ou calculados, devem ser selecionados e coletados em fontes de pesquisa como a apresentada na revisão bibliográfica da seção 2, além de, guias, relatórios e manuais de práticas sustentáveis realizados por instituições públicas ou privadas confiáveis.

3.3. Elaboração do cenário *baseline*

Para a elaboração do cenário *baseline* é necessário definir ferramentas de manipulação dos dados ambientais, econômicos e sociais correspondentes ao problema a ser avaliado.

A ferramenta ambiental deve ser composta por metodologias de cálculo que visem apresentar os efeitos causados por uso de recursos naturais ou pela produção de resultados que modificam as características do meio ambiente físico (ar, terra, água e clima), biótico (formas vivas – animais e vegetais) e antrópico (pessoas e sociedade). E de fácil compreensão e de fácil aplicação pela equipe.

A ferramenta a ser selecionada deve ser de fonte confiável, como as apresentadas por Greenhouse Gas *Protocol* (GHG *protocol*), Global Logistic Emissions Council (GLEC) e International Council on Clean Transportation (ICCT).

3.4. Escolha de boas práticas

A escolha das boas práticas sustentáveis deve ser feita a partir da definição do problema e da identificação e seleção de práticas consideradas pelos avaliadores indicadas para atingir o objetivo de reduzir os principais impactos gerados em atividades logísticas.

3.5. Elaboração do cenário com aplicação das boas práticas

Com as boas práticas escolhidas, o cenário deve ser elaborado por meio dos mesmos indicadores e ferramentas de cálculo utilizados no *baseline*.

3.6. Avaliação da eficiência do cenário *baseline* e cenários com aplicação das boas práticas

Para a avaliação de eficiência dos cenários, onde representa o quão bem um sistema utiliza os recursos necessários para a produção do bem ou serviço, a medida de eficiência pode ser calculada mediante a aplicação da Equação 1 apresentada por Oliveira e D'Agosto (2017).

$$\text{Eficiência= Medida} = \frac{\text{Resultados alcançados}}{\text{Recursos utilizados}} \quad \text{Equação 1}$$

3.7. Avaliação da eficácia da *baseline* e cenários com aplicação das boas práticas

A eficácia deve ser medida afim de orientar a empresa quanto ao atendimento do objetivo e da meta estabelecida pela mesma e poderá ser obtida pelos índices obtidos pelos resultados alcançados com a aplicação dos cenários *baseline* e pós aplicação de boa (s) prática (s) aplicadas e calculadas, pela Equação 2 apresentada por Azadi *et al.* (2015).

$$\text{Eficácia} = \frac{\text{Output}}{\text{meta}} \quad \text{Equação 2}$$

Podendo avaliar também o nível de satisfação quanto o plano de ação estabelecido e a ação tomada para alcançar o objetivo.

3.8. Apresentação dos resultados comparativos

Os resultados obtidos no cenário *baseline* e no cenário de cada boa prática devem ser relacionados, afim de, gerarem índices que orientem quanto ao ganho ou perda pela aplicação

de cada boa prática, como apresentado pela *Equação 3*.

$$\text{Redução (\%)} = \frac{\text{Output}_{\text{depois da boa prática}} - \text{Output}_{\text{baseline}}}{\text{Output}_{\text{baseline}}} \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

4. APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO – ESTUDOS DE CASO

A aplicação do procedimento foi realizada por meio da escolha de um *case*, que tem como objetivo verificar a aplicabilidade do procedimento.

4.1. Definição do problema

O estudo de caso se refere ao segmento de bebidas, em uma empresa multinacional. O problema é caracterizado pela avaliação do aprimoramento do desempenho sustentável da distribuição física em área urbana do município do Rio de Janeiro.

A distribuição de bebidas ocorre entre o centro de distribuição (CD) situado no bairro de São Cristóvão e clientes localizados no bairro de Copacabana, sendo a rota representada totalmente por caminhões, os quais são estacionados em locais próximos aos clientes, sendo as cargas entregues com auxílio de ajudantes por meio de transferência manual por carrinho de mão.

4.2. Coleta de dados

Os dados operacionais coletados nas rotas, representada totalmente por caminhão, foram adquiridos a partir de dados próprios pelo acompanhamento da entrega, o qual foi autorizado pela empresa.

Os indicadores utilizados para a avaliação foram selecionados conforme o resultado obtido na revisão bibliográfica do estudo, e são descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Dados próprios coletados em campo em uma operação diária

Distância até o primeiro cliente	23 km
Distância média entre clientes	2,21 km
Distância média total percorrida	59,7 km
Tempo gasto até o primeiro cliente	1h 06 min.
Tempo médio de carga e descarga, na parada do cliente	50 min
Tempo médio entre clientes	11 min
Tempo total (da saída até o retorno ao CD)	1h e 36 min
Número de clientes atendidos	9
Rendimento médio por rota	3,2 km/l
Tipo de caminhão utilizado	Caminhão Ford modelo 1717
Média de colaboradores alocados na entrega	1 motorista + 2 ajudantes
Taxa de avarias mais frequente no transporte	0,5% a 1%
Periodicidade com que as rotas são feitas	Diário
Taxa de ocupação média inicial	90%

Fonte: Ferreira (2014)

4.3. Elaboração do cenário *baseline*

Para a elaboração do cenário *baseline* foram considerados indicadores dos aspectos ambientais como consumo de energia e emissões de GEE como CO₂, CH₄ e N₂O, por meio de ferramentas de cálculo, pois os dados de impacto ambiental não foram informados e devem ser calculados a partir dos dados próprios descritos na seção 4.2. Para o aspecto econômico, foi considerado os custos fixos, calculados a partir de dados secundários e variáveis referentes

a operação diária, calculados a partir dos dados próprios descritos na seção 4.2. Para avaliação do aspecto social são considerados os relatórios publicados pela empresa e os dados próprios informados no estudo de caso e as informações referentes a aplicações das boas práticas.

Na elaboração do cenário ambiental, por se tratar de transporte de caminhão em meio urbano, foi utilizado como referência o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por veículos automotores rodoviários, MMA (2014) e considerada a composição de combustível B10 (10% biodiesel e 90% de diesel), definida pelo ANP (Agência Nacional do Petróleo) no ano de 2018, com a finalidade de definir as emissões de GEE, conforme descrito na Equação 4.

$$Emissão_{GEE_{ijz}} = FE_{GEE_{ijz}} \times CC_i \text{ ou } FE_{GEE_{ijz}} \times D_{ijz} \quad \text{Equação 4}$$

Em que,

Emissão GEE é dada em kg para CO₂ ou g para N₂O e CH₄;

FE_{GEE}: é o fator de emissão dado em kg/l por tipo de combustível (CO₂) e g/km por percurso (N₂O e CH₄);

CC: é o consumo de combustível dado em l;

D: é a quilometragem percorrida dada em km;

i: é o modo de transporte utilizado;

j: é o tipo de combustível utilizado; e

z: é o tipo de GEE que será calculado.

Gerando os *outputs* ambientais apresentados na Tabela 3.

Na elaboração do cenário econômico, foram considerados custos fixos e variáveis, como descritos na *Equação 5* e na *Equação 6*.

$$CC = (V_p - V_r) \times FCR + V_r \times j \quad \text{Equação 5}$$

Em que,

CC: Custo de capital (R\$/dia)

V_p: Valor de aquisição do veículo (R\$)

V_r: Valor de venda do veículo (R\$)

V_v: Vida útil do veículo

FRC: Fator de Remuneração do Capital

j: Taxa de oportunidade

$$C_{comb} = P_c \times C_o \quad \text{Equação 6}$$

Em que,

C_{comb}: custo com combustível (R\$/trecho)

P_c: Preço do combustível (R\$/l biodiesel, diesel)

C_o: Consumo de combustível (l biodiesel, diesel)

Para os custos fixos foi considerado o custo de capital e para os custos variáveis foi considerado o custo gasto com o combustível (Tabela 3), pois foi considerado de maior representatividade operação, segundo (Ferreira, 2014).

O tempo de atendimento dos pedidos também foi avaliado, e para isso foram medidos os tempos entre paradas, tempo médio de carga e descarga e tempo de entrega total, conforme dados próprios.

Tabela 3: Output ambiental e econômico - baseline

Origem	Destino	Combustível total (l)	Emissão de GEE			Custo combustível (R\$/trecho)
			Emissão de CO ₂ (kg)	Emissão de CH ₄ (g)	Emissão de N ₂ O (g)	
São Cristóvão	Copacabana					
CD	Cliente 1	6,5	16,7	1,4	0,7	22,2
Cliente 1	Cliente 2	0,2	0,5	0	0	0,7
Cliente 2	Cliente 3	0,8	2,2	0,2	0,1	2,9
Cliente 3	Cliente 4	0,8	2,2	0,2	0,1	2,9
Cliente 4	Cliente 5	0,8	2,2	0,2	0,1	2,9
Cliente 5	Cliente 6	0,3	0,7	0,1	0	1,0
Cliente 6	Cliente 7	1,1	2,9	0,2	0,1	3,9
Cliente 7	Cliente 8	0,3	0,7	0,1	0	1,0
Cliente 8	Cliente 9	0,6	1,5	0,1	0,1	1,9
Cliente 9	CD	5,3	13,8	1,1	0,6	18,4
Ciclo diário Total		1,68 biodiesel e 15,11 diesel (l/dia) = (0,014 tep/dia)	43,4 (kg/dia)	3,6 (g/dia)	1,8 (g/dia)	57,7 (R\$/dia)

Fonte: Elaboração própria, a partir de MMA (2014) e ANP (2018)

Nota: Preço do diesel foi estimado considerando a distribuição de Duque de Caxias, RJ, entre os dias 24 de junho a 30 de junho de 2018 (ANP, 2018).

O custo fixo (custo de capital), foi calculado a partir da taxa de oportunidade (taxa selic) referente ao mês de junho de 2018 – 6,4% a.a (0,52% a.m) (Banco Central do Brasil, 2018), considerando o preço de revenda após dez anos de uso considerando a compra em 2012 e a revenda em 2022 de R\$ 73.560,11, de acordo com a tabela FIPE (FIPE, 2018) em 10 anos de depreciação. E é representado pelo valor de, R\$ 923,54/ mês

O tempo de atendimento dos pedidos diário foi de 11h e 36 min de acordo com (Ferreira, 2014).

Na elaboração do cenário social é considerado o número de funcionários treinados e outros indicadores relatados em relatório anual da empresa.

4.4. Escolha de boas práticas

No cenário de boas práticas foi selecionada a boa prática de utilização de diferentes tipos de veículos para realização de entregas e coletas consequentemente com a renovação da frota, e utilização de *ecodriving* (treinamento dos motoristas), segundo Oliveira e D'Agosto (2017).

4.5. Elaboração do cenário com aplicação das boas práticas

Para a elaboração da aplicação da boa prática de utilização de diferentes tipos de veículos para realização de entregas e coletas, foi utilizado o veículo urbano de carga da marca Hyundai, modelo HD 80, com rendimento energético de 5,3 km/l e capacidade de carga de até 10 toneladas, de acordo com as especificações técnicas do veículo.

Para a elaboração da boa prática de utilização de *ecodriving*, foi considerado de acordo com Barla *et al.* (2017), uma redução de 4,6 % do uso de consumo de energia em áreas urbanas, e

assim associado ao consumo de combustível (B10). O resultado da aplicação das boas práticas é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Output ambiental e econômico – boas práticas

Origem	Destino	Combustível total (l)	Emissão de CO ₂ total (kg)	Custo combustível (R\$/trecho)
São Cristóvão	Copacabana	Utilização de veículo semileve + <i>ecodriving</i>		
CD	Cliente 1	5,86	15,1	20,1
Cliente 1	Cliente 2	0,18	0,5	0,6
Cliente 2	Cliente 3	0,76	2,0	2,6
Cliente 3	Cliente 4	0,76	2,0	2,6
Cliente 4	Cliente 5	0,76	2,0	2,6
Cliente 5	Cliente 6	0,25	0,7	0,9
Cliente 6	Cliente 7	1,02	2,6	3,5
Cliente 7	Cliente 8	0,25	0,7	0,9
Cliente 8	Cliente 9	0,51	1,3	1,8
Cliente 9	CD	4,84	12,5	16,6
Ciclo diário total		1,52 (l/dia) biodiesel e 13,58 (l/dia) diesel = (0,013 tep/dia)	39,3 (kg/dia)	52,2 (R\$/dia)

Fonte: Elaboração própria

Nota: Para o cálculo do consumo de combustível e sucessivamente das emissões foi considerada a quantidade de carga do *baseline* aumentando em 35% o uso do caminhão para o atendimento do pedido.

O custo fixo (custo de capital), foi calculado a partir do valor de venda do veículo – R\$ 118.532,00, taxa de oportunidade (taxa selic) referente ao mês de junho de 2018 – 6,4% a.a (0,52% a.m) (Banco Central do Brasil, 2018), considerando o preço de venda em 2018 de R\$118.532,00 e de revenda em 2028 de R\$ 99.513,00 de acordo com a tabela FIPE (FIPE, 2018). E é representado pelo valor de, R\$ 784,14/mês.

Para a verificação do tempo de atendimento dos pedidos diários, foi considerada a redução da velocidade média e conseqüentemente um aumento médio de 7,7 % do tempo de movimentação do veículo (Barth e Boriboonsomsin, 2009), resultando em um tempo médio de 12:58.

4.6. Avaliação da eficiência do cenário *baseline* e cenários com aplicação das boas práticas

A eficiência da operação foi avaliada durante a elaboração do *baseline* e das boas práticas, gerando resultados como consumo de combustível/dia, emissão de CO₂/dia, R\$/dia. Pois, medidas como rendimento energético já representam uma eficiência, ou seja, define quantos quilômetros podem ser percorridos para cada litro de recurso que seria o combustível.

4.7. Avaliação da eficácia da *baseline* e cenários com aplicação das boas práticas

A empresa tem como objetivo reduzir em 25% a pegada de carbono em toda a operação até 2020 em comparação as emissões de 2010, considerando atividades como, embalagens, manipulação de ingredientes, distribuição e fabricação.

No sistema de distribuição de bebidas, há incentivos a política de renovação da frota de caminhões, visando à substituição por modelos com menores níveis de emissões. Sendo os 9,5% das reduções de emissão de CO₂ em 38% da meta que deve ser cumprida até 2020.

Segundo Sullman *et al.* (2015), as práticas de treinamento de motorista como *ecodriving*, são necessárias 35 horas de treinamento a cada 5 anos. Na empresa por sua vez, o tempo médio de treinamento entre mulheres e homens no setor operacional foi de 12,6 horas em 2017.

4.8. Apresentação dos resultados comparativos

Considerando o objetivo de avaliar o desempenho dos cenários a partir da operação diária de distribuição de bebida, foi observado uma redução de 9,5% do consumo de combustível e das emissões de CO₂.

No aspecto econômico, a aplicação das boas práticas gerou uma redução de 9,5% dos custos variáveis e 15% dos custos fixos. No entanto, devido a redução da velocidade com a utilização do *ecodriving*, o tempo de entrega do atendimento do ciclo do pedido aumentou em 7,7%.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O procedimento proposto no artigo e a aplicação das boas práticas foram capazes de atender ao objetivo de avaliar o desempenho da distribuição urbana de bebidas, a partir de boas práticas sustentáveis realizada exclusivamente por caminhão no município do Rio de Janeiro.

A boa prática de utilização de diferentes tipos de veículos para realização de entregas e coletas foi capaz de reduzir as emissões em torno de e *ecodriving* se adequam a política adotada pela empresa visando menores níveis de emissão.

No aspecto econômico, o custo fixo (custo de capital) e o custo variável (custo de combustível) foram reduzidos, demonstrando mais um fator positivo para a adoção das boas práticas escolhidas, no entanto a escolha de *ecodriving* por reduzir a velocidade média na operação faz com que aumente o tempo médio de atendimento ao ciclo de pedidos.

No aspecto social, foi possível observar que com a aplicação de *ecodriving* é necessário realizar treinamento de funcionários fazendo com que haja uma valorização dos recursos humanos auxiliando a política de preparação da equipe e contribuição para a sociedade.

São sugeridos para estudos futuros, a avaliação de desempenho de outros estudos de caso envolvendo outros segmentos do transporte e outras atividades logísticas como gestão de estoque e armazém e processamento de pedidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acquaye, A., Feng, k., Oppon, E., Salhi, S., Ibn-Mohammed, T., Genovese, A., Hubacek, K. Measuring the environmental sustainability performance of global supply chains: A multi-regional input-output analysis for carbon, sulphur oxide and water footprints. *Journal of Environmental Management*. v, 187. pp. 571 – 585. 2017.
- Ahi, P., Searcy, C., Jaber, M.Y. .2016. Energy-related performance measures employed in sustainable supply chains: A bibliometric analysis. *Sustainable production and consumption*. v. 7. pp 1 – 15. 2016.
- Ala-Harja, H. Logistic decisions' effects to the food supply chains' sustainable performance. Model and case studies. *Acta Wasaensia* 317. *Industrial Management* 38. 2014.
- Bakar, M.A.A., Jaafar, H.S., Faisal, N., Muhammad, A. Logistics Performance Measurements - Issues and Reviews. MPRA - Munich Personal RePEc Archive. Março. 2014.
- Domingues, M. L. Reis, V., Macário, R. A comprehensive framework for measuring performance in a thirdparty logistics provider. *Transportation Research Procedia*. v. 10. pp. 662 – 672. 2015.
- Dornhofer, M., Schroder, F., Gunthner, W.A. Logistics performance measurement system for the automotive industry. *Logist. Res.* 2016.

- Egilmez, G., Kucukvar, M., Tatari, O., Bhutta, M. K. S. Supply chain sustainability assessment of the U.S. food manufacturing sectors: A life cycle-based frontier approach. *Resources, Conservation and Recycling*. v. 82. pp. 8–20. 2014.
- Fan, X., Zhang, S. Performance Evaluation for the Sustainable Supply Chain Management. Chapter from the book *Sustainable Supply Chain Management*. Web of Science. 2016.
- Feitó-Cespón, M., Sarache, W., Piedra-Jimenez, F. Redesign of a sustainable reverse supply chain under uncertainty: A case study. *Journal of Cleaner Production*. v. 151. pp. 206 – 217. 2017.
- Gamme, N., Johansson, M. Measuring supply chain performance through KPI identification and evaluation. Chalmers University of Technology. 2015.
- Haghighi, S.M., Torabi, S.A., Ghasemi, R. An integrated approach for performance evaluation in sustainable supply chain networks (with a case study). *Journal of Cleaner Production*. v. 137. pp. 579 - 597. 2016.
- Jabbour, A.B.L.S., Frascareli, F.C.O., Jabbour, C.J.C. Green supply chain management and firms' performance: Understanding potential relationships and the role of green sourcing and some other green practices. *Resources, Conservation and Recycling*. v. 104. pp. 366–374. 2015.
- Kannegiesser, M., Günther, H.O., Autenrieb, N. The time-to-sustainability optimization strategy for sustainable supply network design. *Journal of Cleaner Production*. v. xxx. pp. 1 - 13. 2015.
- Krakovics, F., Leal, J.E., Mendes Jr, P., Santos, R.L. Defining and calibrating performance indicators of a 4PL in the chemical industry in Brazil. *Int. J. Production Economics*. v. 115. pp. 502–514. 2018.
- Krauth, E., Moonen, H., Popova, V., Schut, M. Performance indicators in logistics service provision and warehouse management – A literature review and framework. Researchgate. 2014.
- Li, Y., Mathiyazhagan, K. Application of DEMATEL approach to identify the influential indicators towards sustainable supply chain adoption in the auto components manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production*. v. 172. pp. 2931 - 2941. 2018.
- Lukinskiy, V., Pletneva, N., Gorshkov, V., Druzhinin, P. Application of the Logistics “Just in Time” Concept to Improve the Road Safety. *Transportation Research Procedia*. v. 20. pp. 418 – 424. 2017.
- Mcknnon, A., Cullinane, S., Browne, M., Whiteing, A. GREEN LOGISTICS. Improving the environmental sustainability of logistics. The chartered Institute of Logistics and Transport. 2010.
- Mota, B., Gomes, M.I. Carvalho, A., Barbosa-Povoa, A.P. Towards supply chain sustainability: economic, environmental and social design and planning. *Journal of Cleaner Production*. v. 105. pp. 14 - 27. 2015.
- OECD. Logistics Development Strategies and Performance Measurement. International Transport Forum. Roundtable. 158. 2016.
- Oliveira, C.M. Procedimentos para identificação, análise e recomendação de boas práticas para o transporte de cargas. Tese de D.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2016.
- Oliveira, C. M.; D'agosto, M.A. Guia de referências em sustentabilidade. Ações para o transporte de carga. Programa de Logística Verde Brasil – PLVB. Editora IBTS, 1ª ed., 2017.
- Olsson, L., Shulemaja, G. An evaluation of retail companies' logistics performance. A case study with ICA Non Food. Dissertação de Mestrado no Programa de Mestrado em Gestão de Cadeia de Suprimentos. 2015.
- Pieters, R., Glöckner, H.H., Omta, O., Weijers, S. Dutch Logistics Service Providers and Sustainable Physical Distribution: Searching for Focus. *International Food and Agribusiness Management Review* Volume 15, Special Issue B. 2012.
- Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J.M., Meuwissen, M.P.M., van der Vorst, J.G.A.J. A Review on Quantitative Models for Sustainable Food Logistics Management. *Int. J. Food System Dynamics*. v. 3. pp. 136-155. 2012.
- Turi, A., Goncalves, G., Mocan, M. Challenges and competitiveness indicators for the sustainable development of the supply chain in food industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. v. 124. pp. 133 – 141. 2014.
- Vlachos, I.P. A hierarchical model of the impact of RFID practices on retail supply chain performance. *Expert Systems with Applications*. v. 41. pp 5–15. 2014.
- Zhang, O., Shah, N., Wassick, J., Helling, R., Egerschot, P.V. Sustainable supply chain optimisation: An industrial case study. *Computers & Industrial Engineering*. v. 74. pp. 68–83. 2014.