



ANÁLISE COMPARATIVA DE DINÂMICA DE FLUXO DE ESTACIONAMENTO DE SUPERMERCADO EM NATAL/RN: ESTUDO DE CASO COM SIMULAÇÃO NO SOFTWARE FLEXSIM

DANIEL HENRIQUE OLIVEIRA FERNANDES - daniel.fernandes.124@ufrn.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN - CAMPUS
NATAL

LAVÍNIA GARCIA DE FREITAS - lavinia.garcia.016@ufrn.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN - CAMPUS
NATAL

VICTORIA ADELAYDE LOUREIRO - victoria.adelayde.169@ufrn.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN - CAMPUS
NATAL

GIOVANA RAQUEL ANDRADE DA COSTA - giovana.andrade.712@ufrn.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN - CAMPUS
NATAL

CLAUDIA APARECIDA CAVALHEIRO FRANCISCO - claudia.cavalheiro@ufrn.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN - CAMPUS
NATAL

ÁREA: 3. PESQUISA OPERACIONAL

SUBÁREA: 3.1 - MODELAGEM, SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO

RESUMO: A UTILIZAÇÃO DE MODELOS DE SIMULAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE CENÁRIOS, SEM ALTOS CUSTOS E RISCOS ASSOCIADOS, TEM SE TORNADO UM ELEMENTO CADA VEZ MAIS PRESENTE NO AMBIENTE ORGANIZACIONAL. ASSIM, ESTE ESTUDO OBJETIVA COMPARAR A DINÂMICA DE FLUXO DE ESTACIONAMENTO NO QUE CONCERNE À ANGULAÇÃO DE SUAS VAGAS EM UM SUPERMERCADO NO NORDESTE BRASILEIRO POR MEIO DO SOFTWARE FLEXSIM. PARA TANTO, FORAM REALIZADAS COLETAS DE TEMPOS REFERENTE AO TEMPO DE PROCURA POR VAGA, TEMPO DE MANOBRA E TEMPO DE ATENDIMENTO, ALÉM DE QUANTIFICADAS AS ENTRADAS E SAÍDAS DURANTE HORÁRIO DE PICO. OS DADOS FORAM TRATADOS E EXTRAÍDAS AS CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DE PREVISÕES, EM SEGUIDA FOI NECESSÁRIO REDESENHAR A PLANTA PARA O ESTACIONAMENTO DO SUPERMERCADO MEDIANTE A FERRAMENTA AUTOCAD 2024. EM SEQUÊNCIA FOI CONSTRUÍDO O MACROFLUXO COMPUTACIONAL, DESENVOLVIDOS MODELOS DE SIMULAÇÃO NO SOFTWARE FLEXSIM PARA OS DOIS CENÁRIOS (LAYOUT ATUAL E PROPOSTO) E REALIZADA A VALIDAÇÃO MEDIANTE MÉTODO DE REPLICAÇÃO. OS RESULTADOS OBTIDOS MOSTRAM QUE O MODELO PROPOSTO NÃO SE SUSTENTA

TENDO EM VISTA A REDUÇÃO SIGNIFICATIVA DO NÚMERO DE VAGAS E O SEU IMPACTO NOS PARÂMETROS GLOBAIS DO SISTEMA. ASSIM, CONSTATA-SE QUE É NECESSÁRIO AVALIAR OUTROS CENÁRIOS QUE UTILIZEM UMA MARGEM ADEQUADA DE VAGAS INCLINADAS E PROPORCIONEM A MAXIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL.

PALAVRAS-CHAVES: *FLEXSIM; SIMULAÇÃO; LAYOUT; FLUXO; ESTACIONAMENTO.*

1. INTRODUÇÃO

O atendimento às necessidades dos clientes e a satisfação deles, advinda de diferentes fatores, são pontos cruciais para o sucesso de uma organização em um contexto cada vez mais competitivo. Nesse ínterim, a gestão eficiente dos fluxos presentes numa empresa torna-se essencial para a análise e intervenções contínuas de melhoria.

De maneira esmiuçada, um exemplo do impacto dos fluxos na satisfação dos clientes pode ser observado em um estacionamento de supermercado. O tempo ou a dificuldade operacional para estacionar são capazes de afetar positiva ou negativamente a experiência do consumidor, de modo a influenciar na decisão de retorno ao estabelecimento. Nesses locais de alta rotatividade, sobretudo quando situados em áreas urbanas movimentadas, imbróglis na dinâmica do parque de veículos podem causar insatisfação, reduzir a eficiência operacional e impactar adversamente as vendas.

Paralelamente, especificidades, como o público recorrente e os horários de pico, são variáveis importantes a serem consideradas para o melhor desempenho do sistema em análise. Dessarte, evidencia-se que um adequado gerenciamento do fluxo de veículos é imprescindível para a otimização das operações e garantia da satisfação dos clientes. Nesse contexto, este artigo apresenta uma análise comparativa da dinâmica de fluxo de estacionamento de um supermercado na cidade de Natal, no Rio Grande do Norte, por intermédio do software FlexSim 2022 (versão 2).

A escolha do objeto de estudo, por sua vez, advém de queixas recorrentes dos proprietários e clientes sobre a disposição atual das vagas de estacionamento, as quais se encontram, em sua maioria, organizadas de maneira reta (ângulo de 90°), com algumas em 45°. Acredita-se, pois, que esta configuração dificulta a entrada e saída dos veículos, especialmente ao considerar o perfil etário elevado dos frequentadores, o que resultaria em maior tempo de manobra e menor rotatividade de clientes.

O estudo, pois, tem como objetivo geral definir qual a melhor estratégia de organização do estacionamento para clientes do supermercado em análise: manter como está ou organizar as vagas apenas de maneira inclinada a 45°. Para atender o objetivo geral, foram estabelecidos objetivos específicos, quais sejam: compreender o funcionamento atual do estacionamento sob a condição de vagas inclinadas e retas; coletar e analisar as variáveis do sistema obtidas nas simulações realizadas; e comparar quanti e qualitativamente as possíveis estratégias de organização do estacionamento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Consoante Maia (2022), a simulação é a representação de um processo ou sistema real durante um intervalo de tempo definido, observável por métodos matemáticos ou por meio do auxílio de softwares apropriados. Nesse ínterim, mediante o desenvolvimento do modelo, pode-se compreender o comportamento do sistema sob análise, enquanto o processo de validação permite explorar uma ampla variedade de aspectos, com a inclusão de mudanças nas restrições iniciais do sistema (BANKS et al, 2013).

Ademais, em estudos de simulação, há duas abordagens principais na esfera computacional: a contínua e a discreta (VIEIRA, 2006). Na contínua, há mudanças gradativas ao longo do tempo, representadas por equações diferenciais e sem interrupções do processo modelado, em um tempo contínuo também; por outro lado, na discreta, ocorrem em pontos isolados no tempo, com alteração instantânea do estado do sistema.

Concernente à última categoria, insere-se o FlexSim, um software de simulação baseado em eventos discretos que propicia a modelagem, simulação, visualização e análise de sistemas complexos. Este recurso, por sua vez, permite a criação de modelos em 3D com controles intuitivos de arrastar e soltar, listas suspensas e outras funcionalidades acessíveis (FLEXSIM, 2023). A partir dele, tem-se uma representação visual detalhada e realista do sistema, a qual facilita o apontamento de gargalos e outras deficiências.

No âmbito da gestão, o uso da simulação é relevante para a tomada de decisões, uma vez que permite a análise de diferentes cenários sem comprometer o funcionamento do sistema real (GUIDORIZZI et al, 2009). Diante disso, gestores podem avaliar situações alternativas e antecipar impactos potenciais de estratégias e, assim, propiciar uma vantagem competitiva significativa.

Em ambientes complexos, como o gerenciamento de vagas em estacionamentos de supermercados, a simulação é valiosa, em face dos múltiplos fatores e interações que devem ser considerados. Acerca disso, tem-se que a eficiência operacional em parques de veículos pode ser desenvolvida substancialmente por meio da modelagem detalhada da dinâmica de fluxo, com a identificação dos gargalos e otimização do uso do espaço disponível (DE SOUSA e WOLFF, 2018).

Ainda nessa ótica, tem-se que a configuração das vagas de estacionamento, seja em formato reto, inclinado ou com destinação específica, como para pessoas com deficiência ou idosos, é um aspecto a ser considerado na modelagem. Segundo as normas da ABNT NBR 9050 (2015), estas devem ser projetadas de forma a garantir acessibilidade e segurança, além de espaço disponível. Vagas inclinadas, por exemplo, podem facilitar a manobra de

veículos e aumentar a capacidade total do estacionamento, enquanto a destinação adequada das vagas melhora a experiência do usuário.

No contexto específico de estacionamentos de supermercados, a simulação pode ser aplicada para otimizar a disposição de vagas e fluxos de tráfego. Segundo Schulz et al (2015), o detalhamento da modelagem de fluxos de veículos e pedestres possibilita entender melhor os processos envolvidos no estacionamento, com a identificação de filas e alerta para demanda excedente à capacidade. Assim, ao revelar ineficiências estruturais e operacionais, permite pensar e implementar ajustes mitigadores de congestionamentos para uma maior acessibilidade e satisfação dos clientes.

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1 Metodologia de Coleta

Inicialmente, foi estabelecido um plano de coleta de dados para garantir a confiabilidade e precisão dos dados coletados. O procedimento definido para cada uma das variáveis envolvidas no processo é apresentado na Tabela 1. A coleta de dados foi realizada em um período de três dias, com o objetivo de capturar uma amostra representativa e se deu de forma não consecutiva, pois limitava-se a disponibilidade da equipe e restringia-se aos dias de alta demanda, a saber: quarta, quinta e sexta no período das 17:00:00 às 18:30:00 horas. Para a coleta de dados, foram utilizados os seguintes instrumentos: cronômetro e câmera disponíveis no aparelho telefônico.

TABELA 1 - Plano de coleta de dados.

Variável	Procedimento
Intervalo médio de chegada	Marca-se uma volta no cronômetro a cada nova entrada para cada uma das cancelas.
Tempo de identificação e seleção da vaga disponível - Tempo de fila	Acompanhamento e cronometragem do veículo a partir da passagem pela cancela até a sinalização de indicação de ocupação de uma dada vaga.
Tempo de ocupação da vaga	Acompanhamento e cronometragem do tempo de manobra do veículo e da efetivação da ocupação da vaga (inclinada e reta).
Tempo de atendimento no supermercado	Acompanhamento do operador de cancela e registro fotográfico dos cartões de controle de estacionamento.
Tempo de desocupação da vaga	Acompanhamento e cronometragem do tempo de

manobra do veículo e da efetivação da desocupação da vaga (inclinada e reta).

Fonte: Os autores (2024).

3.2 Tratamento dos dados

Os dados coletados mediante cronômetro em minutos e segundos foram convertidos para a menor unidade de tempo registrada, a saber, o milissegundo (ms), para garantir a sua precisão. Verifica-se um número menor de dados de fluxo para o tipo de vaga inclinada, em face do estacionamento ser composto majoritariamente de vagas retas. De modo análogo, as observações de intervalo de chegada na entrada secundária foram em menor quantidade, quando comparadas com a da entrada principal, pelo fluxo presente nos dias de observação, o qual reflete, segundo debatido com os gestores, a realidade diária da organização.

O número total de observações para cada uma das variáveis registradas pelos pesquisadores são expressos na tabela 2. Tendo em vista que a análise e verificação da distribuição dos dados é feita de forma individual, não são constatados problemas em relação a discrepância do tamanho do conjunto de observações de cada uma das variáveis, porém, é factível a maior assertividade da definição da distribuição quando há um volume de dados satisfatório.

TABELA 2 - Total de observações por variável

Variável	Observações
Intervalo médio de chegada - Entrada principal	130
Intervalo médio de chegada - Entrada secundária	70
Tempo de identificação e seleção da vaga disponível	106
Tempo de ocupação da vaga - Reta	109
Tempo de ocupação da vaga - Inclinada	71
Tempo de atendimento no supermercado	200
Tempo de desocupação da vaga - Reta	62
Tempo de desocupação da vaga - Inclinada	69

Fonte: Os autores (2024).

Primeiramente, fez-se preciso realizar uma análise para identificar e remover outliers, isto é, dados que se diferenciam significativamente dos demais valores do seu conjunto por causas

diversas. Nesse contexto, foi desenvolvido um estudo para remoção de outliers por meio de análises baseadas em quartis.

Assim, foram calculados, para todas os conjuntos de dados, o Quartil 1, Quartil 3, Intervalo Interquartil (IQR), limite superior e limite inferior onde:

- O Intervalo Interquartil (IQR) é Calculado como a diferença entre o terceiro e o primeiro quartil:

$$IQR = Q_3 - Q_1$$

- O limite superior identifica valores que são significativamente maiores do resto dos dados e é calculado por:

$$LS = Q_3 + 1,5 \cdot IQR$$

- O limite inferior identifica valores que são significativamente menores do resto dos dados e é calculado por:

$$LI = Q_1 - 1,5 \cdot IQR$$

Portanto, foi possível identificar os outliers - valores superiores ao limite superior ou inferiores ao limite inferior - nos conjuntos de dados. Em seguida, eles foram removidos para permitir a determinação das distribuições de probabilidade para essas amostras. A seguir, são apresentados exemplos de algumas análises de outliers realizadas:

TABELA 3 - Análise de quartis e outliers para algumas das variáveis coletadas

Intervalo de Chegada - Entrada Principal (ms)		Tempo na Fila - Procura de vaga (ms)	
Quartil 1	14792,5	Quartil 1	20410
Quartil 3	28065	Quartil 3	53000
IQR	13272,5	IQR	32590
Limite Superior	47973,75	Limite Superior	101885
Limite Inferior	-5116,25	Limite Inferior	-28475
Tempo de saída - Vaga Inclinada (ms)		Tempo no mercado (ms)	
Quartil 1	9430	Quartil 1	967500
Quartil 3	14780	Quartil 3	2404500
IQR	5350	IQR	1437000
Limite Superior	22805	Limite Superior	4560000
Limite Inferior	1405	Limite Inferior	-1188000

Fonte: Os Autores (2024).

Convém pontuar, no entanto, que, embora apresentadas apenas as tabelas acima, os cálculos e consequentes visualizações de outliers, foram feitos para todas as variáveis

coletadas. As ilustrações tabeladas são, pois, para efeito de compreensão de como a análise foi aplicada em algumas das variáveis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Descrição da empresa

A organização é uma empresa familiar, cuja trajetória remonta a, aproximadamente, quatro décadas no mercado varejista. A empresa consolidou sua presença no mercado através da abertura de novas unidades ao longo do território norte-rio-grandense e atualmente se configura como uma rede de supermercados. Ademais, convém pontuar que a organização pertence ao setor varejista de alimentos e produtos de consumo em geral tanto em suas lojas físicas quanto por meio de possíveis canais de comércio eletrônico. Em termos dimensionais, conta com a colaboração de 730 colaboradores.

Dentre as possibilidades de análise, a unidade escolhida para ser objeto do presente estudo refere-se à unidade que apresentou pior desempenho na pesquisa de satisfação dos clientes em razão da dificuldade com o estacionamento e das constantes reclamações dos clientes conhecidas pelos gestores, os quais já haviam implementado algumas modificações, sobretudo a inclinação de algumas vagas, mas não sabia como mensurar o resultado a fim de avaliar o cenário e propor novas ações para melhoria. Sendo assim percebeu-se, pois, a necessidade de uma intervenção analítica.

4.2 Descrição do objeto de estudo

O estabelecimento em estudo, oferece uma área de 4.113,03 m² para estacionamento de forma a proporcionar aos seus clientes e usuários comodidade, praticidade e segurança, além de buscar uma maior captação de clientela. Assim, ele dispõe de 149 vagas, sendo 20% (30) com inclinação de 45° e as demais retas com ângulo de 90°. O estacionamento também contempla 4 vagas para pessoas com deficiência, 10 para idosos, 1 para motorista de aplicativo e 3 para táxis, tais vagas especiais são previstas em lei (nº 10.098/2000 e a Lei nº 10.048/2000). A lei garante 5% das vagas para idosos, 2% para pessoas com deficiência, e 2% para taxistas, as quais estão devidamente sinalizadas e localizadas próximas à entrada.

O estacionamento possui duas entradas e uma única saída, sendo uma na avenida principal e outra na rua lateral, onde também encontra-se a saída. Cogitou-se a abertura de uma outra saída situadas para a avenida principal, mas esta não pode ser aberta devido às

regras de trânsito do local. Convém destacar que o estacionamento, possui faixa única para movimentação, o que gera alguns malefícios como o congestionamento, dada a limitação do espaço causando filas devido à manobra dos veículos, bem como a dificuldade de acesso e menor eficiência.

É também interessante apontar sobre o modelo atual que a presença de vagas desativadas e a falta de sinalização adequada prejudicam a eficiência do estacionamento, aumentando o tempo necessário para encontrar uma vaga disponível e contribuindo para o aumento das filas. Ademais, vale ressaltar que esta análise restringiu-se apenas ao segmento de automóveis de quatro rodas, por se tratar da maior parcela da demanda de clientes e por ser o fluxo que mais apresenta congestionamentos e filas de espera, além da preferência do gestor para a realização do estudo neste fluxo com base em sua experiência e conhecimento do feedback dos usuários.

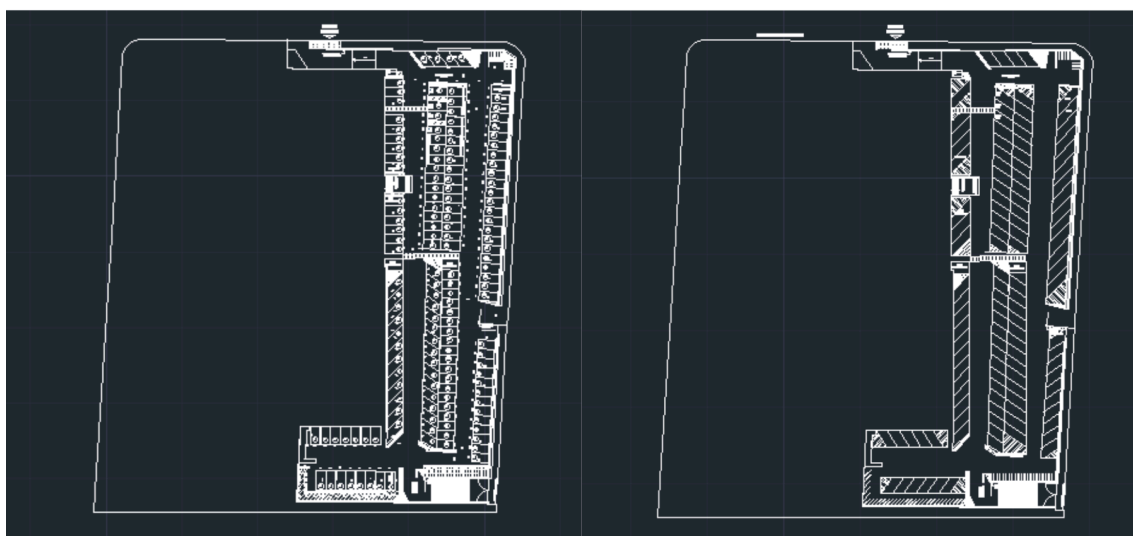
O estacionamento tem horário de funcionamento equivalente ao do supermercado, o qual encontra-se aberto entre 7h00min e 22h00min de segunda-feira a sábado e entre 7h00min e 21h00min aos domingos. Constata-se que os dias de maior movimento são os fins de semana e dias que antecedem feriados ou datas comemorativas, bem como dias próximos ao recebimento de salários ou benefícios financeiros, compreendendo o período do final de um mês e início de um novo mês, além de dias de promoções e ofertas. A respeito dos horários de pico, destaca-se especialmente o fim de tarde e início de noite, no período entre 17h00min e 20h00min durante a semana e de manhã para os fins de semana sendo o período entre 9h00min às 12h00min.

4.3 Análise

Primeiramente, foi realizado um teste no módulo Expert do Flexsim para identificar as curvas mais adequadas aos dados, com o objetivo de realizar previsões e estimativas precisas. Em seguida, foi conduzido um teste de hipóteses para avaliar o quão bem os dados seguem uma distribuição de probabilidade. Para isso, optou-se pelo método Anderson-Darling, pois, segundo Montgomery (2007), é adequado tanto para dados contínuos quanto discretos, além de ser apropriado para a quantidade de observações disponíveis. Sob essa perspectiva, após a realização dos testes de hipótese, foi possível concluir que todos os testes não rejeitaram a hipótese nula, indicando que os dados seguem bem a distribuição de probabilidade especificada, reforçando a confiabilidade das previsões e estimativas baseadas nos modelos ajustados.

Na etapa de modelagem foram construídos dois modelos, um para o cenário atual e o outro para o cenário proposto, para tanto, fez-se necessário redesenhar o layout do estacionamento para a configuração pré-concebida pelos gestores, a saber, 100% das vagas inclinadas. E, em razão disso, houve uma perda de 34 vagas, com 115 vagas nesta possibilidade de intervenção, das quais: 3 para pessoas com deficiência, 4 para idosos, 1 para motorista de aplicativo e 2 para táxis. Os *layouts* atual (modelo à esquerda) e proposto (modelo à direita) são apresentados na figura 1. Realizadas as alterações nas plantas, para fins de escopo, houve a inserção destas no software em estudo.

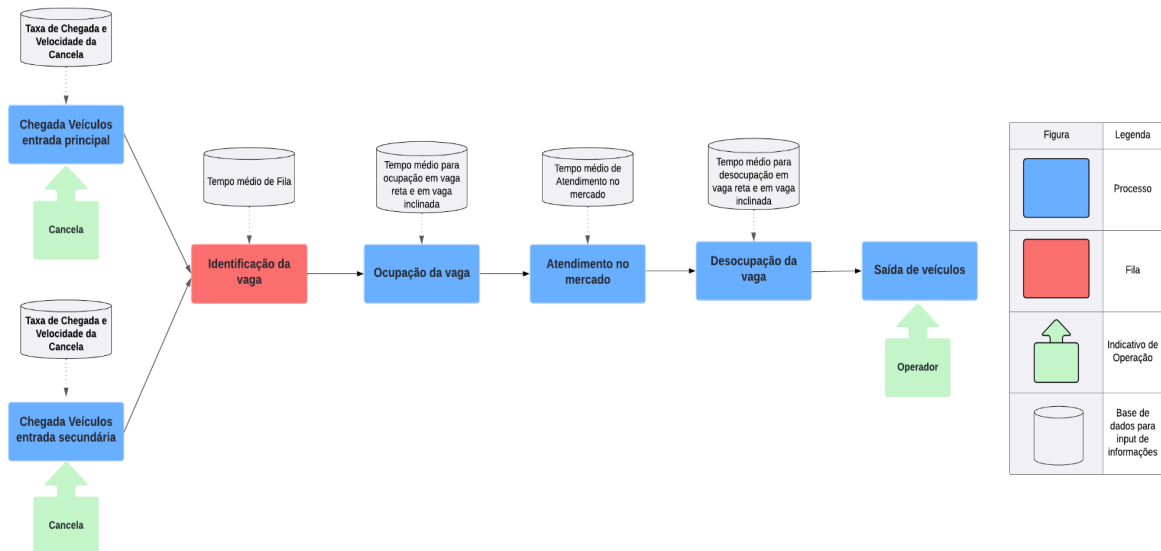
FIGURA 1 - Layout atual e proposto do estacionamento



Fonte: Autocad (2024).

O macrofluxo da na figura 2, apresenta como o fluxo de funcionamento do estacionamento foi modelado computacionalmente. As distribuições de probabilidade identificadas em passos anteriores foram atribuídas aos objetos, em suas propriedades e assim garantem adequação do modelo aos parâmetros reais. Ademais, a capacidade máxima de 25 carros, em face da dimensão do espaço e também das percepções em visita, e o tempo de manobra foi determinado mediante *delay* nos objetos da simulação. Em sequência, fez-se necessário utilizar a biblioteca A* navegador de impedir que situações bruscas, como carros passando em cima de outros, se apresentassem.

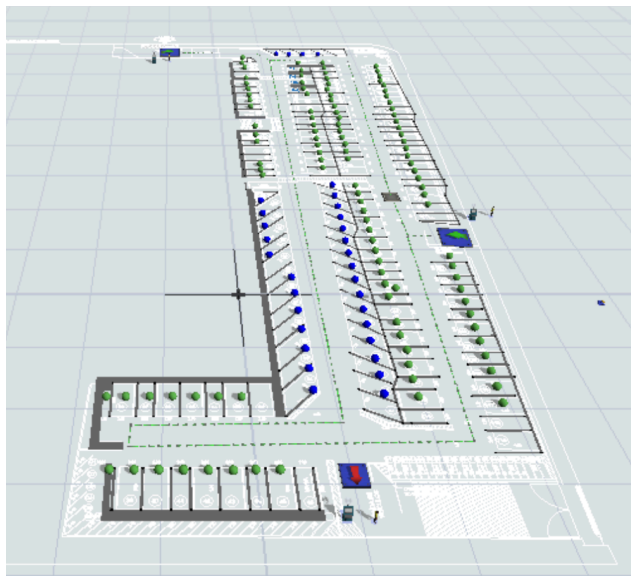
FIGURA 2 - Macrofluxo do processo de estacionamento do supermercado em análise



Fonte: Os autores (2024).

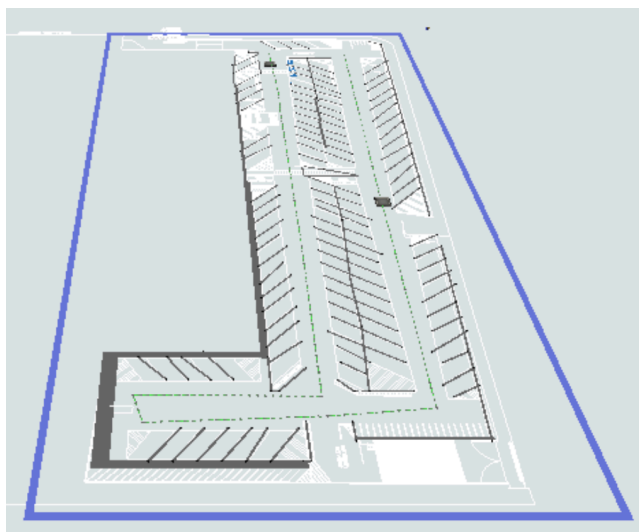
As simulações desenvolvidas são apresentadas na figura 3 e 4, as quais permitem observar a representação respectivamente do cenário atual e proposto no *Flexsim*. De modo a verificar o modelo para avaliar se os resultados obtidos podem ser considerados válidos, foi realizada a tarefa de replicação de ambos os modelos, o que permitiu avaliar a variabilidade e os intervalos de confiança para os parâmetros de interesse.

FIGURA 3 - Modelo de simulação para o cenário atual



Fonte: Os autores (2024).

FIGURA 4 - Modelo de simulação para o cenário proposto



Fonte: Os autores (2024).

Diante disso, fez-se uso de recursos da Estatística para embasar a quantidade de replicações a serem aplicadas no modelo. Assim, fez-se, inicialmente, 10 replicações, com a disposição da média de pessoas na fila 1 e na fila 2, assim como os desvios padrões associados. Como respostas, obteve-se, para a fila 1, a média de 0,97; para a 2, 2,892 e, respectivamente, desvio padrão de aproximadamente 2,41 e 3,23 para a fila da entrada principal e para a da secundária. Foi almejada a precisão de 0,5 e um intervalo de confiança de 99%, os dados e os intervalos de confiança encontrados foram considerados satisfatórios e podem ser observados na figura 5, a qual apresenta o sumário de dados gerado pelo *Flexsim*.

FIGURA 5 - Tabela com os intervalos de confiança concernentes ao problema em estudo.

Intervalos de confiança construídos para o exemplo							
n	Confiança (100-α)%	α	t (α/2, n-1)	Precisão (metade do intervalo)		Intervalo de confiança da média	
				h1= (tn-1, α/2)*S/n	h2= (tn-1, α/2)*S/n	Fila 1 (X=0,97)	Fila 2 (X=2,892)
10	99%	0,01	3,25	2,480883433	3,326350625	0,19=<X=<1,75	1,84=<X=<3,94
10	95%	0,05	2,28	1,725168172	2,31309305	0,42=<X=<1,51	2,16=<X=<3,62
10	90%	0,10	1,83	1,39692821	1,872991275	0,53=<X=<1,41	2,3=<X=<3,48
10	80%	0,20	1,38	1,053421273	1,41241965	0,64=<X=<1,3	2,46=<X=<3,33

Fonte: Os autores (2024).

Os dados de parâmetros obtidos para o cenário atual, apresentam o panorama exposto pela figura 6, enquanto que o resultado obtido para o cenário proposto sob as mesmas condições, exceto a configuração espacial, é apresentado na figura 7. Analisando comparativamente os resultados vê-se que o número médio na fila é maior para o modelo proposto, esse fato era esperado, tendo em vista a redução do número de vagas disponíveis no estacionamento. Além disso, observa-se que o total de carros bloqueados na entrada principal (Bloqueio EP) também aumentou, devido ao mesmo fator citado anteriormente e por conseguinte o tempo de fila passou a ser maior.

Figura 6 - Resultados dos parâmetros do modelo atual

Bloqueados EP	Bloqueados ES	Tempo médio na Fila 1 (seg.)	Tempo médio na Fila 2 (seg.)	Número médio Fila 1 (seg.)	Número médio Fila 2
8,39	25,42	268.452,16	733.229,85	10,31	13,00
10,18	29,68	291.481,02	832.595,62	11,34	13,82

Fonte: ExpertFit (2024).

Figura 7 - Resultados dos parâmetros do modelo proposto

Bloqueados EP	Bloqueados ES	Tempo médio na Fila 1 (seg.)	Tempo médio na Fila 2 (seg.)	Número médio Fila 1 (seg.)	Número médio Fila 2
72,01	76,33	11.195.581,08	2.206.520,12	14,97	14,97
74,20	71,61	1.231.312,70	1.494.061,58	14,98	14,93

Fonte: ExpertFit (2024).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do apresentado, evidencia-se que a modificação do estacionamento para todas as vagas com inclinações de 45° revelou importantes percepções sobre a otimização do estacionamento, em termos de eficiência operacional e, por conseguinte, no que concerne à experiência dos usuários neste. Deve-se salientar, no entanto, que foram vislumbrados aspectos positivos e negativos ao analisar comparativamente os modelos.

Sob um primeiro plano, pontua-se que as vagas inclinadas tornam o estacionamento mais acessível e seguro para os clientes, pois facilitam a manobra neste espaço de via única. A facilidade ao estacionar e ao retirar o automóvel da vaga pode aumentar a satisfação e melhorar a experiência geral dos clientes. Por outro lado, a mudança do modelo atual para vagas inclinadas resulta em uma redução de 23% na oferta de vagas. Além disso, observa-se

que os ganhos do modelo inclinado não se sustentam, pois a perda de vagas disponíveis impacta diretamente todos os outros parâmetros do sistema.

De maneira esmiuçada, embora o layout proposto facilite o estacionamento, a mitigação significativa de vagas acarreta um aumento no tempo médio de fila, o que pode ser algo negativo para os usuários. O fator citado acentua-se pela via única de passagem, especialmente em horários de pico, quando o fluxo de veículos é maior. Dessa forma, as variáveis citadas interagem e podem causar maiores congestionamentos no estacionamento.

Sob esse prisma, convém elencar algumas proposições, as quais podem ser alvos de futuros estudos. Uma delas é a análise de cenário de redesenho de vagas, de modo a encontrar equilíbrio entre a facilidade de estacionamento e a maximização da capacidade do estacionamento. Outras propostas são: utilizar a tecnologia de assistência de vagas e melhorar a disposição de sinalização por meio de pinturas, alarmes ou outras indicações quanto à presença ou não de locais para estacionar.

Logo, observa-se que o trabalho atingiu o intento principal ao qual se propôs, de definir a melhor estratégia de disposição de vagas do estacionamento para os clientes do supermercado em análise. A partir das simulações computacionais realizadas, foi possível observar que, devido à quantidade inferior de vagas, o modelo com vagas inclinadas a 45° resulta em uma menor taxa de saída de veículos no mesmo intervalo de tempo. Isso leva a um aumento no tempo de espera na fila para encontrar vagas, inferindo-se, portanto, uma menor satisfação dos clientes em relação ao estacionamento. Nesse sentido, embora as vagas inclinadas facilitem as manobras, o maior espaço ocupado por elas pode limitar a capacidade total do estacionamento, impactando negativamente a eficiência geral do fluxo de veículos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Informação e Documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BANKS, J., CARSON, J. S., NELSON, B. L., & NICOL, D. M. (2013). **Discrete-Event System Simulation**. Pearson Education India.

DE SOUSA, W. S.; WOLFF, M. P. M. Simulação computacional via plataforma arena dedicada a otimização da rotatividade de veículos em pátio de estacionamento. **E-Revista Facitec**, Brasília, v.9, n.1, p. 1-7, 2018.

FLEXSIM. **3D Simulation Modeling and Analysis Software**. Disponível em: <https://www.flexsim.com/>. Acesso em: 14 jul. 2024.

GUIDORIZZI, M. S., SANTOS, A.P.B., OLIVEIRA, A.B., LEONARDI, F. Simulação como apoio à tomada de decisão para a solução de problemas causados pelos gargalos formados no

trânsito. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009.

LAW, A. M. (2007). **Simulation modeling and analysis**, volume 4. McGraw-Hill New York.

MAIA, G. B. **O uso da simulação computacional aplicada à programação da produção em uma fábrica de pequeno porte**. Monografia. Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia de Produção, Administração e Economia, 2022.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introduction to statistical quality control**. John Wiley & Sons, 2007.

SCHULZ, L.; BROCH, E Y.; SANTANA, A. L. M.; JUNIOR, OVIDIO F. P. S. Uso de simulação computacional como ferramenta para mapeamento de um Sistema rotativo de veículos. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 22, 2015, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2015.