

## ESTUDO SOBRE MODELAGEM PROBABILÍSTICA E SIMULAÇÃO DE SISTEMA EM UMA ACADEMIA PÚBLICA.

*Patrício Wagner Gonçalves Carvalho<sup>1</sup>, David Custódio de Sena<sup>2</sup>*

**Resumo:** O estudo de simulação probabilística de eventos discretos tem se mostrado cada vez mais necessário em diversas áreas de atuação, consoante a esta informação, este artigo mostra a necessidade que foi trazida por um gestor de um órgão público em melhor atender os usuários. Apesar deste âmbito não se tratar de uma instituição para fins lucrativos, o gestor pôs como prioridade este estudo para que se pudesse dimensionar o quanto, hoje, a escassez de um equipamento traz consequências para efetuação de exercício na academia. Dito isto, este trabalho teve como objetivo dimensionar a quantidade necessária de um equipamento (*Leg Press*) em uma academia pública de uma cidade no interior do Rio Grande do Norte. Além disso, pode auxiliar na tomada de decisão do gestor, onde há a possibilidade de adquirir um novo equipamento se assim o estudo mostrar necessário. É importante se ressaltar que o equipamento tem sido solicitado com frequência e a preocupação do gestor não se dá prioritariamente pela evasão de alunos por falta desse equipamento, mas sim por conta do objetivo da academia pública, que é proporcionar a saúde e bem-estar da população que é atendida. Ao fim deste trabalho, pôde-se observar alguns cenários que se mostram adequados e auxiliarão numa futura tomada de decisão. Para mais, apesar das várias solicitações, o cenário que hoje está situado a academia se faz satisfatório em relação a demanda observada.

**Palavras-chave:** Simulação. Saúde. Modelagem.

### 1. INTRODUÇÃO

A simulação computacional é amplamente aplicada em cenários múltiplos e de grandes impactos como a realização de projetos, avaliações de novos sistemas e na reconfiguração de processos existentes em sistemas de produção e prestação de serviços. Essa crescente aplicação em áreas diversas dar-se, uma vez que, esse conjunto teórico e ferramental apresenta uma capacidade inerente de avaliar sistemas complexos e considerar seu comportamento dinâmico possibilitando um melhor conhecimento dos processos nas organizações auxiliando os gestores na tomada de decisão. E ainda assim, segundo [1], uma das principais vantagens da simulação, que se aplica também a engenharia, é a possibilidade de fazer testes sem interromper ou perturbar o sistema. Tais configurações podem se dar na ordem física, no controle e/ou nas regras de operações.

O crescimento inicial dessa aplicação espelhada no volume de literatura está amplamente contextualizado no âmbito de processos industriais. Com o avanço e modernização nos tipos e complexidades de serviços, a técnica de modelagem e simulação adentrou camadas que envolvem aspectos que podem ser difíceis de serem mensurados devido à natureza subjetiva, porém não impossíveis. Esses aspectos de desenvolvimento envolvendo as aplicações são muito presentes nas empresas privadas, dada a necessidade de melhorar sistematicamente os processos a fim de se produzir mais com os menores custos. Esses aspectos, com o tempo, passaram a ser adotados nos serviços públicos nas mais distintas áreas, como saúde, logística e outras [2].

Dentro desse contexto, se faz necessário que os serviços prestados pelas entidades públicas possam assumir melhor controle e eficiência nas atividades prestadas, uma vez que, a qualidade delas é um parâmetro essencial para medir o impacto social alcançado. Um dos gargalos mais comuns nesse sistema citado é a ocorrência de filas, que segundo [3], são resultados do descompasso entre a demanda e a oferta na qual a produção e o consumo de bens se excedem aos preços, assim a alta demanda pode apresentar comportamentos locais, globais ou permanentes, a depender de sua natureza.

Dados os fatos expostos, a simulação computacional concerne as ferramentas adequadas para entender os fluxos do sistema e analisar ajustes necessários previamente a algum tipo de investimento ou alocação de outros recursos, reduzindo significativamente possíveis desperdícios financeiros. O objetivo deste trabalho consiste em um estudo sobre a modelagem probabilística e simulação de sistema em um aparelho de uma academia pública subsidiada pela secretaria de saúde do estado, localizada no interior do Rio Grande do Norte – RN, tendo como principal ilação dimensionar adequadamente a quantidade necessária desse equipamento para suprir a demanda, tendo como parâmetro questões financeiras e outras que poderão surgir.

No objeto de estudo focou-se na demanda gerada sobre um aparelho (*Leg Press*) que existe no espaço em uma única unidade, gerando superlotação em alguns horários e ociosidade em outros, implicando diretamente na criação

de filas que se reflete em insatisfação por parte dos usuários. Para atingir tal objetivo foi escolhida a ferramenta de simulação computacional *JaamSim*.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Simulação

A simulação pode ser definida como uma técnica que permite obter a experiência para estudar o comportamento de um sistema ou modelo de forma simplificada. Permite, também, a análise de suas características operacionais para avaliar os resultados que serão encontrados em situações práticas, expandindo a compreensão do comportamento de um sistema mesmo enfrentando estratégias de avaliação factuais que não podem prever o resultado ou todos os seus efeitos [4].

A modelagem de uma simulação é imbuída de uma grande diversidade de parâmetros, variando sua complexidade de acordo com o objeto de estudo. O uso de tal artifício para entendimento e planejamento de processos se mostra muito eficaz na investigação das inúmeras questões que podem obrigar um problema chave do sistema, podendo ser aplicada inclusive em sistemas em fase de concepção, agregando valor ao processo de planejamento [5].

Ao representar um projeto simulado, sempre é importante seguir o passo a passo que é exemplificado na Figura 1. Tanto no modelo conceitual quanto computacional, se o usuário não conseguir replicar no modelo a realidade do sistema, a simulação será de baixa ou nula eficácia na análise. Portanto, é importante que sempre sejam cumpridas as etapas de verificação e validação do modelo.



Figura 1. Representação do processo de simulação. ([6])

Com base na literatura, a condução concreta e eficiente de uma simulação precisa estar balizada na etapa de concepção ou formulação do modelo onde será discutida o problema a ser analisado de preferência com especialistas do processo para então definição do escopo. É nessa etapa que ocorre a coleta dos dados que serão usados no modelo conceitual. Na segunda etapa, de implementação do modelo, em posse do modelo conceitual é desenvolvido o modelo computacional por meio do software mais adequado para o tipo de modelagem ou familiaridade do modelador. Nessa etapa também são feitas as validações e verificações. Por fim, na terceira etapa do processo é executada a análise dos resultados com base nos dados de saída do sistema modelado [7].

### 2.2. Representação do Modelo Conceitual

Como citado no tópico 2.1, um dos processos e uma das ferramentas da simulação, é o modelo conceitual, para dar início ao conceito, falaremos da linguagem mais usada em modelos conceituais, IDEF-SIM. [8] descrevem como uma técnica de modelagem e conceito que fornece elementos lógicos de propósito específico para projetos de simulação, desta forma facilitando a representação do sistema de modo satisfatório e simplificando a leitura e aprimoramento do processo de documentação. Algumas de suas vantagens são:

- Redução de tempo;
- Auxilia no processo de validação do modelo conceitual junto com especialistas;
- Maior entendimento do modelo para os leitores;
- Registro das lógicas usadas.

O IDEF-SIM usa uma combinação de tecnologias adaptadas do IDEF0, IDEF3 e BPM. Portanto, seu entendimento é mais rápido e de fácil compreensão. A Figura 2 lista os elementos e símbolos usados.

| Elementos                                      | Simbologia                                                                          | Técnica de origem                     |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| Entidade                                       |    | IDEF3 (modo descrição das transições) |       |
| Funções                                        |    | IDEF0                                 |       |
| Fluxo da entidade                              |    | IDEF0 e IDEF3                         |       |
| Recursos                                       |    | IDEF0                                 |       |
| Controles                                      |    | IDEF0                                 |       |
| Regras para fluxos paralelos e/ou alternativos |  & | Regra E                               | IDEF3 |
|                                                |  x | Regra OU                              |       |
|                                                |  o | Regra E/OU                            |       |
| Movimentação                                   |    | Fluxograma                            |       |
| Informação explicativa                         |    | IDEF0 e IDEF3                         |       |
| Fluxo de entrada no sistema modelado           |   |                                       |       |
| Ponto final do sistema                         |  |                                       |       |
| Conexão com outra figura                       |  |                                       |       |

Figura 2. Simbologia IDEF-SIM. ([8])

A seguir detalha-se a função de cada elemento apresentado:

- Entidade: representam a parte dinâmica ou passiva do modelo que interage com os recursos produtivos a fim de serem processados pelo sistema. Podem ser agrupadas ou divididas ao longo do processo, bem como movimentadas por meios próprios ou pela interação com recursos produtivos.
- Funções: simbolizam os locais de ações sofridas pelas entidades ou basicamente os pontos de processamento, atividades e ou tarefas existentes no sistema. As alterações podem ser de ritmo, fluxo de trabalho ou aspectos da própria natureza da entidade.
- Fluxo de entidade: trata-se de um segmento que representa como as funções estão relacionadas no modelo, caracterizando os momentos de entrada, saída e possíveis percursos realizados pelas entidades.
- Recursos: elementos utilizados para mover as entidades e executar as funções. Podem representar pessoas ou equipamentos podendo haver no sistema recursos estáticos ou dinâmicos.
- Controles: Dados ou objetos utilizados na função orientados para descrever as condições para a geração de saídas corretas, como sequenciamento, regras de filas, programações, entre outros.
- Regras para fluxos paralelos e/ou alternativos: simbolizam regras lógicas descrevendo dois ou mais caminhos que podem ser executados.
- Movimentação: esse elemento é adotado para aferir o deslocamento de uma entidade que o modelador acredita possuir efeito importante sobre o modelo.
- Informação explicativa: utilizado para inserir no modelo uma explicação, com o objetivo de facilitar o entendimento do modelo.
- Fluxo de entrada no sistema modelado: descrição da criação e entrada das entidades no modelo.
- Ponto final do sistema: define o final de um caminho dentro do fluxo modelado.
- Conexão com outra figura: utilizado para dividir o modelo em figuras diferentes.

### 2.3. Simulação para planejamento e estudo de demandas

Por meio de simulações, é possível avaliar as consequências de desempenho de maneira alternativa e prever o

---

impacto em áreas organizacionais como finanças, processos, produção, recursos humanos e o impacto causado por variáveis externas como concorrentes, fornecedores e novos produtos. Assim, a simulação aumenta a eficiência do processo decisório ao possibilitar a análise preditiva de impactos e consequências pela escolha da melhor alternativa.

Dito isto, este artigo tem justamente como objeto de estudo a demanda sobre um equipamento de uma academia. A preocupação principal é detalhar as ações, explicando o resultado desejado de cada uma delas, que se expressa principalmente na forma de planejamento orçamentário. Para ilustrar o uso de técnicas de simulação no contexto de tomada de decisão, considere o problema de investimento de uma academia que deseja essencialmente diminuir sua superlotação em alguns horários e sua baixa demanda em outros, especificamente nesta máquina. É importante dizer que só há uma unidade desse equipamento em toda a academia, tornando-o assim, muito escasso.

### **3. DESENVOLVIMENTO E METODOLOGIA**

#### **3.1 Caracterização da pesquisa**

O presente estudo tem como principal característica o desenvolvimento de um estudo de caso baseado na análise quantitativa relacionada a um sistema de uma academia pública em uma cidade no interior do Rio Grande do Norte. Segundo [9], o estudo de caso é aquele que é desenvolvido com o propósito de auxiliar no conhecimento ou reestruturação de determinado problema. Este trabalho quantitativo tem a intenção de dimensionar a partir da simulação de eventos discretos, o de número de equipamentos necessários para suprir a demanda de uma máquina (*Leg Press*) em horários de pico em uma academia. Foi utilizado o software *Excel* para tabulação de dados, o software *JaamSim* para criação e desenvolvimento de simulações e o software *Rstudio* para tratamento de dados e manipulações estatísticas.

#### **3.2 Etapas da pesquisa**

Este capítulo apresenta o modo como esse trabalho foi conduzido, considerando as etapas para projeto de simulação aplicada, caracterizada por três passos subsequentes que tem início na etapa de concepção (modelo conceitual) onde se faz necessário entender detalhadamente o sistema que será abordado, aplicar os estudo de tempos nos processos e entidades atuantes seguido do levantamento dos dados de entradas relacionados o objeto de estudo necessário para decidir a abrangência do modelo para então transformar esse modelo abstrato no modelo conceitual a partir do IDEF – SIM.

A segunda etapa definida como implantação, consiste na construção do modelo computacional onde ocorre tanto a verificação sistêmica como a validação do modelo. Essa etapa se deu pelo software *JaamSim* devido aos recursos. Na etapa final, apresenta-se a análise testada (modelo operacional) em cenários de hipótese que permitiram maior entendimento da dinâmica da máquina pertencente ao processo e a interação com as entidades [10], [11].

#### **3.3 Concepção**

O foco dessa simulação foi projetado com base na necessidade levantada pelo coordenador da academia. A problemática apresentada pelo mesmo foi a relação da demanda gerada sobre um equipamento (*Leg Press*) em determinado horário, enquanto, em outros, o comportamento apresentado era de ócio. Essa relação implica diretamente na criação de filas ou mesmo de desistência do uso dos aparelhos, gerando uma insatisfação dos usuários. Dessa forma, através da aplicação de simulação o trabalho destina-se a identificar cenários que envolvam o objeto de estudo e posteriormente identificar estratégias que podem ser tomadas para aferir uma melhor experiência do usuário com o melhor aproveitamento dos recursos existentes na academia, reduzindo ociosidade e diluindo as filas de espera. Alguns cenários podem apontar para uma melhor distribuição de pessoas para horários diferentes, ou, a própria aquisição de um novo equipamento. Para uma academia pública, onde não existem fins lucrativos, qualquer aparelho a mais pode ser considerado apenas mais uma aquisição para satisfação do público. Mas para que seja vislumbrado uma menor lotação e melhor disposição de aparelhos, é preciso visualizar uma análise mais criteriosa.

#### **3.4 Construção do modelo conceitual**

O sistema simulado é alusivo ao processo de uso de um aparelho de uma academia pública em uma cidade do interior do Rio Grande do Norte - RN. A administração da academia é exercida através da Secretaria de Saúde e demanda de repasses do governo do estado, tratando de um espaço sem fins lucrativos, por tanto não há a cobrança de mensalidade, mas de uma taxa referente a manutenção dos aparelhos e do ambiente local. O objeto de estudo trata-se de um aparelho que existe no espaço em uma única unidade, identificado pela administração com um dos aparelhos com maior procura na composição de treino dos usuários, demonstrado na Figura 3.

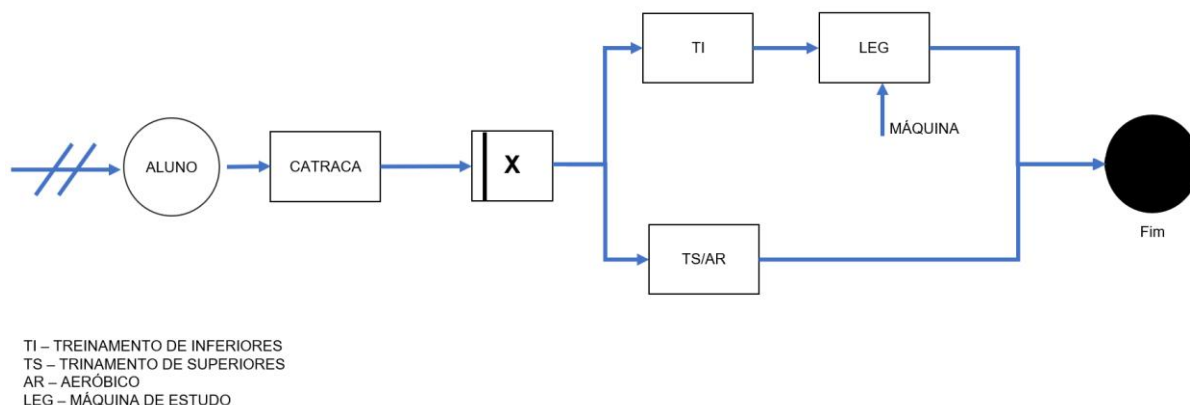


Figura 3. Representação em IDEF-SIM do processo de uso do aparelho. (Autoria própria)

O fluxo padrão do sistema tem início na chegada do usuário que será nossa entidade, ao chegar no espaço é necessário a realização da identificação biométrica podendo a entidade ser impedida de seguir em caso de rejeição do sistema ou seguir adiante no fluxo em caso de liberação. Uma vez liberado, o usuário segue para o aparelho e identifica o volume da fila, que podem ser expressos em alguns cenários com comportamentos distintos. No primeiro, em caso de a fila apresentar dois ou mais outros usuários, o comportamento adotado pela entidade é de desistir da espera e sair do sistema. No segundo, em caso de haver apenas um outro usuário na máquina, a entidade fica em espera para poder utilizar o aparelho e por fim, em caso de fila zerada a entidade passa pela ação da função e segue para a saída do sistema.

### 3.5 Modelagem computacional utilizando o software *JaamSim*

Para efetuar a análise do fluxo de uso da máquina da academia pública, foi realizada a simulação a fim de representar o processo de forma computacional, possibilitando a análise de cenários com base nos comportamentos das entidades que foram previamente observados e espelhados computacionalmente. O processo espelhado na modelação segue os estágios do fluxograma demonstrado na seção 3.2 do artigo e foi conduzida através do software *JaamSim* como mostra na Figura 4 abaixo.

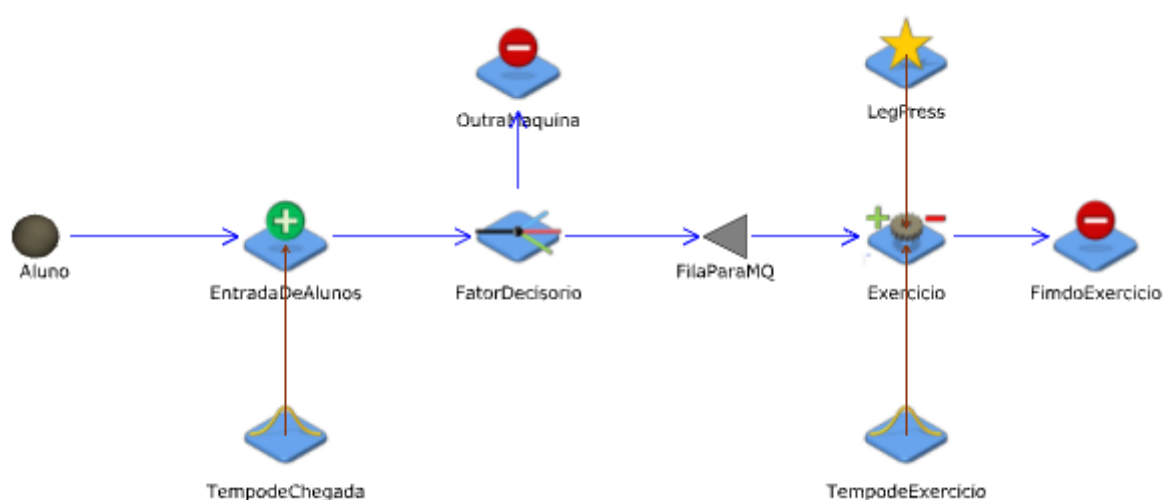


Figura 4. Modelo Computacional. (Autoria própria)

Conforme o fluxo desenhado no *JammSim*, inicialmente foi inserido a entidade “Aluno” em que representa os usuários da academia, em seguida “EntradaDeAlunos” com a representação do fluxo das chegadas dos clientes configurado para o número máximo já registrado no espaço de 60 pessoas no intervalo de pico de 4 horas ajustado nos intervalos máximos e mínimos de tempo de chegada, 19,08 e 0 minutos, respectivamente. O componente seguinte é formado pelo Branch, onde está configurada a lógica que espelha o comportamento adotado pela entidade que pode se desdobrar em dois cenários, caso a fila seja igual ou maior que dois, a entidade parte para o uso de uma outra máquina fora do sistema, se destina ao “EntitySink-OutraMáquina” (que é o processo de análise do artigo, monitorar as entidades que saem do sistema por abandono) do contrário é dada sequência no fluxo. Em seguida temos o objeto “FilaParaMQ” que representa a fila de espera da operação apresentada pelo “Exercicio”

regulado com os tempos cedidos por “TempoDeExercicio”, tendo ele um ponto máximo de 13,55 minutos, mínimo de 6,06 minutos e um ponto médio de 9,18 minutos para a ocorrência da operação, também como o recurso “LegPress”. Por fim o “Entity-Sink-FimDoExercicio” em que representa a saída dos usuários por fim de exercício.

### 3.6 Coleta de dados

A coleta de dados ocorreu a partir de observação humana com o auxílio de um cronômetro, onde os registros foram pautados nos momentos de chegadas e saídas das entidades no sistema. O período estudado foi referente ao funcionamento da academia em seu horário de pico em um recorte de 240 minutos (4 horas), necessariamente das 16 horas às 20 horas, onde a demanda pelo uso do aparelho possui maior registro conhecido.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Análise e Discussões

Se tratando de validação dos dados de entrada, como descrito acima na fase de coleta de dados, foram feitas as extrações nos horários de alta demanda e depois inseridos no *RStudio*. No software observou-se que a modelagem dos dados dos tempos de chegada, tal qual dos tempos de execução de exercício, se identificaram com a distribuição normal. Observe nas Figuras 5 e 6:

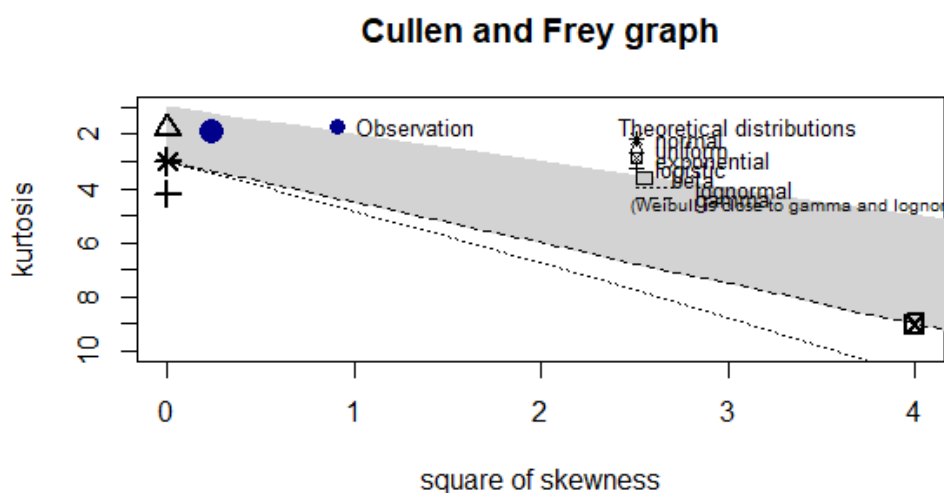


Figura 5. Dispersão dos dados de chegada. (Autoria Própria)

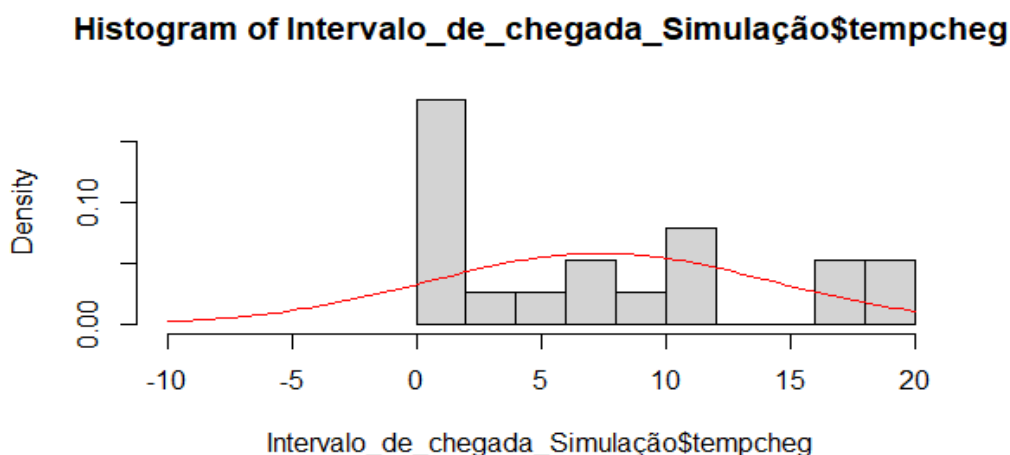


Figura 6. Histograma de dos dados chegada. (Autoria Própria)

As Figuras 5 e 6 representam a dispersão dos dados referente aos intervalos de chegada. Na Figura 5, representada pelo diagrama de Cullen e Frey, pôde-se notar que o ponto de observação se aproximou tanto da distribuição uniforme quanto da distribuição normal. Já na Figura 6 observa-se o histograma dos dados acompanhado de uma curva normal.

Nesta mesma linha de raciocínio, observa-se nas Figuras 7 e 8 a dispersão dos dados referentes ao tempo de exercício. A primeira apresenta o diagrama de Cullen e Frey, que nos mostra a tendência dos dados a distribuição

uniforme, mas que ao final da análise se mostrou mais suscetível a distribuição normal. A segunda é representada por um histograma que acompanha a curva normal dos dados.

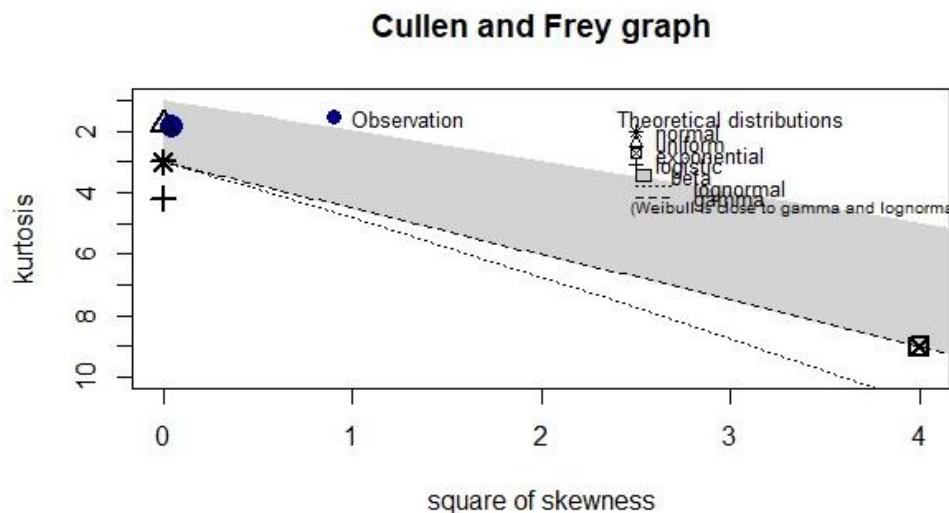


Figura 7. Dispersão do tempo de exercício. (Autoria Própria)

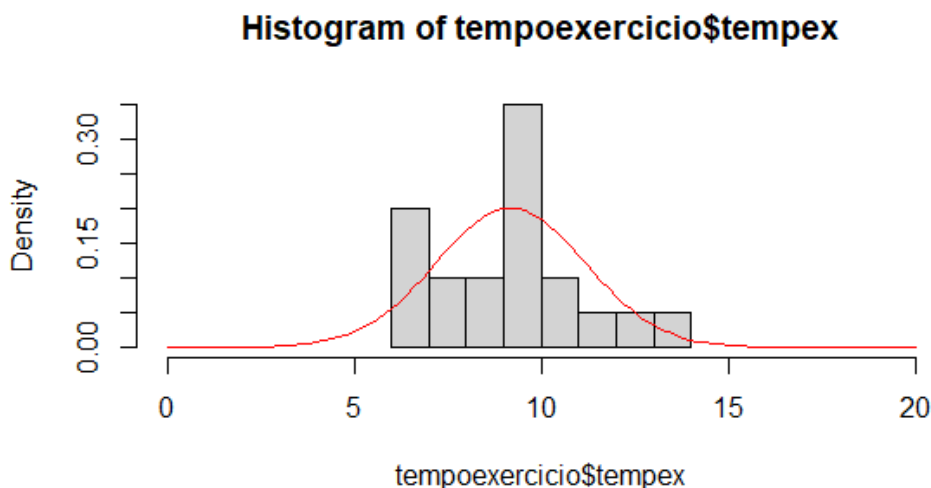


Figura 8. Histograma do tempo de exercício. (Autoria Própria)

Ambas as ferramentas nos dão uma noção pragmática e visual de como usar os dados, o histograma com sua forma e acompanhamento da curva e o diagrama com seu método estatístico de comparação e aproximação com as distribuições.

Para os testes de validação dos dados de entradas foram feitos testes de hipóteses, tendo como parâmetro hipótese nula ( $H_0$ ) dados aceitáveis, onde se aceita a hipótese nula quando o valor do p-value  $> 0,05$ . Partindo para análise, nota-se que o ponto de observação está brevemente distante da distribuição normal, porém a natureza dos dados e o teste estatístico nos fornece o valor do p-value 0,4749 para os tempos de exercício e 0,1322 para intervalo de chegada, nos dando a afirmação de que podemos usar a distribuição normal em ambas as coletas. Dado que foi efetuada toda a parte de validação de dados de entradas, foi rodada a simulação e retirados alguns insights. Após o estudo dos resultados que foram colhidos na simulação, é necessário fazer o tratamento e validação dos dados de saída.

Antes de chegar a uma simulação com dados de saída pertinentes, foram feitos alguns experimentos para que se chegasse a um denominador comum para uma melhor amostragem. Começamos com uma aplicação de 200 replicações, tempo de simulação igual a 12 horas, porém os dados de saída fornecido tinham o valor do p-value bem abaixo de 0,05 sendo suscetível a não normalidade dos dados, nos mostrando assim que a amostra ou simulação não condizia com a realidade ou não eram bem manuseadas. Contudo, depois de algumas tentativas e erros, conseguimos encontrar um valor que mais se aproximava da realidade e nos fornecia a validação necessária para prosseguirmos os resultados da nossa simulação. Na simulação mais aproximada da realidade, testamos o número de 50 replicações, em um horário de expediente de 4 horas, obtivemos um R-Quadrado de 97,09% de confiança e a partir do comando “T-test” uma média aproximada de 5 pessoas que abandonam o sistema. E claro, um valor muito satisfatório do p-value = 0.24, confirmando a normalidade dos dados de saída. Levando em conta



esta análise, podemos afirmar que nesse cenário temos um hiato de 4 horas e temos somente uma média de 5 pessoas saindo do sistema por abandono.

## 4.2 Estudo de cenários

Ainda na tentativa de explorar outras perspectivas dentro desta mesma simulação, foi realizado um estudo entre alguns cenários. Segue na Tabela 1:

Tabela 1. Cenário de simulações. (Autoria Própria)

| Cenários                   | Descrição                                        | Máximo de Saídas | Média de Saídas | Máximo de Saídas/H | Média de Saídas/H | Máximo percentual de uso | Média percentual de uso |
|----------------------------|--------------------------------------------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Cenário I</b>           | Neste cenário temos 12h de duração e 1 aparelho  | 25               | 15,22~16        | 2,08~2             | 1,27              | 96,39%                   | 90,47%                  |
| <b>Cenário II</b>          | Neste cenário temos 12h de duração e 2 aparelhos | 7                | 1,72~2          | 0,58~1             | 0,14              | 87%                      | 82%                     |
| <b>Cenário III - Atual</b> | Neste cenário temos 4h de duração e 1 aparelho   | 10               | 5,5~6           | 2,5~3              | 1,38              | 99,25%                   | 90,77%                  |
| <b>Cenário IV</b>          | Neste cenário temos 4h de duração e 2 aparelhos  | 3                | 0,56~1          | 0,75~1             | 0,14              | 92,49%                   | 84,44%                  |

Como pôde-se observar, os cenários estudados nos fornecem informações importantes para conclusões que venham a ser pertinentes. Ao acrescentar a capacidade de mais uma máquina no sistema, tanto na amostra de 12h quanto na de 4h, baixamos consideravelmente o número de saídas do sistema e a utilização da máquina. Porém, é importante dizer que em nenhum momento tivemos a utilização de 100% da máquina, gerando assim um “bom tempo de ociosidade”. Para entender melhor os cenários, vamos explicá-los.

No cenário I consideramos como se a academia estivesse com alta demanda no aparelho durante todo tempo de expediente, 12 horas e apenas uma máquina. No cenário II consideramos como se a academia estivesse com alta demanda no aparelho durante todo tempo de expediente, 12 horas e duas máquinas. No cenário III, que é o atual, consideramos 4 horas de duração por se tratar do horário de maior demanda, referente ao horário de coleta das 16 horas às 20 horas, e apenas uma máquina. No cenário IV consideramos 4 horas de duração conjunto a duas máquinas.

Apesar dos cenários II e IV se mostrarem mais confortáveis, eles causam uma grande ociosidade no equipamento, o que não é ideal se tratando de uma nova aquisição. O cenário atual tem o melhor “custo-benefício” por se tratar do cenário em que não há mudanças com a realidade, ou seja, não precisa de nenhum investimento. Além disso, o parâmetro atual ainda se torna bastante válido por conta das baixas médias de saída por hora considerando o tempo de alta demanda.

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1 Conclusão sobre a aquisição de uma nova máquina



---

O objetivo deste artigo foi desenvolver o modelo conceitual e computacional para análise da ocorrência dos abandonos do sistema com base na presença de filas, para então validar se a taxa referente a esse tipo de incidência se mostrava um indicador suficiente para direcionar a aquisição ou não de um novo aparelho, visto que o objeto de estudo existe em uma única unidade na academia pública.

A partir dos resultados encontrados, pode-se afirmar que o estudo alcançou seu objetivo ao pôr em xeque as evidências de fatores antes somente percebidos de forma subjetiva para então um confronto de informações decisórias. Nesse contexto foi concluído que a aquisição de um novo aparelho apresenta uma baixa compensação financeira, uma vez que a taxa de ociosidade seria maior que a de uso. Vale lembrar que o período de maior demanda desse equipamento na academia se dá somente em um período curto de 4 horas, que corresponde a 1/3 de seu horário de expediente. A simulação e estudo de cenários deixa bem claro a evidência que apenas uma máquina já é o bastante para prestar um bom atendimento aos frequentadores.

## 5.2 Sugestões para trabalhos futuros

De fato, um trabalho sobre simulação e estudo de demandas se mostra muito desafiador e, por muitas vezes, suscetível a alguns erros de observação, por exemplo. A construção deste artigo passou por alguns processos de observações e neles pudemos notar pontos que nos ajudariam caso já soubéssemos de antemão, então, por conta disso, deixo aqui algumas sugestões sobre a construção de estudos de demandas em academias no geral.

Começo a elencar pela simples usabilidade de câmeras. Se for consentido, o uso de câmeras lhe proporcionará uma visão muito mais privilegiada e perceptível das entradas, saídas, tempos e muitas outras variáveis que nos barraram por conta das nossas limitações. Além de proporcionar uma melhor visualização, o uso de câmeras lhe ajudará a fazer uma coleta mais confiável e maior, já que não precisará estar o local a todo momento de coleta. Além disso, um dos grandes desafios de coleta de chegada ao equipamento em academias, é não saber se ao chegar no âmbito, o usuário já visualiza o aparelho lotado e já o abandona. Daí fica mais difícil de mensurar qual o parâmetro de abandono dos usuários.

A sugestão de melhoria aqui seria fazer uma espécie de coleta de treinos e quais aparelhos primordialmente são utilizados, dessa forma o coordenador da academia poderia visualizar a demanda específica para cada aparelho e mensurar os horários de maior demanda para cada um. Como o cenário de estudo trata-se de uma instituição sem fins lucrativos pautada na prestação de serviço à saúde da população da cidade. Uma sugestão seria fazer uma análise quantitativa do investimento via volume de solicitações dos usuários, que reflete diretamente no impacto da qualidade percebida por eles.

## 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira; LOZADA, Gisele. Simulação de sistemas produtivos. Porto Alegre: Sagah, 2019.
- [2] DIENSTMANN, G. H. Simulação do processo de atendimento ao público numa agência bancária de forma a maximizar eficiência e rentabilidade estudo de caso: Banco do Brasil S.A. 130 f. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção)
- [3] MARINHO, Alexandre. A economia das filas no sistema único de saúde (SUS) brasileiro. Brasília: Ipea, 2009.
- [4] MIYAGI, Paulo E.. Introdução a simulação discreta. São Paulo, 2006.
- [5] MUNIZ, L.R. Aplicação da simulação computacional para análise do tráfego no cruzamento central com semáforo da cidade histórica de Mariana. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. Anais. Salvador: [s.n.], 2009.
- [6] SARGENT, Robert G. Verification and validation of simulation models. New York: Winter Simulation Conference, 2011.
- [7] CHWIF, L.; MEDINA, A.C. Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria e aplicações. São Paulo: Ed. Dos Autores, 2006.
- [8] LEAL, F., ALMEIDA, D. A. de MONTEVECHI, J. A. B. (2008), Uma proposta de técnica de modelagem conceitual para a simulação através de elementos do IDEF. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, João Pessoa-PB: Anais XL.
- [9] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Ed. Atlas, 2002.
- [10] MONTEVECHI, J.; PINHO, A. de; LEAL, F.; MARINS, F. Application of design of experiments on the simulation of a process in an automotive industry. In: Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference, Washington, DC, USA, 2007. DOI: 10.1145/1351542.1351830.
- [11] CHWIF, L. Redução de modelos de simulação de eventos discretos na sua concepção: uma abordagem causal. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.