



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE DADOS DE UMA AUTO-ELÉTRICA NA REGIÃO DO ALTO PARANAÍBA UTILIZANDO O SOFTWARE SIMUL8

ANDRESA ARIANY COSTA – andresa.ariany@ufv.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV - RIO PARANAÍBA

HELEN VITALINE DE CASTRO SANTOS – helen.castro@ufv.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV - RIO PARANAÍBA

LAÍS GONÇALVES VIANA – lais.viana@ufv.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV - RIO PARANAÍBA

THAGO HENRIQUE NOGUEIRA – thiagoh.nogueira@ufv.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV - RIO PARANAÍBA

RAIANE RIBEIRO MACHADO GOMES – raianemachado@ufv.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV - RIO PARANAÍBA

ÁREA: 3. PESQUISA OPERACIONAL

SUBÁREA: 3.1 - MODELAGEM, SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO

RESUMO: ESTE ESTUDO VISA OBSERVAR E ANALISAR O ATENDIMENTO DE REPARAÇÃO EM UMA OFICINA ELÉTRICA AUTOMOTIVA NA REGIÃO DO ALTO PARANAÍBA, MINAS GERAIS, QUE ENFRENTA UM ALTO NÚMERO DE SOLICITAÇÕES DIÁRIAS DEVIDO À CRESCENTE DEPENDÊNCIA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES E À DEMANDA POR SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO. UM ESTUDO DETALHADO FOI CONDUZIDO PARA ENTENDER O COMPORTAMENTO DOS VEÍCULOS NA OFICINA, ANALISANDO AS MÉDIAS DE TEMPO DE CHEGADA E SAÍDA E IDENTIFICANDO POSSÍVEIS GARGALOS. PARA LIDAR COM ESSES DESAFIOS, FORAM UTILIZADOS O DIAGRAMA DE CICLO DE ATIVIDADES (DCA) E O SOFTWARE SIMUL8 PARA MODELAR E SIMULAR O SISTEMA DE ATENDIMENTO. ESSA ABORDAGEM PERMITIU A ANÁLISE DE DIFERENTES CENÁRIOS SEM A NECESSIDADE DE MUDANÇAS REAIS NO SISTEMA DE TRABALHO.

PALAVRAS-CHAVES: SIMUL8; MODELO DE SIMULAÇÃO; OFICINA AUTO-ELÉTRICA; ATENDIMENTO.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Fenabreve (2010), o Brasil passou a ocupar o quinto lugar de maior produtor mundial de automóveis, superando países mais desenvolvidos e tradicionais do ramo. Diante desses números, pode-se ter uma breve contextualização da dimensão do mercado que compõe este setor, desde as grandes montadoras e indústrias de autopeças, passando por distribuidores, chegando a varejistas e oficinas mecânicas. Segundo o IQA (Instituto da Qualidade Automotiva), baseado em informações da ABRIVE (Associação Brasileira de Reparadores Independentes), no mês de julho de 2023 havia, no Brasil, aproximadamente 100 veículos por oficina. Já nos EUA, esse número era de 900 veículos por oficina, o que demonstra grande diferença em relação à quantidade de oficinas mecânicas automotivas presentes nos países e o quão competitivo é o mercado brasileiro de oficinas mecânicas automotivas (LOPES, 2014).

Atualmente, as oficinas modernas contam com equipamentos de diagnóstico avançados, ferramentas especializadas e profissionais capacitados para lidar com os sistemas eletrônicos e computadorizados presentes nos veículos atuais. Os mecânicos precisam dominar não apenas as técnicas tradicionais de manutenção, como troca de óleo, freios e suspensão, mas também estar familiarizados com os sistemas eletrônicos e computadorizados dos veículos. Isso inclui a capacidade de fazer diagnósticos precisos, utilizar equipamentos de escaneamento e programação, e realizar reparos em componentes eletrônicos.

Essa evolução na manutenção de veículos se deve, em grande parte, ao avanço da tecnologia automotiva. Os carros estão cada vez mais complexos, com sistemas eletrônicos integrados que controlam desde o motor até os sistemas de segurança e entretenimento. Isso exige que os mecânicos estejam atualizados e capacitados para lidar com essas novas tecnologias. Portanto, a evolução da manutenção de veículos nos últimos anos foi impulsionada pela necessidade de acompanhar as novas tecnologias e atender às demandas do mercado. As oficinas modernas estão cada vez mais preparadas para lidar com os desafios da manutenção automotiva, oferecendo um serviço de qualidade e garantindo a satisfação dos clientes.

Com a concorrência acirrada, as oficinas tiveram que se adaptar e investir em tecnologia e capacitação para se destacarem no mercado. Diante do exposto, este estudo objetiva analisar o sistema de atendimentos em uma oficina elétrica automotiva, especialista em manutenção e reparo de sistemas elétricos tanto em veículos de pequeno a grande porte,

localizada na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais a partir dos conceitos da teoria das filas e da modelagem visual de simulação a eventos discretos baseado no Diagrama de Ciclo de Atividades (DCA). O foco é a redução do tempo médio de espera dos carros na oficina, utilizando-se também o programa de simulação Simul8.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Pode-se definir simulação como sendo um tipo de modelo que representa situações reais ou que imita o comportamento de um processo, e que através de fórmulas matemáticas para representar os atributos da funcionalidade do sistema (ALVES et al., 2022), e sistema sendo um conjunto de elementos que operam juntos em um objeto comum. Simulação pode ser categorizada em duas grandes classes: simulação não computacional, que não necessita de um computador, e em simulação computacional, que utiliza como ferramenta um computador (CHWIF; MEDINA, 2006), sendo esta a simulação presente neste estudo.

Por mais vantajoso que possa parecer a utilização de simuladores, ainda há desvantagens por ser algo difícil de produzir e que requer mão de obra qualificada. “O processo de desenvolvimento de modelos de simulação é dispendioso tanto em tempo quanto em recursos” (TAHA, 2008, p.3). Um dos grandes desafios de se modelar uma simulação é referente à definição do propósito da simulação e à até que ponto a simulação deverá ser igual à realidade. E para responder a essas duas questões, Bateman et al. (2013) esclarece que os fatores de maior relevância devem estar esclarecidos, para que o que não é relevante, ou seja, aquilo que não trará impacto nos resultados, tome tempo e custos desnecessários.

Os modelos de simulação podem ser divididos em dois tipos, discretos e contínuos, a depender das suas variáveis. Se são variáveis que é possível contar em um instante de tempo, estas são discretas, mas caso sejam variáveis em qualquer instante de tempo, são contínuas (MELLO, 2001). Como exemplo de discretas: número de defeitos em um lote; e de contínua: medidas de velocidade e temperatura. E outra classificação importante, diz respeito ao modelo ser dinâmico, sofre alterações ao decorrer do tempo, e estático, imune aos efeitos do tempo (BATEMAN et al., (2013) e esta presente análise é uma construção de modelo contínuo e dinâmico.

O processo de desenvolvimento de um modelo é um processo repetitivo, que demanda muitas reiterações e feito em ciclos, Para Gentile et al.(2015), o processo de modelagem é sintetizado em quatro passos principais: um problema do mundo real leva à uma...

- i. ...Pergunta de Pesquisa, que estipula um...
- ii. ...Modelo Conceitual para a implementação de uma Simulação, que é...

- iii. ...Verificada e corrigida, e através dessa análise, é validado, caso não passe no processo de...
- iv. ...Validação, o projeto deve voltar ao passo do Modelo Conceitual, caso esteja conforme, finalmente é implementado e fecha o ciclo respondendo à Pergunta de Pesquisa; “Em cada rodada do ciclo, os resultados do modelo são verificados, validados e refinados” (GENTILE et al., 2015, p. 92).

3. METODOLOGIA

O caso de estudo proposto para este trabalho foi realizado em uma na oficina auto-elétrica localizada na região do Alto Paranaíba. A empresa presta serviços referentes à manutenção elétrica e é especializada em ar condicionado e possui cinco funcionários, dois responsáveis pelo atendimento do balcão e três responsáveis pelos consertos e manutenções, . O estudo se concentrou no sistema de atendimento de carros, abordando a teoria das filas, que sucintamente e genericamente é um sistema formado: “de uma certa população, surgem clientes que formam uma fila e aguardam por algum tipo de serviço” (PRADO, 2022, p.25), que busca melhorar o desempenho do atendimento ao cliente. A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo de campo, que consiste na observação direta do objeto de estudo, coleta de dados, análise e interpretação dos resultados. A pesquisa foi descritiva, que visa descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade sem interferência do pesquisador.

A coleta de dados foi realizada durante sete dias, em turnos, e com o auxílio de um relógio, registrando os instantes de entrada e saída dos carros para manutenção e de clientes que procuraram o serviço de balcão e com o auxílio de um cronômetro, foi registrado o tempo de duração de cada manutenção e de cada atendimento no balcão. A análise e interpretação dos dados foram feitas por meio da simulação utilizando o software Simul8 e o Diagrama de Ciclo de Atividades (DCA), que é um método de modelagem de sistemas com fortes características probabilísticas com formação de filas. O Simul8 permitiu a modelagem do sistema por meio de uma interface gráfica e interativa com componentes pré-definidos que facilitaram a construção do modelo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A manutenção de veículos é um tema relevante para todos os proprietários de automóveis, pois ela é crucial para garantir a segurança dos motoristas e passageiros. A falta de manutenção adequada pode resultar em gastos excessivos com reparos e manutenções corretivas, além de colocar em risco a vida das pessoas que estão dentro do veículo. Ao

realizar a manutenção adequada, é possível prolongar a vida útil do veículo, melhorar seu desempenho e economizar combustível. Por isso, é importante estar atento às revisões e reparos necessários para manter o veículo em boas condições de funcionamento (ALMEIDA, 2018).

Foi realizado um estudo no processo de atendimento aos carros no Alto Paranaíba. O dia na oficina se inicia com a chegada de cada carro e suas necessidades subsequentes. Após o cliente esperar a autorização para entrar com seu carro, o mecânico começa sua avaliação de acordo com a necessidade de cada carro. Caso a área de serviço não esteja livre, o mesmo aguarda até que seja liberada sua entrada, com uma média de 1.37 minutos.

A análise das distribuições de atividades é fundamental para compreender o fluxo de trabalho em uma oficina. Utilizando o software Simul8, foi possível analisar as informações coletadas e entender como as atividades são distribuídas. O cenário estudado foi o dia a dia de funcionamento da oficina, o que permitiu uma análise mais detalhada da capacidade da oficina. É importante ressaltar que esse cenário pode não representar a capacidade da oficina em lidar com um grande volume de trabalho.

Com base nas informações coletadas, foram registrados os tempos em minutos de entrada, tempo na área de serviço e intervalo. Esses dados são essenciais para entender o fluxo de trabalho e identificar possíveis gargalos ou oportunidades de melhoria. Com essa análise, é possível otimizar o tempo de atendimento ao cliente, aumentar a eficiência da oficina e oferecer um serviço de qualidade aos clientes.

Ao analisar as Tabelas 1, 2 e 3, pode-se observar que o tempo de chegada e de serviços para cada carro foi separado de acordo com a avaliação para manutenção. É importante ressaltar que esses valores representam apenas uma semana de serviço e podem variar em outros dias.

TABELA 1 – Serviços demorados

Serviços Demorados		
	tempo serviço (min)	Tempo entre chegada(min)
1	210	0
2	240	132
3	160	0
4	180	0
5	330	15
6	360	0
7	180	125
8	120	0
9	150	113
10	180	0

Fonte: Autores (2023)

TABELA 2 - Serviços intermediários

Serviços Intermediários		
	Tempo serviço (min)	Tempo entre chegada(min)
1	60	0
2	40	5
3	120	0
4	65	0
5	110	20
6	120	0
7	62	35
8	120	37
9	120	0
10	90	0
11	120	53
12	90	0
13	60	15
14	150	75

Fonte: Autores (2023)

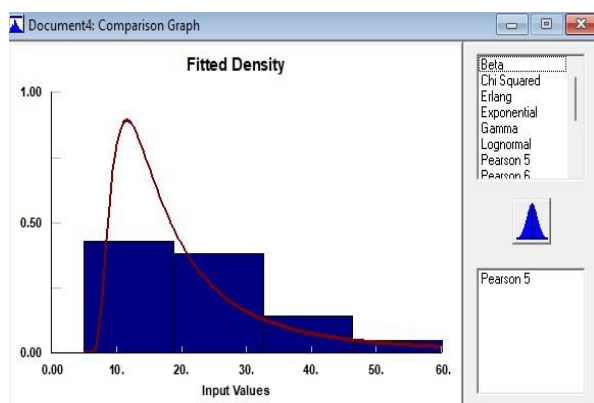
TABELA 3 – Serviços rápidos

Serviços Rápidos																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tempo serviço (min)	40	5	20	20	15	20	20	10	20	18	20	15	35	60	8	20	40	15
Tempo entre chegada(min)	0	21	35	6	74	0	56	0	20	0	170	8	0	32	55	0	70	2

Fonte: Autores (2023)

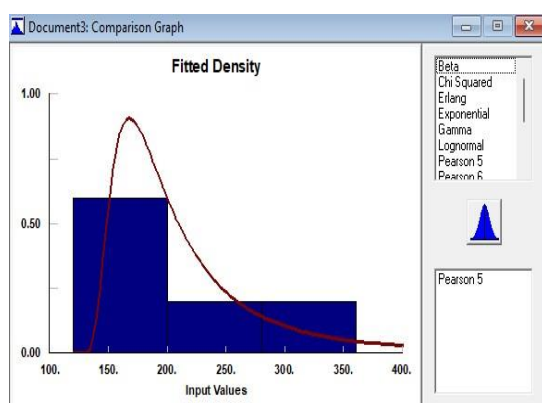
A amostra é utilizada para calcular o tempo de duração de cada serviço, tendo um total de 45 amostras obtidas durante a semana de coleta de dados. Partindo disso, com a utilização do recurso *Stat-Fit* (analisador de dados de entrada) do software Simul8, foi possível definir o tipo de distribuição recomendado para a simulação, como mostra as Figuras 1, 2 e 3.

FIGURA 1 - Serviço Rápido sendo Pearson 5



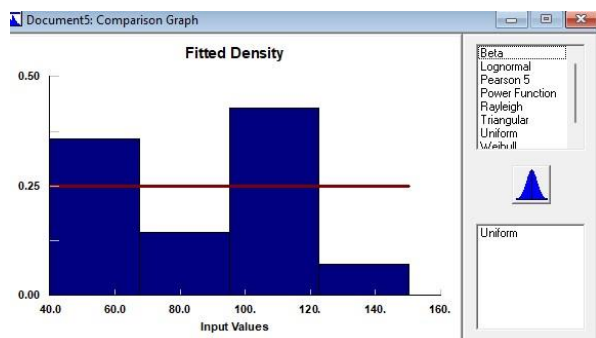
Fonte: Feito com o recurso Stat-fit do Simul8 (2023)

FIGURA 2 - Serviço Demorado sendo Pearson 5



Fonte: Feito com o recurso Stat-fit do Simul8 (2023)

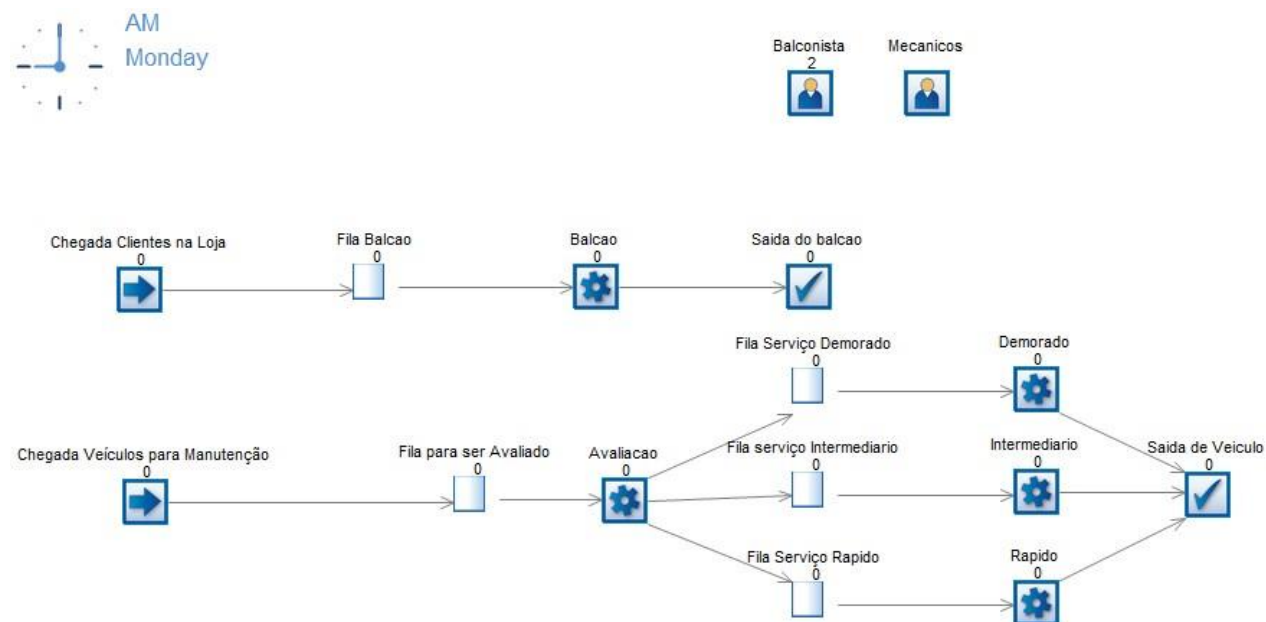
FIGURA 3 - Serviço Intermediário sendo Uniform



Fonte: Feito com o recurso Stat-fit do Simul8 (2023)

Para esclarecimento de sistema como um todo e com a aplicação do software de simulação Simul8 foi possível elaborar o modelo de fluxo de trabalho na oficina e simular seu processo como mostrado na Figura 4.

FIGURA 4 - Representação da interface da oficina feita no Simul8



Fonte: Autores (2023)

Na figura 4, temos representado os “Mecânicos” que exercem o serviço de manutenção, que se inicia na “Chegada Veículos para Manutenção” seguido da “Fila para ser avaliado”, o processo de “Avaliação” que define qual tipo de serviço será executado, assim destinado cada veículo para seu respectivo fim, seja ele “rápido”, “demorado” ou “intermediário”, contudo conclui-se o sistema. Os componentes da loja onde são vendidas as

peças e ferramentas, que é integrado com a chegada seguindo com uma fila para ser atendido pelos balconistas, por se tratar de um sistema simples não foi o foco do nosso estudo.

Nessa simulação feita no intervalo de 1 mês, como mostra na Figura 5, temos os resultados sobre tempo médio de fila para o serviço rápido foi de 5.37 minutos e o valor máximo de 94.23 minutos, enquanto para a fila de serviço intermediário teve média 30.06 minutos e máximo de 135.41 minutos, já na fila de serviço demorado teve média 72.86 minutos e máximo de 570.79 minutos.

FIGURA 5 - Valores em minutos sobre as filas para serviços

Fila Serviço Demorado	Maximum Queuing Time	570.79
	Maximum Queue Size	4.00
	Average Queuing Time	72.86
Fila serviço Intermediario	Maximum Queuing Time	135.41
	Average Queuing Time	30.06
	Maximum Queue Size	2.00
Fila Serviço Rapido	Maximum Queue Size	2.00
	Average Queuing Time	5.37
	Maximum Queuing Time	94.23

Fonte: Autores (2023)

Dados importantes para análise, como mostra a Figura 6, foram essenciais para se concluir esse estudo.

FIGURA 6 - Dados com tempos de serviços

Fila Balcao	Maximum Queuing Time	22.90
	Average Queuing Time	0.62
Balcao	Waiting %	89.64
	Working %	10.36
	Average Use	0.11
Saida do balcao	Average Time in System	4.30
	Maximum Time in System	24.06
	Minimum Time in System	0.02
Saida de Veiculo	Number Completed	174.00
	Minimum Time in System	4.41
	Maximum Time in System	989.12
Chegada Veículos para Manute	Number Entered	177.00
Demorado	Waiting %	43.61
	Working %	56.39
	Average Use	0.56
Rapido	Average Use	0.18
	Waiting %	82.47
	Working %	17.53
Intermediario	Working %	54.33
	Waiting %	45.67

Fonte: Autores (2023)

5. CONCLUSÃO

A utilização da simulação por meio da plataforma Simul8 aprimorou a avaliação dos procedimentos de forma mais eficiente, especialmente em ambientes de serviços, como é evidenciado nas oficinas mecânicas. O modelo examina a capacidade efetiva do sistema e suas restrições, viabilizando a exploração de variados contextos sem a despesa associada à alteração, o que facilita a obtenção de resultados mais céleres e promissores.

Ao examinar as considerações apresentadas nesta pesquisa, observa-se que mesmo que o tempo de manutenção de serviços demorados seja alto, não se tem uma proporção grande de filas e a carga de trabalho e a demanda é relativamente baixa, visto que são 56.39% de atividade. Os serviços rápidos preenchem a menor parte das operações com 82.47% do tempo vaga, assim a proporção de funcionários é distenso.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. A. R. (2018) Plano de Manutenção Preventiva e Preditiva do Protótipo Baja SAE da Equipe Cerrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

ALVES, Yasmin Nunes; AZEVEDO, Carlos Eduardo Ramos; MARCOLINO, Luiz Gustavo Cafiero. SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO NA ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA DO SISTEMA DE ATENDIMENTO DA SECRETARIA ACADÊMICA. **Revista SIMEP**, v. 2, n. 2, 2022.

BATEMAN, Robert E.; et al. Simulação de Sistemas: Aprimorando processos de logística, serviços e manufatura. São Paulo: Elsevier Brasil, 2013.

CHWIF, Leonardo; MEDINA, Afonso Celso. Modelagem e simulação de eventos discretos. Afonso C. Medina, 2006.

FENABRAVE - Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores. Anuário do setor de distribuição de veículos automotores no Brasil – 2010. Anuário. O desempenho da distribuição automotiva no Brasil. São Paulo, abr./2010.

GENTILE, James E.; GLAZNER, Chris; KOEHLER, Matthew. Modelos de simulação para políticas públicas. **Furtado, B. A; Sakowski, PA M [et al...], Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas**, p. 85-96, 2015.

LOPES, Jéferson. **Proposta para desenvolvimento de um planejamento estratégico em uma oficina mecânica do ramo automotivo**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso.

MELLO, Braulio Adriano de. Modelagem e Simulação de Sistemas. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Santo Ângelo ,2001.

PRADO, Darci. Teoria das Filas e da Simulação (Vol. 2). Falconi Editora, 2022.

TAHA, Hamdy. A Pesquisa Operacional. 8. ed. São Paulo: Person Education do Brasil,2008.