

# IMPACTOS DA TECNOLOGIA NA REDUÇÃO DE FILAS EM UMA PRAÇA DE PEDÁGIO DA BR-116

**Cássio Castilho Oliveira de Faria**

cassio.faria@aedb.br

**Marcela de Oliveira Carvalho**

marcela.carvalho@aedb.br

**Erica Guimarães**

guimaraes.eric@outlook.com

**Washington de Macedo Lemos**

washington.lemos@aedb.br



*O transporte rodoviário é o grande responsável pelo transporte de cargas no Brasil. Com isso, tem-se um grande fluxo de veículos nas estradas, principalmente, na região do Sul do estado do Rio de Janeiro, na Rodovia Presidente Dutra, também chamada de BR-116, que liga as duas maiores regiões metropolitanas do país, Rio de Janeiro – São Paulo, e a longo do qual se concentram grandes polos industriais. Neste artigo foi estudado, por meio do software de simulação Arena, o impacto do sistema de identificação e cobrança automática na fila de veículos de uma praça de pedágio existente nesta rodovia, que resultou na redução de 60% do tempo de médio de fila do pedágio, permitindo assim a saída de um maior número de veículos do mesmo, sendo este valor correspondente a um aumento 150%. O método científico foi o experimental, com o tipo de pesquisa quantitativa, por meio da realização de coleta de dados em campo, com a finalidade de propor soluções para a Praça de Pedágio Itatiaia.*

*Palavras-chave: Arena, cronoanálise, Dutra, Logística, Simulação*

## 1. Introdução

Apesar do Brasil possuir dimensões continentais, com uma ampla região costeira e grandes rios navegáveis, o modal rodoviário brasileiro representa 61,10% dos transportes de cargas no país, segundo o boletim estatístico de janeiro de 2018 da Confederação Nacional do Transporte (BRASIL, 2018).

Este estudo analisa os impactos de uma tecnologia que permita melhorar o fluxo de veículos no pedágio de uma região do modal rodoviário. Este trecho está localizado na Rodovia Presidente Dutra que possui extensão de 402 quilômetros e liga as duas maiores regiões metropolitanas do país (Rio de Janeiro e São Paulo). Neste trecho, sob concessão à empresa CCR Nova Dutra, o presente artigo identifica os possíveis entraves ao transporte e apresenta uma proposta para otimizar o fluxo de veículos neste pedágio.

Neste artigo foi estudado, simulado e analisado, por meio do *software* de simulação Arena<sup>®</sup>, o impacto do sistema de identificação e cobrança automática na Praça de Pedágio Itatiaia, com a finalidade de propor soluções para reduzir a fila de espera de veículos neste pedágio.

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1 Transporte e logística rodoviária brasileira: panorama atual e perspectivas

Visto a dependência brasileira ao modal rodoviário para sua logística e transporte, os desequilíbrios entre os modais de transporte resultam em mais veículos nas estradas, segundo Ribeiro e Ferreira (2002). Além disso, colaboram para a baixa competitividade brasileira, devido a existência de grandes problemas e deficiências, sendo, portanto este o panorama atual do transporte logístico brasileiro (BRASIL, 2014).

De acordo com Ballou (2011), a cadeia de suprimentos exige rápidas mudanças, devendo se adaptar conforme a demanda, de acordo com as novas tendências e realidades. Atualmente, com a quarta revolução industrial, a chamada indústria 4.0, é preciso que as indústrias estejam atentas às inovações em seus processos, ou mesmo se necessário reinventá-los, para se manterem competitivas (FREITAS et al., 2016).

Sendo assim, ainda segundo Freitas et al. (2016), o transporte logístico atual é caracterizado pela integração de seus sistemas e operadores, entre os quais se destacam as empresas que

melhor os planejam, ou seja, empresas que possuem em andamento pesquisas e desenvolvimentos de sistemas logísticos mais avançados, inteligentes e robotizados, desenvolvendo assim, soluções mais eficientes e uma maior integração.

## 2.2 Tecnologia de identificação

O sistema de identificação automática de veículos funciona por meio de tecnologias que utilizam o sistema de radiofrequência, o uso de um *chip* que liberam os veículos automaticamente em cancelas nas praças de pedágio e estacionamentos (ABE, 2018). Ele é utilizado para melhorar a interoperabilidade e a fluidez dos veículos (SEM PARAR, 2018).

## 2.3 Cronoanálise

A cronoanálise é uma ferramenta de medição de processos caracterizada pelo uso da cronometragem para analisar, determinar e melhorar a aplicação do tempo em determinada atividade (TOLEDO, 2004).

Conforme Navarro e Rocha (2014), o uso da cronoanálise é indicado quando há necessidade de melhorar a produtividade e entender detalhadamente o que ocorre no processo produtivo. Sendo assim, entende-se a cronoanálise como uma ferramenta de grande importância para a melhoria dos processos logísticos, visto que com o auxílio da mesma é possível visualizar os tempos de gargalos no processo, assim como os desperdícios de tempo.

## 2.4 Software de simulação Arena

De acordo com Pegden (1990), a simulação é um processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação. Algumas vantagens são encontradas no uso da simulação, sendo elas: menor custo, menor tempo de execução, possibilidade de replicações do modelo, maior segurança e legalidade de execução do modelo (PIDD, 1998).

Com um *software* de simulação busca-se a melhoria de um processo (PRADO, 2004). O *software* de simulação Arena<sup>®</sup> possui uma linguagem acessível e um ambiente integrado

(PESSANHA et al., 2011). O Arena<sup>®</sup> simula o sistema como um conjunto de etapas de processo, sendo capaz de modelar diversos ambientes, seja na área de manufatura, fabricação, logística, entre outros (SILVA et al., 2007).

## 2.5 Praça de Pedágio Itatiaia: Rodovia Presidente Dutra, BR-116

Situado na região do Sul do estado do Rio de Janeiro, na Rodovia Presidente Dutra, também chamada de BR-116, ao longo do qual se concentram grandes polos industriais. Esta praça de pedágio e rodovia é administrada pela empresa CCR Nova Dutra, com alto potencial de entrave logístico, devido ao grande fluxo de veículos neste trecho da rodovia, sendo, portanto, o objetivo do estudo (NOVA DUTRA, 2018).

## 2.6 Análise e tipos de processos

A análise feita no pedágio foi no sentido Rio de Janeiro para São Paulo, entre o quilômetro 318 e 319.

Figura 1 - Vista aérea da Praça de Pedágio Itatiaia.



Fonte: Adaptada de Geo – Conceição (2018)

Os processos pelo qual os veículos estão sujeitos no pedágio foram classificados para estudo de duas formas diferentes, de acordo com tipos de processos no qual eles são submetidos. Sendo estas distinções:

### I. Veículos comuns

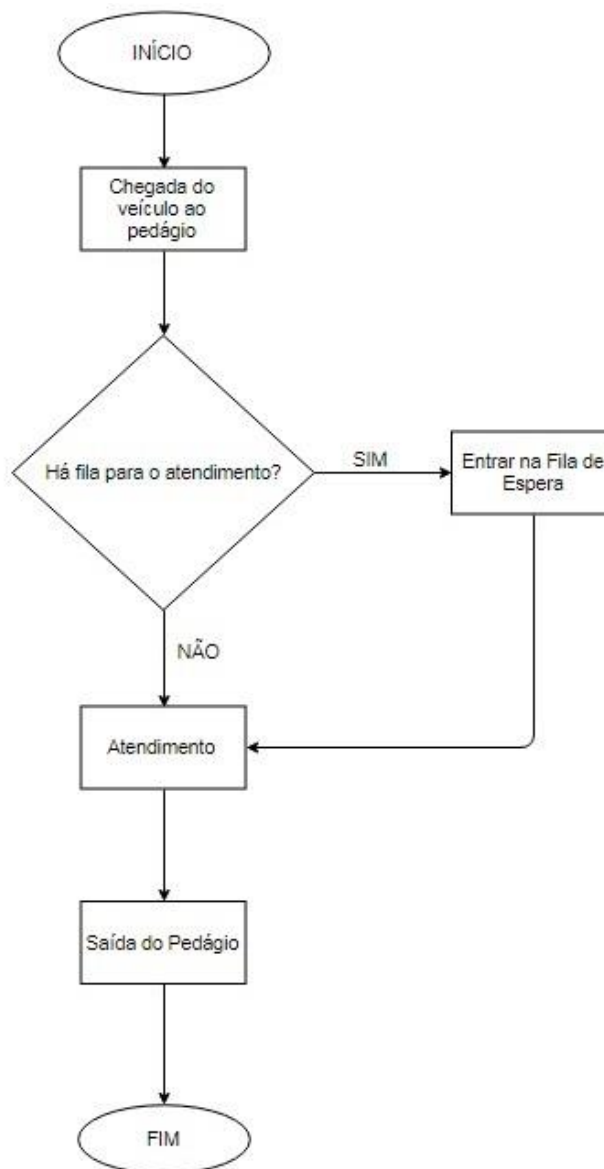
## II. Veículos com sistema de identificação e cobrança automática

Além disso, os veículos com placa de Resende-RJ são isentos da taxa de pedágio na Praça de Pedágio Itatiaia, logo, para estes veículos existe um procedimento diferente, que é a passagem dos mesmos por uma cancela de pedágio diferenciada, sendo estes sujeitos a um processo apenas de reconhecimento e validação da localização das placas destes veículos, em uma via lateral. Portanto, como esta é uma exceção desta praça de pedágio, este processo não será simulado, pois além de não ser relevante para o pedágio, não é o objetivo de estudo deste artigo.

### 2.6.1 Veículos comuns

Foram denominados como sendo veículos comuns todos aqueles que param nas cabines de atendimento para efetuar o pagamento e então seguirem seus destinos. O processo pelo qual passam estes veículos é bem simples, e está esquematizado na figura 2.

Figura 2 - Fluxograma do processo ao qual os veículos comuns são submetidos



Fonte: Elaborado pelos autores

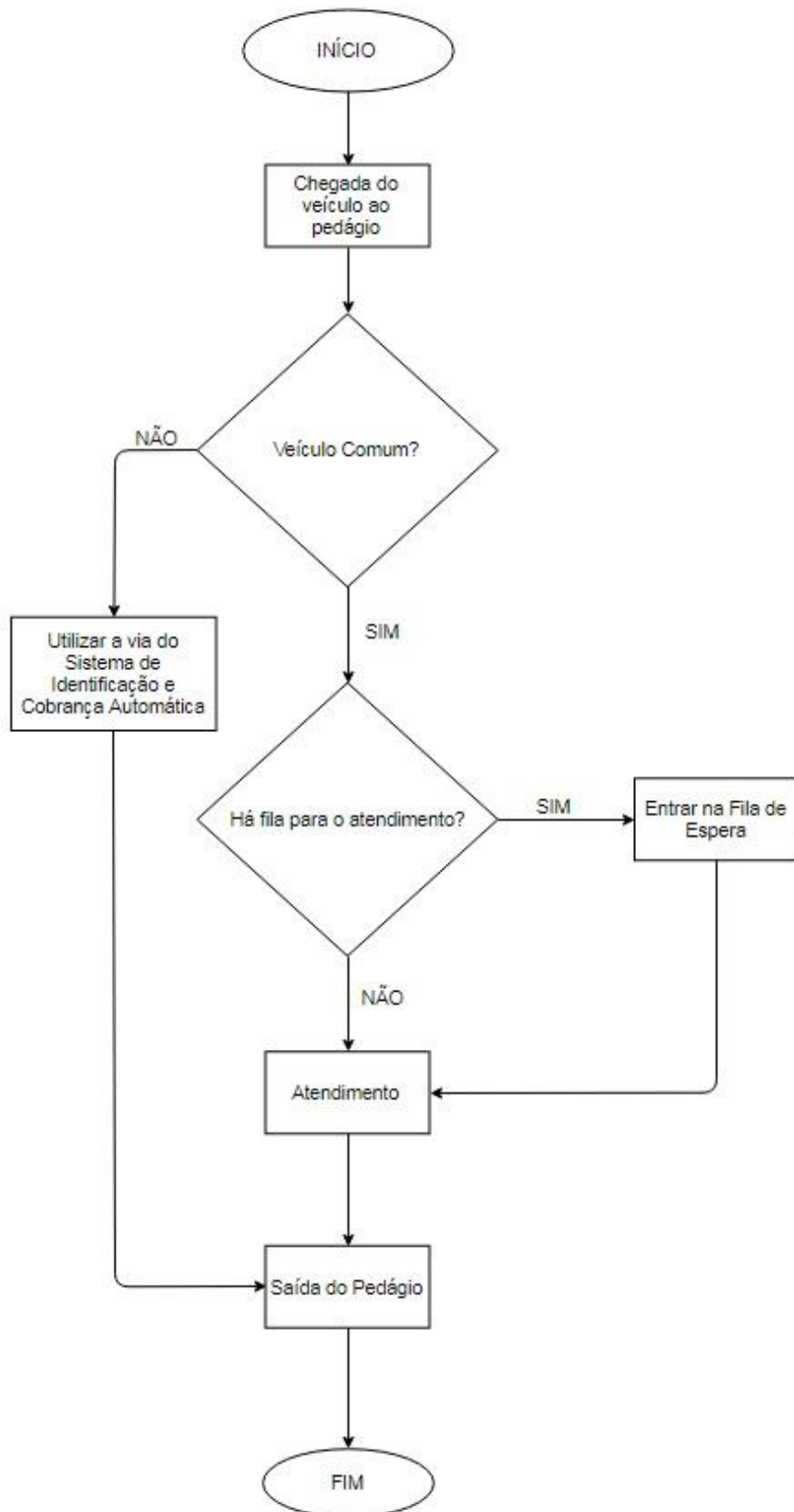
### 2.6.2 Veículos aderidos ao sistema de identificação automática

Estes veículos foram desmembrados por possuírem um *chip* referente ao programa de cobrança automática no qual são aderidos e por isso não necessitam parar em uma cancela de pedágio para atendimento e pagamento, pois ao se aproximarem da passagem do pedágio estes veículos são identificados automaticamente. Portanto, não havendo influência destes veículos na operação de atendimento do pedágio, não causam filas, uma vez que estes veículos passam de forma direta por ele, apenas reduzindo sua velocidade. Portanto, não há

um procedimento ou processo com demanda de tempo na via ao qual estes veículos são submetidos. Este processo está esquematizado, conforme a figura 3.

Figura 3 - Fluxograma do processo ao qual os veículos aderidos ao sistema automático são submetidos





Fonte: Elaborado pelos autores

### **3. Metodologia**

#### **2.1 Método científico**

Para se determinar o método científico utilizado no presente estudo, recorreu-se a determinação do significado de método. Sendo essa:

Método é um procedimento ou caminho para alcançar determinado fim e que a finalidade da ciência é a busca do conhecimento, podemos dizer que o método científico é um conjunto de procedimentos adotados com o propósito de atingir o conhecimento (PRODANOV e FREITAS, 2013, p. 24).

Por método podemos entender o caminho, a forma, o modo de pensamento. É a forma de abordagem em nível de abstração dos fenômenos. É o conjunto de processos ou operações mentais empregados na pesquisa (PRODANOV e FREITAS, 2013, p. 26).

Deste modo, o método científico utilizado pelo artigo é o método experimental, pois conforme expressado por Gil (2008), este método sujeita objetos de estudo à indução de variantes controladas e conhecidas pelo pesquisador, para que então, este analise os efeitos produzidos no objeto, após processos e/ou operações.

#### **2.2 Tipo de pesquisa**

O objetivo da pesquisa é “resolver problemas e solucionar dúvidas, mediante a utilização de procedimentos científicos” (BARROS e LEHFELD, 2000, p. 14). O tipo de pesquisa aplicada no artigo é a pesquisa quantitativa, conforme sua abordagem.

A pesquisa quantitativa “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las” (PRODANOV e FREITAS, 2013, p. 69). Sendo, portanto, este o tipo de pesquisa aplicada ao artigo, conforme os dados coletados e a análise das informações geradas e simuladas.

#### **3.3 Coleta de dados**

Realizou-se a coleta de dados por meio da cronoanálise, em dois dias do mês de Março, no período vespertino. A primeira coleta de dados foi realizada no sábado (11/03/2018) e a outra na quarta-feira (24/03/2018), na praça de pedágio de Itatiaia - RJ, localizada entre o quilômetro 318 e 319, da BR-116, no sentido Rio de Janeiro – São Paulo.

### 3.3.1 Tempo entre chegada de veículos ao pedágio

Coletou-se no sábado e na quarta-feira, durante um período de 15 minutos de cada dia, o tempo entre chegada de veículos ao pedágio, conforme a tabela 1, sem distinção de qual tipo de procedimento seriam submetidos. Ou seja, foram coletados os dados de todos os veículos que passaram pelo pedágio neste intervalo, independente de qual procedimento seriam submetidos. Conseqüentemente, com isso, se obteve também a quantidade de veículos que passaram pelo pedágio no intervalo destes dois momentos, pois a contagem destes tempos possibilita obter o número correspondente a essa quantidade, de acordo com a tabela 2.

Tabela 1- Dados coletados em campo sobre o tempo de chegada de veículos ao pedágio

Tempo entre chegada de veículos ao pedágio (segundos)													
10	6	3	0	1	22	1	0	1	0	1	1	39	2
22	2	5	6	2	2	1	0	1	0	1	17	0	21
0	1	0	0	1	25	0	0	0	0	1	0	2	0
0	23	9	13	1	25	5	0	2	1	23	25	19	24
0	10	0	17	0	0	0	12	0	0	0	14	2	0
0	19	10	1	14	19	4	1	1	1	1	23	1	0
12	27	15	1	2	12	5	2	3	5	1	4	10	2
3	4	19	8	3	2	0	9	0	0	6	0	0	0
12	0	0	6	0	17	0	11	11	12	5	3	3	0
17	26	0	25	0	6	6	0	0	7	0	7	0	0
0	23	8	0	0	9	9	4	0	18	2	40	3	8
5	0	6	0	5	9	20	0	19	12	6	2	8	0
5	0	0	12	0	6	0	1	0	12	0	0	9	0
0	21	1	1	0	9	0	5	3	9	0	10	0	8
8	11	13	0	12	7	5	9	0	8	7	15	13	4
5	4	6	15	0	0	11	6	0	8	0	9	9	0
12	18	0	17	0	6	0	0	23	0	10	0	7	0
10	0	0	7	7	6	4	4	4	6	14	16	0	6
0	14	6	23	0	7	0	0	0	6	32	7	10	4
17	16	4	5	0	0	15	0	0	22	0	6	0	10
6	9	0	12	5	7	5	0	7	5	0	4	0	0

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2 - Levantamento da quantidade de veículos que passaram pelo pedágio

<i>Dia</i>	<i>Quantidade de veículos</i>
Sábado	149
Quarta-feira	145

Fonte: Elaborado pelos autores

### 3.3.2 Tempo de atendimento na cabine do pedágio

Coletou-se o tempo (em segundos) demandado por 60 veículos para a efetuação de pagamentos e realização do atendimento na cabine de pedágio, sendo 30 tempos correspondente ao atendimento realizado pelo atendente 1 e os outros 30 restantes pelo atendente 2, conforme a tabela 3.

Tabela 3 - Dados coletados em campo do tempo de atendimento de veículos na cabine de pedágio

Atendente 1			Atendente 2		
21	18	111	33	16	43
24	20	28	41	14	12
106	26	15	84	12	44
23	24	72	108	37	88
23	23	28	75	20	40
18	23	13	105	23	20
16	23	23	12	32	21
32	18	19	19	43	28
54	31	36	78	75	10
16	29	15	32	32	17

Fonte: Elaborado pelos autores

### 3.3.3 Quantidade de veículos que passaram pelo sistema de identificação e cobrança automática do pedágio

Coletou-se durante um período de 15 minutos em cada dia (sábado e quarta-feira), a quantidade de veículos que chegaram ao pedágio e passaram por ele por meio do sistema de identificação e cobrança automática, conforme a tabela 4.

Tabela 4 - Levantamento da quantidade de veículos que passaram pelo pedágio por meio do sistema de identificação e cobrança automática.

<i>Dia</i>	<i>Quantidade de veículos</i>
Sábado	80
Quarta-feira	76

Fonte: Elaborado pelos autores

Realizando o cálculo percentual da quantidade de veículos que chegam ao pedágio e passam pelo sistema de identificação e cobrança automática, temos:

- Total de veículos que passaram pelo pedágio durante os dois dias de coleta de dados foi de 294 veículos;

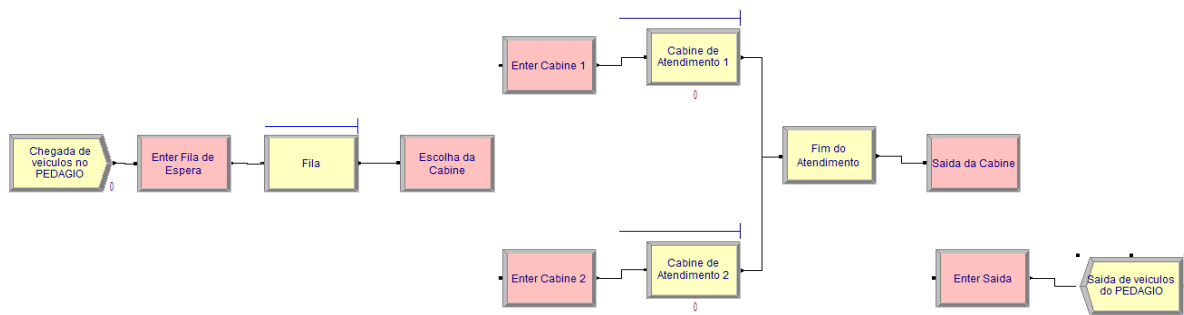
- Total de veículos que passaram pelo pedágio durante os dois dias de coleta de dados por meio do sistema de identificação e cobrança automática foi de 156 veículos.

Assim, o resultado do percentual médio da quantidade de veículos que chegam ao pedágio e passam pelo sistema de identificação e cobrança automática é igual a aproximadamente 53%, sendo assim, o restante (47%) são veículos comuns, portanto, são submetidos ao atendimento.

### 3.4 Simulação

Realizou-se a primeira simulação considerando que todos os veículos passam pelo processo de veículos comuns no pedágio (chegada – atendimento – saída), utilizando o *software* de simulação Arena<sup>®</sup>. A figura 4 apresenta o modelo utilizado para simulação.

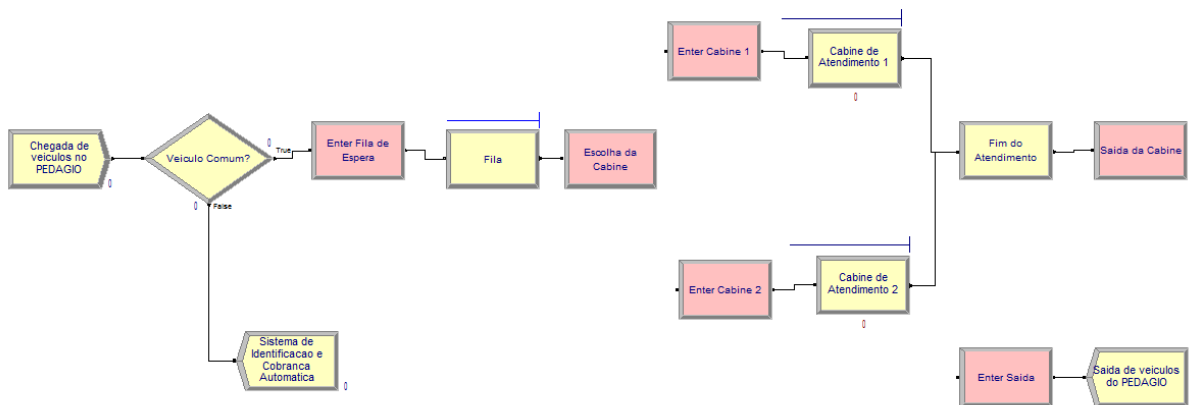
Figura 4 - Modelo de simulação ao qual estão submetidos os veículos comuns



Fonte: Elaborado pelos autores

Em seguida, realizou-se a simulação com a inserção dos veículos aderidos ao sistema de identificação e cobrança automática, com a finalidade de analisar seus impactos na Praça de Pedágio Itatiaia, resultando em um novo modelo de simulação, representado na figura 5.

Figura 5 - Modelo de simulação do impacto do sistema de identificação e cobrança automática no pedágio



Fonte: Elaborado pelos autores

Desmembrando algumas etapas do processo para análise da utilização dos dados coletados, temos:

**Chegada de veículos** – Os dados coletados nessa etapa foram lançados na ferramenta *input analyser* para se obter a expressão estatística da quantidade de veículos que chegaram ao pedágio durante o período de coleta de dados.

**Veículo comum?** – Neste processo (*decide*) foi utilizado o valor de 47% que corresponde aos veículos que chegaram ao pedágio e passaram pelo atendimento, pois o restante (53%) passaram pelo sistema de identificação e cobrança automática.

**Cabine de atendimento 1 e 2** - Os dados coletados nessa etapa foram lançados no *input analyser* para se obter a expressão do tempo de atendimento do atendente 1 e 2 na cabine de pedágio.

**Sistema de identificação** – O processo de identificação automática pelo qual os veículos passam não havendo atendimento, logo, não há uma demanda de tempo, sendo assim, o fim do processo.

#### 4. Apresentação dos resultados

A realização do pagamento é o processo que demanda tempo no pedágio, uma vez que os veículos param na cabine de atendimento para realização do mesmo. Desse modo, todo esforço no sentido de reduzir este tempo demandado impactará diretamente na eficácia e

eficiência do pedágio, possibilitando a passagem de mais veículos no mesmo e um melhor atendimento. Identificou-se, como um entrave no fluxo do pedágio o troco a ser dado para o cliente (usuário), quando este não possui o valor exato da tarifa de pedágio. Posto isto, este é o entrave (obstáculo) para uma melhor fluidez na cabine de atendimento, aumentando, assim, o tempo de atendimento de veículos, quando ocorre a falta de troco, e conseqüentemente, maior tempo de fila de espera.

Simulando o processo de atendimento, primeiramente, dos veículos comuns no pedágio, sem a utilização do sistema de identificação e cobrança automática, obteve-se o resultado da simulação corresponde à saída de 186 veículos do pedágio por hora. Entretanto, realizando a simulação de veículos comuns juntamente com os veículos aderidos ao sistema de identificação e cobrança automática, têm-se como resultado a saída de 474 veículos do pedágio por hora, este resultado corresponde a um aumento de 154,8% do número de veículos a mais que passam pelo pedágio por hora. Portanto, nota-se que quanto maior for o número de veículos aderidos a este sistema automático, melhor e mais eficiente e eficaz será o pedágio, pois menor será a demanda de atendimento nas cabines e maior será quantidade de veículos que passarão por ele, otimizando seu funcionamento e reduzindo o tempo de fila de espera dos veículos nas cabines de atendimento que aguardam para realizar o pagamento.

A tabela 5 apresenta o resultado da simulação inserindo o sistema de identificação e cobrança automática.

Tabela 5 – Impactos da inserção do sistema de cobrança automática no pedágio

<b>Recursos</b>	<b>Sem o sistema de cobrança automática</b>	<b>Com o sistema de cobrança automática</b>	<b>Percentual de redução</b>
Tempo médio de fila de espera	20	8	60,0%
Quantidade máxima de veículos na fila de espera	364	66	81,9%
Ocupação média do atendente 1	0,9951	0,9888	0,63%
Ocupação média do atendente 2	0,9939	0,9814	1,25%

Fonte: Elaborado pelos autores

O tempo médio de fila correspondente ao cenário de veículos comuns é de 20 minutos, e depois, com a inserção do sistema automático este tempo médio de fila foi reduzido para 8 minutos. Logo, nota-se uma redução de 60,0 % no tempo médio de fila de espera dos usuários

do pedágio em relação ao cenário anterior. Além disso, com a inserção do sistema de cobrança automática houve outros resultados positivos para o pedágio, conforme evidenciado pela redução percentual de outros fatores apresentados na tabela 5.

## 5. Considerações finais

O objetivo desse estudo foi analisar os impactos que uma tecnologia poderia ter sobre o fluxo em uma praça de pedágio. Percebeu-se a importância da simulação para os processos de tomada de decisão, simulando cenários aos quais são submetidos os veículos, permitindo analisar o tempo de fila, o uso de recursos, e o impacto do sistema de cobrança e identificação automática neste pedágio.

Desse modo, a tecnologia de identificação tem um grande impacto, melhorando o fluxo de veículos no pedágio, garantindo uma cobrança mais eficiente e segura, além de uma maior eficiência no atendimento de veículos, reduzindo em mais da metade o tempo de fila de espera.

A solução mais eficiente para a cobrança da tarifa de pedágio e um melhor sistema de operação para o mesmo, é por meio do sistema de identificação e cobrança automática, visto que, quanto maior o número de clientes aderidos a este sistema, melhor, em razão de que será menor a quantidade de veículos a serem atendidos nas cabines de atendimento, evitando assim a formação de filas na cabine de pedágio. Assim, uma sugestão é o maior investimento em marketing em busca de uma maior aderência de clientes a este tipo de sistema de cobrança, visando, por exemplo, o público que trabalha na região e frequentemente passa por esta praça de pedágio.

Outra sugestão de melhoria, para reduzir as filas, seria aprimorar o processo de atendimento, aumentando sua eficiência na cobrança de tarifas e a eficácia de veículos atendidos no pedágio. Para isso, sugere-se que o aplicativo já existente, “CCR Rodovias”, não forneça apenas informações, mas também possibilite pagamentos da tarifa de pedágio, pois ao saberem que vão pegar a estrada em viagens esporádicas, seus clientes já realizariam o pagamento do pedágio, e então, poderiam gerar um ticket de comprovante, de preferência com QR Code (código de barras bidimensional de fácil identificação por aparelhos celulares)



a ser apresentado na cabine de pedágio, otimizando seu funcionamento e atendimento, eliminando o problema de troco.

Recomenda-se, como estudos futuros, uma análise detalhada de cada processo ao qual o veículo está submetido no pedágio, propondo novos cenários e alternativas a serem exploradas, em busca de ganhos e soluções pontuais de maior eficiência e produtividade.

## REFERÊNCIAS

- ABE, Carolina. **Pedágio automático ajuda a fugir de fila**; compare opções pré e pós-pagas. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2013/12/16/pedagio-automatico-ajuda-a-fugir-de-fila-compare-opcoes-pre-e-pos-pagas.htm>>. Acesso em: 03 abr. 2018.
- BALLOU, Ronal H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição Física**. São Paulo 1 ed. Atlas, 2011.
- BARROS, A. J. P. de; LEHFELD, N. A. de. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.
- BRASIL. Boletim estatístico – Janeiro 2018. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-estatistico-cnt>>. Acesso em: 09 mar. 2018.
- BRASIL. Plano CNT de transporte e Logística. Disponível em: <[www.cnt.org.br/Paginas/plano-cnt-transporte-logistica](http://www.cnt.org.br/Paginas/plano-cnt-transporte-logistica)>. Acesso em: 09 mar. 2018.
- FREITAS, Matheus; FRAGA, Manoela; SOUZA, Gilson. **Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico**. Caderno PAIC, São Paulo, v. 17, n. 1, 2016.
- GEO - CONCEIÇÃO. Megalópoles. Disponível em: <<http://geoconceicao.blogspot.com.br/2012/06/megalopolis.html>>. Acesso em: 15 abr. 2018.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- NAVARRO, Alexandre; ROCHA, Juliana Aparecida Vieira da. **A importância da capacidade produtiva e cronoanálise para empresas do polo moveleiro de Ubá**. IX Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção: 20 a 22nov. 2014.
- NOVA DUTRA. CCR Nova Dutra. Disponível em: <<http://www.novadutra.com.br/>> Acesso em: 09 mar. 2018.
- PEGDEN, C. D.; SHANNON, R. E.; SADOWSKI, R. P. **Introduction to simulation using SIMAN**. McGraw-Hill, NY. 2 ed., 1990.
- PIDD, M. **Computer Simulation in Management Science**. 4. ed. West Sussex: John Willey & Sons, 1998.
- PRADO, D. **Usando o Arena em Simulação**. Belo Horizonte: INDG, 2004.
- PRODANOV, Cleber; FREITAS, Ernani. **Metodologia do trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Editora Feevale. 2. ed. Novo Hamburgo: 2013.
- RIBEIRO, Priscilla; FERREIRA, Karine. **Logística e transportes: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: 23 a 25 out. 2002 .

SEM PARAR. Sobre a tecnologia. Disponível em: <<https://www.semparar.com.br/como-funciona>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

SILVA, Liane Márcia Freitas; PINTO, Marcel de Gois; SUBRAMANIAN, Anand. Utilizando o **software Arena como Ferramenta de Apoio ao Ensino em Engenharia de Produção**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: 09 a 11 out. 2007.

TOLEDO, I.F.B. **Tempos & Métodos**. São Paulo 8. ed. Assessoria Escola Editora, 2004.

PESSANHA, Angélica Maria Batista; FILHO, Sérgio Murilo Daruis Rocha; MELO, Nilo Américo Fonseca de. **Estudo da aplicação do software arena em um contrato de prestação de serviço de manutenção de instrumentação**. Perspectivas online: ciências exatas e engenharia. Campos dos Goytacazes, v.2 n.1, p. 30-53 2011.