

Simulação do Serviço de Snack-Bar da AEFEUP

Nome	Email
Diogo Valente Polónia	up201806473@up.pt
José Carapeto Vieira	up210806111@up.pt
Margarida de Pinto e Sá	up201806662@up.pt
Maria Pereira Botelho	up201806820@up.pt
Manuel Luís Ferreira Duarte Correia	up201403773@up.pt
Tiago Santos Cavadas	up201806497@up.pt

1. Agradecimentos

Este trabalho não seria possível realizar sem a colaboração da EUREST, empresa que gere o bar da AEFEUP, e mostrou-se prontamente disponível para colaborar através da partilha da informação pedida, participando, também, na discussão de possíveis melhorias. Fica, por isso, uma nota de agradecimento à administração do bar por parte da equipa de trabalho.

Agradecemos, ainda, o apoio prestado pelos docentes, que permitiram uma aprendizagem completa e eficaz durante a realização do projeto.

2. Sumário Executivo

No âmbito da unidade curricular Sistemas de Apoio à Decisão, do 1º ano do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial foi apresentado um projeto que consistia na elaboração de uma simulação de um problema do dia a dia que pudesse ser modelado através do *software Anylogic*.

O grupo 15 decidiu analisar o funcionamento do bar da AEFEUP, por ser um estabelecimento muito familiar a todos os membros e por apresentar potencial de melhoria em vários aspetos. Os principais objetivos passaram por analisar, através da modelação em *Anylogic*, formas de diminuir os tempos de espera experienciados pelos estudantes durante o almoço, e o aumento consequente da sua satisfação, bem como decisões que permitam uma melhor contenção de custos por parte do bar.

Desta forma, tendo como base indicadores de desempenho como os tempos de espera, custo do capital humano, número de pedidos concluídos e quantidade de estudantes desistentes, formularam-se vários cenários para compreender o impacto da alteração de fatores como a contratação ou a alteração das tarefas dos trabalhadores, investimento em máquinas ou a utilização de descontos (como acontece à quarta-feira, dia em que o preço da cerveja reduz para 0,50€).

O desenvolvimento do projeto contemplou, assim, quatro fases: recolha e tratamento de dados - através de medições em tempo real, documentação fornecida pelo estabelecimento e inquéritos aos consumidores; definição das principais atividades realizadas no estabelecimento (almoçar, trabalhar, conviver, etc.); modelação em *Anylogic*, com base nas informações recolhidas (horário de maior afluência, pedidos mais recorrentes, recursos disponíveis, entre outros); construção da animação que recria a situação real; e elaboração de cenários alternativos para análises complementares.

As simulações efetuadas demonstram que a administração do bar pode seguir caminhos diferentes, dependendo dos seus objetivos, sendo necessário balancear a satisfação do cliente com o custo das operações. No entanto, o cenário que demonstrou o melhor resultado, balanceando todos os indicadores, é o cenário no qual todos os trabalhadores são capazes de realizar todas as tarefas, quer de serviço quer de confeção dos alimentos, mas salienta-se, também, o impacto que o investimento numa nova máquina de finos tem na redução do custo por pedido, já que permite um grande aumento no número de pedidos concluídos.

3. Índice

1. Agradecimentos	2
2. Sumário Executivo	3
3. Índice	4
4. Introdução	6
4.1. Contextualização do problema	6
4.2. Objetivo da simulação	7
5. Metodologia	7
5.1. Recolha e tratamento de dados	7
5.2. Caracterização do Problema	8
5.3. Indicadores de Desempenho	9
6. Modelo de simulação	10
6.1. Descrição do Modelo	10
6.2. Pressupostos	12
6.3. Animações	14
7. Cenários	16
7.1. Descrição dos Cenários	16
7.2. Análise dos Cenários	17
7.2.1. Cenário Base	17
7.2.2. Contratação de Service Workers	17
7.2.3. Contratação de CousineWorkers	18
7.2.4. Investimento em BeerMachines	18
7.2.5. Funcionários Universais	19
8. Discussão de Resultados	20
9. Conclusão	22
10. Com a elaboração deste trabalho foi possível aplicar conhecimentos adquiridos nas aulas de Sistemas de Apoio à Decisão, bem como explorar de uma forma mais livre e independente o funcionamento do software Anylogic.	22
11. Bibliografia	23
12. Apêndices	23

4. Introdução

4.1. Contextualização do problema

A Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto é uma das mais respeitadas e maiores instituições de ensino superior de Portugal. Esta conta com cerca de 7518 estudantes, dos vários graus de ensino, que frequentam esta instituição com o intuito de aprofundar conhecimentos e partilhar experiências. Este espaço, pela suas dimensões, é circundado por vários estabelecimentos de serviços que procuram suprimir as necessidades dos estudantes, entre os quais, o bar da Associação de Estudantes.

O bar concessionado pela EUREST, localizado na AEFEUP, disponibiliza refeições e bebidas a um preço competitivo para todos os estudantes do polo universitário da Asprela e o acesso gratuito a microondas para que os mesmos possam aquecer a sua comida. De modo a garantir a oferta destes serviços o bar conta com serviço ao balcão, 4 microondas, espaço interior para tomar as refeições e esplanada com cobertura e sem cobertura, permitindo o estudante usar esse espaço para relaxar e estudar. Caracterizado pelo funcionamento restrito aos dias úteis e por uma elevada afluência no horário de almoço, entre as 12h15 e às 14h15, realiza também promoções em bebidas à quarta-feira.

Assim, por ser um espaço frequentado pela maioria dos estudantes da FEUP, por ser um estabelecimento bastante familiar a todos os membros do grupo e por apresentar problemas que, cremos, serem fáceis de solucionar, este trabalho apresenta-se, não só como um projeto, mas também como uma possibilidade de melhoria real da qualidade dos serviços prestados aos estudantes.

De facto, apesar dos preços académicos praticados, o incremento no tempo passado na fila de espera reduz a satisfação dos consumidores do bar. Este tempo de espera aumenta significativamente a probabilidade de desistência por parte dos consumidores, ou seja, se um cliente se quiser dirigir ao balcão, caso o tempo de espera seja muito elevado, provavelmente não o irá fazer, prejudicando o negócio. Identifica-se um grande potencial de melhoria da qualidade e rapidez do serviço deste estabelecimento, que pode ser estudado e implementado com o modelo de simulação proposto neste trabalho. Adicionalmente, sendo um espaço frequentemente utilizado pelos estudantes da Universidade do Porto, considerou-se relevante o desenvolvimento deste projeto que permite uma melhoria real para a comunidade estudantil.

Consequentemente, o problema avalia como é que os principais intervenientes - estudantes, funcionários, mesas e cadeiras - impactam o objetivo final: redução dos tempos de espera, incremento da taxa de atendimento por hora e a diminuição do custo laboral de cada pedido.

Através de um inquérito enviado aos estudantes foi possível destacar alguns dos maiores problemas do ponto de vista do utilizador: o serviço demorado, principalmente em horas de ponta. Este aspeto afeta negativamente o serviço do estabelecimento e deve ser colmatado a fim de otimizar o *service level* e garantir a satisfação do consumidor.

4.2. Objetivo da simulação

O objetivo deste trabalho consiste na modelação e simulação de diversos cenários vivenciados no bar da AEFEUP. Através do Software *Anylogic*, e dos conhecimentos adquiridos nas aulas de Sistemas de Apoio à Decisão, foi possível analisar o normal funcionamento do estabelecimento, e identificar quais as suas principais dificuldades.

Tendo isto em conta, a simulação visa a redução do tempo de espera na fila dos utilizadores deste estabelecimento através da maior especialização dos funcionários, ou da possível contratação de empregados, por exemplo. Alguns fatores mostram-se cruciais para apresentar soluções e sugestões que levam ao rápido melhoramento do serviço prestado. Assim, destaca-se a comparação do tempo de espera ou de preparação de pedidos, dos consumos e a finalidade pela qual o consumidor se dirigiu ao estabelecimento.

5. Metodologia

5.1. Recolha e tratamento de dados

A fase de recolha e tratamento de dados consiste em agregar e interpretar a informação obtida, de forma a realizar a análise quantitativa dos cenários implementados.

Numa fase inicial, foi enviado um inquérito a todos os estudantes da comunidade FEUP com 5 perguntas de resposta múltipla e uma de resposta aberta. Com base nessas respostas foi possível identificar as principais finalidades com que os consumidores se deslocam ao estabelecimento. A partir dessa identificação, calculam-se as probabilidades de cada tipo de utilizador aparecer, bem como as probabilidades relacionadas com o seu consumo, ou seja, a probabilidade de pedir uma cerveja, de almoçar, de usar apenas o microondas, entre outras. As respostas obtidas permitiram ainda a definição do tempo máximo de espera dos consumidores, desde o momento em que ingressaram na fila para pedir, até ao momento em que recebem o seu pedido.

Além das informações fornecidas pelo inquérito, foi realizada uma recolha de dados adicional, em tempo real, tendo a observação decorrido entre as 12h20 e as 14h de uma segunda-feira. Os membros do grupo focaram-se na medição dos tempos de serviço na caixa (pessoa que está a realizar atendimento ao cliente e serve algo que está próximo, como cartões de cerveja), no balcão (tome-se como exemplo a pessoa que vai à montra buscar um croissant), na zona de *refill* de cerveja e no tempo de recolha de pedidos que funcionem com base em "apitos" (pedidos cuja preparação seja mais demorada ficam associados a um apito que avisa o utilizador quando estão prontos, evitando aglomerações desnecessárias). No que concerne ao tratamento destes dados, foi criada uma folha de cálculo que permitisse visualizar e organizar toda a informação e, com base nas observações, foi possível associar a cada tempo de serviço a distribuição que melhor o representa. Estas distribuições permitem estimar o tempo que decorre para cada um dos serviços, e permitem extrapolar as observações, aproximando-as do que se verifica num dia normal na AEFEUP.

Finalmente, foi contactada a empresa que explora o espaço assim como os funcionários do bar. Deste modo foi possível obter informação quanto ao equipamento existente, trabalhadores disponíveis e ainda o layout do espaço. Adicionalmente, a gerência disponibilizou, também, dados relativos à venda dos produtos – número absoluto e qual a percentagem de venda de cada produto no mês de novembro - bem como a taxa de tickets por hora, segmentado em diferentes intervalos.

5.2. Caracterização do Problema

O presente relatório procura dar uma resposta ao problema previamente mencionado, o elevado tempo de espera na fila do Bar da AEFEUP durante o período de maior afluência, a hora de almoço. Atualmente, o cliente dispõe de uma fila de atendimento, cujo propósito é requisitar os artigos pretendidos, bem como realizar o pagamento. Salienta-se que a taxa de recebimento é constante durante todo o processo, pelo que não será considerada durante a análise. Posteriormente, existe uma área de recolha, destinada ao levantamento dos pedidos.

Face às restrições impostas pela pandemia, este estabelecimento dispõe de 30 mesas e 176 cadeiras e ainda 4 microondas para usufruto dos clientes. Adicionalmente disponibiliza 3 tipos de produtos: bebidas, produtos prontos a consumir (*Showcase Food*) e produtos sujeitos a confeção (*Manual Food*).

A nível de staff existem dois funcionários que registam os pedidos (*Service Workers*) que mantêm o espaço limpo, responsáveis pelos “apitos” e servem os artigos expostos na vitrine, bem como as bebidas. Por fim, há ainda dois funcionários (*Cuisine Workers*) que realizam a confeção dos alimentos “manual” recorrendo a quatro principais métodos de preparação: fritar, aquecer na torradeira, assar recorrendo ao forno ou através do fogão.

Por fim, é pertinente distinguir os agentes incluídos na análise:

- Os clientes - estudantes que usufruem do serviço prestado pelo bar da AEFEUP. Estes agentes estão habilitados a não consumir, comprar comida e bebida, a aquecer comida (utilização do microondas) e ainda a saírem do estabelecimento. Com base nos comportamentos reais dos clientes do snack-bar, foram divididos em quatro categorias:
 - *Normal* - Pressupõe-se que todos os clientes entram nesta condição.
 - *Drunk* - Condição adquirida após o consumo excessivo de bebidas alcoólicas (mais de 4 cervejas).
 - *Satisfied* - Cliente que já realizou o pedido e já o levantou.
 - *Angry* - Estudante que excede o tempo máximo de espera e sai das instalações.
 - *Wanting to leave* - as 3 categorias supratranscritas convergem para esta, quando o cliente pretende retirar-se do estabelecimento.
- Os pedidos - artigos disponibilizados pelo estabelecimento, adquiridos pelo consumidor final. Podem ser divididos em 2 grupos:

- *Showcase Food* - Comida/bebida exposta na vitrine, que não necessita de uma segunda fase de confecção e é servida pelos *Service Workers*.
- *Manual Food* - Comida que precisa de uma segunda fase de confecção, efetuada pelos *Cousine Workers*.

5.3. Indicadores de Desempenho

A avaliação dos modelos e dos diferentes cenários, tendo em conta os objetivos principais desta simulação, basear-se-ão nas seguintes métricas, que se relacionam sempre, de forma direta ou indireta, com a satisfação do cliente (estudante):

- Tempo de espera, que pode ser segmentado em:
 - Global (tempo desde que o estudante chega à fila até levar o pedido para a mesa)
 - De fila (tempo desde a chegada até ser atendido);
 - De atendimento (tempo que o estudante demora a pedir e a pagar);
 - De receção (tempo desde o pagamento até à receção do pedido efetuado);
- Frequência de pedidos respondidos (de quanto em quanto tempo um pedido é completo);
- Percentagem de desistentes (acontece quando o tempo de espera é superior ao tempo de espera aceitável);
- Custo em capital humano por pedido satisfeito (cálculo: número total de pedido / custo em capital humano);

É de notar que de forma geral, para estas métricas importa não só a média mas também a variação (exceto para as percentagens).

6. Modelo de simulação

6.1. Descrição do Modelo

O modelo construído teve por base o bar da AEFEUP, sendo este constituído por 3 zonas: espaço interior, esplanada coberta e esplanada sem cobertura, que diferem entre si no número de cadeiras e mesas e na probabilidade do estudante se dirigir a cada um deles (que dependerá de cenário para cenário mediante a existência de chuva ou não). Como se pretendia estudar o período de maior fluxo (almoço - entre o 12h15 e as 14h15), os indicadores serão analisados no final de 2 horas de execução do modelo.

Tendo em conta que os estudantes podem ter comportamentos/tendências diferentes, foram considerados 4 tipos de estudantes, juntamente com as respetivas probabilidades de pedir comida, cerveja, aquecer comida e ir embora mal chegue (podendo ser consultadas na Tabela 1:

- **Lounger:** estudante sem aulas durante a tarde e sem grandes preocupações, não vai com o intuito de almoçar mas sim de relaxar. Pede, principalmente, cerveja e fica durante mais tempo na AEFEUP;
- **Scholar:** estudante que vai trabalhar/estudar para a AEFEUP. Caracterizado por tempos de permanência maiores, algum consumo de comida e consumo de cerveja praticamente nulo;
- **TakeAway:** estudante que não permanece nas instalações para almoçar, relaxar ou estudar. Irá utilizar o microondas ou comprar comida e sairá logo de seguida;
- **Luncher:** estudante que permanece apenas para almoçar, normalmente tem aulas ao início da tarde e pode tanto usar o microondas para a sua marmita ou pedir no bar.

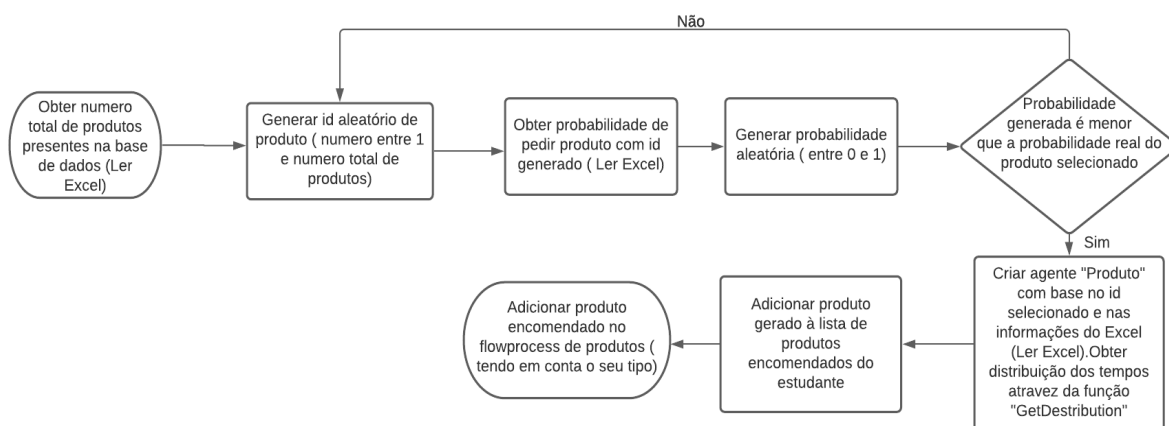
Para cada um dos tipos de estudantes foi definida uma taxa de entrada, com base no formulário efetuado onde se concluiu a probabilidade de cada um dos perfis (71,2%; 1,4%; 26,8%; 0,5%; respetivamente) e no número total de pessoas que entraram em 2 horas (por observação/registo durante cerca de 1 hora e 40 minutos durante o período de maior fluxo e extrapolação nos restante 20 minutos). Assim sendo, as taxas de entrada para os Lounger, Scholar, Takeaway e Luncher são, respetivamente, 110, 2, 1 e 42 pessoas por hora.

Após a entrada, o estudante procura mesa para se sentar. Caso encontre, senta-se; caso contrário espera até ao limite de tempo máximo que está disposto a esperar (12,55 minutos - calculado através do inquérito). No caso do estudante Takeaway, este não necessita de procurar lugar e apenas pode fazer 1 pedido, dirigindo-se após a satisfação do mesmo à saída.

A partir do momento em que o estudante está na mesa e após permanecer na mesma por um tempo determinado (função do tipo de estudante), pode-se levantar para realizar uma ordem de encomenda (cerveja, outras bebidas ou comida), aquecer comida no microondas ou ir embora sem executar qualquer uma das atividades anteriores (naturalmente, a

probabilidade disto acontecer é baixa, sendo que para o estudante Luncher é nula, já que este se encontra na AEFEUP maioritariamente para comer).

A realização de uma ordem de encomenda de produto por parte do estudante é realizada junto da caixa, tendo para isso de abandonar o lugar e dirigir-se à mesma (nota-se que embora o estudante abandone o lugar este continua reservado por si sendo o único agente que o pode ocupar). Este tem a possibilidade de pedir, consoante uma probabilidade calculada, uma comida ou bebida presente na base de dados em Excel "Product Details" (ficheiro que indica as características dos produtos, tempo de conceção e probabilidade de serem pedidos). O processo de seleção do produto a pedir é calculado através da função "Create Order", responsável por determinar o produto pedido, adicioná-lo à lista de produtos do estudante que realizou o produto e iniciar a conceção do mesmo. A descrição do processo de funcionamento da função é descrito pelo seguinte flowchart:



Após a execução do pedido o estudante poderá aguardar pela conceção do produto no local ou aguardar na sua mesa, o processo de decisão tem por base o tipo de produto pedido pelo estudante - se o pedido necessitar de uma segunda etapa de conceção este aguardará na mesa, caso contrário irá esperar no local. Quando o produto conclui a sua rota no *process flow* este muda para do estado "Doing" (estado com que foi criado) para o estado "Done". Quando todos os produtos do estudante estão no estado "Done" (concluídos) a função "NeedsToPickUp" passa a indicar o valor true o que leva o estudante a deslocar-se ao serviço "PickUp" para levantar a comida.

Ao contrário dos outros produtos, a cerveja tem um tratamento diferente dos restantes pedidos, devido às diferentes probabilidades de pedir cerveja mediante perfil. Assim, para esta considera-se que o tempo de serviço segue uma distribuição normal e requer um funcionário e uma máquina de cerveja à pressão, sendo que o estudante espera até estar servido. A distribuição referente ao tempo de serviço da cerveja foi calculada com base nas observações obtidas durante um período de tempo de maior fluxo (dados na tabela 3). O número de cervejas pedidas por cada estudante é contabilizado, passando este para o estado "Drunk" assim que beba mais do que 4 cervejas. Esta mudança de estado influencia as probabilidades dos pedidos (e saída), destacando-se o aumento da probabilidade de pedir cerveja. Após qualquer pedido, o estudante regressa ao seu lugar, podendo voltar a

fazer qualquer pedido (à exceção do estudante Takeaway que depois de servido abandona o estabelecimento).

Quanto ao estado dos estudantes, além do estado bêbado (a partir da 5ª cerveja) explicado anteriormente, o estudante assim que entra encontra-se no estado normal e passa para satisfeito sempre que faz pick up. O estudante abandonará sempre que exceda o tempo limite de espera, passando para o estado irritado, ou após passarem 2 horas (tempo máximo assumido para a permanência na AEFEUP).

Considerou-se irrelevante o preço de cada produto para o cálculo dos indicadores.

6.2. Pressupostos

Ao longo da simulação, foram considerados os seguintes pressupostos:

1. O período de maior fluxo acontece durante 2 horas (12h15 às 14h15);
2. A velocidade dos estudantes é de 1m/segundo;
3. Todas as pessoas que entram na AEFEUP serão estudantes, à exceção dos funcionários;
4. Todos os estudantes procuram lugar assim que chegam à AEFEUP, à exceção do estudante TakeAway;
5. As mesas têm uma lotação de 4 a 8 lugares, sendo ocupadas através de attractors presentes na zona “sitting”;
6. A cada estudante apenas corresponde 1 lugar, não podendo ser ocupado por outro estudante até que este abandone o estabelecimento;
7. Em cada pedido apenas consta 1 produto;
8. Existem 4 tipos de estudantes: Lounger, Scholar, Takeaway e Luncher.
9. Para cada estudante existem diferentes probabilidades iniciais de pedidos, utilização de microondas e abandonar:
 - a. *Lounger* - Microondas: 15%; Cerveja: 40%; Outros pedidos: 35%; Abandonar: 10%;
 - b. *Scholar* - Microondas: 25%; Cerveja: 2%; Outros pedidos: 65%; Abandonar: 8%;
 - c. *TakeAway* - Microondas: 28%; Cerveja: 2%; Outros pedidos: 70%; Abandonar: 0%;
 - d. *Luncher* - Microondas: 28,5%; Cerveja: 9,1%; Outros pedidos: 62,5%; Abandonar: 0%;
10. O estudante *TakeAway* não se senta, apenas pode fazer um pedido (comida ou bebida) ou aquecer comida e, após o levantamento do mesmo dirige-se à saída;
11. Todos os estudantes que se sentam podem aquecer comida, pedir cerveja/ outra bebida ou comida;
12. Para representar o comportamento dos estudantes foram definidos 4 estados:
 - a. Normal: tem uma probabilidade normal (mediante o tipo de estudante) de fazer um pedido de comida/bebida. Permanece na mesa durante um tempo normal;

- b. Satisfied: (acontece após o levantamento do 1º pedido) já está satisfeito, não tem fome nem sede e as probabilidades de fazer pedidos são baixas e as de sair são altas. As probabilidades de aquecer comida, pedir cerveja, pedir outra coisa e abandonar passam a ser, respetivamente, 0%, 5%, 40% e 55%.
 - c. Drunk: bebeu 5 ou mais cervejas e tem grande probabilidade de voltar a pedir cerveja, baixa probabilidade de sair (mesmo que seja um estudante do tipo Scholar ou Luncher); Assim sendo as probabilidades de aquecer comida, pedir cerveja, pedir outra coisa e abandonar passam a ser, respetivamente, 0%, 75%, 15% e 10%.
 - d. WantingToLeave: caracterizado por uma grande probabilidade de sair por um de dois motivos: está demasiado bêbedo (9+ cervejas) ou atingiu um tempo limite (timeout) desde que chegou. As probabilidades de aquecer comida, pedir cerveja, pedir outra coisa e abandonar passam a ser, respetivamente, 0%, 5%, 5% e 90%.
13. O tempo limite que um estudante permanece na AEFEUP é de 2 horas;
14. Existem 2 tipos de funcionários com as seguintes características:
- a. *Service Workers*: funcionários que servem qualquer bebida ou qualquer produto que esteja na montra pré-feito;
 - b. *Cousine Workers*: funcionários que garantem a confeção de todos os produtos que não estão na montra;
 - c. Funcionários universais: a utilização de funcionários não especializados não afeta o tempo de realização de uma tarefa (necessários para cenários alternativos);
15. Existem 3 tipos de produtos, com as seguintes características:
- a. Drink: qualquer bebida, exceto cerveja. Aquelas que exijam a máquina de café, o tempo de serviço segue uma distribuição normal (33.27, 67.45); enquanto as restantes seguem uma distribuição normal (25.12, 33.33) (Distribuições conseguidas através das observações que constam na tabela 2 e tabela 3)
 - b. Showcase: qualquer produto que está presente na montra e apenas exige que o funcionário o sirva, seguindo uma distribuição normal (25.12, 33.33) (semelhante à anterior, já que o tempo gasto é o mesmo)
 - c. Manual: produtos que implicam algum tipo de atividade além de retirar o artigo da montra. Aqueles que apenas implicam colocar algo dentro (como croissants ou pão) seguem uma distribuição exponencial de (0.0106, 25) (distribuição obtida através das observações que constam na Tabela 4). Os restantes, mediante o tipo de equipamento utilizado, demoram tempos diferentes (explicados a seguir).
16. Para cada tipo de produtos existem vários produtos, tendo estes associados uma probabilidade de compra (dado obtido através da tabela 5- cedida pela gerência do bar da AEFEUP);
17. Existem diferentes equipamentos de confeção (com as respetivas capacidades): tostadeira (2), fogão (2), forno (8) e fritadeira (2). Todos eles não exigem a presença

- de nenhum funcionário. Após o produto passar por cada um deles no tempo indicado, é considerado feito, estando pronto para ser levantado.
18. A tostadeira apenas é utilizada para a tosta de frango, demorando 90 segundos (valor concluído a partir da consulta aos funcionários) e para os cachorros, seguindo uma distribuição normal (119.117, 386.75);
 19. O fogão apenas é utilizado para o molho, hamburges e omeleta, demorando respetivamente, 60, 180, 240 (valores concluídos a partir da consulta aos funcionários);
 20. O forno apenas é utilizado para a francesinha, demorando 300 segundos (valor concluído a partir da consulta aos funcionários);
 21. A fritadeira apenas é utilizada para as batatas, demorando 180 segundos (valor concluído a partir da consulta aos funcionários);
 22. Não foram considerados quaisquer custos ou receitas, à exceção do salário dos trabalhadores por hora (já que a comparação foi feita com o número de pedidos satisfeitos).
 23. Cada funcionário recebe 4,50€ por hora (valor bastante próximo do salário mínimo);

6.3. Animações

A animação é uma das partes mais relevantes na simulação. Através dela é possível analisar o funcionamento do fluxograma, e identificar as principais falhas que este possa apresentar.

No caso do bar da AEFEUP, tentou-se que a animação fosse o mais realista possível, mantendo a disposição normal do espaço os respetivos postos de trabalho.

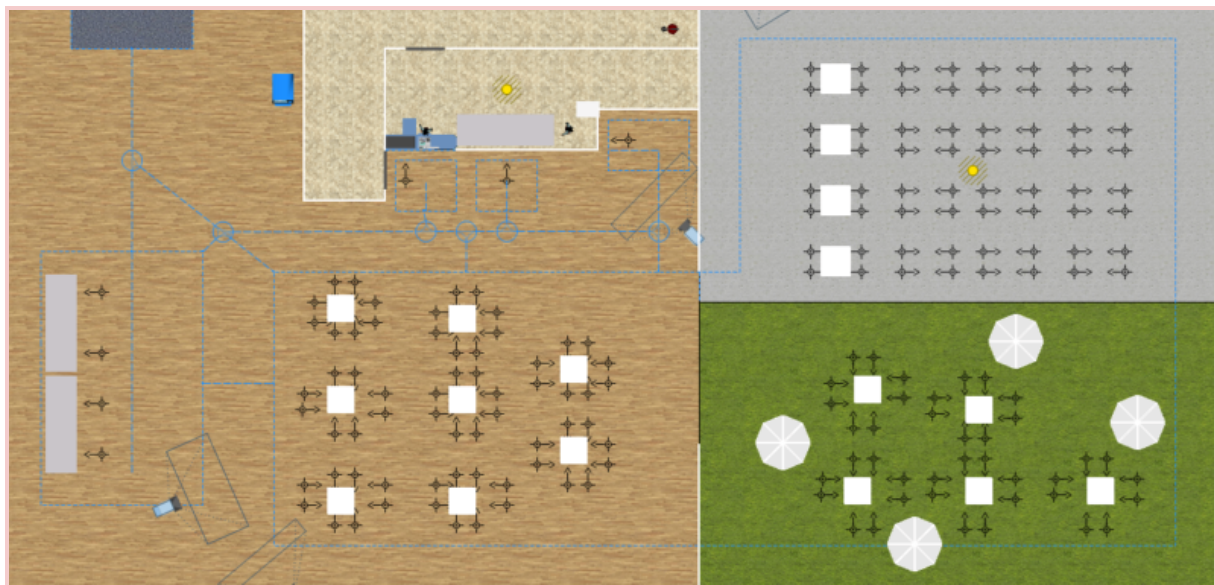


Figura 3 - Layout estabelecimento

A observação da figura 3 permite a visualização de 3 áreas principais, para onde os consumidores normalmente se deslocam - espaço interior, esplanada coberta e esplanada sem cobertura.

Dentro do espaço interior é possível focar a atenção em 3 zonas de maiores aglomerações: microondas (1), mesas (2) e balcão (3). Os microondas são menos movimentados comparativamente aos outros espaços, visto que se destinam a prestar um serviço muito direcionado, estudantes que trazem comida de casa. As mesas e o balcão estão, como seria de esperar, muito mais envolvidos no normal decorrer das atividades do estabelecimento. A nível de disposição, existem 8 mesas, com 8 cadeiras cada uma, permitindo uma capacidade de 64 pessoas sentadas, apenas no interior. Relativamente ao bar, este subdivide-se em 3 secções: a caixa (a), onde o pedido é efetuado e pago; o balcão, zona de espera (b) enquanto o pedido está em preparação; e zona de atendimento rápido (c), no caso de consumidores que já tinham feito o pedido, mas querem levantar uma parte do mesmo posteriormente - levantar um café depois do almoço, ou fazer refill no copo de cerveja caso tenham um cartão promocional.

Além destas zonas, é necessário fazer referência a ambas as esplanadas existentes na AEFEUP. A esplanada coberta (4) apresenta-se como um dos principais pontos de convívio no estabelecimento por ser um espaço exterior, mas ainda assim resguardado, sendo especialmente utilizada em dias de chuva ou vento - espaço interior enche rapidamente, e a esplanada descoberta é desagradável. No caso da esplanada sem cobertura (5) a sua utilização está quase limitada a dias com boas condições meteorológicas e a estudantes cujo objetivo seja conviver, consequência da falta de tomadas no exterior que limita a sua utilização por parte dos clientes que queiram estudar.

7. Cenários

7.1. Descrição dos Cenários

Depois de caracterizado o cenário base do modelo, torna-se necessário descrever os cenários alternativos abordados. A introdução e análise destes cenários permite uma melhor compreensão da simulação, perspectivando vários problemas e soluções do processo.

Os cenários escolhidos baseiam-se na alteração de 5 principais variáveis:

- **Contratação/despedimento de *Service Workers*:** a alteração do número de *Service Workers* permite aumentar o número de pedidos processados por hora, sendo expectável que a introdução de mais trabalhadores deste tipo leve à redução do tempo médio de espera dos estudantes, o que, por sua vez, levará a redução da percentagem de desistentes (aqueles que abandonam devido ao tempo de espera ser superior ao aceitável). Serão estudados cenários onde o número de *Service Workers* varie entre 1 e 4, sendo contabilizado o aumento dos custos laborais com a contratação de mais trabalhadores (salário : 4,5€/hora)
- **Contratação/despedimento de *Cousine Workers*:** a alteração do número de *Cousine Workers* terá impacto na taxa de serviço, sendo expectável que a contratação de mais trabalhadores provoque a diminuição do tempo médio de “PickUp” o que permitirá atender mais pedidos no intervalo de tempo estudado. Serão estudados cenários onde o número de *Cousine Workers* varie entre 1 e 4, sendo contabilizado o aumento dos custos laborais com a contratação de mais trabalhadores (salário : 4,5€/hora)
- **Investimento em *Beer Machine*:** o investimento em mais *Beer Machines* pode afetar a taxa de serviço de cervejas, sendo expectável que promova a diminuição dos clientes que abandonam a AEFEUP no estado “Angry”. Considerar-se-á que o investimento numa nova *Beer Machine* representa um custo associado de 1000€/máquina. Foi calculado o tempo necessário para obter o retorno de investimento. Para isso, em primeiro lugar, calculou-se a diferença entre o novo custo laboral e o custo laboral do cenário base. Em seguida, estima-se o número de pedidos que será necessário para, através dessa margem, atingir os 1000€. Sabendo o número de pedidos necessários e o número de pedidos por hora (diferente para cada modelo), identifica-se o número total de horas necessárias e, consecutivamente, o número de dias (8 horas por dia) e semanas (5 dias de trabalho).
- **Dia da Semana:** a alteração do dia da semana, entre dia ordinário e quarta-feira (dia em que a cerveja está em promoção) provoca uma mudança no comportamento do estudante, que, naturalmente, terá uma maior probabilidade de se dirigir ao estabelecimento. Esta mudança de comportamento é acompanhada por um crescimento da afluência do estudante Lounger que aumenta o seu ritmo de chegada em 70% passando de 110 estudantes “Lounger”/hora para 187 estudantes “Lounger”/hora.

- **Funcionários Universais:** a alteração de funcionários especializados em tarefas específicas para funcionários multidisciplinares permite um atendimento contínuo aos estudantes. Neste cenário, os funcionários podem exercer todas as funções exigidas no serviço, colmatando a falta de mão de obra que por vezes se verifica nos diferentes pontos de atendimento ao cliente.

Os cenários estudados irão resultar da combinação dos estados das quatro variáveis apresentadas.

7.2. Análise dos Cenários

7.2.1. Cenário Base

Antes de comparar os diferentes índices de performance dos vários cenários alternativos, torna-se relevante analisar o cenário base. Neste cenário, caracterizado por possuir 2 grupos de trabalhadores especializados (2 *Service Workers* e 2 *Cousine Workers*), é possível verificar que cerca de 49,2% dos estudantes não são atendidos, acabando por abandonar insatisfeito com o estabelecimento. O tempo total de espera do estudante (tempo desde a entrada na fila para pedir até ao recebimento do pedido - não contabilizando desistentes) é igual a 20,6 min. Os valores indicados alertam-nos para uma situação ineficiente a nível do atendimento ao cliente o que leva, consequentemente, a uma grande perda de potenciais receitas, fruto do longo tempo total de espera.

Esta situação revela-se ainda mais preocupante na quarta-feira, onde a maior procura por cerveja, e o aumento da taxa de chegada dos clientes Lounger se reflete num incremento de 14% da taxa de desistentes. É de notar que, neste cenário, o valor do tempo total médio se encontra muito próximo do anterior, o que comprova a utilização ao máximo da capacidade de todos os recursos (com a configuração base).

Assim, a melhor solução passará pela combinação de recursos que promovam uma redução no tempo total de espera, sem implicar um aumento desproporcional dos custos laborais por pedido (Dia Útil Normal - 0,18€/ordem; Quarta-Feira - 0,19€/ordem).

(Apêndices - Figura 1 - Cenário 0)

7.2.2. Contratação de Service Workers

Ao analisar o cenário alternativo, que considera a contratação de mais *Service Workers* (mantendo constante o número de máquinas e de *Cousine Workers*), observamos que esta medida tem um impacto positivo na melhoria da velocidade do serviço. Esta contratação de mais 1 *Service Worker* provoca a diminuição da taxa de desistência para um valor de 30,0%, que equivale uma queda de 19,2%, comparativamente com o cenário base. Desta forma, verifica-se um aumento do número de pedidos por hora (de 99,3 pedidos/hora para 135,2 pedidos/hora). Este aumento na capacidade de resposta torna-se ainda mais evidente se se optar por contratar 2 *Service Workers*. Este aumento de capital humano faz, por sua vez, cair a taxa de desistência para um valor de 21,6%, bastante superior ao verificado no Cenário Base.

É ainda importante referir que, apesar das contratações acarretarem diversos custos laborais, a longo prazo, a introdução de mais trabalhadores não irá provocar um aumento dos custos da empresa (custo laboral 0,17€/ordem). Este valor mantém-se inalterado, consequência do aumento da capacidade produtiva, e consequente aumento em receitas, atenuando os custos. A mesma situação é verificada para a quarta-feira (dia com maior afluência de clientes do tipo “Lounger”).

(Apêndices - Figura 1 - Cenários 1.5 e 1.6)

7.2.3. Contratação de Cousine Workers

Através da análise do cenário é possível constatar que a contratação de mais um *Cousine Worker*, mantendo as outras variáveis constantes, não acrescenta uma melhoria significativa à taxa de desistência (reduz 0,9%). Este facto faz com que o aumento residual de ordens não seja capaz de compensar o aumento dos custos provocados pela contratação de mais um trabalhador, levando a um custo adicional de - 6 134 € no final do ano (contabilizando apenas dias úteis exceto quarta-feira). Este cenário é similar no dia de maior afluência (quarta-feira) onde a diferença do custo laboral por ordem é de mais 4 cêntimos por pedido.

Esta análise ajuda a concluir que o Cousine Worker não é o bottleneck do sistema estando em subaproveitamento.

(Apêndices - Figura 1 - Cenário 1.1)

7.2.4. Investimento em Beer Machines

Analisando o cenário base concluímos que um dos bottlenecks do sistema é a quantidade de máquinas responsáveis por tirar cerveja à pressão, assim torna-se relevante estudar o impacto que a possibilidade de adquirir uma máquina por um preço de 1000€ a unidade tem na taxa de serviço e custo.

O investimento em uma máquina de cerveja à pressão terá como impacto o melhoramento do tempo total de espera em 1,4 minutos por pedido o que irá contribuir para o incremento do número de pedidos atendidos por hora de 99,3 para 108,1 traduzindo-se na diminuição em 5% da taxa de desistência. Embora estes valores não representem uma diferença muito avultada esta permite baixar, por conta do aumento de pedidos atendidos, o custo laboral por ordem de 0,18€ para 0,166€ o que se traduz numa poupança anual de 2607,64€, o que retirando o investimento inicial para a compra da máquina, representa uma poupança de 1607,64€ ao final do ano (contabilizando apenas dias úteis exceto quarta-feira). Contrariamente ao indicado o mesmo cenário não ocorre às quartas-feiras onde a compra de mais uma máquina não se traduz na diminuição das desistências o que faz com que o investimento de 1000€ não seja compensado pela diminuição do custo por ordem, levando a perdas de -147,25€.

É importante ainda referir que o investimento em duas máquinas de cerveja não acrescenta qualquer melhoria ao nível do melhoramento da taxa de satisfação e poupança anual quando comparado com a situação de investimento em apenas uma máquina.

(Apêndices - Figura 1 - Cenários 2.5 e 3.5)

7.2.5. Funcionários Universais

Analisando a aposta de mais baixo custo, por não implicar qualquer investimento em capital material ou humano, é possível verificar que a não-especialização dos trabalhadores (permitindo que todos os trabalhadores realizem todas as tarefas) traz enormes vantagens para o estabelecimento. Esta alteração irá permitir a diminuição da taxa de abandono para 7,2%, um valor bastante significativo quando comparado com os 49,2% do cenário base. A grande melhoria na taxa de satisfação dos clientes vai provocar a duplicação do número de pedidos atendidos por hora (Cenário base - 99; Cenário Analisado -228), levando com isso à redução dos custos laborais por cliente em 0,08€ por ordem traduzindo-se numa poupança anual de aproximadamente 13 129,56€.

Apesar desta melhoria significativa da taxa de serviço e do valor da poupança anual é importante destacar que estes números estão associados a uma taxa de erro dado ser esperado que a não especialização dos trabalhadores em tarefas específicas (atendimento e cozinha) possa provocar o aumento de execução das mesmas.

(Apêndices - Figura 2)

8. Discussão de Resultados

O sucesso dos diferentes cenários está relacionado com a *performance* dos vários indicadores, sendo que se considerou especialmente importante 4 métricas (percentagem de desistentes devido ao excesso de tempo na fila, custo laboral por cada pedido, pedidos por hora e tempo de espera total, começando quando o estudante chega à fila e acabando quando este é servido). As 4 métricas nem sempre têm a mesma *performance*, ou seja, num cenário onde uma delas apresenta bons indicadores, outra poderá não ter bons resultados. Algo que acontece porque parte delas são, relativamente, independentes umas das outras. Assim sendo, mediante as prioridades da gerência do bar o cenário a escolher poderá ser diferente.

Relativamente à percentagem de desistentes, e considerando este como um critério prioritário, o cenário a escolher deverá ser o 3.2 (2 *Cousine Workers*, 4 *Service Workers* e 3 Beer Machines), dado que apresenta a menor taxa de desistências para um dia normal (8,5%). Embora este critério dê prioridade à satisfação do cliente, existem alguns alertas a considerar, nomeadamente a necessidade de contratar 2 pessoas e a necessidade de comprar 2 máquinas. Assim sendo, este critério implica um investimento inicial grande, quer para recrutamento quer para equipamentos, que a empresa poderá não estar disposta a fazer. Analisando do ponto de vista da poupança, é o cenário que traz a maior poupança a 1 ano (19 035,58€) e por isso, apesar das limitações, deve ser o cenário a seguir (caso a empresa tenha capital para o fazer). Para reforçar esta escolha, salienta-se que é também o cenário onde se realizam mais pedidos por hora (210,2), outro critério a considerar.

Relativamente ao critério de custo laboral por pedido, o cenário a seguir deveria ser o 2.1 (1 *Cousine Workers*, 3 *Service Workers* e 2 Beer Machines), 2.2 (1 *Cousine Workers*, 2 *Service Workers* e 2 Beer Machines) ou 3.1 (1 *Cousine Workers*, 3 *Service Workers* e 3 Beer Machines). Quanto ao primeiro, requer a transição de 1 *Cousine Workers* para *Service Workers*, o que pode gerar alguma instabilidade ou desmotivação (por falta de conhecimento ou resistência à mudança), implicando o investimento numa máquina de cerveja. Relativamente ao segundo, implica o despedimento de uma pessoa o que, à semelhança do anterior, pode gerar instabilidade interna. Quanto ao último, além da necessidade de transição do funcionário, exige também o investimento em mais uma máquina. Assim sendo, caso o critério de desempate seja a poupança conseguida até 1 ano, o cenário a seguir deverá ser o 2.1, conseguindo-se uma poupança de 17 729,41€. Apesar disso, considera-se prioritário o cenário 3.2 anteriormente falado.

Em relação ao tempo de espera total, o melhor cenário é o 3.6 (3 *Cousine Workers*, 2 *Service Workers* e 3 Beer Machines). No entanto, este cenário tem um custo laboral por serviço bastante alto (0,21€), sendo mesmo superior ao custo laboral por pedido do cenário base. Desta forma, a longo prazo levaria a um aumento de despesa logo não é recomendável que este seja um critério prioritário.

Apesar dos indicadores serem diferentes para quarta-feira (dia de maior procura), a prioridade manteve-se no dia normal, já que este apresenta o maior peso relativo no que toca às poupanças.

No que concerne à capacidade de todos os funcionários fazerem diferentes tarefas, constata-se que este é o cenário ideal, já que apresenta os melhores indicadores para todos os critérios. Ao contrário dos anteriores, não implica qualquer investimento. No entanto, exige que os trabalhadores tenham a capacidade de efetuar as diferentes tarefas, algo que pode ser resolvido através de formação interpares.

Resumindo, numa primeira fase a empresa deve focar-se em garantir que todos os funcionários são capazes de efetuar todas as atividades (cenário de funcionários universais). Após isso, deve partir para o investimento em máquinas de cerveja, dado o padrão encontrado da necessidade de compra destas.

9. Conclusão

Com a elaboração deste trabalho foi possível aplicar conhecimentos adquiridos nas aulas de Sistemas de Apoio à Decisão, bem como explorar de uma forma mais livre e independente o funcionamento do *software Anylogic*.

Através da utilização deste *software* durante a realização de todo o trabalho, tornou-se evidente sua importância na modelação e simulação de situações do quotidiano. Além disso, foi possível, não só consolidar os conhecimentos relativamente ao software, mas também aprender a programar em *Java*.

A partir da análise dos diferentes cenários foi possível concluir que mediante as prioridades da gerência o cenário a escolher pode variar. Foi possível constatar que existe uma grande necessidade de compra de máquina de cerveja, algo que pode estar relacionado com a grande probabilidade do estudante se deslocar à AEFEUP para conviver/relaxar. Além disso, a principal solução encontrada foi a adaptação dos funcionários, permitindo assim concluir que nem sempre o primeiro passo da mudança necessita de investimento, sendo neste caso uma adaptação interna.

Apesar das limitações de informação e simplificações, considera-se que a simulação vai ao encontro daquilo que acontece na realidade, tendo sobretudo por base os tempos obtidos. Desta forma, acredita-se que a recomendação de reestruturação interna seguida de investimento pode resolver grande parte dos problemas reais. Além da disponibilização da simulação e recomendações para a gerência do bar, o grupo tenciona entregar a análise do formulário efetuado aos estudantes para melhoria do funcionamento do bar, já que muitas das respostas advêm de análises subjetivas do estudante enquanto cliente, sendo assim uma mais valia para a EUREST.

Em suma, a elaboração deste trabalho permitiu encontrar soluções exequíveis a curto prazo com grande impacto a nível de qualidade de serviço prestado e satisfação do cliente.

Figura 2 - Resultados Cenário Ideal - Funcionários Multidisciplinares

	Normal			
	Luncher	Scholar	Lounger	Take Away
Rate p/Hour	42	2	110	1
Prob Micro	28,5%	0,4%	20,3%	0,2%
Prob Food	63,0%	0,9%	44,5%	0,3%
Prob Beer	9,1%	0,1%	6,5%	0,0%
ProbLeave	0,0%	0,1%	28,8%	90,0%

Tabela 1 - Comportamento dos 4 tipo de estudantes

Observation	Duration (sec)
1	55
2	33
3	47
4	03
5	59
6	03

Tabela 2 - Observação Service Times (Caixa)

Observation	Duration (sec)
1	65
2	83
3	60
4	139
5	50
6	23
7	32
8	106
9	48
10	57
11	79

Tabela 3 - Observação Service Times (Caixa)

Observation	Duration (sec)
1	26
2	174
3	99
4	157
5	125
6	60
7	25
8	32
9	45
10	197

Tabela 4 - Observação Service Times (Balcão)

Bebidas	
Aguas	12,68%
Cerveja	48,31%
Energéticos	0,44%
Nectares	3,84%
Refrigerantes	23,17%
Vasilhame	11,56%

Tabela 5 - Informação fornecida pela EUREST