	1. Relatório Número: CCR-ND-ECOD- RF-NOV/2018	
	2. Data do Relatório: Novembro de 2018	3. Páginas: 54
4. Título da Pesquisa: Ecodriving BR – reduzindo custos e ampliando benefícios socioambientais na principal rodovia brasileira”		
5. Responsável pela coordenação da pesquisa: Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)	6. Relatório Elaborado para: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT)	
7. Relatório preparado por: Prof. Dr Wilson Cabral de Sousa Jr. (ITA) José de Salles Cunha (ITA)		
8. Resumo: <p>A pesquisa ora relatada se baseia na hipótese, e pretende prová-la, de que o aprendizado motor e a forma de condução impactam significativamente no consumo de combustível, emissão de poluentes e desgaste dos veículos automotores, especialmente aqueles envolvidos no transporte de cargas e máquinas de grande porte, além de influenciar, por suposto, nos números de acidentes e consumo de combustível. Neste sentido, a proposta visa trabalhar duas linhas de estudos de aprendizado motor como ferramenta para as tarefas de aprimorar a condução em geral e reduzir suas externalidades socioambientais: i) a de condução avançada em um veículo real, praticados em pistas específicas para este fim, com foco em aspectos de direção segura sob situações críticas; e ii) o treinamento de percurso rodoviário com foco em redução de consumo de combustível e busca de posturas seguras no transito como antecipação e distância e seguimento. O principal objetivo é a validação de método para diagnóstico de condução de veículos em condições específicas, antes e após treinamento, possibilitando averiguar a efetividade da capacitação na redução de hábitos indesejados, os quais reduzem a eficiência do transporte e geram externalidades socioambientais que poderiam ser evitadas. O presente relatório engloba a totalidade das atividades realizadas no projeto.</p>		
9. Palavras Chave: Ecodriving, eco condução, ECO ² , aprendizado motor, direção defensiva, segurança viária.		

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	- 4 -
2	LEVANTAMENTO DE DADOS INICIAIS (ETAPA A).....	- 5 -
2.1	DADOS DA FROTA DA CCR NOVADUTRA NOS ÚLTIMOS ANOS	- 5 -
2.1.1	<i>Consumo de combustível da frota da CCR NovaDutra</i>	<i>- 5 -</i>
2.1.2	<i>Acidentes com a frota da CCR NovaDutra.....</i>	<i>- 6 -</i>
2.1.3	<i>Infrações sofridas pela frota da CCR NovaDutra</i>	<i>- 6 -</i>
2.2	ACOMPANHAMENTO DA OPERAÇÃO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO.....	- 7 -
2.2.1	<i>Trecho sul fluminense (bases 07,08 e 09).....</i>	<i>- 7 -</i>
2.2.2	<i>Trecho sul paulista (bases 01, 02 e 03)</i>	<i>- 8 -</i>
2.2.3	<i>Trecho norte paulista (bases 04, 05 e 06).....</i>	<i>- 9 -</i>
3	AÇÕES DE TREINAMENTO E CONSCIENTIZAÇÃO (ETAPA B)..	- 9 -
3.1	REFERENCIAL TEÓRICO	- 9 -
3.2	REFERENCIAL PRÁTICO	- 12 -
3.3	AÇÕES REALIZADAS E RESULTADOS DE PESQUISA ANTERIOR.....	- 13 -
3.4	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS NA PESQUISA	- 14 -
4	ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES DA PESQUISA.....	- 18 -
5	ANÁLISE, ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS E APRESENTAÇÕES (ETAPA D)	- 23 -
5.1	ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NAS AÇÕES DE TREINAMENTO DE PERCURSO RODOVIÁRIO	- 23 -
5.2	ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NAS AÇÕES DE TREINAMENTO DE CONDUÇÃO AVANÇADA - 30 -	- 31 -
5.3	ANÁLISE DOS DADOS FORNECIDOS PELA CCR NOVADUTRA SOBRE ACIDENTES COM A FROTA PRÓPRIA DE 2010 A 2017	- 31 -
5.4	A PROBABILIDADE DE ACIDENTE EM DESLOCAMENTO.....	- 40 -
5.5	ANÁLISE DE EMISSÕES POR CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS COM FROTA PRÓPRIA DA CCR NOVADUTRA DE 2012 A 2017	- 43 -
5.6	PROJEÇÕES DE REDUÇÃO DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E EMISSÕES DE GEE.....	- 44 -

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... - 45 -

6.1 CONCLUSÕES..... - 46 -

6.2 RECOMENDAÇÕES..... - 46 -

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... - 48 -

7 ANEXOS - 50 -

7.1 ANEXO 1 - 50 -

7.2 ANEXO 2 - 50 -

7.3 ANEXO 3 - 50 -

7.4 ANEXO 4 - 50 -

7.5 ANEXO 5 - 51 -

7.6 ANEXO 6 - 53 -

7.7 ANEXO 7 - 54 -

7.8 ANEXO - 54 -

1 INTRODUÇÃO

Nesse relatório são apresentados os resultados e análises das atividades realizadas no projeto EcoDriving.

O objetivo desta pesquisa é avaliar a influência do aprendizado motor como ferramenta para aprimorar a condução em geral e reduzir suas externalidades socioambientais. Para atender ao objetivo geral deste estudo foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- realizar um levantamento de dados disponíveis relativos à utilização da frota da empresa, tais como consumo de combustível, acidentes e infrações;
- realizar um acompanhamento da operação da frota;
- ações de treinamento e conscientização, composta por duas atividades:
 - condução avançada em um veículo real, praticados em pistas específicas para este fim, com foco em aspectos de direção segura e sob situações críticas;
 - treinamento de percurso rodoviário com foco em redução de consumo de combustível, eco condução e busca de posturas seguras no trânsito como antecipação e distância e seguimento.
- realizar um levantamento de dados pós ações de treinamento e conscientização, com os mesmos parâmetros levantados na etapa inicial: consumo de combustível, acidentes e infrações;
- realizar uma análise estatística para comparar os resultados da frota da CCR NovaDutra antes e após treinamento, nos seguintes quesitos: i) consumo de combustíveis em operações internas; e ii) acidentes envolvendo frota própria; iii) infrações de trânsito.

As atividades previstas para o desenvolvimento deste trabalho foram organizadas em etapas, conforme se apresenta a seguir:

ETAPA A) Levantamento de dados iniciais;

ETAPA B) Treinamento e conscientização;

ETAPA C) Levantamento de dados pós ações de treinamento e conscientização;

ETAPA D) Análise, elaboração de relatórios e apresentações.

Neste relatório é apresentado o seguindo essas etapas, de acordo com o cronograma físico financeiro do projeto de pesquisa aprovado.

2 LEVANTAMENTO DE DADOS INICIAIS (ETAPA A)

Nesta etapa foram organizados os dados fornecidos pela CCR NovaDutra, que foram apurados nos últimos 5 anos de operação da frota, além de dados e informações obtidas a partir do acompanhamento da operação de atendimento ao usuário da CCR NovaDutra, em diversas bases operacionais ao longo da Rodovia Presidente Dutra, nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

2.1 DADOS DA FROTA DA CCR NOVADUTRA NOS ÚLTIMOS ANOS

Os dados fornecidos pela CCR NovaDutra referem-se à operação da frota nos últimos 5 anos ou mais e são divididos em 3 tópicos:

- consumo de combustível;
- acidentes;
- Infrações de trânsito.

Os dados e informações, recebidos conforme descritivo a seguir, foram estudados para a pesquisa, e uma seleção de atributos de interesse foram utilizados na análise.

2.1.1 Consumo de combustível da frota da CCR NovaDutra

O consumo de combustível da frota da CCR NovaDutra, nos foi apresentado em formato de planilha Excel, com o título “abastecimento NovaDutra últimos 5 anos”, contendo os dados relativos a todos os veículos da frota, de 2012 até 31 de dezembro de 2017. As colunas apresentam os dados dos veículos (Região, Prefixo, Placa, Tipo, Modelo, Ano de fabricação e capacidade do tanque) e os dados variáveis referentes ao combustível:

- data e hora do abastecimento;
- quantidade de litros do abastecimento atual;
- tipo do combustível;
- hodômetro atual;
- quilômetros percorridos entre atual e último abastecimento;
- desempenho do veículo (Km/l);
- valor unitário do litro (R\$).

2.1.2 Acidentes com a frota da CCR NovaDutra

Os dados de acidentes com a frota da CCR NovaDutra, nos foram apresentados em formato de planilha Excel, com o título “avaria nas viaturas operacionais”, contendo os dados relativos a todos veículos da frota, de 2010 até 2017 (analisado no Item 5.2 deste relatório). As colunas apresentam os dados variáveis referentes aos acidentes:

- data da ocorrência;
- identificação da viatura;
- setor da empresa que a viatura é dedicada;
- local da ocorrência (km, sentido, pista, local);
- envolvimento de terceiros (sim ou não);
- vítima ND (sim ou não);
- outras vítimas (sim ou não);
- causa provável;
- tipo;
- período (diurno ou noturno);
- providências.

2.1.3 Infrações sofridas pela frota da CCR NovaDutra

Os dados de infrações de trânsito sofridas pela frota da CCR NovaDutra, foram apresentados em formato de planilha Excel, com o título “controle de multas de trânsito”, contendo os dados relativos a todos os veículos da frota, de 2013 até 30 de novembro de 2017. As colunas apresentam os dados variáveis referentes as infrações:

- data da infração;
- modelo da viatura;
- placa de identificação da viatura;
- tipo de infração;
- pontuação.

2.2 ACOMPANHAMENTO DA OPERAÇÃO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO

No dia 18 de abril de 2017, foi realizada na sede da CCR NovaDutra em Santa Isabel -SP, uma reunião para apresentação do projeto para os gestores das áreas operacionais. Nessa oportunidade foi solicitado aos gestores de área a autorização para que os pesquisadores do projeto visitassem as bases operacionais e acompanhassem o trabalho dos colaboradores para conhecer as reais condições de atuação dos mesmos, tendo como objetos de análise:

- as atividades;
- os riscos envolvidos;
- os padrões de condução utilizados;
- as condições das viaturas;
- as vias, acessos as bases, retornos, pátios de manobras utilizados nas bases operacionais e em postos de serviços.

2.2.1 Trecho sul fluminense (bases 07,08 e 09)

03/05/2017 - Reunião no escritório de Itatiaia (KM 311 + 635 RJ), com o gestor operacional do trecho sul fluminense (Othon Almeida) e o Instrutor Técnico do trecho Rio de Janeiro (Samuel), os quais apresentaram o manual de Normas e Procedimentos, recém revisado, e planilha de acidentes envolvendo colaboradores.

Foi realizado um percurso por todo o trecho sul fluminense (bases operacionais 07, 08 e 09) acompanhado pelo gestor Othon Almeida com paradas para acompanhar atendimentos ao usuário e para conhecer as bases operacionais.

Pelo percurso foram feitas algumas paradas para identificar áreas possíveis para a pista de treinamentos de condução avançada para os colaboradores do Estado do Rio de Janeiro:

- Km 313 norte – propriedade GRAAL;
- Km 300 sul – Administrador Real Imobiliária;
- Km 249 norte – Prefeitura Piraí;
- Km 311 sul – Identificar proprietário.

04/05/2017 - Acompanhamento de operação base 07.

Foi realizado acompanhamento de inspeções de rotina com três colaboradores, com parada para atendimento e ou remoção de veículos de usuários pelo trecho da base 07, em dois guinchos leves e uma viatura de inspeção acoplada com carreta reboque.

2.2.2 Trecho sul paulista (bases 01, 02 e 03)

08/05/2017 - Reunião com o gestor operacional do trecho sul de São Paulo (Peter de Souza Ribeiro).

Foi realizado um percurso por todo o trecho sul paulista (bases operacionais 01, 02 e 03) acompanhado pelo gestor, com paradas para conhecer as bases operacionais. A base operacional 03 possui espaço destinado a algumas manutenções das viaturas. Na ocasião, o Manual de Normas e Procedimentos foi apresentado à equipe de pesquisa, em formato impresso.

09/05/2017 - Acompanhamento de operação base 01.

Foi realizado acompanhamento de inspeções de rotina com três colaboradores, com parada para atendimento e ou remoção de veículos de usuários pelo trecho da base 01, em dois guinchos leves e um guincho pesado. O acompanhamento da operação na base 1 se deu no período da tarde e adentrou à noite com intuito de presenciar o horário do rush e operação noturna, visto que nesse trecho há uma grande variação das condições de tráfego nos diferentes períodos do dia.

11/05/2017 - Acompanhamento de operação base 03.

Foi realizado acompanhamento de inspeções de rotina com três colaboradores, com parada para atendimento e ou remoção de veículos de usuários pelo trecho da base 03, em dois guinchos leves.

2.2.3 Trecho norte paulista (bases 04, 05 e 06)

30/05/2017 - Reunião com o gestor operacional do trecho norte de São Paulo (Manoel Luis Barbosa Carvalho).

Foi realizado um percurso por todo o trecho norte paulista (bases operacionais 04, 05 e 06) acompanhado pelo gestor do trecho, com paradas para as conhecer as bases operacionais. Na mesma data foi realizado acompanhamento de inspeções de rotina, com parada para atendimento e ou remoção de veículos de usuários pelo trecho da base 04, e uma viatura de inspeção acoplada com carreta reboque.

3 AÇÕES DE TREINAMENTO E CONSCIENTIZAÇÃO (ETAPA B)

3.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Os exercícios a serem pesquisados neste trabalho, *slalom*, frenagem e frenagem com evasão, são amplamente utilizados para formação e treinamento de motoristas, principalmente em países sujeitos a invernos rigorosos. Newnam e Waton (2011) criticaram a falta de um quadro teórico relevante em muitos desses treinamentos e alertaram para a necessidade destas ações serem dedicadas à mudança de comportamento e não focadas apenas em melhorar as habilidades de manipulação do veículo. Katila e Keskinen; Hatakka (1996), nesta mesma linha, alertam para a possibilidade de que estas ações estimulem a autoconfiança do treinando podendo levá-lo, em situações reais de trânsito, a terem suas habilidades excedidas, e defendem que estes treinamentos sejam voltados a desenvolver habilidades de antecipação. Por outro lado, Gregersen et al. (1996) apresentam alguns estudos que comprovaram resultados positivos deste tipo de treinamento com efetiva redução de acidentes rodoviários entre os treinados. Sahami e Sayed (2013) sinalizaram que exercícios como o *slalom* forçam o participante a utilizar todas suas habilidades de condução.

Diversos estudos em diferentes áreas disciplinares descreveram habilidades que interferem na condução, como a manutenção da inércia do veículo que está ligado com a antecipação descrita por Stahl et al. (2014) e eco-condução (Dogan et al.,

2011; Rouzikhah et al., 2013). Wåhlberg (2004) fez testes com motoristas de ônibus em tráfego regular e correlacionou comportamento de aceleração com acidentes. O autor encontrou positiva, ainda que não grande, correlação entre frequência de oscilações no acelerador com acidentes, quando comparado históricos estatísticos de curtos e longos trajetos. Deste modo, existe uma lacuna que a literatura ainda não abordou: a ligação destes treinamentos avançados de direção e o “aprendizado motor” próprios dos seres humanos em tarefas repetitivas, típicas da condução de um veículo como descrevem Shmuelof e Krakauer (2014).

Costa e Macedo (2008) apontam que o cérebro humano estimulado pelos cinco sentidos, visão, audição, olfato, tato e paladar tem capacidade de identificar o estímulo recebido, julgar a situação e decidir a reação a ser tomada. Para conduzir um veículo o condutor interpreta as impressões fornecidas pelos sentidos através da percepção. A percepção pode ser motivada por aspectos fisiológicos como estímulos elétricos gerados por órgãos dos sentidos ou por aspectos psicológicos ou cognitivos como processos mentais e memória. Segundo Bear (2002) a memória como sistema de processamento e arquivamento de informações pode ser dividida em memória explícita ou implícita. A memória explícita (declarativa), que tem capacidade de armazenar informações que podem ser explicitadas ou relatadas verbalmente, está ligada ao consciente. Já a memória implícita (não-declarativa), de caráter inconsciente, é adquirida através de treino repetitivo.

O cérebro é estimulado, principalmente pelo sentido da visão, e vai julgando, decidindo e reagindo. No início do aprendizado o julgamento é feito conscientemente, ocupando quase a totalidade da atenção do condutor para aquela ação específica. Com o passar do tempo, com inúmeras repetições de situações semelhantes, o cérebro cria memória implícita para reagir a estes estímulos frequentes e as reações passam a ser mais precisas, a acontecerem mais rápidas e a não ocuparem a atenção do motorista, pois passam a ocorrer inconscientemente, possibilitando a execução de várias tarefas simultâneas, conforme observado por Roth and Wullimann (2000). Esse processo é definido como aprendizado motor. Diversos fatores presentes no ambiente exercem influência sobre este aprendizado e o simples fato de o condutor ter as reações automatizadas não garante que elas

serão as mais apropriadas em todas as situações, principalmente nas de emergência ou pré-acidente. Existem inúmeros hábitos indesejáveis no ato de dirigir de cada condutor, que, por ocorrerem de forma inconsciente, são de difícil identificação, e, por consequência, exigem grande empenho para serem tratados (Balbinot et al., 2011).

Ligando nossos sentidos ao aprendizado motor, Land (2006) chama a atenção para a semelhança entre os registros de direção do olhar e o ângulo do volante, na condução de veículos automotores, os quais representam diretamente um sinal para o controle motor dos braços (com uma latência de cerca de 800ms). Konstantopoulos et al. (2010), usando um simulador comparou habilidades de condução entre instrutores e alunos em diferentes condições de visibilidade, encontrou melhora significativa nos resultados dos instrutores e associou-o com os movimentos de seus olhos. Walton e Thomas (2005) definem o posicionamento das mãos no volante ou empunhadura, comparando com a posição dos ponteiros do relógio. Para a mão esquerda utiliza-se o termo 9 ou 10 horas e para a direita 2 ou 3 horas. Relacionam o posicionamento das mãos com o controle do veículo em situações de emergência. Além do mais, o posicionamento das mãos ao volante define o ângulo de esterçamento, e este a aceleração lateral imposta ao veículo. Segundo Bosh (2005), veículos leves podem atingir níveis de aceleração lateral de até 10m/s^2 . Até 4 m/s^2 , a aceleração lateral é considerada na faixa linear, de 4 a 6 m/s^2 é considerada em transição, e acima de 6 m/s^2 considera-se que as características de movimento do veículo são predominantemente não-lineares, com maior ênfase na estabilidade. Esta faixa é atingida em circuitos de corrida ou em situações que provocam acidentes de trânsito em estradas normais.

Esse conjunto de fatores, envolvendo o aprendizado motor e os sentidos humanos, está diretamente relacionado com três variáveis que resumem as habilidades de condução e pode ser alvo do processo de formação e ou de certificação: i) **Controle de aceleração** - manter a inércia do veículo - (Stahl et al., 2014), Dogan et al. (2011), Rouzikhah et al. (2013) e Wahlberg (2004); ii) **Foco da visão** - olhar para o espaço onde deseja colocar o veículo - (Land, 2006); e iii) **O correto posicionamento das mãos no volante** (Walton e Thomas, 2005).

Em países em desenvolvimento como o Brasil, em que os índices de acidentes com vítimas são muito altos, em comparação com nações desenvolvidas como a Austrália, e a frota de veículos automotores tem aumentado consideravelmente, a conscientização e treinamento de condutores é imprescindível para a diminuição de impactos negativos do trânsito às pessoas e ao meio ambiente. Ainda que sistemas eletrônicos de auxílio ao condutor e os veículos autônomos possam vir a mitigar os impactos quando, no futuro, toda a frota for renovada (EILERS ET AL, 2014; BIFULCO ET AL, 2014; LI ET AL, 2014), é difícil estimar quando isso ocorrerá.

No que concerne ao treinamento, simuladores de direção foram bastante estudados (Rakauskas et al., 2004; Damm et al., 2011; Sahami and Sayed, 2013) e se apresentam como uma opção substituir os testes em veículos reais. Grácio et al. (2011) compararam o comportamento de condutores em manobras de slalom em simuladores com e sem feedback de movimento inercial e demonstram a necessidade de uso de simuladores de base móvel para que, com a reprodução das acelerações aos condutores, a simulação seja eficiente. Tais estudos evidenciam a importância do treinamento no sentido de evitar hábitos indesejados, corroborando o experimento ora apresentado. Ivancic and Hesketh (2010) em outra abordagem questionam a formação em simulador e argumentam que esta formação em que os erros são induzidos, tendem a não ser efetivos para melhorias de habilidades e redução de auto-confiança. Isler et al. (2009), ao testar a formação usando comentários sobre um vídeo de situações de condução em estrada com condutores jovens, constatou melhorias e apresentou uma discussão sobre os efeitos positivos deste tipo de treinamento para melhorar a percepção de riscos.

3.2 REFERENCIAL PRÁTICO

Este projeto se caracteriza como complementar aos estudos realizados sobre aprendizado motor e impactos socioambientais, no âmbito de dissertação de mestrado do Programa de Engenharia de Infraestrutura do ITA (SALLES CUNHA, 2016). Descreve-se a seguir, no item 3.3, as ações já realizadas e os resultados alcançados nos trabalhos de mestrado, cujo alcance se pretende ampliar.

3.3 AÇÕES REALIZADAS E RESULTADOS DE PESQUISA ANTERIOR

No período de maio a agosto de 2015, foram feitas duas ações de pesquisa em parceria do ITA com a CCR NovaDutra. O primeiro trabalho se utilizou de elementos de pesquisa-ação e de aprendizagem real, a partir de instrução e treinamentos de condução avançada em um veículo real monitorado, aplicados a um grupo amostral de Sessenta e sete motoristas profissionais da CCR NovaDutra. A instrução/treinamento consistiu de exercícios de slalom, frenagem total e frenagem com desvio, amplamente utilizados na formação e treinamentos de motoristas em diversos países. Os hábitos trabalhados foram o foco da visão, o posicionamento das mãos ao volante (figura 3.1) e uso de acelerador.

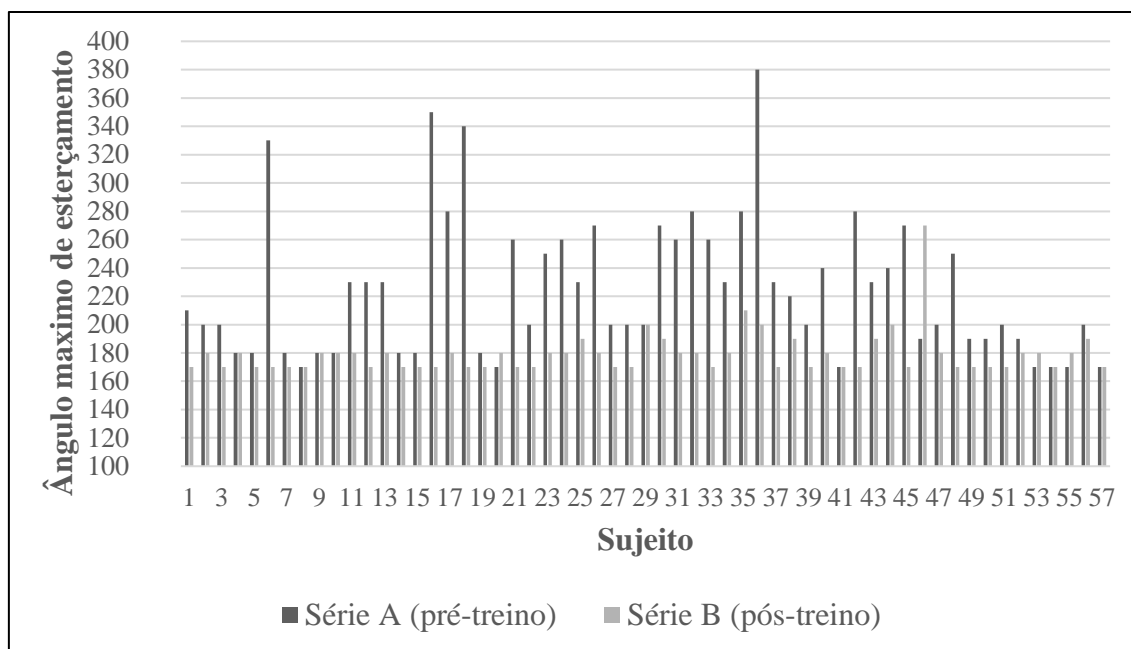


Figura 3.1: Gráfico dos ângulos máximos de esterçamento do volante no exercício do *Slalom*, nas duas séries de exercícios.

O segundo trabalho aplicado a um grupo amostral de nove gestores da CCR NovaDutra com a finalidade de validar ações futuras, se utilizou também de elementos de pesquisa-ação e de aprendizagem real, a partir de instrução e treinamentos, que consistiu em todos exercícios praticados no trabalho anterior, porém com o acréscimo de um exercício de percurso rodoviário de 22,3 km na Rodovia Presidente Dutra. Os hábitos trabalhados foram os relacionados ao

desempenho do consumo de combustível, a manutenção de uma distância de segmento e o de antecipação de reação a condições adversas a frente. Todos os participantes apresentaram melhoria no desempenho do veículo (Km/l), conforme demonstrado na Figura 3.2.

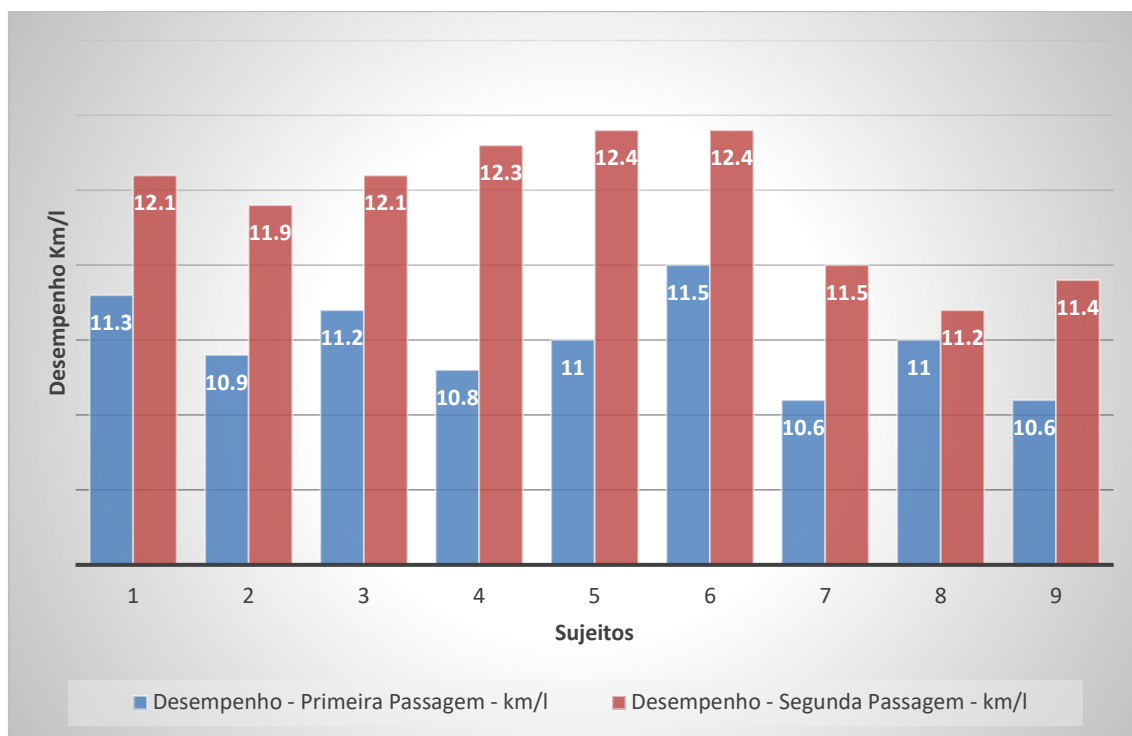


Figura 3.2: Gráfico do desempenho do veículo (Km/l), nas duas séries de exercícios.

3.4 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS NA PESQUISA

Para analisar o comportamento do condutor foram aplicados dois questionários e realizadas duas séries de exercícios práticos em condições de condução real, por sujeito. Para os exercícios de condução avançada, foi utilizado um veículo de marca Chevrolet modelo Tracker 2.0, ano 2008, monitorado. Para os exercícios de percurso rodoviário, foi utilizado um veículo dotado de computador de bordo com Driving Eco² e equipado com *Mobileye*, que possibilita a medição da distância de seguimento. Os exercícios de condução avançada foram aplicados em uma pista plana com 200 m de comprimento e 25 m de largura, sem pavimentação, com o piso bem nivelado e cones dispostos conforme Figura 3.3.

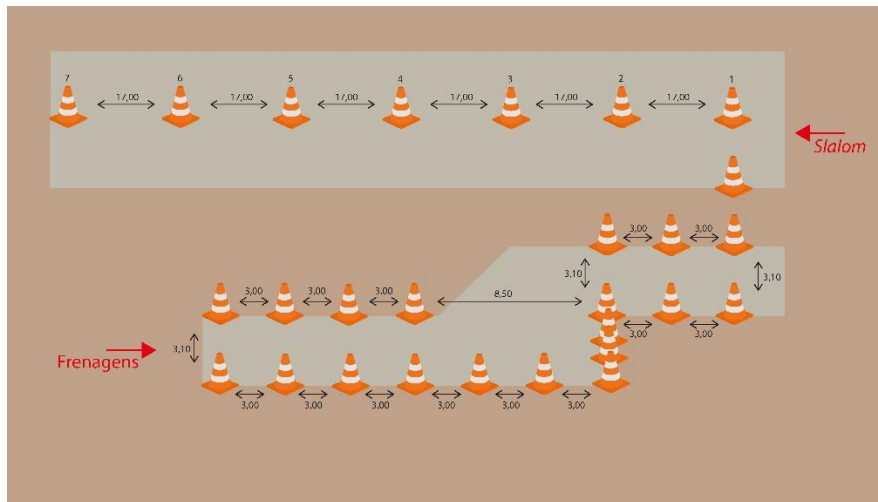


Figura 3.3: Croqui da disposição dos cones na pista de treinamento.

Os exercícios de condução avançada são compostos por: i) *Slalom* - exercício de curvas sucessivas de mesmo raio, porém em direções opostas, com cones representando obstáculos, tendo, neste trabalho, o objetivo de monitorar a coordenação de controles de visão, controle de aceleração e posição das mãos no volante. A eficiente coordenação destes controles promove, como resultado, uma trajetória mais retilínea, com menor aceleração lateral e velocidade constante -; ii) Frenagem total - exercício de aceleração até a velocidade de 50 km/h em terceira marcha, manutenção da velocidade até receber comando para então frear o mais rápido e eficientemente possível. O espaço entre o ponto do comando e a barreira é de 18 metros, tem como objetivo monitorar tempo de reação, regime de giros do motor, posição ergonômica, pressão no pedal de freio, utilização da embreagem e espaço de frenagem; iii) Frenagem com desvio - exercício de aceleração até a velocidade de 50 km/h em terceira marcha, manter a velocidade até receber comando para então frear e promover a mudança de faixa de rolamento. Os condutores deverão concluir a frenagem e o desvio no menor espaço possível. Todos os participantes serão alertados que este exercício simula uma situação de acidente adiante com obstrução da faixa de rolamento utilizada e espaço insuficiente para parar, porém com restrito espaço livre para mudança de faixa de rolamento à esquerda. Os três exercícios estão ilustrados na Figura 3.4.



Figura 3.4: Exercícios de condução avançada.

Os exercícios de percurso rodoviário são aplicados em um trecho de aproximadamente 22 Km, para o qual é utilizado um veículo dotado de computador de bordo com Driving Eco², que indica: a) distância do percurso; b) tempo do percurso; c) consumo médio (km/l); d) consumo total (l); e) velocidade média (km/h) e f) percurso sem consumo (km), conforme ilustrado na Figura 3.5.



Figura 3.5: Indicações do computador de bordo com Driving Eco².

O Driving Eco, também atribui classificações de 1 a 5 estrelas para os seguintes tópicos: a) aceleração; b) troca de marchas e c) antecipação. Ainda atribui uma nota geral de 1 a 100 para a condução no trecho com base nos padrões de Eco Driving, conforme ilustra a Figura 3.6.



Figura 3.6: Atribuições de classificações e nota geral do computador de bordo com Driving Eco².

Este veículo está equipado com *Mobileye* que informa e registra a distância mantida do veículo que segue à frente. Esta ação tem como objetivo monitorar hábitos do motorista relativos ao desempenho do consumo de combustível, a manutenção de uma distância de segmento e o de antecipação de reação a condições adversas à frente.

As duas séries de exercícios práticos são realizadas sequencialmente, de forma que o participante fica o menor tempo possível ocioso durante o treinamento e são compostas por dois blocos:

- i) etapa pré-treinamento teórico – quando os sujeitos são submetidos aos exercícios dirigindo da sua maneira usual, ou seja, sem interferência dos pesquisadores;
- ii) etapa pós-treinamento teórico - quando os sujeitos são submetidos aos exercícios após as orientações teóricas.

Todos os dados de posturas dos motoristas e monitoramento dos veículos, são colhidos nos dois blocos e comparados estatisticamente para comprovação da diminuição de posturas que levem a maior impacto socioambiental.

4 ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES DA PESQUISA

A seguir são identificadas as atividades executadas na pesquisa conforme etapas definidas:

- Etapa A): está detalhada no Item 2 deste relatório;
- Etapa B): está detalhada no Item 3 e 4 deste relatório;
- Etapa C): está detalhada no Item 5 deste relatório;
- Etapa D): está detalhada no Item 5 e 6 deste relatório.

O Cronograma dos treinamentos (Quadro 1), detalha as atividades da Etapa B que foram totalmente concluídas, com a 35 sessões de treinamentos até no Estado de São Paulo até agosto de 2017 e 34 treinamentos no Estado do Rio de Janeiro até dezembro de 2017.

Quadro 1: Acompanhamento das atividades da Etapa B da pesquisa

jun/17	seg	ter	Qua	qui	Sex	Dias no mês
	5	6	7	8	9	7
	12	13	14	15	16	
	21	20	21	22	23	
	26	27	28	29	30	
jul/17	seg	ter	Qua	qui	sex	Dias no mês
	3	4	5	6	7	15
	10	11	12	13	14	
	17	18	19	20	21	
	24	25	26	27	28	
	31					
ago/17	seg	ter	Qua	qui	sex	Dias no mês
		1	2	3	4	13
	7	8	9	10	11	
	14	15	16	17	18	
	21	22	23	24	25	
	28	29	30	31		
set/17	seg	ter	Qua	qui	sex	Dias no mês
	4	5	6	7	8	09
	11	12	13	14	15	
	18	19	20	21	22	
	25	26	27	28	29	
	out/17	seg	ter	Qua	qui	sex
2		3	4	5	6	10
9		10	11	12	13	
16		17	18	19	20	
23		24	25	26	27	
30		31				
nov/17	seg	ter	Qua	qui	sex	Dias no mês
			1	2	3	5
	6	7	8	9	10	
	13	14	15	16	17	
	20	21	22	23	24	
	27	28	29	30		
dez/17	seg	ter	Qua	qui	sex	Dias no mês
					1	10
	4	5	6	7	8	
	11	12	13	14	15	
	18	19	20	21	22	
	25	26	27	28	29	
	Treinamento SP já realizados (35 sessões)					

O Quadro 2, detalha as vagas oferecidas, o número de participantes e o absenteísmo por Estado.

Quadro 2: Demonstrativo de participação nas atividades da Etapa B da pesquisa

Estado	Vagas oferecidas	Nº de participantes	% absenteísmo
São Paulo	210	186	11,5
Rio de Janeiro	165	143	13,3

No Item 8 estão anexados os arquivos contendo os documentos da Etapa B da Pesquisa, conforme descrito abaixo:

Anexo 1- Lista oficial dos inscritos para os treinamentos no Estado e São Paulo.

Anexo 2 - Lista oficial dos inscritos para os treinamentos no Estado do Rio de Janeiro.

Anexo 3 - Listas de presença dos treinamentos no Estado de São Paulo.

Anexo 4 - Listas de presença dos treinamentos no Estado do Rio de Janeiro.

Anexo 5 – Relatório fotográfico dos treinamentos.

Anexo 6 – Material Didático usado nos treinamentos.

Quadro 3, detalha a quantidade de registros obtidos, por diversos meios, nas ações de treinamento e conscientização (Etapa B) do Projeto. Maiores informações sobre métodos e técnicas adotados na pesquisa, no Item 3.4.

Quadro 3: Número de registros gerados nas atividades da Etapa B da pesquisa

	Questionários	Percurso Rodoviário	Exercícios de condução avançada
Bloco A	19	35	38
Bloco B	8	35	38
Subtotal unitário	27	70	76
Subtotal dos 329 participantes	8.883	23.030	25.004
Total do número de registros gerados			56.917

No Item 8 estão anexados os arquivos contendo os registros obtidos na Etapa B da Pesquisa, conforme descrito abaixo:

Anexo 7- Planilhas dos registros obtidos nos questionários e exercícios avançados.

Anexo 8- Planilhas dos registros obtidos nos e exercícios de percurso rodoviário.

O Quadro 4, apresenta o cronograma geral do projeto e detalha as atividades planejadas e concluídas.

Quadro 4: Acompanhamento das atividades do projeto de pesquisa

Ecodriving BR		2017 / 2018																								Concluído
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	set	out	nov	(%)			
Etapa A	Planejado																							100,00%		
Levantamento de dados	Executado																									
Etapa B	Planejado																							100,00%		
Treinamentos	Executado																									
Etapa C	Planejado																							100,00%		
Levantamento de dados e comprovação	Executado																									
Etapa D	Planejado																							100,00%		
Relatório	Executado																									

5 ANÁLISE, ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS E APRESENTAÇÕES (ETAPA D)

5.1 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NAS AÇÕES DE TREINAMENTO DE PERCURSO RODOVIÁRIO

O percurso rodoviário com a metodologia descrita no item 3.4 deste relatório, foi realizado em dois trechos da Rodovia Presidente Dutra, um no Estado de São Paulo e outro no Estado do Rio de Janeiro. As diferenças entre as ações em cada estado estão demonstradas no quadro 5.

Quadro 5: Diferenças entre os trechos São Paulo e Rio de Janeiro

	Trecho São Paulo	Trecho Rio
Distância	21,7 Km	26,8 Km (n=107) / 27,3 Km (n=22)
Traçado	Retilíneo	Alguma sinuosidade
Perfil	Pequena inclinação	Inclinação acentuada (parte)
Ar condicionado	Desligado	Ligado
n total	187	143
n refinado	177	129

Os resultados apresentaram um incremento da distância de seguimento adotada pelos sujeitos pós treinamento (bloco B) em comparação com a primeira passagem (bloco A). Esse incremento foi observado no hábito (tempo em segundos que o sujeito procurou manter do veículo que seguia a sua frente) e no mínimo (menor tempo em segundos que o sujeito manteve de um veículo que seguia a sua frente). Os resultados foram semelhantes para os dois trechos com um aumento de 86% no

hábito e estão demonstrados na Figura 5.1 para o trecho São Paulo e na Figura 5.2 para o trecho Rio de Janeiro.

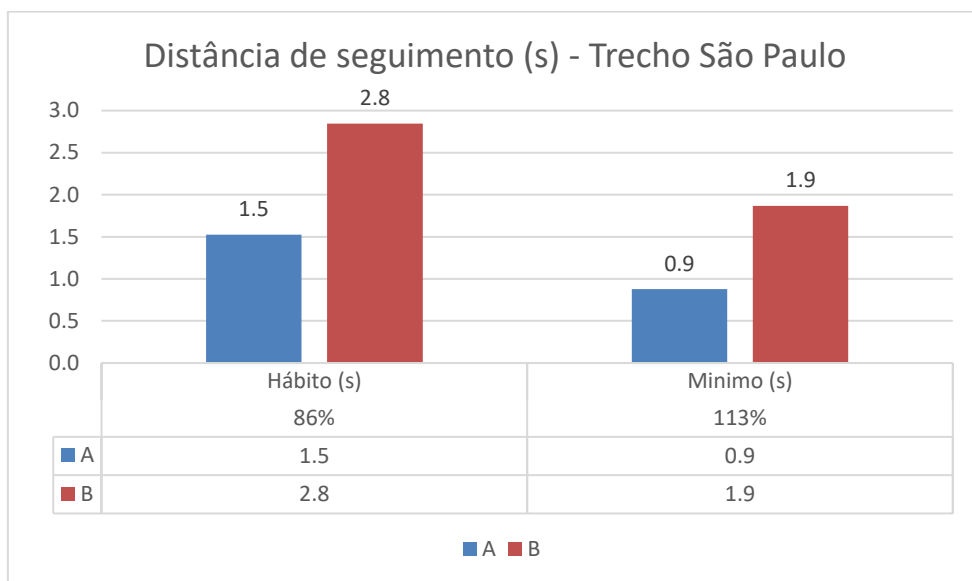


Figura 5.1: Distância de seguimento média no trecho São Paulo antes (A) e pós treinamento (B), Teste P pareado *** P-valor < 0,001.

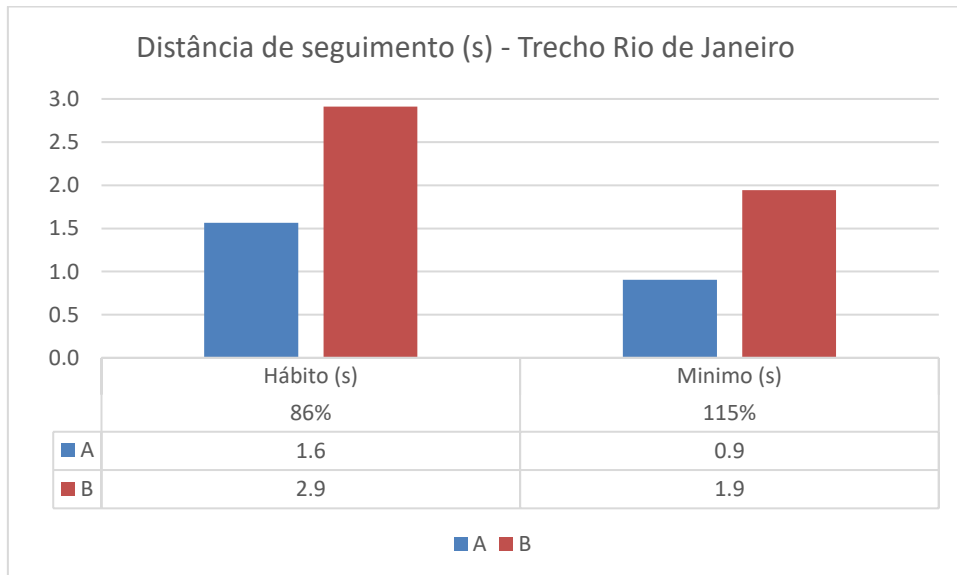


Figura 5.2: Distância de seguimento média no trecho Rio de Janeiro antes (a) e pós treinamento (B), Teste P pareado *** P-valor < 0,001.

Os resultados apontam também para um incremento no desempenho de quilômetros percorridos com um litro de combustível (km/l), alcançado pelos sujeitos pós treinamento (bloco B) em comparação com a primeira passagem (bloco A), como demonstram as Figura 5.3 para o trecho São Paulo e 5.4 para o trecho Rio de Janeiro.

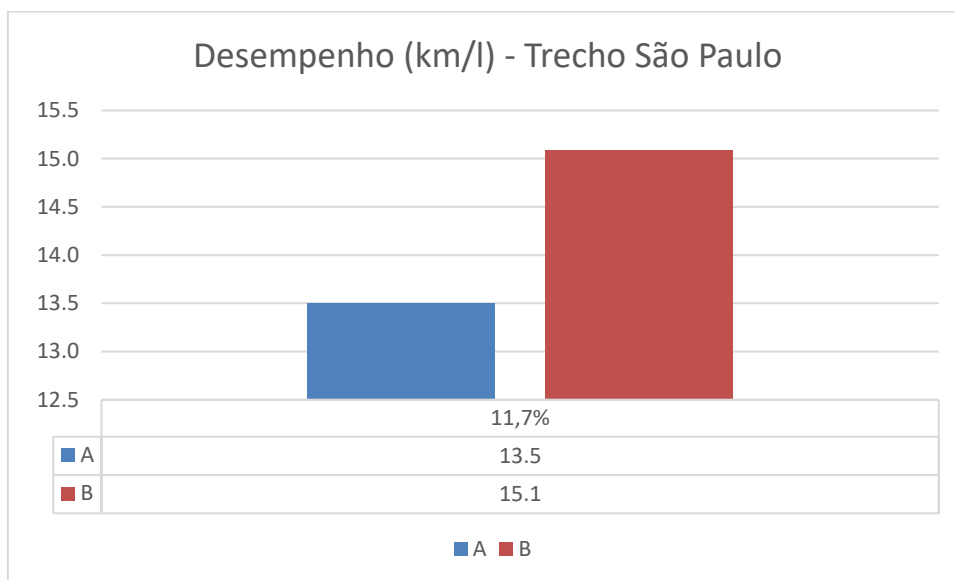


Figura 5.3: Desempenho médio no trecho São Paulo apresentando 11,7% de redução de consumo de combustível pós treinamento (B), Teste P pareado *** P-valor < 0,001.

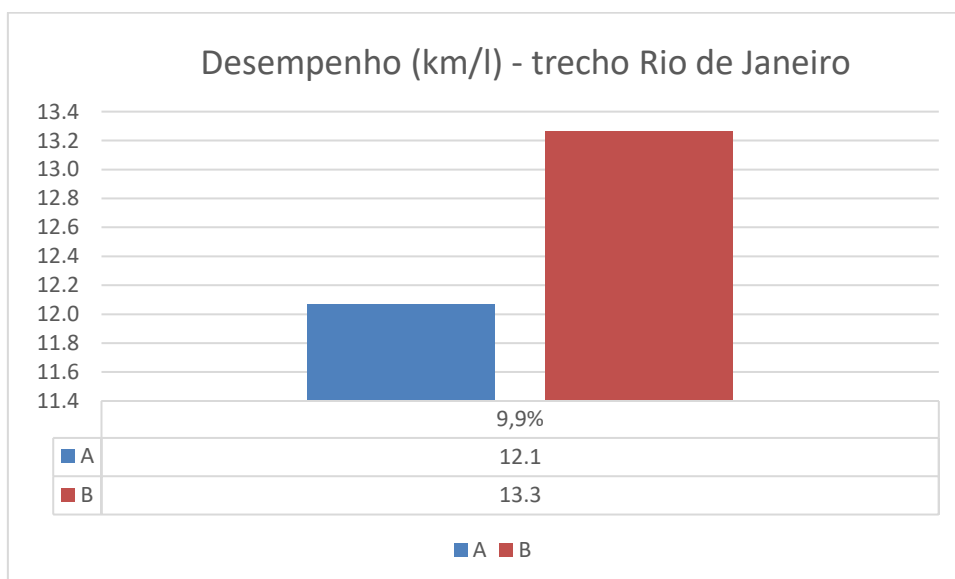


Figura 5.4: Desempenho médio no trecho Rio de Janeiro apresentando 9,9% de redução de consumo de combustível pós treinamento (B), Teste P pareado ** P-valor < 0,01.

O tempo utilizado nos percursos também sofreram incremento pós treinamento (bloco B) em comparação com a primeira passagem (bloco A), como demonstram as Figura 5.5 para o trecho São Paulo e 5.6 para o trecho Rio de Janeiro.

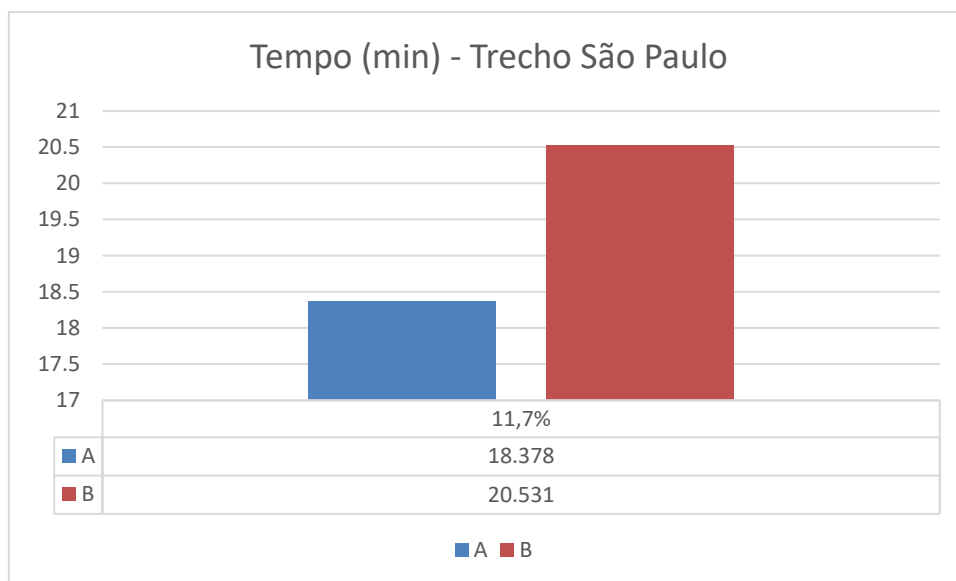


Figura 5.5: Tempo médio de percurso no trecho São Paulo apresentando 11,7% de acréscimo pós treinamento (B), Teste P pareado *** P-valor < 0,001.

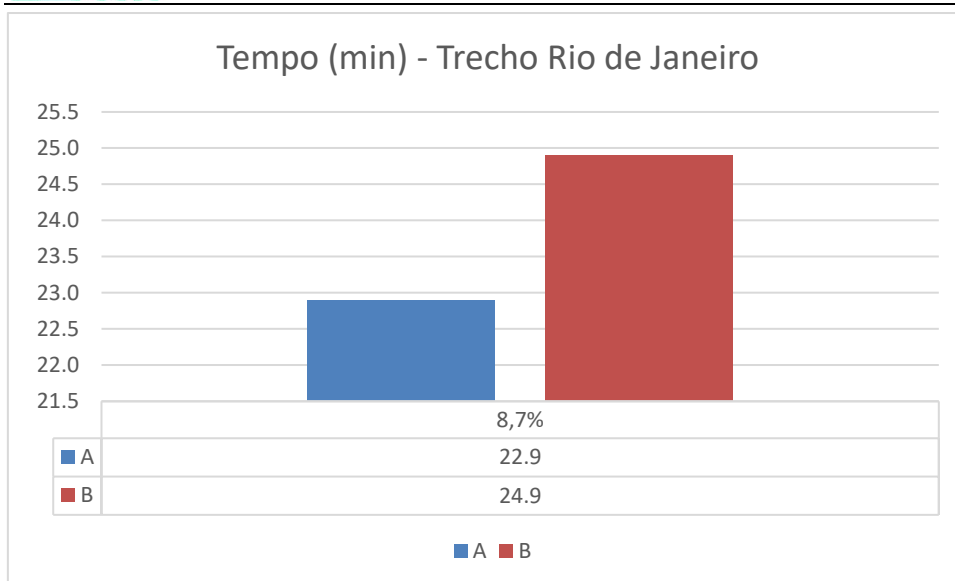


Figura 5.6: Tempo médio de percurso no trecho Rio de Janeiro apresentando 8,7% de acréscimo pós treinamento (B), Teste P pareado *** P-valor < 0,001.

O Driving Eco² Renault, conforme metodologia descrita no item 3.4 deste relatório, atribui classificações de 1 a 5 estrelas para os seguintes tópicos: a) aceleração; b) troca de marchas e c) antecipação, como demonstram as Figuras 5.7 para o trecho São Paulo e 5.8 para o trecho Rio de Janeiro. Este equipamento ainda atribui uma nota geral de 1 a 100 para a condução no trecho percorrido, com base nos padrões de Eco Driving, como demonstram as Figuras 5.9 para o trecho São Paulo e 5.10 para o trecho Rio de Janeiro.

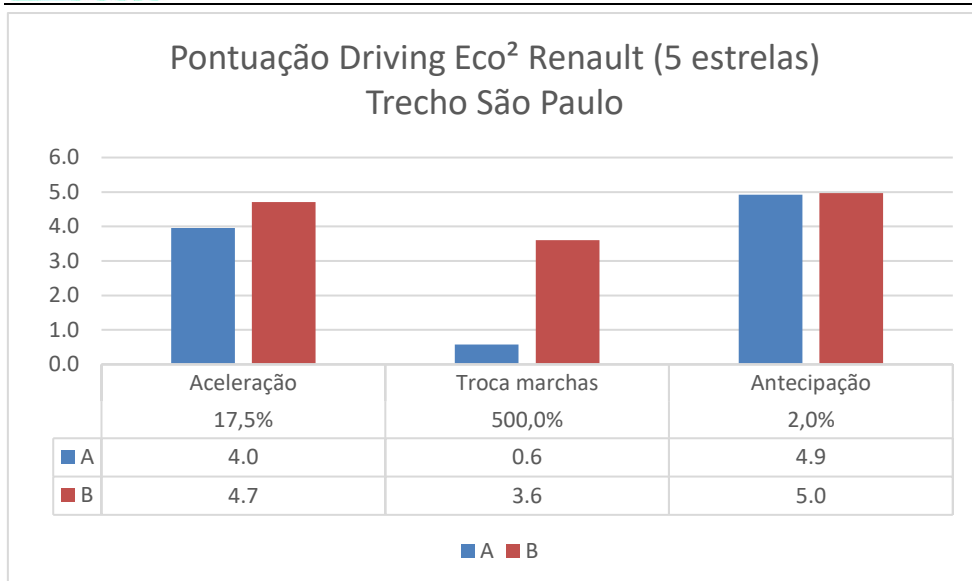


Figura 5.7: Classificação média do Eco² Renault para o percurso no trecho São Paulo, antes (A) e pós treinamento (B), Teste P pareado *** P-valor < 0,001 para Aceleração e Troca de marchas e * P-valor < 0,05 para Antecipação.

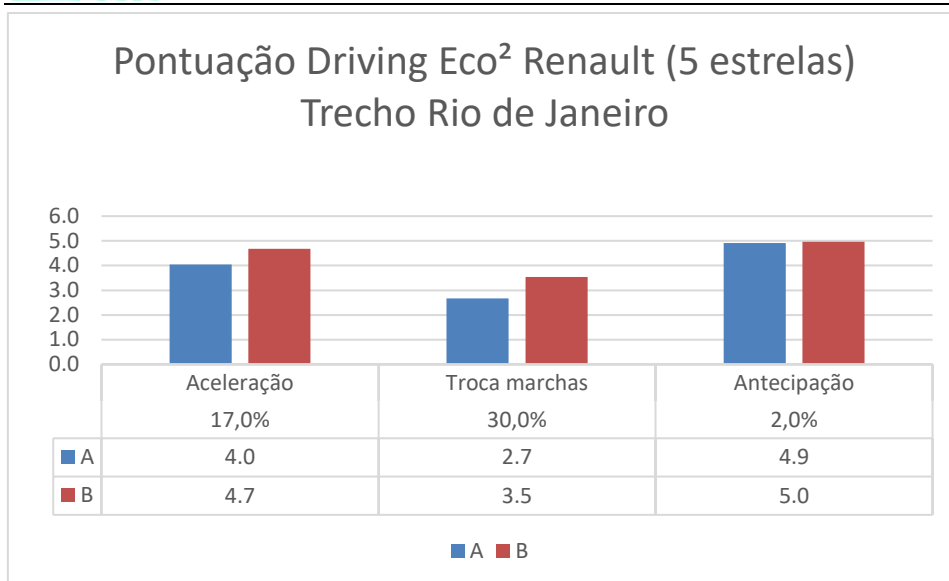


Figura 5.8: Classificação média do Eco² Renault para o percurso no trecho Rio de Janeiro, antes (A) e pós treinamento (B), Teste P pareado *** P-valor < 0,001 para Aceleração e Troca de marchas e * P-valor < 0,05 para Antecipação.

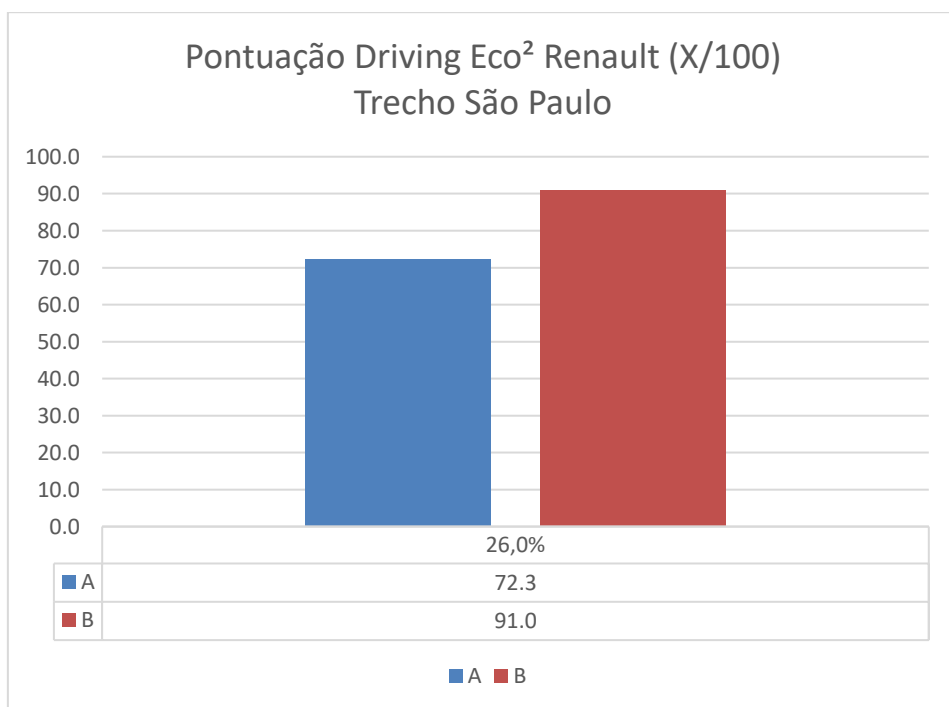


Figura 5.9: Nota geral média do Eco² Renault para o percurso no trecho São Paulo, antes (A) e pós treinamento (B), Teste P pareado *** P-valor < 0,001.

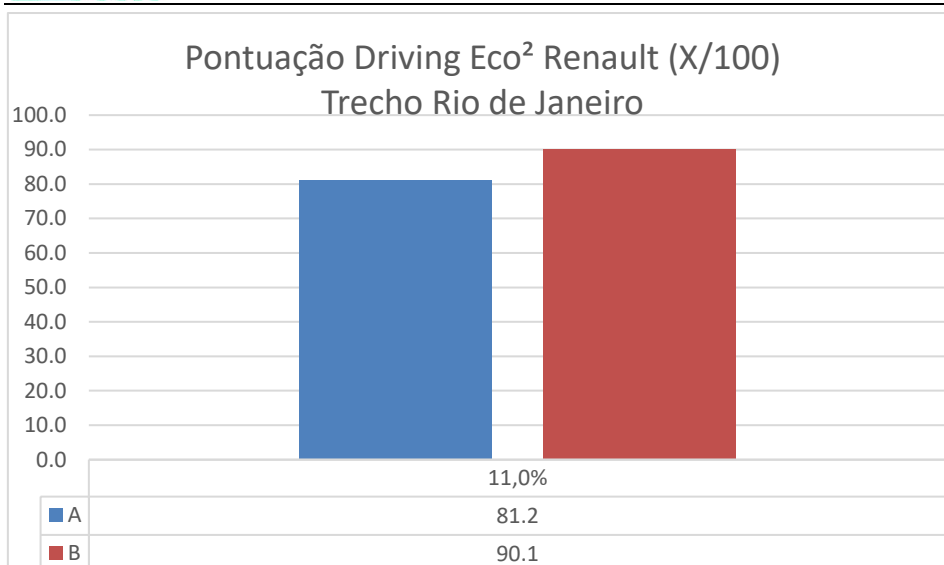


Figura 5.10: Nota geral média do Eco² Renault para o percurso no trecho Rio de Janeiro, antes (A) e pós treinamento (B), Teste P pareado *** P-valor < 0,001.

5.2 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NAS AÇÕES DE TREINAMENTO DE CONDUÇÃO AVANÇADA

As atividades de condução avançada, com a metodologia descrita no item 3.4 deste relatório, foram realizadas em duas pistas semelhantes, uma no Estado de São Paulo e outro no Estado do Rio de Janeiro. As duas pistas possuíam o mesmo tipo de piso e o mesmo espaçamento entre os cones (figura 3.3) acima, desta forma, consideramos os resultados comparáveis e os mesmos serão apresentados sem separação por estado.

Os resultados apresentaram uma redução no ângulo de 11,5% no angulo esterçamento no exercício de *Slalom* adotada pelos sujeitos pós treinamento (bloco B) em comparação com a primeira passagem (bloco A), com as respectivas médias de 153° e 173° e estão demonstradas na Figura 5.11.

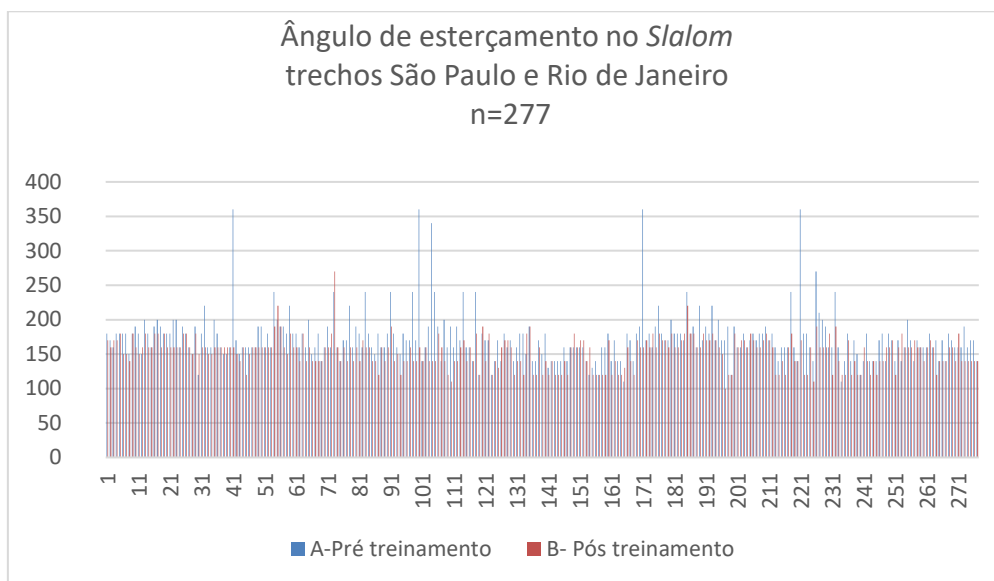


Figura 5.11: Ângulo de esterçamento no exercício de *slalom* antes (A) e pós treinamento (B), Teste P pareado *** P-valor < 0,001.

5.3 ANÁLISE DOS DADOS FORNECIDOS PELA CCR NOVADUTRA SOBRE ACIDENTES COM A FROTA PRÓPRIA DE 2010 A 2017

Com base nos dados fornecidos sobre os acidentes com a frota própria da CCR NovaDutra no período de 2010 a 2017, com descrição no item 2.1.2 deste relatório, foram desenvolvidas as análises apresentadas a seguir, com objetivo de identificar, filtrar e requalificar os acidentes ocorridos e identificar os que poderiam ter sido evitados com ações de específicas de treinamento dos condutores.

O número total de eventos ocorrido no período foi de 975, demonstrados ano a ano na Figura 5.12. O material fornecido classifica os acidentes ocorridos em 7 categorias, quanto a causa provável. Quatro delas: desatenção, erro de procedimento, ignorado e imprudência, indicam que pode ter havido falha do colaborador e que o acidente poderia ter sido evitado se o mesmo estivesse melhor treinado para a situação ocorrida. As outras três classificações: falha de terceiros, falha mecânica e imprevisto, indicam que o acidente ocorreria independente da ação

do colaborador. A Figura 5.13 ilustra essas classificações e aponta que conforme essa classificação, 56% dos acidentes não poderiam ser evitados.

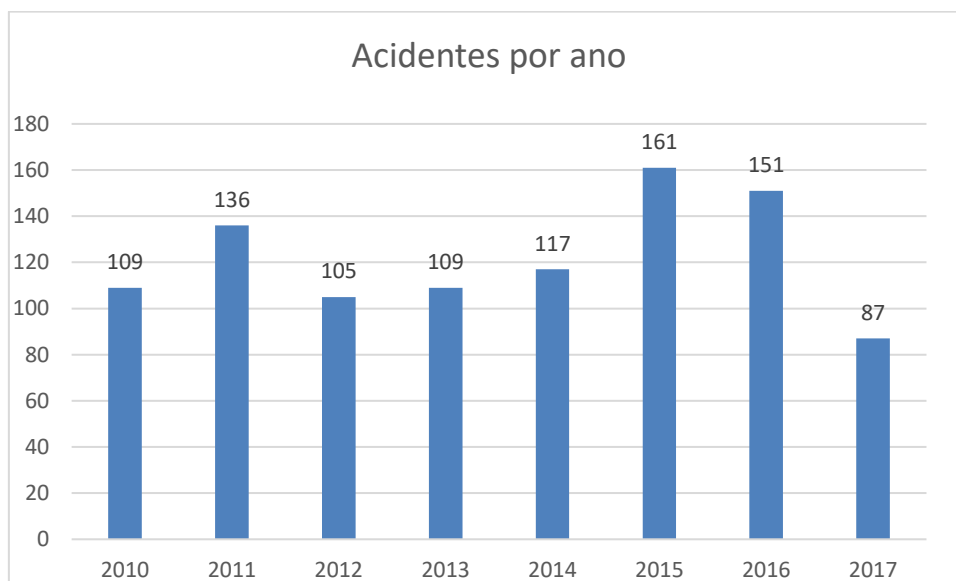


Figura 5.12: Acidentes ocorridos com a frota da CCR NovaDutra de 2010 a 2017 (n=975). FONTE: CCR NOVADUTRA (2018)

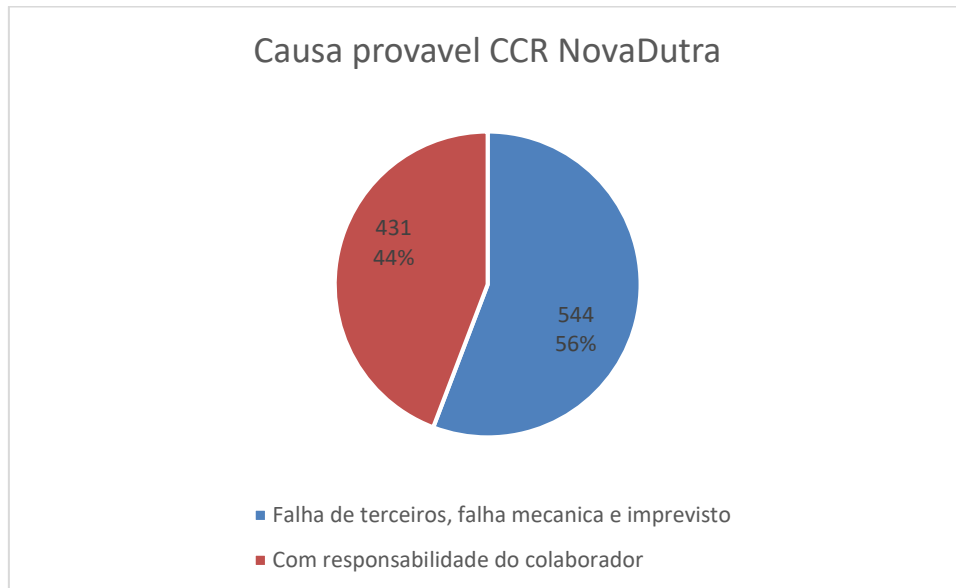


Figura 5.13: Classificação das causas prováveis dos acidentes ocorridos com a frota da CCR NovaDutra de 2010 a 2017 (n=975). FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

A análise Ecodriving BR, primeiramente qualificou os dados por atividades: atendimento, deslocamento, equipamento e estacionamento e manobras, conforme ilustra a Figura 5.14.

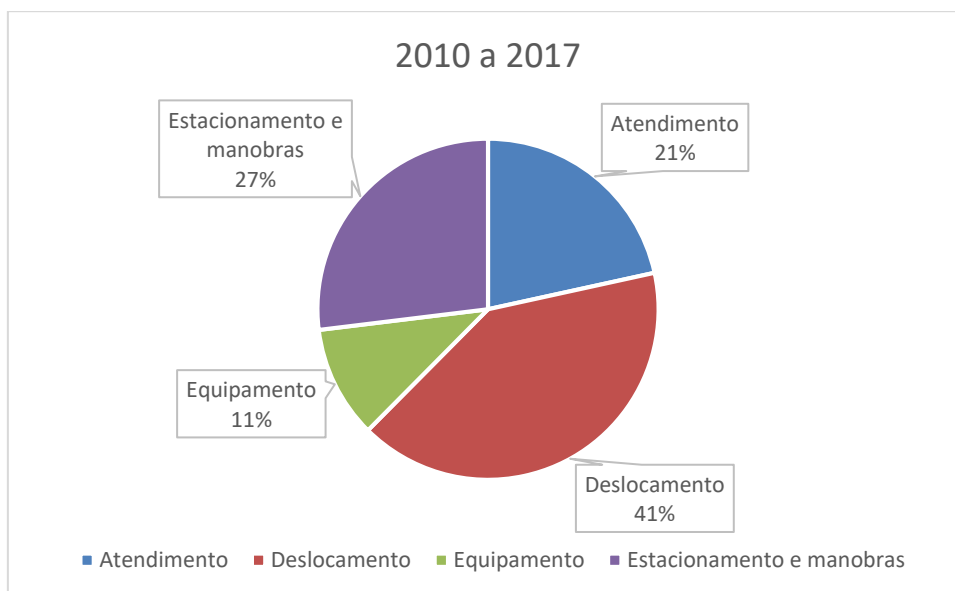


Figura 5.14: Qualificação Ecodriving BR dos acidentes ocorridos com a frota da CCR NovaDutra de 2010 a 2017, por atividades (n=975). FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

Foram considerados acidentes com a viatura em deslocamento, os que ocorreram no intervalo entre o veículo deixar o local onde estava parado e acessar a via pública e o momento que o veículo inicia a saída da via pública para estacionar ou acessar um local de parada. Ocorrências na condição de deslocamento representaram 41% do total e consistem no principal foco deste trabalho. Foi executada uma análise minuciosa da descrição dos acidentes, local e horário das ocorrências. Com base nesses dados, os acidentes ocorridos nos deslocamentos, foram divididos conforme o tratamento julgado assertivo para que esse acidente pudesse ter sido evitado e outros semelhantes não voltem a acontecer.

Os acidentes em deslocamento foram classificados em 3 tratamentos, ilustrados na Figura 5.15 e descritos a seguir:

- i) Antecipação – a capacidade do condutor em perceber uma situação, que pode se tornar um risco e imediatamente ir tomando atitudes para que se de fato isso ocorrer, ele esteja distante para não se submeter ao risco previamente percebido, ou seja, não retardar a reação, que no primeiro momento pode ser factível e se sujeitar, posteriormente a ter que praticar uma reação brusca ou ao acidente;
- ii) Distância de seguimento – postura do condutor de manter uma distância segura do veículo que segue a sua frente. O tempo de 3 segundos entre veículos evita colisões na traseira do veículo que segue adiante, receber colisão traseira do veículo que segue atrás e melhora a fluidez do trânsito;
- iii) Terceiro – situação em que a descrição do acidente deixa claro que o condutor não teria como evitá-lo.

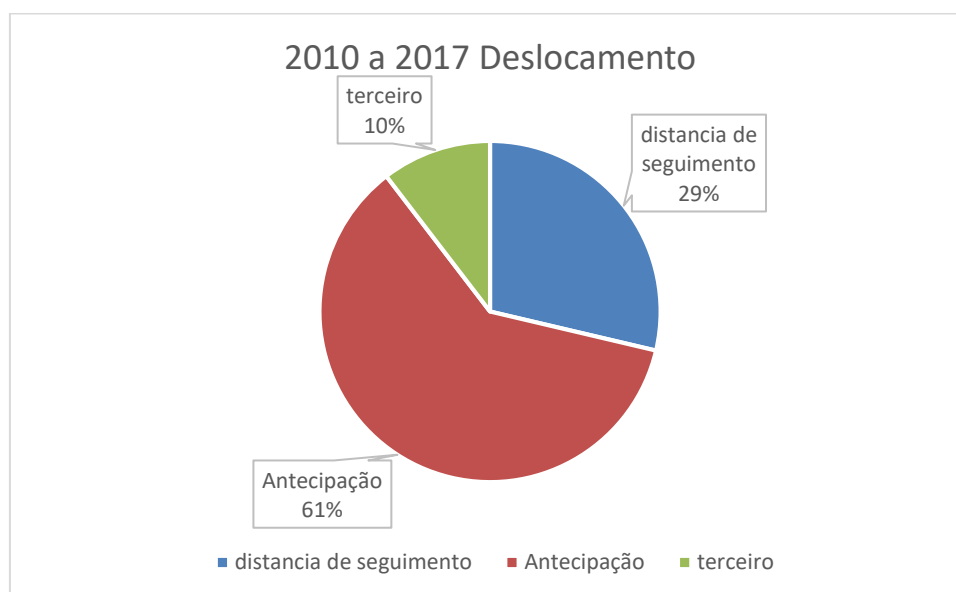


Figura 5.15: Classificação dos acidentes de deslocamento em três tratamentos (n=396). FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

Foi considerado acidentes com a viatura em atendimento, os que ocorreram quando a viatura já se encontrava estacionada na via pública e o colaborador em atendimento ao usuário. Ocorrências na condição de atendimento representam 21% do total. Foi feita uma análise minuciosa da descrição dos acidentes, local e horário das ocorrências. Com base nesses dados os acidentes ocorridos nos atendimentos foram divididos, conforme o tratamento julgado assertivo para que esse acidente pudesse ter sido evitado e outros semelhantes não voltem a acontecer.

Os acidentes em atendimento foram classificados em 5 tratamentos, ilustrados na Figura 5.16 e descritos a seguir:

- i) Sinalização de emergência – a sinalização não foi efetiva para alertar o usuário, sobre a ocorrência a frente, a tempo de ele identificar, julgar e reagir corretamente. Neste caso, existe a necessidade de considerar os possíveis usuários com reação retardada e a condição de aderência da pista no momento. O tratamento seria: rever o procedimento de sinalização e promover treinamento dos colaboradores;
- ii) Posicionamento da viatura – necessidade do condutor de promover uma análise do local mais seguro para estacionar a viatura na via pública ou em pátios de estacionamentos, para atendimento ao usuário, evitando áreas de alto risco e espaço necessário para manobra de outros usuários;
- iii) Travamento de fonte de energia – Acidentes relacionados com a não utilização de calços em veículos estacionados (viaturas e veículos de usuários em atendimento), agravado em situações que estes veículos se encontrem com motor em funcionamento ou desengrenados;
- iv) Captura de animais – Acidentes relacionados com a captura e transporte de animais na faixa de domínio da rodovia;
- v) Terceiro – situação em que a descrição do acidente deixa claro que o colaborador não teria como evitá-lo.

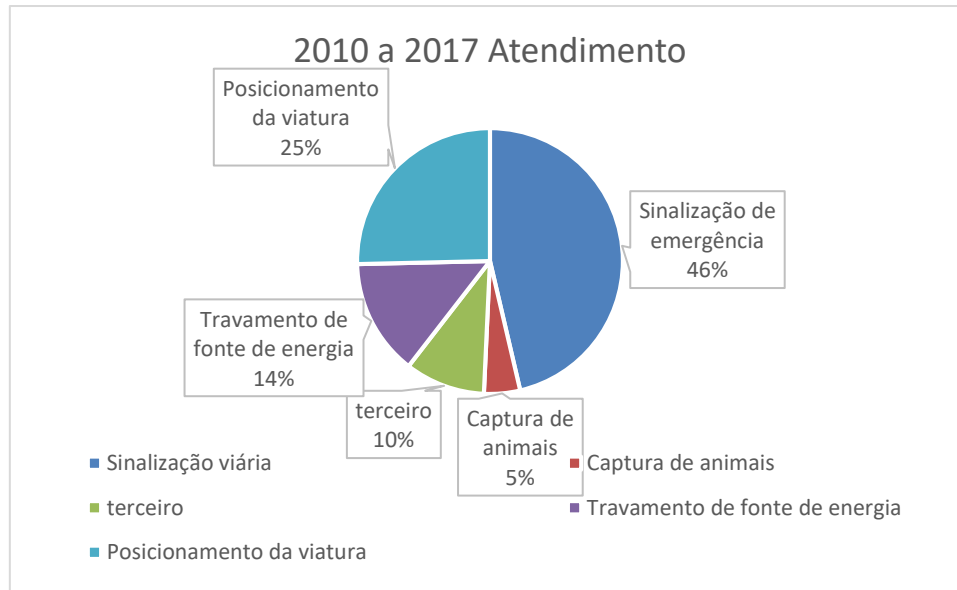


Figura 5.16: Classificação dos acidentes com viaturas em atendimento ao usuário, em cinco tratamentos (n=205). FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

Foram considerados acidentes com a viatura em estacionamento e manobra, os que ocorreram no intervalo entre o veículo iniciar a saída da via pública para estacionar ou acessar um local de parada e o momento em que o veículo deixa o local onde estava parado para acessar a via pública. Ocorrências na condição de estacionamento e manobras representam 27% do total. Foi feita uma análise minuciosa da descrição dos acidentes, local e horário das ocorrências. Com base nesses dados, os acidentes ocorridos nos atendimentos, foram divididos conforme o tratamento julgado assertivo para que esse acidente pudesse ter sido evitado e outros semelhantes não voltem a acontecer.

Acidentes em atendimento foram classificados em 4 tratamentos, ilustrados na Figura 5.17 e descritos a seguir:

- i) Manobra – necessidade do condutor de efetuar manobra para reposicionar ou inverter o sentido de direção do veículo, utilizando primeira marcha e marcha a ré;

- ii) Colisão contra obstáculo fixo – colisão com defensas metálicas, guias de concreto e outros obstáculos, normalmente devido a espaços restritos ou dificuldade de visualização dos mesmos;
- iii) Condições do piso – situações de uso de viatura em condições fora de estrada, em que o condutor necessite fazer uma avaliação correta da condição do piso para não ser surpreendido por lama, buraco, ondulações, canaletas e outros obstáculos;
- iv) Terceiro - situação em que a descrição do acidente deixa claro que o colaborador não teria como evitá-lo.

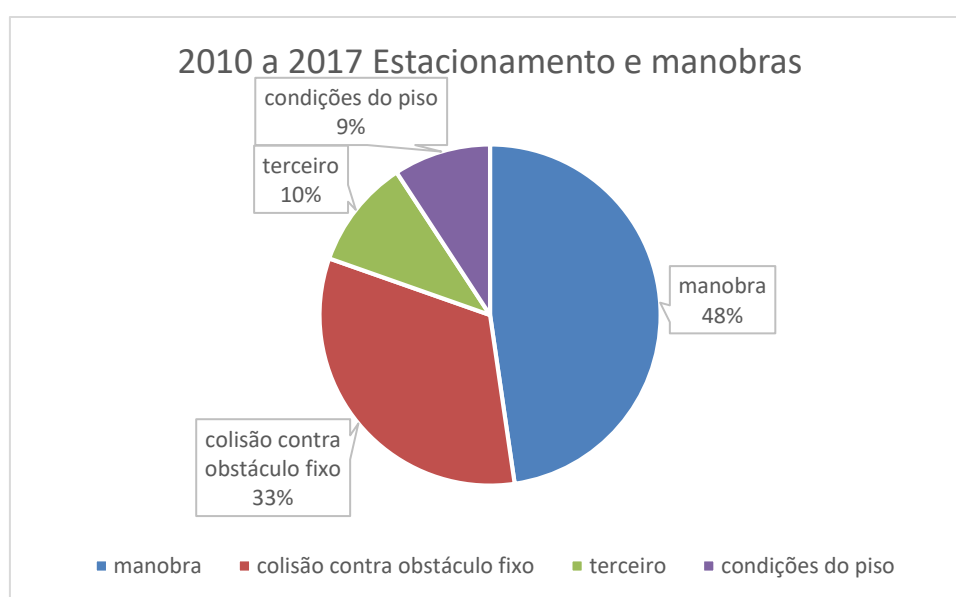


Figura 5.17: Classificação dos acidentes com viaturas em estacionamento e manobras, em quatro tratamentos (n=260). FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

Foram considerados acidentes relativos ao equipamento, os que ocorreram em situações específicas do equipamento utilizado. Ocorrências na condição de equipamento representam 11% do total. Foi feita uma análise minuciosa da descrição dos acidentes, local e horário das ocorrências. Com base nesses dados foram divididos os acidentes ocorridos nos atendimentos, conforme o tratamento

que julgado assertivo para que esse acidente pudesse ter sido evitado e outros semelhantes não voltem a acontecer.

Classificamos os acidentes em atendimento em 4 tratamentos, ilustrados na Figura 5.18 e descritos a seguir:

- i) GP – Acidentes resultantes de situações específicas de utilização do Guincho pesado;
- ii) GL – Acidentes resultantes de situações específicas de utilização do Guincho leve;
- iii) Carreta – Acidentes resultantes de situações específicas de utilização de carreta, reboque ou do acoplamento de reboque;
- iv) Outros – Pick up, veículo leve, motocicleta, caminhão Munck, resgate e portão automático.



Figura 5.18: Classificação dos acidentes relacionado com equipamentos, em quatro tratamentos (n=103). FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

A análise Ecodriving BR, qualificou os 975 acidentes em quatro atividades conforme ilustrada na Figura 5.14 acima, foram atribuídos os tratamentos necessários para

que esses acidentes fossem evitados e também identificados os acidentes que aconteceram por culpa de terceiros, dos quais o colaborador não poderia evitá-lo. Nessa atribuição em 92% dos acidentes foram encontrados indícios de falha do colaborador e que o evento poderia ter sido evitado, se o condutor estivesse melhor treinado para a situação ocorrida. Nos 8% dos acidentes restantes, foi considerado que os mesmos ocorreriam independente da ação do colaborador. A Figura 5.19 ilustra esses tratamentos.

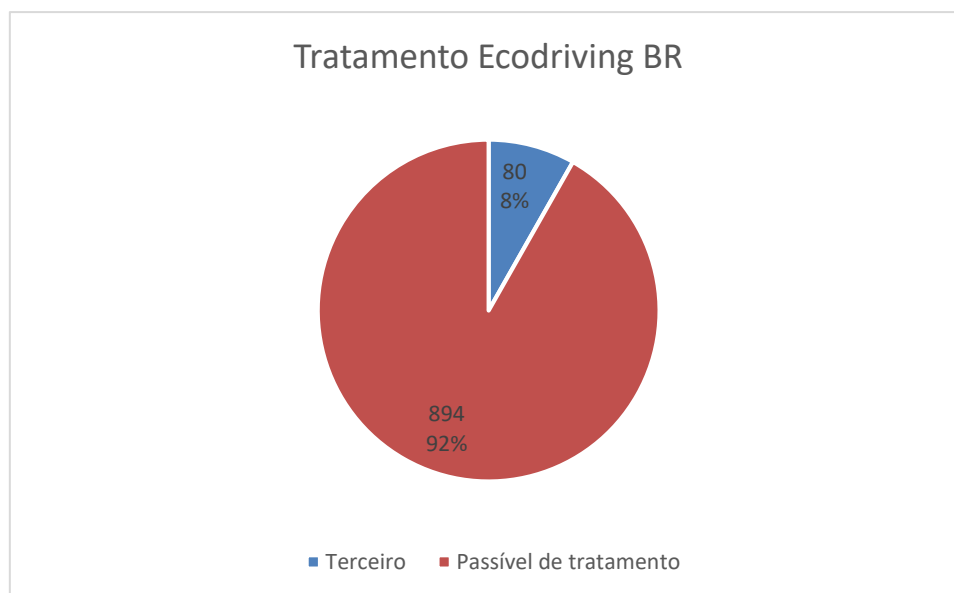


Figura 5.19: Tratamentos dos acidentes ocorridos de 2010 a 2017 (n=975). FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

Com base nas análises expostas acima, sobre os 975 acidentes com a frota própria da CCR NovaDutra no período de 2010 a 2017 aonde foram identificados, filtrados e requalificados os acidentes ocorridos e identificados que 92% desses poderiam ser evitados com ações de específicas de treinamento. Entretanto pela classificação fornecida pela CCR NovaDutra, quanto a causa provável o entendimento é que 56% dos acidentes não poderiam ser evitados, conforme ilustra a Figura 5.20.

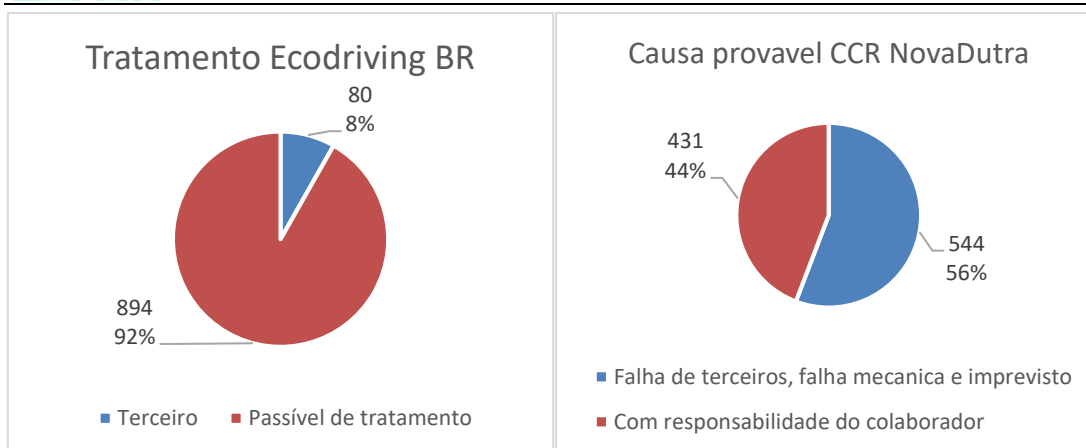


Figura 5.20: Acidentes ocorridos com a frota da CCR NovaDutra de 2010 a 2017, comparação de tratamento (n=975). FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

5.4 A PROBABILIDADE DE ACIDENTE EM DESLOCAMENTO

No item 5.3 deste relatório foi apresentada a figura 5.12 acima, que ilustra os 975 acidentes ocorridos com a frota da CCR NovaDutra nos anos de 2010 a 2017. Esses acidentes foram qualificados por atividades: atendimento, deslocamento, equipamento e estacionamento e manobras, conforme ilustrado a Figura 5.14 acima. Foram considerados acidentes em com a viatura em deslocamento, os que ocorreram no intervalo entre o veículo deixar o local onde estava parado e acessar a via pública e o momento que o veículo inicia a saída da via pública para estacionar ou acessar um local de parada. De 2010 a 2017 ocorreram 396 acidentes nessas condições e esses estão ilustrados, ano a ano na figura 6.1.

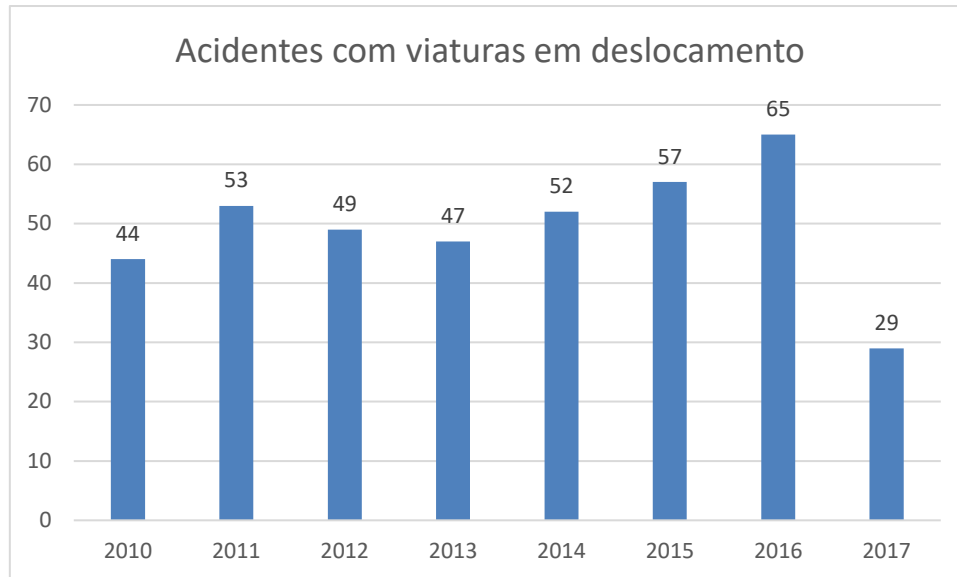


Figura 6.1: Acidentes ocorridos com a frota da CCR NovaDutra de 2010 a 2017 com viaturas em deslocamento (n=396).

FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

Em geral o acidente rodoviário é muito complexo, mas nesse trabalho temos um espaço amostral bem definido e limitado a acidentes com viaturas de uma concessionária de rodovia, em deslocamento na própria rodovia por ela atendida, veículos e motoristas dedicados a uma mesma função e a um mesmo trecho desta via. Neste sentido, nossa tese é que a probabilidade de acidente ' $P(Ac)$ ' é igual a:

$$P(Ac) = P(si) \times P(ep) \times P(rc) \quad \text{Equação (1)}$$

Em que:

- i) $P(si)$ – Probabilidade de ocorrência de uma situação inesperada – engloba os riscos gerais que podem ocorrer nesse tipo de rodovia estudada e será utilizada como uma constante em comparação das ocorrências dos últimos anos e simulações de ocorrências futuras.
- ii) $P(ep)$ – Probabilidade de estar próximo do veículo que segue a sua frente – Considerando que o tempo de reação do ser humano é de 1 segundo, supomos que deslocamentos com distâncias de seguimento inferiores a esse tempo resultam em acidente caso a ocorra situação inesperada (i). Essa probabilidade foi medida no exercício de percurso rodoviário descrito no item 3.4 deste trabalho e as medias para distância de

seguimento mínima foi de 0,9 segundos pré treinamento e 1,9 segundos pós treinamento conforme ilustram as figuras 5.1 e 5.2 acima.

- iii) $P(rc)$ – Probabilidade da reação do condutor ser assertiva em uma manobra de emergência - Essa probabilidade foi medida no exercício de *Slalom* descrito no item 3.4 deste trabalho onde o ângulo de esterçamento superior a 180° indica perda de controle e suposto acidente caso a ocorra situação inesperada (i).

Com base no conjunto de dados de acidentes com viatura em deslocamento da CCR NovaDutra, estes acidentes ocorreram com uma média anual de 50 e um desvio padrão de 10,5 entre os anos de 2010 e 2017. Considerando um universo de 400 colaboradores motoristas, temos que a probabilidade aleatória de cada um deles se acidentar durante um ano é de 0,125 ou 12,5%. Consideraremos esta como a probabilidade de envolvimento em acidente pré treinamento: $P(Ac_{preT})=0,125$.

Considerando i,ii e iii eventos independentes e calculando $P(ep)$ com a distância de seguimento mínima encontrada pré (ep_{preT}) e pós treinamento (ep_{posT}) (figuras 5.1 e 5.2), temos que:

$$P(ep_{preT}) = 255/306=0,83$$

$$P(ep_{posT})=51/306=0,16$$

Calculando $P(rc)$ com ângulo de esterçamento no slalom encontrado pré (rc_{preT}) e pós (rc_{posT}) treinamento (figura 5.11), temos:

$$P(rc_{preT}) = 61/277=0,22$$

$$P(rc_{posT})= 10/277=0,036$$

Substituindo os valores calculados 'pré treinamento' (preT) na Eq. 1:

$$P(Ac_{preT}) = P(si) \times 0,83 \times 0,22 = 0,18 \times P(si) \quad \text{Equação (2)}$$

Substituindo os valores calculados 'pós treinamento' (posT) na Eq. 1:

$$P(Ac_{posT}) = P(si) \times 0,16 \times 0,036 = 0,006 \times P(si) \quad \text{Equação (3)}$$

Isolando $P(si)$ e igualando as Eq. 2 e 3, temos:

$$P(Ac_{preT}) / 0,18 = P(Ac_{posT}) / 0,006 \quad \text{Equação (4)}$$

Sabendo que a probabilidade de acidente pré treinamento ' $P(Ac_{preT})$ ' é igual a 0,125, recalculando a Equação 4 com este dado, temos:

$$P(Ac_{posT}) = 0,125 \times 0,006 / 0,18 = 0,004$$

A exposição acima tem como objetivo demonstrar que o padrão de condução encontrado antes do treinamento, que resultou em uma probabilidade aleatória de 12,5% de um colaborador motorista se acidentar nos últimos anos, pode ser reduzida para até 0,4% caso esses colaboradores incorporem em seu padrão de condução as atitudes medidas no pós treinamento deste projeto, o que geraria uma economia potencial anual de R\$921.761,00 em danos materiais com a frota da CCR NovaDutra, considerando o custo médio para os danos materiais de um acidente rodoviário, sem vítimas com veículos utilitários e caminhões que atualizado pelo IGP-M é de R\$ 19.044,65 (IPEA 2006).

5.5 ANÁLISE DE EMISSÕES POR CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS COM FROTA PRÓPRIA DA CCR NOVADUTRA DE 2012 A 2017

Com base nos dados fornecidos sobre o consumo de combustíveis com a frota própria da CCR NovaDutra no período de 2012 a 2017, com descrição no item 2.1.1 deste relatório, foi desenvolvido o quadro 6, com objetivo de resumir as informações do consumo anuais, por tipo de combustível.

Quadro 6: Consumos anuais da frota da CCR NovaDutra em litros, por tipo de combustível. FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Diesel	1.865.754	1.817.202	1.688.813	1.452.944	1.413.184	1.408.952
Gasolina	474.649	39.892	33.402	23.010	15.370	7.136
Etanol	12.299	645.568	647.784	622.978	606.091	622.689
GNV		331		628	2.621	1.472
Total	2.352.703	2.502.994	2.370.000	2.099.561	2.037.268	2.040.251

Com base nos dados fornecidos nos inventários de emissões de gases de efeito estufa da CCR NovaDutra, no período de 2012 a 2016, foi desenvolvido o quadro 7,

apresentado a seguir, com objetivo de destacar as informações de emissões de GEE anuais, da frota da CCR NovaDutra.

Quadro 7: Emissões de GEE anuais da frota da CCR NovaDutra em (tCO₂e). FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

	2012	2013	2014	2015	2016
tCO₂e	5.660,10	4.725,49	4.220,64	3.550,90	3.424,58

5.6 PROJEÇÕES DE REDUÇÃO DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E EMISSÕES DE GEE

Com base no consumo de combustível da frota da CCR NovaDutra no ano de 2017, estimamos a emissão de gases de efeito estufa (GEE) da frota neste ano, com base em parâmetros (SENAI 2017). Conforme ilustrado no quadro 8.

Quadro 8: Estimativa de emissões de GEE anuais da frota da CCR NovaDutra em (tCO₂e) no ano de 2017. FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

	Consumo (l)	Emissões GEE (tCO ₂ e)
Diesel	1.408.952	3.706,90
Gasolina	7.136	15,94
Etanol	622.689	0,24
GNV	1.472	3,00
Total	2.040.251	3.726,08

No Item 5.1 deste relatório apresentamos os resultados obtidos com os exercícios de percurso rodoviário, entre eles um incremento no desempenho de quilômetros percorridos com um litro de combustível (km/l), alcançado pelos sujeitos pós treinamento (bloco B) em comparação com a primeira passagem (bloco A), como demonstram as acima, as Figuras 5.3 para o trecho São Paulo e 5.4 para o trecho Rio de Janeiro. A ponderação desses resultados indica que se os colaboradores incorporarem em seu padrão de condução as atitudes medidas no pós treinamento deste projeto, a CCR NovaDutra teria uma economia potencial anual de 11% do

consumo de combustível de sua frota e equivalente redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE), conforme ilustrado no quadro 9.

Quadro 9: Estimativa de redução de consumo de combustível e emissões de GEE anuais da frota da CCR NovaDutra em (l) e (tCO₂e) no ano de 2017. FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CCR NovaDutra (2018)

	Redução consumo 11% (l)	Redução de GEE (tCO ₂ e)
Diesel	154.984	407,76
Gasolina	785	1,75
Etanol	68.496	0,03
GNV	162	0,33
Total	224.427	409,54

A exposição acima tem como objetivo demonstrar que o padrão de condução encontrado pós do treinamento, aponta a possibilidade de redução 11% no consumo de combustível da frota, que com base no consumo anual de 2017 representaria 224.427 litros de combustível e uma 409 toneladas de CO² equivalente, em emissões de GEEs. A um preço médio de combustível de 3,26/L, esta redução de consumo geraria uma economia anual da ordem de R\$733.128,20.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho é fruto de experiências anteriores que possibilitaram enxergar a possibilidade de redução de impactos socioambientais no trânsito e direcionaram a forma a validar cientificamente um conjunto de ações para esse fim. O número de participantes de 329, quase a totalidade dos motoristas da operação da Empresa e a características geográficas da mesma, com campo de atuação de 402 Km ligando as duas principais regiões metropolitanas do País, geraram um grande e complexo desafio.

Os resultados obtidos de incremento de distância de seguimento, melhores reações em situações de emergência, redução de consumos de combustível e emissões de GEEs, sinalizam que é possível diminuir acidentes e minimizar impactos socioambientais a partir de posturas desejáveis de condução.

6.1 Conclusões

Motoristas profissionais experientes, testados em seu próprio trecho rodoviário de trabalho apresentaram resultados positivos de redução de impactos socioambiental no trânsito em comparações pré e pós treinamento teórico / prático de Ecodriving e condução avançada.

O método de usar as duas atividades de treinamento para medir padrões e desenvolver competência, buscando o distanciamento do risco e a capacidade de reação em situações de emergência, se mostrou robusto para caracterizar o risco de acidente de cada postura de direção adotada pelos participantes.

Apesar dos participantes serem motoristas de atendimento a usuários e resgatistas, convivendo usualmente com situações de acidentes no seu próprio trecho de deslocamento e conhecerem as consequências destes acidentes, a maioria deles não apresentou, no pré treinamento, postura desejável de distância de seguimento e reações a emergência que os impedissem efetivamente não se envolver nos acidentes tipos que normalmente socorrem.

Posturas de direção adequadas que propiciam reduções de impactos socioambientais no pós treinamento não acarretaram grande aumento no tempo do percurso e este, em média foi inversamente proporcional a redução do consumo de combustível.

O presente trabalho sinaliza uma potencial economia anual, caso as posturas pós treinamento sejam incorporadas na operação, de R\$921.761,00 em danos materiais oriundos de acidente com viaturas em deslocamento, de R\$733.128,20 em combustível e também uma redução de 409 toneladas de CO² equivalente, em emissões de GEEs.

6.2 Recomendações

Para incorporar os ganhos de redução de acidentes em deslocamento e redução do consumo de combustível na operação é necessário que as posturas de direção propostas nesse projeto, passem a fazer parte da política da Empresa. Criação de

campanhas, materiais de divulgação em mídias internas e novos treinamentos são necessários para consolidar os resultados alcançados no pós treinamento.

Um tratamento semelhante ao que foi feito nesse trabalho buscando redução de acidentes em deslocamento, pode ser implementado aos acidentes ocorridos em outras atividades como atendimento, equipamento e estacionamento e manobras, visto que nessas atividades acontecem 59% dos acidentes com viaturas.

Acrescentar no sistema de gestão da Empresa os procedimentos de desenvolvimento de motoristas, análise e tratamento utilizado nesse trabalho.

Divulgar e fomentar a implementação de ações utilizadas nesse trabalho nas demais concessionárias de rodovia.

Divulgar as boas práticas conquistadas pela concessionária para os usuários das rodovias concedidas.

Implementar os conceitos deste trabalho no processo de formação de instrutores e motoristas.

Esse trabalho oferece de subsídios para estudos futuros que visem desenvolver técnicas para medição e redução de acidentes nas atividades atendimento, equipamento e estacionamento e manobras, conforme a qualificação aqui utilizada. Pode também ser utilizado como base para desenvolvimento de instrumentos de auxílio a motoristas e a veículo autônomos no tocantes a economia de combustível, distância de seguimento e antecipação, bem como no desenvolvimento de medidores fixos de distância de seguimento para ser utilizado nas rodovias concedidas, podendo esse tornarem uma ferramenta de avaliação e alerta para o risco de acidente.

Impactos socioambientais relativos a lesão as pessoas, retenção do tráfego e reparação veicular, devido ao acidente rodoviário, são minimizados com a redução destes e também podem ser estudados em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALBINOOT, A. B.; ZARO, M. A.; TIMM, M.I. Funções psicológicas e cognitivas presentes no ato de dirigir e sua importância para os motoristas no trânsito. **Ciências & Cognição**, v.16, n.2, p. 013 – 029, 2011.
- BEAR, M.F. Neurociências: desvendando o sistema nervoso. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- BIFULCO, G. N.; PATRIOTA, L.; BRACKSTIONE, M.; MCDONALD, M. Driving behaviour models enabling the simulation of Advanced Driving Assistance Systems: revisiting the Action Point paradigm. **Transportation Research Part C**, n.39, p. 352-366, 2014.
- BOSCH, R. **Manual de Tecnologia Automotiva**. 25. Ed. Tradução de Euryale de Jesus Zerbini, Gunter W. Prokesch, Helga Madjderey e Suely Pfeferman. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p.430-431.
- COSTA, A. H. P. da; MACEDO, J. M. G. Engenharia de tráfego: conceitos básicos. **Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCD-N) Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território**. 2008. 36 p. Disponível em:
<http://www.estgv.ipv.pt/PaginasPessoais/vasconcelos/Documentos/ManualdeAcessibilidades/ManuaisCCDRNmiolo_AF/01EngTrafego_AF.pdf>. Acesso em: 2 mai. 2015.
- DENATRAN, Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de veículos**. Disponível em:
<<http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- DOGAN, E., STEG, L., DELHOMME, P., 2011. The influence of multiple goals on driving behavior: the case of safety, time saving, and fuel saving. *Accident Analysis & Prevention* 43,1635-1643.
- EILERS, M.; MÖBUS, C.; TANGO, F.; PIETQUIN, O. The learning of longitudinal human driving behavior and drive assistance strategies. **Transportation Research Part F**, n. 21, p. 295-314, 2014.
- GRÁCIO et al. Driver Behavior Comparison Between Static and Dynamic Simulation for Advanced Driving Maneuvers. **Presence**, v. 20, N. 2, p.143-161, apr. 2011
- GREGERSEN, N.P.; BREHMER, B.; MOREN, B. Road safety improvement in large Companies. An experimental comparison of different measures. **Accident analysis and Prevention**, v. 28, n. 3, p. 297-306, 1996.
- IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Disponível em: < http://vias-seguras.com/os_acidentes/custo_dos_acidentes_de_transito/custos_medios_dos_acidentes_rodoviaros>. Acesso em: 22 nov. 2018.
- ISLER, R.B., STARKEY, N.J., SHEPPARD, P., 2011. Effects of higher-order driving skill training on young, inexperienced drivers' on-road driving performance. *Accident Analysis & Prevention* 43, 1818-1827.

- IVANCIC, K.; HESKETH, B. Learning from errors in a driving simulation: effects on driving skill and self-confidence. **Ergonomics**, v.43, n.12, p. 1966-1984, 2000.
- KATILA, A.; KESKINEN, E.; HATAKKA, M. Conflicting goals of skid training. **Accident analysis and Prevention**, v. 28, n. 6, p. 785-789, 1996.
- KONSTANTOPOULOS, P., CHAPMAN, P., CRUNDALL, D., 2010. Driver's visual attention as a function of driving experience and visibility. Using a driving simulator to explore drivers' eye movements in day, night and rain driving. **Accident Analysis & Prevention** 42 (3), 827-834.
- LAND, M.F. Eye movements and the control of actions in everyday life, **Progress in Retinal and Eye Research**, v.25, p. 296-324, 2006.
- LI, S.; YAMABE, S.; SATO, Y.; SUDA, Y.; CHANDRASIRI, N. P.; NAWA, K. Learning Characteristic Driving Operations in Curve Sections that Reflect Drivers' Skill Levels. **Springer Science**, v.12, p. 135-145, 2014.
- NEWNAM, S.; WATSON, B. Work-related driving safety in light vehicle fleets: A review of past research and the development of an intervention framework, **Safety Science**, v.49, p.369-381, 2011.
- OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA, ONSV., 2014. Retrato da segurança viária 2014. Ambev, Falconi and ONSV, Brasília.
- ROTH, G., WULLIMANN, M. F., 2000. Brain evolution and cognition. Wiley-Spektrum, Heidelberg.
- ROUZIKAH, H.; KING, M.; RAKOTONIRAINY, A., 2013. Examining the effects of an eco-driving message on driver distraction. **Accident Analysis & Prevention** 50. 975-983.
- SAHAMI, S.; SAYED, T. How drivers adapt to drive in driving simulator, and what is the impact of practice scenario on the research? **Transportation Research Part F**, v.16, p. 41-52, 2013.
- SALLES CUNHA, J. Metodologias de aprendizado motor para redução de externalidades socioambientais no transporte rodoviário profissional. Dissertação de mestrado. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2016. No prelo.
- SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Cartilha inventário de emissões de gases de efeito estufa**. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8A5E3A0127015E3EE5A2310EB8>>. Acesso em: 22 nov. 2018.
- SHMUELOF, L.; KRAKAUER, J. W. Recent insights into perceptual and motor skill learning. **Frontiers in Human Neuroscience**, v.8, article 663, set. 2014.
- STAHL, P.; DONMEZ, B.; JAMIESON, G.A. Anticipation in Driving: The Role of Experience in the Efficacy of Pre-event Conflict Cues. **IEEE TRANSACTIONS ON HUMAN-MACHINE SYSTEMS**, v. 44, n.5, out 2014.
- WÅHLBERG, A. E., 2004. The stability of driver acceleration behavior, and a replication of its relation to bus accidents. **Accident Analysis & Prevention** 36(1), 83-92.

WALTON, D.; THOMAS, J.A. Naturalistic observations of driver hand positions. **Transportation Research Part F 8**, p. 229-238, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, WHO, 2013. Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action. World Health Organization, Luxembourg.

7 ANEXOS

7.1 ANEXO 1

Lista oficial dos inscritos para os treinamentos no Estado e São Paulo.



PROGRAMAÇÃO -
ECODRIVING SP.xls

7.2 ANEXO 2

Lista oficial dos inscritos para os treinamentos no Estado do Rio de Janeiro.



PROGRAMAÇÃO
RJ.xls

7.3 ANEXO 3

Listas de presença dos treinamentos no Estado de São Paulo.



Listas_SP.pdf

7.4 ANEXO 4

Listas de presença dos treinamentos no Estado do Rio de Janeiro.



Listas_RJ.pdf

7.5 ANEXO 5

Relatório fotográfico dos treinamentos.







7.6 ANEXO 6

Material Didático usado nos treinamentos.



apresentacao
Ecodriving tmp1t_rev

7.7 ANEXO 7

Planilhas dos registros obtidos nos questionários e exercícios avançados.



Planilha de
registros avançados

7.8 ANEXO

Anexo 8- Planilhas dos registros obtidos nos e exercícios de percurso rodoviário.



Planilha de
dados_percurso.xlsx