



Aplicação da Técnica de Simulação para Modelar o Funcionamento de uma Cantina do IPB

Juliana Duarte Pacheco – a31807

Dissertação apresentada à

Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança

para obtenção do grau de Mestre em

Engenharia Industrial – ramo Engenharia Eletrotécnica

Trabalho realizado sob a orientação de

Professora Doutora Carla Alexandra Soares Geraldès

Bragança, 2020



Aplicação da Técnica de Simulação para Modelar o Funcionamento de uma Cantina do IPB

Juliana Duarte Pacheco – a31807

Dissertação apresentada à

Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança

para obtenção do grau de Mestre em

Engenharia Industrial – ramo Engenharia Eletrotécnica

Trabalho realizado sob a orientação de

Professora Doutora Carla Alexandra Soares Geraldês

Bragança, 2020

Agradecimentos

Gostaria, primeiramente, de agradecer à orientadora da presente investigação, Professora Doutora Carla Alexandra Soares Geraldês. Sem o seu apoio, a produção desta investigação não teria sido possível. Demonstrou uma compreensão e disponibilidade constantes, bem como não deixou de me incentivar e desafiar a todo o momento.

Uma palavra de agradecimento ao Dr. Ercílio Manuel Martins Fernandes. Foi ele que facultou uma parte significativa dos dados estatísticos sobre os quais a análise se desenvolveu, bem como explicou, detalhada e prontamente, todos os processos de atendimento ao cliente na Sala Grande da cantina do IPB.

Num tom mais pessoal, gostaria de agradecer à minha Mãe, por todo o incentivo que me deu para a conclusão deste trabalho, bem como por me ter ensinado a ser sempre persistente. Às minhas irmãs pelo encorajamento.

Por último, uma palavra de agradecimento aos meus amigos, em especial àqueles que me ajudaram, direta ou indiretamente, na produção desta investigação. Os amigos são sempre o que nos faz evoluir.

Resumo

Nas últimas décadas, um número crescente de instituições tem vindo a procurar formas de aumentar a eficiência de variados processos, em paralelo com a popularização de programas informáticos (*software*) de modelação e simulação. É crescente o interesse em equacionar todas as variáveis e todos os intervenientes destes processos, por forma a se conseguir melhorias no seu desempenho. Neste sentido, a presente investigação pretende analisar o tempo da fila de espera da Sala Grande da Cantina do IPB (*Campus* de Santa Apolónia), incluindo todos os fatores dos quais essa fila está dependente. A análise é realizada através do *software* SIMIO, o qual permite representar a realidade atual e padrão deste estabelecimento através de modelos de simulação animados em 2D e 3D. Procura-se entender de que forma o sistema de restauração nesta cantina pode ser melhorado internamente, tornando, por exemplo, a fila o mais fluida possível (com tempos de espera mais reduzidos ou até eliminados), desde o momento em que o cliente entra no sistema até ao momento em que sai.

Palavras-Chave: Simulação, SIMIO, Filas de Espera, Otimização de Processos.

Abstract

Over the past few decades, a growing number of institutions has been looking for ways to increase the efficiency of all kinds of processes, side by side with the popularisation of software for modelling and simulation. There is a growing interest in studying all the variables and parties involved in these processes in order to achieve improvements in their overall performance. In this regard, this research aims to analyse the queue time in Instituto Politécnico de Bragança's Canteen (Great Hall, Santa Apolónia Campus), including all the factors upon which that queue is dependent. The analysis is carried out by using SIMIO Simulation Software, which makes it possible to represent the current and standard reality of this establishment through 2D and 3D animated simulation models. The aim is to understand how the catering system in this canteen may be improved, by making the queue as efficient as possible (reducing or even eliminating waiting times, for instance), from the moment the customers enter the system until the moment they leave.

Keywords: Simulation, SIMIO, Queuing Theory, Process Optimization

Conteúdo

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	ix
Acrónimos	xx
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização e Motivação.....	1
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Metodologia e Recolha de Dados	3
1.4. Estrutura do Trabalho	4
2. Estado da Arte.....	6
2.1. Simulação.....	6
2.1.1. Evolução Histórica da Simulação.....	6
2.1.2. Utilidade da Simulação.....	10
2.1.3. Conceitos Gerais Utilizados na Simulação.....	11
2.1.4. Classificação dos Modelos de Simulação.....	13
2.1.5. Etapas do Processo de Simulação.....	15
2.1.6. <i>Softwares</i> de Simulação.....	19
2.1.6.1. SIMIO.....	20

2.1.7.	Benefícios e Limitações da Simulação	24
2.2.	Filas de Espera	26
2.2.1.	Características e Parâmetros de uma Fila de Espera	27
2.2.2.	Medidas de Desempenho	28
2.2.3.	Tipos de Fila	29
3.	Estudo de Caso – Cantina do <i>Campus</i> de S^{ta}. Apolónia do IPB.....	30
3.1.	Apresentação do Estabelecimento	30
3.2.	Situação Atual da Empresa	33
3.3.	Descrição do Serviço	36
4.	Modelação e Simulação.....	39
4.1.	Desenvolvimento do Modelo de Simulação	39
4.2.	Animação do Modelo.....	50
4.3.	Verificação e Validação do Modelo de Simulação.....	52
5.	Resultados da Simulação	53
6.	Conclusão	57
6.1.	Trabalhos Futuros e Recomendações.....	58
	Referências Bibliográficas	60
	Anexos.....	64
	Janeiro 2019.....	64
	Fevereiro 2019	66
	Março 2019	68
	Abril 2019	70
	Maio 2019	72
	Junho 2019.....	74
	Julho 2019.....	76
	Setembro 2019	78
	Outubro 2019	80

Novembro 2019	82
Dezembro 2019.....	84

Lista de tabelas e gráficos

Tabela 1 - Evolução da simulação. Adaptado de Gavira [13].	9
Tabela 2 - <i>Standard Library</i> do SIMIO [29].	23
Tabela 3 - Tempos de processamento de cada servidor da cantina.	40
Tabela 4 - Percentagem dos clientes que se servem em/utilizam cada server.....	41
Tabela 5 - Valores atribuídos às State Variables no Model.....	43
Gráfico 1 - Total de almoços por mês na Sala Grande (2019).	34
Gráfico 2 - Total de almoços servidos por dia da semana na Sala Grande (2019).....	34
Gráfico 3 - Total de almoços por categoria de pratos (mensal 2019).....	35

Lista de figuras

Figura 1 - Processo de Simulação. Adaptado de Banks [8].	15
Figura 2 - <i>Softwares</i> de simulação mais populares. Dias, Vieira, Pereira e Oliveira [23].	19
Figura 3 - Janela inicial básica do SIMIO (<i>Facility view</i>).	21
Figura 4 - Estrutura de um sistema de fila de espera [35].	26
Figura 5 - Tipos de filas e servidores [37].	29
Figura 6 - Vista aérea do <i>Campus</i> de S ^{ta} . Apolónia do IPB [39].	31
Figura 7 - <i>Campus</i> de Santa Apolónia, Bragança [40].	31
Figura 8 - <i>Campus</i> do Cruzeiro, Mirandela [41].	32
Figura 9 - Interior da Sala Grande da Cantina Central do <i>Campus</i> de S ^{ta} . Apolónia do IPB.	33
Figura 10 - Fluxograma do processo de utilização da cantina.	38
Figura 11 - Criação de um novo modelo.	41
Figura 12 - <i>Sources</i> ClientSugChef, ClientDita, ClientAlter e ClientVege	42
Figura 13 - <i>State Variables</i> presentes no <i>Model</i> .	42
Figura 14 - <i>State Variables</i> presentes no <i>ModelEntity</i> .	43
Figura 15 - <i>Server</i> Tabuleiros.	44
Figura 16 - <i>Path</i> que liga a zona da entrada (<i>sources</i>) à zona dos tabuleiros.	44
Figura 17 - Processo de reposição de tabuleiros.	45
Figura 18 - <i>Server</i> Pão.	45
Figura 19 - Processo Pão_BeforeProcessing.	46
Figura 20 - Processo Repor_Pao.	46

Figura 21 - Processo PratoComida_BeforeProcessing.....	47
Figura 22 - <i>Decide Steps</i> associados ao processo PratoComida_BeforeProcessing.	47
Figura 23 - Processo ValidCartões_Exited.....	48
Figura 24 - <i>Sink</i> Saída.	48
Figura 25 - <i>Status Label</i> associada à <i>State Variable</i> Exit.....	49
Figura 26 - Introdução de símbolos associados ao <i>ModelEntity</i>	50
Figura 27 - Modelo de simulação em 2D.	51
Figura 28 - Modelo de simulação em 3D.	51
Figura 29 - <i>Status Label</i> Exit em funcionamento.	53
Figura 30 - Número de clientes destruídos e criados.	54
Figura 31 - Número máximo e média de clientes no sistema.....	54
Figura 32 - Número de entidades associadas a cada tipo de prato.	54
Figura 33 - Média, máximo e mínimo de tempo que os clientes demoram na Sala Grande.	54
Figura 34 - <i>Status label</i> - média do tempo no sistema.	55
Figura 35 - Tempo, em segundos, do <i> HoldingTime</i> das estâncias.	55
Figura 36 - Média, máximo e mínimo de tempo na mesa 9.	55
Figura 37 - Afluência das entidades.	56

Acrónimos

2D Bidimensional

3D Tridimensional

ESA Escola Superior Agrária de Bragança

EsACT Escola Superior de Comunicação, Administração e Turismo de Mirandela

ESE Escola Superior de Educação de Bragança

ESSa Escola Superior de Saúde de Bragança

ESTiG Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança

FIFO *First In, First Out*

IPB Instituto Politécnico de Bragança

LIFO *Last In, First Out*

MMC Método de Monte Carlo

SAS - IPB Serviços de Ação Social do Instituto Politécnico de Bragança

SIMIO *Simulation Modeling based on Intelligent Objects*

Kg Quilograma

1. Introdução

1.1. Contextualização e Motivação

A partir da década de 1950, o setor dos serviços foi-se desenvolvendo a largo passo e a oferta da prestação de serviços aumentou consideravelmente. Isso foi acompanhado por um aumento da concorrência em número e qualidade de serviços, bem como pelo facto de os consumidores se terem tornado cada vez mais exigentes [1]. Na verdade, as sociedades atuais são cada vez mais informadas e sofisticadas, o que faz com que a forma de as satisfazer tenda a ser cada vez mais específica. Por essa razão, as instituições no geral passaram a ver como uma necessidade a melhoria dos serviços que oferecem e o aumento da eficiência dos seus processos. A eficiência, ao ser associada à qualidade do serviço, está intimamente ligada à satisfação do consumidor [1].

Por ser tão utilizada nas sociedades atuais, a simulação é uma ferramenta de crescente importância e utilidade para o processo de tomada de decisão. Existem vários tipos de simulação. Destaca-se a simulação de eventos discretos, sobre o qual nos debruçamos na presente investigação. Consiste no método de simular o comportamento de um dado processo ou sistema da vida real, encarando os sistemas como séries de eventos que podem ser analisados por partes e que ocorrem ao longo de um dado intervalo de tempo. Esses eventos são necessários para que se atinja um objetivo final [2]. Assim sendo, a simulação permite estudar e testar o comportamento de um sistema consoante condições específicas, o que permite ao modelador analisar o desempenho do sistema e processos para os tornar mais eficientes. Tal permite-lhe aferir qual a melhor política a seguir. Para além do mais, permite otimizar o tempo nos processos produtivos, criar *layouts* sem

comprometer qualquer recurso, detetar fatores que poderiam ser melhorados, bem como permite analisar as dinâmicas de um sistema a longo prazo, num curto intervalo de tempo.

É neste sentido que surge a relevância do presente trabalho de investigação, que consiste numa análise detalhada à cantina do *Campus* de Santa Apolónia do Instituto Politécnico de Bragança (IPB). Na verdade, a relevância científica da presente investigação prende-se com o facto de ainda haver poucos estudos de simulação aplicados à área da restauração, quando comparado com outras áreas. A esta cantina são aplicadas técnicas de simulação através do *software* SIMIO, procurando-se descobrir quais os fatores que são responsáveis por eventuais demoras no serviço prestado aos clientes. Por exemplo, a ausência de copos ou talheres disponíveis significaria uma espera do cliente, que fica impossibilitado de se continuar a servir, o que se traduzirá num maior tempo total de espera da fila. Como um maior tempo na fila de espera vem associado a custos acrescidos (ex. perda de clientes, desperdício de recursos, ...), torna-se importante, através da simulação, entender de que forma a ausência de copos ou talheres pode ser contrariada e que resultados advêm dessa alteração.

A restauração não foge à tendência crescente para usar a simulação como ferramenta de análise de performance na indústria dos serviços [3]. De acordo com Pérez e Riaño, a dinâmica específica de uma cantina escolar é desafiante no que diz respeito à sua modelação, uma vez que é necessário ter em conta a chegada dos clientes, que está sujeita a uma grande variabilidade devido, por exemplo, aos horários das aulas ou ao facto de muitos estudantes se dirigirem à cantina em grupos. É importante ainda referir as características dos próprios clientes (por exemplo, gostos ou faixa etária), que variam bastante [4], em especial na cantina de um instituto de ensino superior.

No presente caso, utiliza-se o *software* SIMIO, um instrumento de modelação e simulação baseado em objetos inteligentes, em que um modelo aparenta um sistema real. O *software* é aplicado de forma a representar a Sala Grande da Cantina do *Campus* de Santa Apolónia do IPB. Essa representação é equivalente à realidade, ou seja, permite reproduzir o comportamento real do sistema. Através deste *software* é possível a utilização da animação 2D e 3D, bem como se combinam variados objetos que representam os componentes físicos do sistema [5].

1.2. Objetivos

Esta dissertação tem como principal objetivo a utilização de uma ferramenta de simulação (neste caso, o *software* SIMIO), com o propósito de analisar todo o funcionamento da Sala Grande da Cantina do *Campus* de Santa Apolónia do Instituto Politécnico de Bragança. Pretende-se detetar a possibilidade de redução de tempos de espera na fila da mesma.

Os principais objetivos desta investigação são:

- Efetuar uma leitura aprofundada acerca do tema de modelação e simulação, para concluir de que forma estes podem ser utilizados como ferramentas de otimização no contexto de Investigação Operacional;
- Familiarização com modelos complexos de simulação de sistemas reais, bem como o seu desenvolvimento, utilizando o *software* SIMIO;
- Conhecer e estudar os processos produtivos associados ao funcionamento da cantina em questão através da recolha de dados estatísticos, bem como observação *in loco*;
- Simulação e modelação de todo o atendimento ao cliente, à hora de almoço num dia útil, utilizando o *software* SIMIO;
- Propor melhorias para a redução do tempo de espera da fila, através da identificação de problemas e de como estes podem ser resolvidos através do modelo de simulação produzido;

1.3. Metodologia e Recolha de Dados

As duas principais fontes de dados utilizadas na presente análise revelaram-se valiosas: por um lado, numa perspetiva quantitativa, a recolha e tratamento dos dados estatísticos relativamente ao funcionamento da cantina permitiram inserir alguns desses valores no modelo, bem como tendências entre eles (por exemplo, valores relativos à afluência de clientes, por mês, dia e média por hora, bem como valores relativos à quantidade de cada produto à sua disposição em cada fase do processo); por outro lado,

no plano qualitativo, servimo-nos da descrição pormenorizada de como os processos são realizados, em especial aqueles em que o cliente tem contato com o serviço da sala. Esta descrição partiu da observação e conhecimento pessoal da autora, bem como pela descrição oral do responsável pela cantina. Qualitativamente, todos estes processos foram representados com sucesso.

Há que apontar também que foi essencial o recurso a alguma literatura, especialmente para a produção da teoria relativa aos processos de modelação e simulação, bem como, mais objetivamente, ao funcionamento do *software* SIMIO (livros, *workbooks* e ferramentas de *support*). Para além disso, recorreu-se ao *Google Scholar* para a obtenção de numerosas fontes de informação, de que se enumeram *papers* académicos, livros e revistas.

A recolha de dados haveria sido, contudo, mais pormenorizada e ainda mais próxima da realidade se se tivesse observado de perto o funcionamento da cantina por um período de tempo mais longo, logo mais significativo, não fosse a pandemia do SARS-CoV-2. Esta atingiu, como é óbvio, o normal funcionamento da cantina. Isto reflete-se na análise, que por essa razão poderá apresentar algum grau de distorção relativamente à situação real. Assim, buscou-se ao máximo aproximarmo-nos de uma situação real, num dia de semana e mês de maior afluência de clientes, num ano típico, 2019.

1.4. Estrutura do Trabalho

A presente investigação estende-se por seis capítulos. A ordem dos mesmos permite entender, de forma gradual, a motivação, e a contextualização da aplicação de técnicas de simulação e modelação a uma cantina universitária específica.

No capítulo 2, é apresentado o estado da arte em relação a dois temas: a simulação e as filas de espera. Começa-se por relatar, de forma geral, a evolução histórica da simulação, em especial a partir da década de 1940, bem como a utilidade da mesma. Segue-se a enumeração dos principais campos em que a simulação é utilizada, e em alguns casos até mesmo indispensável. Seguidamente, abordam-se os principais conceitos utilizados no mundo da simulação, os quais vão sendo referidos ao longo da investigação. Enumeram-se também as formas de classificar modelos de simulação, bem como as

etapas que deverão ser seguidas quando se simula. Segue-se um breve resumo das ferramentas mais utilizadas para modelar e simular, dando-se destaque ao *software* SIMIO. As suas principais características e funcionalidades são exploradas em profundidade.

O capítulo 3 inicia-se com a apresentação do estabelecimento onde foi realizado este estudo. De seguida, analisa-se estatisticamente a situação operacional da cantina, ou seja, faz-se um levantamento da afluência de clientes por dias da semana e por meses. Analisa-se ainda a procura dos vários tipos de prato principal pelos clientes. Na terceira parte deste capítulo, explica-se todo o processo de utilização da cantina desde que o cliente entra até que sai, durante a hora de almoço de um dia de grande afluência de clientes. Durante essas observações, foi possível identificar os principais problemas do funcionamento da cantina, os quais são enumerados na quarta parte deste capítulo.

No capítulo 4, relata-se todo o desenvolvimento do modelo de simulação, ou seja, as especificidades técnicas da aplicação do *software* à realidade observada. Estas especificidades são, por exemplo, a imputação de tempos de processamento e a construção de alguns *processes*. Para tal, percorre-se cada estância do caminho percorrido pelo cliente. Para além disso, apresenta-se uma breve explicação relativamente à animação 2D e 3D, características do SIMIO. Enumeram-se os aspetos mais relevantes no que diz respeito à verificação e validação do modelo.

No capítulo 5, expõem-se os principais resultados da simulação.

O capítulo 6 ocupa-se das observações finais, com comentários acerca de futuros desenvolvimentos da mesma.

2. Estado da Arte

2.1. Simulação

A simulação consiste no uso de um computador para representar as dinâmicas de um sistema da vida real através de um outro sistema que imita o original. Por outras palavras, trata-se da representação de um sistema real através de um programa de computador. O resultado consiste num modelo composto por equações matemáticas que tentam ao máximo imitar as relações funcionais que existem no sistema real. Recria-se, assim, o comportamento de uma realidade observada através de um sistema matemático análogo [6]. Banks et al. [7] [8], afirmam que a simulação não é mais que a imitação do funcionamento de um sistema real que se desenvolve ao longo de um certo intervalo de tempo.

A simulação pode assumir a forma de animações gráficas e modelos visuais, o que tem vindo a ser cada vez mais utilizado. Tal permite, de uma forma simples e rápida, representar todas as dinâmicas de um processo, através de um formato digital [6].

2.1.1. Evolução Histórica da Simulação

Desde os primórdios da Humanidade, existe a necessidade de pôr em prática métodos que permitam facilitar o processo da tomada de decisão, a previsão e/ou a análise de sistemas de variados tipos.

Antes de surgirem os computadores e a computação, a solução baseava-se principalmente no chamado Método de Monte Carlo (MMC), o qual foi disponibilizado ao público no final dos anos 1940 (ainda que este nome tenha apenas surgido em meados dos anos 1960) [9] [10]. Este método consistia em utilizar amostras aleatórias de grande dimensão de forma repetitiva, para assim chegar o mais próximo possível de conclusões quantitativas [11] [12]. O MMC propunha-se ser aplicado a problemas que apresentassem distribuições de probabilidade parcialmente conhecidas [13], isto é, problemas que possuíssem certas indeterminações. É um método de grande utilidade para a resolução de problemas estatísticos, dos quais se sabe previamente que a solução exata será quase impossível (ou impossível até) de se obter [12]. Este método tem como origem a revisão de uma técnica matemática com origem no trabalho de Conde de Buffon, no século XVIII [14]. Foi, a título de exemplo, decisivo para o desenvolvimento da bomba atômica durante a Segunda Guerra Mundial. Este método proporcionou a solução de problemas matemáticos probabilísticos através de uma simulação do tipo estocástico, aplicado a processos com elevado grau de complexidade, aos quais não se aplicava o determinismo.

Entre meados da década de 1940 e o final da década de 1950, começaram a surgir os computadores eletrónicos de uso geral [10], o que fez com que a simulação desse um passo significativo. O MMC passou a ser utilizado para um número mais amplo de problemas, nomeadamente, ainda que de uma forma arcaica, a questão das filas de espera [9].

Nas décadas de 1960 e 1970, a simulação era excessivamente cara, exigia uma grande formação e *know-how* por parte dos profissionais que nela trabalhassem e utilizava ferramentas cuja disponibilidade era escassa [9]. A simulação era, nesta época, utilizada por grupos bastante restritos, geralmente em grandes corporações, o que exigia dessas equipas um conhecimento profundo da linguagem, linguagem essa que era ainda de propósito geral. Há que referir também a grande quantidade de tempo despendido para esta atividade. Os grupos restritos que trabalhavam em simulação utilizavam linguagens de programação desenvolvidas nessa mesma época, nomeadamente o FORTRAN e a ALGOL [9]. Tochter e Owen, em 1960, desenvolveram o GSP (*General Simulation Program*), que é o primeiro simulador de propósito geral para simular uma fábrica industrial [14]. Também na primeira metade da década de 1960, surgiu uma nova geração de linguagens de simulação, que incluía a GPSS (*General Purpose Simulation System*), a

SIMULA, a CSL (*Control and Simulation Language*) e a GASP (*General Activity Simulation Program*) [15].

Nos finais da década de 1970, com o desenvolvimento da computação gráfica, os modelos começaram a incluir uma componente visual, tornando possível visualizar no computador a sua evolução ao longo do tempo, de uma forma mais realista. Tal permitiu aos utilizadores chegar a conclusões mais complexas, bem como facilitar a análise dos *outcomes* aquando da alteração das variáveis do modelo [9]. Ainda que a sua utilização ainda exigisse trabalhadores com o *know-how* específico necessário, a simulação começou a penetrar num número mais alargado de instituições e organizações, bem como se registou um desenvolvimento de pacotes de linguagens (surge, em força, novas linguagens de simulação). A simulação começava a ser utilizada para a modelação de fenómenos do quotidiano, em especial (e de novo) a questão das filas de espera.

Já em meados da década de 1980, os computadores foram-se tornando mais rápidos e mais baratos. A simulação popularizou-se em muitas empresas, organizações e instituições [9]. É notável a sua utilização para fins militares, para simuladores de voo, simuladores navais e submarinos. Destaca-se ainda a utilização de simulação por parte da NASA, que desenvolve equipamentos de realidade virtual de baixo custo [14]. Verificou-se uma maior especialização, isto é, os tipos de simulação passaram a restringir-se a sistemas de certos tipos. A facilidade e a velocidade de uso, cada vez maiores, permitiram inserir a simulação nos próprios processos produtivos, mesmo antes do início da produção [13].

Na década de 1990 até à atualidade, a simulação atingiu maturidade suficiente para que fosse adotada por organizações de variadas áreas e diferentes dimensões, passando a incluir conceitos e modelos cada vez mais complexos e pormenorizados. Os sistemas de simulação tornaram-se, pois, integrados e personalizados a cada área específica [13]. É utilizada na planificação de projetos em estado inicial, e permite cada vez mais um controle maior sobre a análise de sistemas reais [13]. Passou também a permitir simulações em tempo real e gráficos interativos, tornando os modelos de realidade virtual comercialmente mais apelativos e viáveis [14].

Hoje, a simulação é reconhecida como uma ferramenta de grande importância para tomar qualquer decisão sobre um sistema, bem como um método de baixo custo para encontrar soluções mais adequadas aos problemas com que se depare qualquer modelo.

Existe à disposição do consumidor geral uma vasta gama de *softwares* de simulação, dos quais se destacam o Arena, o ProModel, o FlexSim, o Simul8, o WITNESS, o ExtendSim e o SIMIO.

Tabela 1 - Evolução da simulação. Adaptado de Gavira [13].

Anos	Ferramenta	Características do estudo de simulação	Resultados
1950 e 1960	Linguagens de propósito geral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação em grandes corporações; ▪ Grupos de desenvolvimento de modelos de simulação numerosos (entre 6 a 12 pessoas); ▪ Geram programas a serem executados em grandes computadores; ▪ Aplicáveis a qualquer contexto; ▪ Exigem conhecimento profundo da linguagem; ▪ Exigem muito tempo de desenvolvimento. 	FORTRAN, PASCAL e C
1970 e início dos anos 1980	Linguagens de simulação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização num maior número de corporações; ▪ Desenvolvimento e uso dos pacotes de linguagens; ▪ Comandos projetados para tratar lógica de filas e demais fenômenos comuns; ▪ Mais <i>user-friendly</i>, mas ainda requerem programador especializado. 	SIMSCRIPT, GPSS, GASP IV, DYNAMO, SIMAN e SLAM
1980 e início dos anos 1990	Simuladores de alto nível	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introdução do PC e surgimento da animação; ▪ Simulação realizada antes do início do processo produtivo; ▪ Facilidade de uso; ▪ Projetados para permitir modelagem rápida; ▪ Dispõem de elementos específicos para representar filas, transportadores, entre outros; ▪ Restringem-se a sistemas de certos tipos. 	Simfactory e Xcell
Após 1990	Pacotes flexíveis de programas de simulação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melhor animação e facilidade de uso; ▪ Fácil integração com outras linguagens de programação; ▪ Usada na fase de projeto; ▪ Grande uso em serviços; ▪ Uso para controle de sistemas reais; ▪ Grande integração com outros pacotes (base de dados e processadores de texto); ▪ Melhoria dos simuladores e modelagem mais rápida; ▪ Integram a flexibilidade das linguagens de simulação, com a facilidade de uso dos pacotes de simulação. 	Witness, Extend, Arena, Stella, Simulink, ProModel for Windows

Na atualidade, as simulações são utilizadas por diversas áreas científicas e a sua aplicação é cada vez mais variada, bem como de interesse público e privado. No início do século XX, muitos dos estudos a fenômenos específicos e tentativas de previsão,

quando conseguidas com sucesso, levavam semanas a concluir através de processos matemáticos convencionais [16]. Atualmente, pelo contrário, é crescente o número de indivíduos que o podem fazer num curto espaço de tempo através dos seus computadores pessoais.

É já frequente a simulação de modelos geométricos (ex. modelação de edifícios e outras construções, peças industriais e utilização em química molecular) e em modelos de negócios (*software* estatístico e financeiro utilizados na análise financeira e no planeamento de negócios). Áreas como a meteorologia, geografia, economia, gestão, engenharia aeroespacial, robótica e medicina têm também vindo a aumentar a sua preferência pela simulação, pelo que alguns dependem fortemente da mesma [6] [7]. Segue a mesma tendência o estudo de sistemas de manufatura (o que inclui a logística e a análise do desempenho de linhas de produção industrial), os sistemas de obras, serviços públicos, sistemas de construção civil e sistemas de transporte [17].

2.1.2. Utilidade da Simulação

Um dos principais intuits da simulação é estudar de que forma um processo se comporta se existirem alterações à ordem inicial desse mesmo processo [6]. Quer isto dizer que um modelo pode ser usado para investigar uma grande variedade de cenários, em que diferentes incógnitas afetam o sistema real [7], incluindo a reação do sistema real ao aparecimento de cada uma dessas incógnitas. Isso é, por si só, de grande utilidade: permite aos observadores quantificar e prever como é que todo o funcionamento de um sistema é afetado se se alterar componentes individuais dentro desse mesmo sistema [6]. Os dados gerados pela simulação são, portanto, utilizados para estimar as medidas de desempenho do sistema [7].

A montante, a simulação pode também servir como uma ferramenta de *design* para estudar sistemas ou projetos ainda na fase inicial de produção [7]. Para além de permitir uma análise custo-efetividade antes da decisão de se utilizar certos recursos, permite ainda aumentar a probabilidade de sucesso de um processo ou projeto, racionalizar tempo para os realizar e minimizar os seus custos [17].

A simulação tem utilidade quando nos deparamos com problemas que não podem ser, de forma simples, equacionados ou resolvidos através dos métodos matemáticos

convencionais. Uma simulação pode ser um bom instrumento para estudar as dinâmicas do comportamento de certos objetos ou sistemas como resposta a condições que não podem ser facilmente e/ou de uma forma segura aplicadas na vida real [6]. Isto salvaguarda tempo, custos e até mesmo vidas humanas.

2.1.3. Conceitos Gerais Utilizados na Simulação

A simulação tem a si associada uma alargada terminologia específica, isto é, um conjunto de vocábulos técnicos que utiliza com frequência na sua atividade. Destacam-se os abaixo mencionados [17] [18]:

<p>Sistema</p>	<p>Conjunto de entidades que, interagindo entre si, têm como objetivo atingir um ou mais fins específicos, ao longo de um dado período de tempo. No caso específico de uma cantina, o sistema em questão será o conjunto de todas as entidades que se interligam por forma a atender o cliente.</p> <p>Os sistemas são frequentemente influenciados pelas mudanças ocorridas no ambiente em que se encontram. Os sistemas são influenciados por <i>inputs</i> que causarão mudanças, condicionando os <i>outputs</i>.</p> <p>Todas as alterações que são consequência da relação sistema-ambiente são representadas pelas chamadas variáveis de estado (<i>state variables</i>), as quais definem o estado do sistema.</p>
<p>Estado do Sistema/ Variáveis</p>	<p>O estado do sistema consiste no conjunto de variáveis necessárias para descrever um dado sistema num intervalo de tempo específico.</p> <p>No caso concreto de uma cantina universitária, as variáveis são, por exemplo, o número de clientes na fila de espera ou a hora de chegada dos clientes, que se traduzirá numa maior ou menor afluência.</p> <p>De acordo com o comportamento das variáveis de estado, os sistemas podem ser categorizados em dois tipos: discretos e contínuos. Num</p>

	<p>sistema discreto, as variáveis de estado alteram-se em pontos separados do tempo, podendo assumir diferentes valores ao longo de um dado intervalo. Num sistema contínuo, por sua vez, as variáveis de estado alteram-se continuamente acompanhando a passagem do tempo.</p>
<p>Entidades (e respectivos atributos)</p>	<p>As entidades são qualquer componente do sistema explicitamente representadas no modelo e que têm a capacidade de mudar o estado do sistema. É a interação entre as entidades que define o comportamento do sistema, sendo indispensáveis para o processo de simulação.</p> <p>No caso de uma cantina, as entidades são, por exemplo, os funcionários ou os artigos (e respetiva natureza) à disposição do cliente.</p>
<p>Itens</p>	<p>Similares às entidades, os itens são qualquer componente do sistema que requer uma representação explícita no modelo, mas que não têm a capacidade de mudar o estado do sistema.</p>
<p>Modelo</p>	<p>Representação lógico-matemática de um sistema com o intuito de estudar esse mesmo sistema. Consiste numa simplificação abstrata de um sistema real, ainda que deverá incluir todos os dados e detalhes em quantidade suficiente para permitir tirar conclusões válidas. Permite testar como responderia o sistema mediante uma dada alteração. O modelo inclui tudo o que é necessário para descrever o sistema em termos de estado, entidades, os atributos das entidades, eventos, atividades, entre outros.</p>
<p>Recursos</p>	<p>Objeto que se destina a servir as entidades. Apresenta, geralmente, capacidade limitada e tende a servir uma entidade de cada vez. No contexto de uma cantina, a sopa servida em tijelas constitui um recurso, já que o cliente (como entidade) o recebe.</p>
<p>Filas de Espera</p>	<p>As filas são formações sequenciais de entidades que aguardam, geralmente, por um dado recurso, durante um determinado período de tempo. São bastante usadas para representar a espera de um conjunto ordenado de pessoas ou no armazenamento de materiais.¹</p>

¹ Tema abordado com maior relevo no capítulo 2.2.

Eventos, Atividades e Processos	<p>Um evento consiste num acontecimento (tanto extrínseco como intrínseco ao modelo) que tem a capacidade de modificar o estado do sistema, bem como os atributos e as variáveis. Um exemplo seria a chegada de um cliente a uma cantina, o qual se irá associar à fila de espera e assim alterar o estado do sistema que se verificava antes da sua chegada.</p> <p>Uma atividade é um período de tempo conhecido previamente entre dois eventos, que geralmente corresponde ao tempo que se demora a realizar um serviço.</p> <p>Um processo é uma sequência de eventos e atividades que se interconectam logicamente. A entrada de um cliente numa cantina, a recolha dos produtos que deseja, o seu pagamento, o tempo que demora a comer sentado e a sua saída da cantina constituem todos um processo.</p>
--	---

2.1.4. Classificação dos Modelos de Simulação

Os modelos de simulação podem ser catalogados em três tipos, consoante as suas características. O primeiro tipo prende-se com a relação entre o modelo de simulação e a variável tempo; o segundo tipo tem que ver com o facto de um dado modelo ter (ou não) características probabilísticas; o terceiro tipo tem que ver com a frequência com que o estado do sistema se altera. Neste sentido, Law e Kelton [19], Aragão [9], Banks et al. [7], Sloat [18] e Silva et al. [17], classificam os modelos como:

- **Estáticos ou Dinâmicos**

Um modelo de simulação estático é uma representação de um sistema que se processa num ponto específico do tempo. Pode também ser utilizado para representar um sistema para o qual a variável tempo não é relevante.

Por outro lado, as modelações da trajetória de uma bala de canhão ou de um avião, com uma específica aceleração, orientação, velocidade e posição, assim como qualquer modelo que verifique mudanças de temperatura, pressão, volume ou massa [20], estão subordinadas a uma evolução ao longo do tempo. Assim sendo, dá-se-lhes o nome de modelos de simulação dinâmicos.

- **Determinístico ou Estocástico**

Um modelo de simulação é denominado determinístico se não contém nenhuma componente probabilística. Neste tipo de modelo, as variáveis de entrada assumem valores fixos. Consequentemente, os resultados da simulação serão pré-determinados a partir do momento em que se especificarem quais as quantidades e relações entre os *inputs*. Pode-se considerar aqui pertencente o número de pacientes com marcação que chegam a um consultório, bem como um processo industrial mecanizado, em que os *inputs*, e consequentemente os *outputs*, são já à partida conhecidos.

Por outro lado, os modelos estocásticos permitem que as variáveis de entrada assumam diversos valores dentro de uma dada distribuição de probabilidades, a ser definida. Os resultados gerados pelos modelos estocásticos serão diferentes em cada simulação, em função da natureza aleatória das variáveis de entrada no modelo de simulação. De acordo com Slood [18], a maioria dos sistemas que envolvem filas de espera são modelados como estocásticos, já que o seu *output* será aleatório e não determinístico, havendo sempre margem de erro entre o que é modelado e a situação real. Outros exemplos de processos estocásticos incluem a modelação de sistemas relacionados com a flutuação de taxas de câmbio ou variações em mercados financeiros.

- **Contínuo ou Discreto**

Os modelos de simulação contínuos caracterizam-se por alterações do estado das variáveis de forma contínua ao longo do tempo de simulação. Assim, exemplos de modelo de simulação contínuo pode ser o crescimento populacional ou uma reação química. Já nos modelos discretos, como aponta Slood [18], as variáveis de estado mudam de forma instantânea em pontos aleatórios e separados no tempo, ou seja, os valores das variáveis podem-se alterar em espaços temporais específicos no tempo de simulação. Os modelos associados ao funcionamento de filas de espera, como o da presente investigação, são discretos [21].

2.1.5. Etapas do Processo de Simulação

O desenvolvimento do estudo de um modelo de simulação, assim como qualquer processo científico, tem em conta uma série de etapas fundamentais a seguir, como representado na Figura 1 [8]. Essas etapas explicam-se posteriormente em maior detalhe.

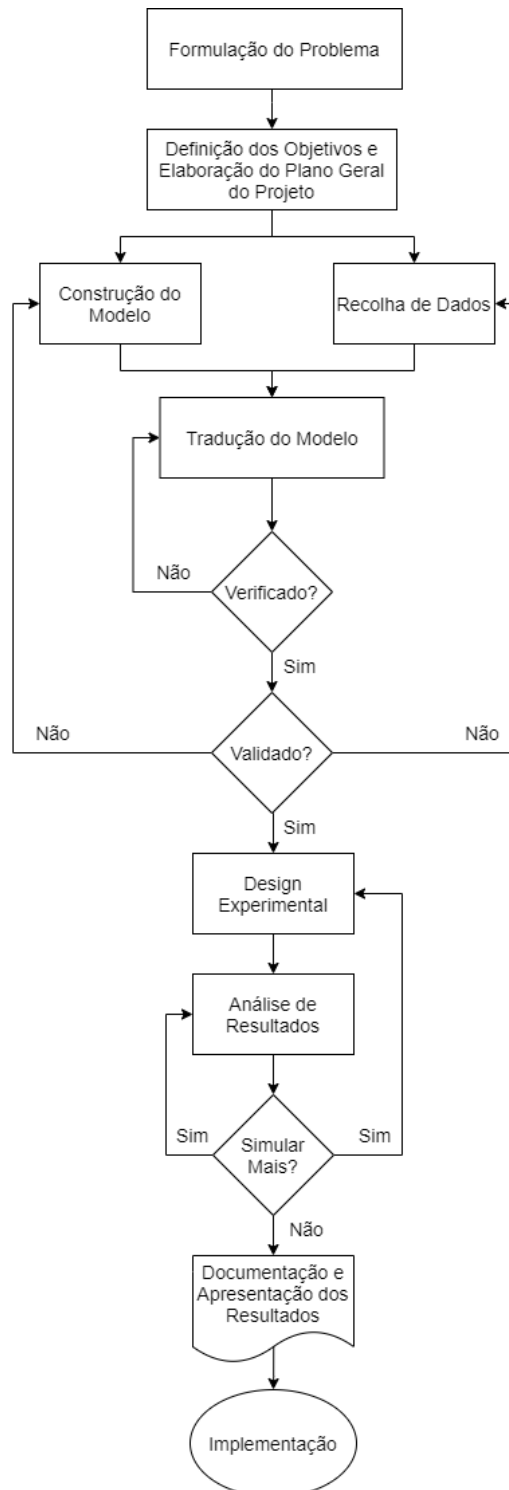


Figura 1 - Processo de Simulação. Adaptado de Banks [8].

1. Identificação do problema

O estudo deverá partir sempre do reconhecimento de um problema e a sua clara compreensão e definição, para que se entenda o propósito da análise [7] [19] [22]. Dever-se-á ter em conta tanto a perspectiva do simulador como a perspectiva do cliente do sistema, no que concerne à formulação do problema a resolver [8]. É conveniente ter em conta que, por vezes, um problema deverá ser reformulado a meio do processo de simulação [7].

2. Definição de objetivos e plano global do projeto

Consiste em definir os objetivos que serão alcançados pelo estudo da simulação. Consiste ainda em confirmar se a simulação é a metodologia mais apropriada para o problema que se propõe resolver [7]. Se assim o for, o plano do projeto deve enumerar todos os cenários que serão investigados para um dado sistema. Deverá igualmente incluir o tempo necessário para a sua produção, o pessoal necessário, *hardware* e *software* a utilizar, custos associados, bem como as etapas da investigação [7] [8] [22].

3. Conceptualização do modelo

Consiste na implementação do modelo definido anteriormente numa ferramenta de simulação computacional, isto é, estabelece-se um conjunto de relações lógico-matemáticas entre os componentes do sistema e a estrutura do mesmo [8] [22]. Na maior parte das vezes, tal será realizado de forma distinta para cada modelador, tratando-se da capacidade de isolar e modificar as características básicas de um dado sistema, torná-lo funcional e, posteriormente, ir adicionando características que o aproximam o mais possível da realidade [7]. Por outras palavras, esta etapa inclui a identificação de parâmetros básicos, relação entre parâmetros e variáveis, todas as regras que gerem o bom funcionamento dos componentes do sistema, entre outros.

4. Recolha de dados

Após definir os problemas, segue-se a recolha dos dados relevantes para a sua resolução [7]. Esta recolha é importante para estimar os parâmetros de entrada do modelo, para formar pressupostos relacionados com as distribuições das variáveis e comparar os parâmetros de saída do sistema com os do modelo [19].

5. Tradução de modelo

O modelo conceptual construído previamente (Etapa 3) é equacionado numa forma reconhecível por computador, através de uma linguagem de simulação escolhida pelo modelador, ou através de *softwares*, alguns deles com funcionalidades específicas [7]. Existem muitas possibilidades de linguagens computacionais, como o C, o Pascal e o FORTRAN [19]; a alternativa consiste na utilização de ambientes de simulação como o ARENA, o ProModel e o SIMIO.

6. Verificação do Modelo

Consiste em verificar se o modelo operacional está a funcionar corretamente, ou seja, conferir se tudo foi construído de forma válida e se obedece às especificações definidas pelo modelador. Consiste ainda em escrutinar se o programa de computador utilizado está a funcionar devidamente [7].

7. Validação do Modelo

Consiste em determinar se o modelo é uma representação precisa do sistema real [8]. O modelo é tão mais preciso quanto maior for a sua capacidade de ser substituído pelo sistema real com o propósito de tratar diferentes cenários ou alterações específicas em variáveis. Pretende-se que o modelo seja o mais representativo possível do *output* do sistema real [22]. Esta etapa é repetida tantas vezes quanto as necessárias até que o nível de precisão do modelo seja a apropriada [7].

8. Experimentação (*Design Experiments*)

Diz respeito aos diferentes cenários a serem testados no modelo de simulação criado, o que inclui, por exemplo, quanto tempo demorará a execução do programa (tempo dos *test runs*), o número de execuções e a forma como a execução se processará [7] [19] [22].

9. Resultados e análise

A simulação gera resultados, e a análise dos mesmos permite realizar análises de sensibilidade relacionadas com os diferentes cenários a ser simulados [7] [8].

10. Documentação

É crucial manter registros de todo o processo de simulação, na eventualidade de o modelo ser novamente utilizado quer pelo mesmo modelador, quer por outro. [7]. Para além disso, um mesmo modelo pode ser utilizado em mais do que um problema, daí que seja importante registar todas as premissas do modelo e a forma como este foi traduzido para um programa de computador [19]. É importante referir que esta etapa permite tornar mais fácil proceder a alterações, quando a necessidade das mesmas surge.

11. Implementação

É a fase em que o modelador garante que o modelo é válido e formula as recomendações finais sobre o problema do sistema. [22].

2.1.6. Softwares de Simulação

Ao longo dos últimos anos, vários estudos acerca de *softwares* de simulação foram publicados, em especial no que concerne àqueles cujo uso é mais popular. Dias, Vieira, Pereira e Oliveira [23] analisaram essa popularidade a nível comercial, no que diz respeito à intensidade de uso, à receção do público relativamente às funcionalidades de cada um e à referência de cada *software* em diversas fontes (como publicações científicas ou avaliações de utilizadores em páginas da internet). Na Figura 2, é possível observar os resultados desse estudo, que consiste numa enumeração das 19 ferramentas mais utilizadas. Em primeiro lugar, situa-se o Arena, *software* que foi concebido com o principal intuito de modelar e simular processos produtivos de várias dimensões e pertencentes a diversos setores, de que são exemplo o setor da indústria, saúde, transportes, atividades militares e governamentais ou vendas a retalho [24]. Após o Arena, seguem-se o ProModel, o FlexSim, o Simul8, o WITNESS, o ExtendSim e, em sétimo lugar, o SIMIO.

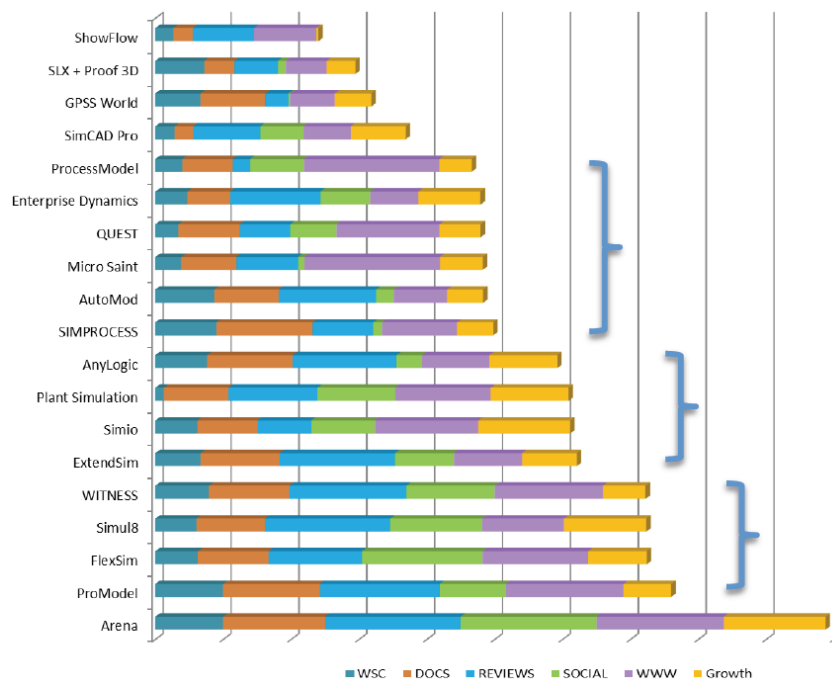


Figura 2 - *Softwares* de simulação mais populares. Dias, Vieira, Pereira e Oliveira [23].

2.1.6.1. SIMIO

O *software* utilizado nesta investigação é o SIMIO. Foi este o *software* escolhido uma vez que Instituto Politécnico de Bragança tem a licença académica para o utilizar e disponibilizar aos investigadores. É, para além disso, a ferramenta que mais se adapta à elaboração deste trabalho, já que apresenta uma interface intuitiva e um ambiente de modelagem em 2D e 3D com uma extensa combinação de objetos inteligentes. Tudo isto permite atribuir maior realismo aos modelos.

No SIMIO, os modelos são criados com o principal intuito de se assemelharem o máximo possível ao sistema real [25], o que se torna útil para análise do funcionamento da fila de espera de uma cantina escolar. O SIMIO promove a animação 3D como parte natural do processo de modelação, isto é, a lógica do modelo e animação ocorrem simultaneamente [5] [26]. Para facilitar a incorporação de símbolos 3D realistas ao modelo a desenvolver [25], o *software* fornece uma interface direta ao *3D Warehouse* [27].

Historicamente, o SIMIO foi criado pela empresa Simio LLC, em 2005 [28]. O SIMIO pode ser definido como um *software* de modelação e simulação de sistemas complexos, baseado em objetos inteligentes. São exemplo de um “objeto inteligente” qualquer coisa que faça parte do sistema. Isto pode incluir, por exemplo, uma máquina, um avião ou um cliente. Os objetos têm o seu próprio comportamento personalizável e vão responder mediante os eventos do sistema [29]. O SIMIO tem, portanto, a particularidade de dar mais ênfase aos objetos e não tanto aos processos, ainda que continue a ter em consideração estes últimos [29]. Neste programa, um modelo é construído ao combinar os objetos, os quais representam os componentes físicos do sistema [26].

Interface do Utilizador

Ao iniciar um novo projeto no SIMIO, a janela inicial vem como mostra a Figura 3.

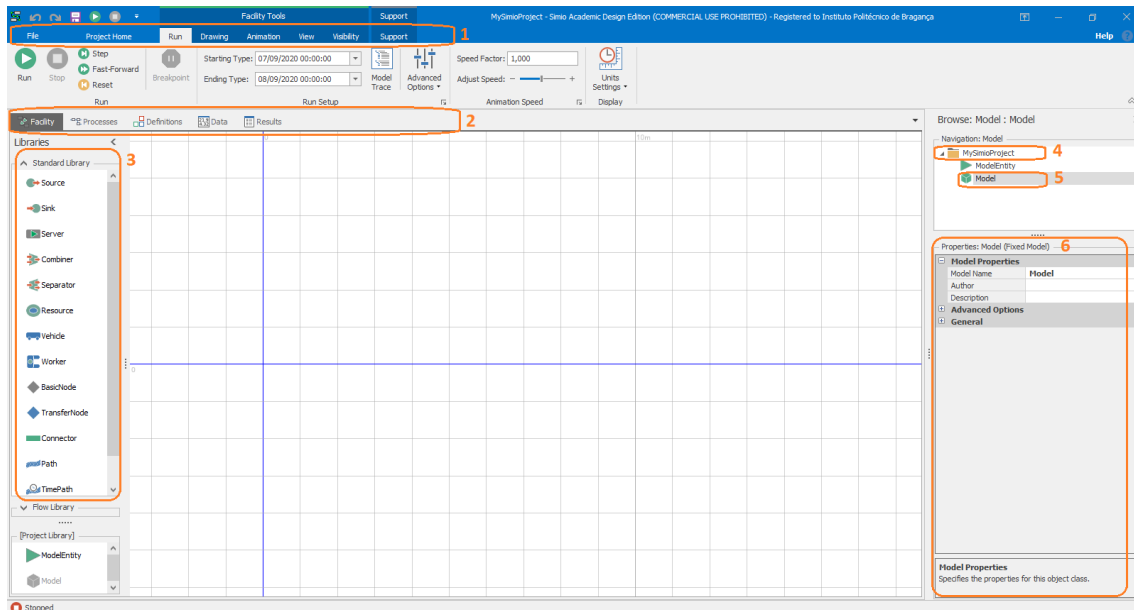


Figura 3 - Janela inicial básica do SIMIO (*Facility view*).

Na janela inicial, destacam-se:

- A barra superior de comandos (*ribbon*) (1), a qual permite aceder a uma série de funções de construção, animação e inicialização de modelos. Esta barra advém de uma faixa superior com as opções *Facility Tools* (que reencaminha o utilizador para as ferramentas de trabalho) e *Support* (a plataforma de ajuda ao utilizador).
- O ambiente de trabalho, de aspeto quadriculado, no centro.
- Acima do ambiente de trabalho, surge um painel (*App Menu*) (2) [30]. As possibilidades de vista do ambiente de trabalho são aqui definidas: *Facility* (vista padrão), *Processes*, *Definitions*, *Data*, *Results* e *Planning*.
- A biblioteca (*Libraries*), na coluna esquerda (3), onde se encontra o que está disponível para ser utilizado aquando da modelação. Na verdade, consiste num conjunto de bibliotecas, sendo algumas delas a *Standard Library* (biblioteca de objetos padrão e de carácter geral disponibilizada pelo SIMIO), a *Flow Library* (biblioteca específica, mais referente a modelos que implicam a modelação de substâncias fluidas) e a *Project Library* (biblioteca que contém os objetos em utilização no projeto atual).
- O painel de navegação, na coluna direita. Inclui o diretório com o nome do projeto (4), permite selecionar o modelo atual associado a esse projeto (5) e conta ainda com a janela de propriedades (6), a qual é utilizada para editar as propriedades dos objetos.

Classes de Objetos

Segundo Pedgen e Sturrock, os objetos em SIMIO apresentam um comportamento geral, definido por uma das cinco classes básicas [29]:

- **Fixed:** objeto que permanece numa localização fixa no sistema (como, por exemplo, uma máquina ou um posto de abastecimento). Modela algumas atividades gerais que ocorrem num local específico e que são desencadeadas pela chegada de uma entidade (*entity*).
- **Entity:** objeto que pode ser criado e destruído dinamicamente, podendo mover-se numa rede de *links* e *nodes*, bem como mover-se para dentro e para fora de objetos fixos.
- **Node:** modela o ponto de partida e/ou fim de uma ou mais ligações, e também define o ponto de entrada e saída para um objeto fixo. Assim, a maioria dos objetos fixos têm *nodes* a si associados.
- **Link:** objeto que permite a criação de um caminho (por exemplo, um *path*) sobre o qual as entidades se podem mover. Por outras palavras, o *link* modela o caminho que liga um *node* a outro.
- **Transporter:** é uma subclasse de *entity* que tem capacidade de recolher, transportar e largar outras entidades.

Biblioteca de Objetos

A biblioteca padrão (*Standard Library*) do SIMIO contém os objetos mais utilizados e que são a base para a maioria dos modelos. A Tabela 2 apresenta esses 15 objetos e a sua respetiva descrição.

Tabela 2 – *Standard Library* do SIMIO [29].

Objetos	Descrição
 Source	Gera entidades de um tipo específico e padrão de chegada.
 Sink	Destrói entidades que concluíram o processamento no modelo.
 Server	Representa um processo capacitado, como uma máquina ou operação de serviço.
 Workstation	Modela uma estação de trabalho em 3 etapas: “ <i>processing</i> ”, “ <i>secondary resources</i> ” e “ <i>material requirements</i> ”.
 Resource	Um objeto genérico que modela um recurso que pode ser utilizado por outros objetos.
 Worker	Um recurso móvel que pode ser usado para tarefas ou para transportar entidades.
 Combiner	Combina várias entidades (por exemplo, uma palete).
 Separator	Divide um grupo de entidades ou cria cópias de uma única entidade.
 Vehicle	Transporta entidades entre objetos fixos ou executa <i>pick-ups/drop-offs</i> como recurso.
 BasicNode	Modela uma intersecção simples entre dois ou mais <i>links</i> .
 TransferNode	Modela uma intersecção complexa para alterar o modo de destino e de viagem.
 Connector	Estabelece a ligação entre dois objetos, sem tempo de deslocamento.
 Path	Estabelece a ligação entre dois objetos. É um caminho onde as entidades se podem mover de acordo com as suas próprias velocidades.
 TimePath	Estabelece a ligação entre dois objetos. É um caminho que tem um tempo de viagem específico para todas as entidades.
 Conveyor	Estabelece a ligação entre dois objetos. É um caminho que modela os dispositivos de transporte acumulados e não acumuláveis.

2.1.7. Benefícios e Limitações da Simulação

Ao longo das últimas décadas, a simulação tem-se vindo a assumir como uma ferramenta fundamental para a contribuição do desenvolvimento de sistemas. Na verdade, a sua utilização para a análise de problemas é, na atualidade, indispensável. Por essa razão, a simulação acarreta grandes vantagens, já que veio facilitar a vida e a manutenção da generalidade dos processos das sociedades modernas, da mesma forma que acarreta também, como é natural, um conjunto de desvantagens que vale a pena enumerar. Law & Kelton [19], Shannon [22] e Banks [8] dão relevo aos benefícios e limitações do processo de simulação, dos quais os mais relevantes se mencionam abaixo.

Benefícios da simulação:

- Permite, de uma forma simplificada, equacionar uma situação dinâmica real. Tal é frequentemente conseguido através de modelos animados em 2D e 3D, os quais permitem uma perceção fácil de todo o funcionamento de um sistema. Segundo Banks [8], a simulação permite compreender melhor as interações que existem entre as variáveis que compõem um dado sistema, muitas vezes interações intrincadas de sistemas complexos.
- Torna possível testar novos desenhos, *designs*, *layouts*, estruturas físicas, entre outros, sem comprometer recursos, que variam desde recursos financeiros até vidas humanas e tempo despendido [22].
- Torna possível avaliar a *performance* de um sistema quando este está sob diferentes condições de funcionamento ou ambientes. Por outras palavras, permite uma certa versatilidade ao simulador, que não só analisa o sistema, mas também tem a capacidade de definir e controlar o ambiente em que se processa esse sistema [19].
- Mediante a identificação de um erro no sistema ou qualquer outra situação que deva ser alterada (ex. um estrangulamento nos fluxos de informação, também referidos como *bottlenecks*, em inglês), a simulação torna simples e desprovida de custos acrescidos essa mesma alteração.
- Torna possível levantar questões hipotéticas (*what-if questions*) relativamente a outros cenários em que o sistema se comportaria de forma mais eficiente [31].
- Permite aferir a causa de certos fenómenos que ocorrem no sistema, bem como a forma como esses fenómenos se manifestam [8].

- Permite analisar o comportamento do sistema no curto e no longo prazo [22], isto é, o simulador tem a capacidade de controlar e aplicar a variável tempo ao seu modelo. Neste sentido, Banks [8] refere a chamada “compressão e expansão do tempo”.

Limitações da simulação:

- A criação de um modelo de simulação requer ainda, com alguma frequência, formação especializada por parte de quem simula, o que por vezes é sinónimo de anos de experiência e formação. Tal poderá acarretar custos mais elevados e um menor número de indivíduos capazes de modelar com qualidade [8].
- Por ser uma espécie de linguagem ou arte que é adquirida pelo simulador, raramente se consegue dois sistemas modelados perfeitamente iguais se produzidos por modeladores diferentes [8].
- Os modelos de simulação são, por vezes, caros e consomem bastante tempo para serem desenvolvidos [7] [8] [19] [31]. Tem-se vindo a verificar, contudo, uma tendência para se tornarem mais baratos e velozes [19].
- Se um modelo não for uma representação "válida" de um sistema em estudo, os resultados da simulação fornecerão pouca informação útil sobre o sistema real [19]. A confiança em excesso na simulação em detrimento de outros métodos ou até mesmo do senso comum é, pois, uma limitação, bem como algo que deverá ser tido em conta em muitas decisões de gestão [31].

2.2. Filas de Espera

O quotidiano das sociedades atuais é repleto de processos cuja melhor alternativa de análise é a simulação. Um bom exemplo de tal são as filas de espera, um problema com que frequentemente se confrontam os bancos, companhias aéreas, companhias de telecomunicação ou muitos serviços públicos e/ou de atendimento ao cliente [32]. Entende-se por “fila de espera” a representação de uma linha organizada e sequencial de “pessoas, veículos ou outros objetos físicos ou intangíveis” que aguardam a sua vez de serem atendidos, de acordo como Lovelock & Wright, em Schons & Rados [1]. Esta situação acontece sempre que o número de chegada de elementos excede a capacidade do sistema. Surge, então, o campo matemático da teoria das filas de espera, utilizado para fazer face à instabilidade da procura relativamente à oferta num dado processo [33]. É também utilizado em qualquer situação em que se pretende estimar quais os níveis requeridos ou esperados da capacidade do sistema, em especial sistemas em que o tempo do serviço oferecido ao cliente é fortemente aleatório [32].

Para qualquer entidade ou instituição, a fila de espera está sempre associada a custos acrescidos, já que não é do agrado dos consumidores e porque frequentemente é um indicador da falta de eficiência de um dado processo [34].

Uma situação padrão de fila de espera inicia-se com a chegada de um cliente, seguindo-se a espera do mesmo pelo serviço ou atendimento que procura, o qual será servido por um “servidor” ou conjunto de “servidores”. Eventualmente, o cliente recebe o serviço e posteriormente acaba por abandonar o sistema [32] [34], como se pode visualizar na Figura 4.

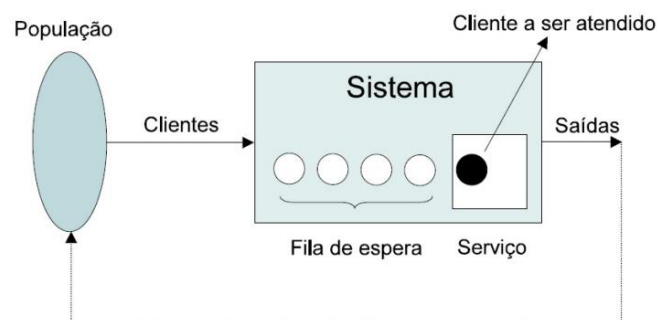


Figura 4 – Estrutura de um sistema de fila de espera [35].

2.2.1. Características e Parâmetros de uma Fila de Espera

O sistema de filas de espera tem a si associado um conjunto de características e parâmetros específicos [36]:

- **População de usuários/clientes**

Consiste no número expetável de clientes que entram num dado sistema, podendo ser finita (se o número expetável de clientes é limitado e conhecido) ou infinita.

- **Padrão de chegada**

Consiste, geralmente, no tempo médio entre a chegada de clientes sucessivos. Poderá consistir numa variável determinística ou aleatória, consoante a natureza da fila e dos dados históricos que já existem acerca da mesma. O padrão pode ser também definido pelo facto de os clientes chegarem em grupos ou de forma singular, bem como pelo facto de alguns clientes por qualquer razão se recusarem a entrar na fila ou abandonarem a mesma.

- **Número de servidores**

Consiste no número de pessoas, máquinas, portas, entre outros, que têm como objetivo servir os clientes.

- **Padrão do serviço**

Consiste no tempo que demora a prestar um serviço ao cliente. O tempo poderá consistir numa variável determinística ou aleatória, pelo que irá depender do número de clientes, bem como pela própria natureza do serviço a ser prestado.

- **Capacidade do sistema**

Consiste no número máximo de clientes que seria possível albergar numa fila de espera, incluindo os que estão já a ser atendidos. Pode ser infinita (quando não existe limites ou barreira à entrada de novos clientes na fila) ou finita (quando o sistema está congestionado, sendo a entrada a novos clientes interdita).

- **Disciplina da fila**

Consiste na ordem em que os usuários são atendidos, ou seja, consiste no sistema de prioridades utilizado pelos servidores para decidir quais clientes se seguem no atendimento (e qual a ordem para tal). No cotidiano, a regra mais utilizada é a FIFO (*First In, First Out*), em que o cliente ou usuário vai sendo servido por ordem de chegada ao sistema. Existe também a regra LIFO (*Last In, First Out*), bem como tipos de disciplina completamente aleatórios ou ainda outros baseados em prioridades específicas, como acontece em serviços de urgência hospitalares ou outros serviços públicos.

2.2.2. Medidas de Desempenho

Existem várias medidas de desempenho, as quais permitem avaliar, equacionar e quantificar o desempenho de uma fila de espera. Estas medidas permitem um conhecimento mais profundo para passar ao processo de tomada de decisões [37].

Enumeram-se algumas:

- Número médio de clientes na fila de espera (L_q)
- Número médio de clientes no sistema (L)
- Tempo médio que um cliente espera na fila (W_q)
- Tempo médio que um cliente espera no sistema (W)
- Probabilidade de que o sistema esteja ocupado (ρ)
- Probabilidade de que o sistema esteja desocupado (P_0).

2.2.3. Tipos de Fila

Existem vários tipos de fila que, naturalmente, variam consoante a natureza do serviço. A Figura 5 retrata os quatro exemplos mais frequentes.

- O primeiro consiste num caso clássico: um cliente, ao entrar no sistema, posiciona-se somente na única fila existente, para ser atendido num único servidor. No final, o cliente abandona o sistema.
- O segundo consiste num caso em que uma única fila que distribuirá os clientes para múltiplos servidores, os quais atendem os clientes em paralelo. No final, o cliente abandona o sistema.
- O terceiro consiste na existência de múltiplas filas e múltiplos servidores.
- O quarto consiste numa única fila e em vários servidores, que vão atendendo os clientes através de um sistema em série.

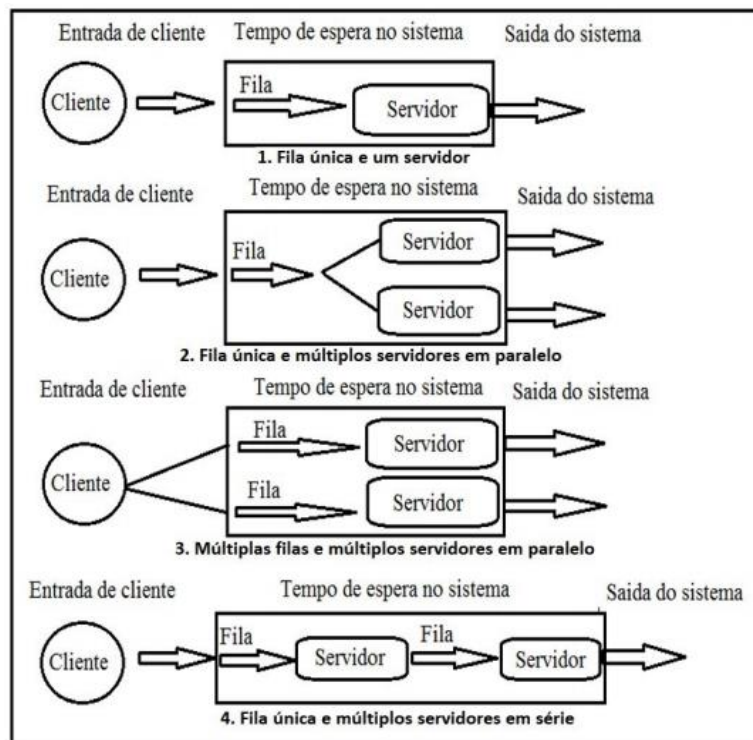


Figura 5 - Tipos de filas e servidores [38].

3. Estudo de Caso – Cantina do *Campus* de S^{ta}. Apolónia do IPB

3.1. Apresentação do Estabelecimento

O Instituto Politécnico de Bragança (IPB) foi fundado em 1983 e conta atualmente com dois *campus*, um na cidade de Bragança (Figura 7) e outro na cidade de Mirandela (Figura 8), ambos localizados no distrito de Bragança. O IPB tem vindo a assumir um papel cada vez mais preponderante no ensino superior da região nordeste do país, contando já com cerca de 8500 alunos [39]. Trata-se, de acordo com o *website* oficial, de uma “[...] *instituição pública de ensino superior que tem por missão a criação, transmissão e difusão do conhecimento técnico-científico e do saber de natureza profissional, através da articulação do estudo, do ensino, da investigação orientada e do desenvolvimento experimental.*” [40]. O instituto está disperso por cinco escolas: Escola Superior Agrária de Bragança (ESA), Escola Superior de Comunicação, Administração e Turismo de Mirandela (EsACT), Escola Superior de Educação de Bragança (ESE), Escola Superior de Saúde de Bragança (ESSa) e Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança (ESTiG).



Figura 6 - Vista aérea do *Campus* de S^{ta}. Apolónia do IPB [41].



Figura 7 - *Campus* de Santa Apolónia, Bragança [42].

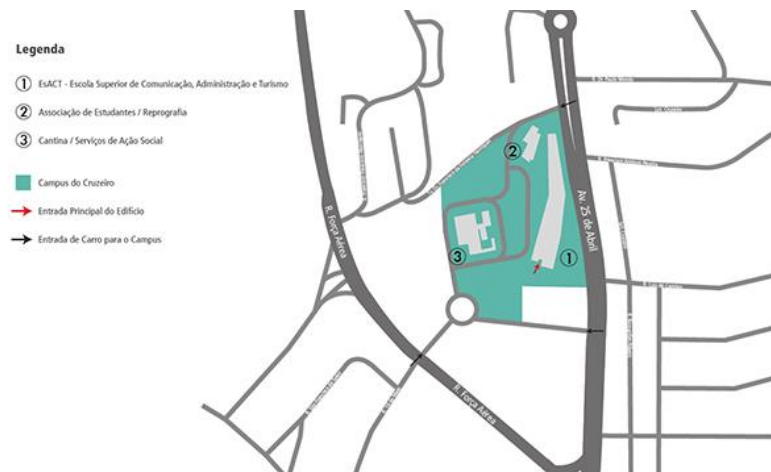


Figura 8 - *Campus do Cruzeiro, Mirandela* [43].

No IPB, toda a gestão da cantina é da responsabilidade dos Serviços de Ação Social do Instituto Politécnico de Bragança (SAS-IPB). Para além de responsável pela alimentação nas cantinas e bares, apoia também residências, gere bolsas de estudo, cultura e desporto, apoio médico e sociopsicológico e lavandaria. Visa a melhoria das condições daqueles que estudam no instituto, em especial os mais carenciados [44].

Nesta investigação, contudo, ter-se-á em conta apenas o departamento alimentar, departamento esse que tem a seu cargo uma Cantina Central para ambos os *campus* (Bragança e Mirandela). O foco de estudo é respeitante à Cantina Central do *Campus* de S^{ta}. Apolónia, em Bragança, que é composta por várias salas, observando uma oferta diversificada de refeições a diferentes preços [44]. Pretende-se observar o comportamento da fila de espera à hora de almoço da Sala Grande num dia útil típico. Esta cantina funciona de segunda a sexta-feira entre as 12h00 e as 14h30. Aos sábados está igualmente operacional, mas apenas das 12h00 às 14h15. A Sala Grande tem capacidade de cerca de 800 a 900 refeições à hora do almoço (Figura 9).

Para além do prato principal (Sugestão do Chefe), encontram-se mais três pratos na ementa: Dieta Mediterrânica, Alternativo e Vegetariano. Após escolher um dos quatro pratos, o cliente retira igualmente o resto da refeição: pão, sopa, sobremesa ou fruta, bem como salada (o cliente serve-se de salada em regime *self service*).

Para a aquisição da refeição, o cliente tem de efetuar a sua compra com alguma antecedência a partir do *site* do On-line.IPB na aba “S.A.S. – Senhas de Refeição”, sendo

para tal obrigatório apresentar as credenciais de acesso. Para além dos alunos, outros colaboradores e grupos exteriores ao instituto podem comer nesta cantina.



Figura 9 - Interior da Sala Grande da Cantina Central do *Campus* de S^{ta}. Apolónia do IPB.

3.2. Situação Atual da Empresa

A Sala Grande é a principal sala da cantina do IPB. Tem capacidade de 384 lugares sentados, distribuídos por 20 agrupamentos de mesas, a meio das quais se encontra um corredor de passagem. Mais de metade da área total da sala é ocupada pelas mesas.

Com o intuito de nos familiarizarmos com a situação atual da Cantina, foi necessário estabelecer contacto com o responsável da mesma, Dr. Ercílio Fernandes. O Dr. Ercílio, para além de aprovar a realização deste estudo, foi um elemento fundamental no processo de recolha de dados. Dentre a grande variedade de dados que disponibilizou, destacam-se os respeitantes às quantidades de pratos servidos por cada categoria de prato principal, o total diário e mensal, a média mensal, bem como as quantidades aproximadas de fruta e pão. Estes dados são respeitantes à totalidade de 2019.

De acordo com o Dr. Ercílio, o ano de 2019 foi um ano típico, sem grandes alterações estruturais a registar. Já que é representativo o suficiente para tratamento estatístico, os dados de 2019 serviram de modelo para as observações desta investigação.

Como se verifica no Gráfico 1, os meses de março, maio, outubro e novembro destacam-se como sendo os meses em que o número total de almoços na Sala Grande foi mais elevado no ano de 2019 (14.744, 14.104, 16.024 e 13.711 refeições servidas,

respetivamente). Os meses de julho e setembro verificam os valores mais baixos, devido à proximidade com as férias de Verão. Em agosto, todo o instituto encerra.

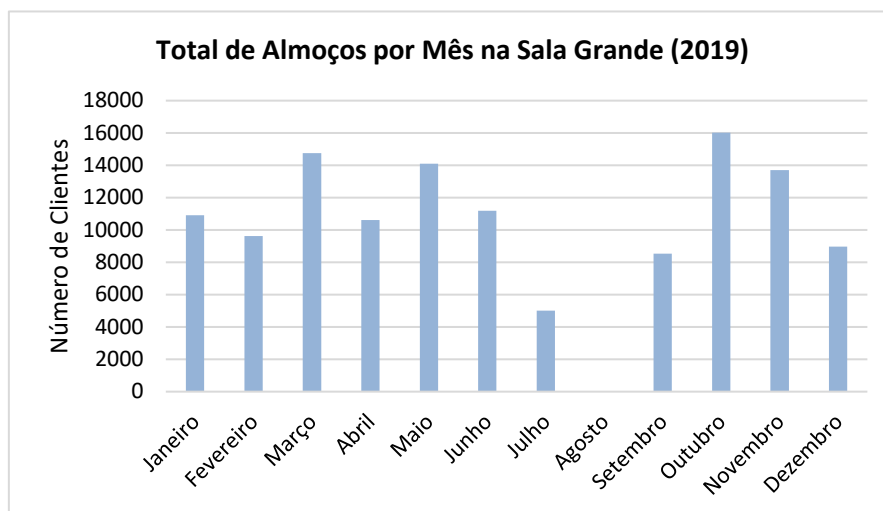


Gráfico 1 - Total de almoços por mês na Sala Grande (2019).

Em termos semanais (Gráfico 2), é à terça-feira, à quarta-feira e à quinta-feira os dias em que mais refeições foram servidas ao longo do ano de 2019 (24.894, 25.566, 23.862 refeições, respetivamente).

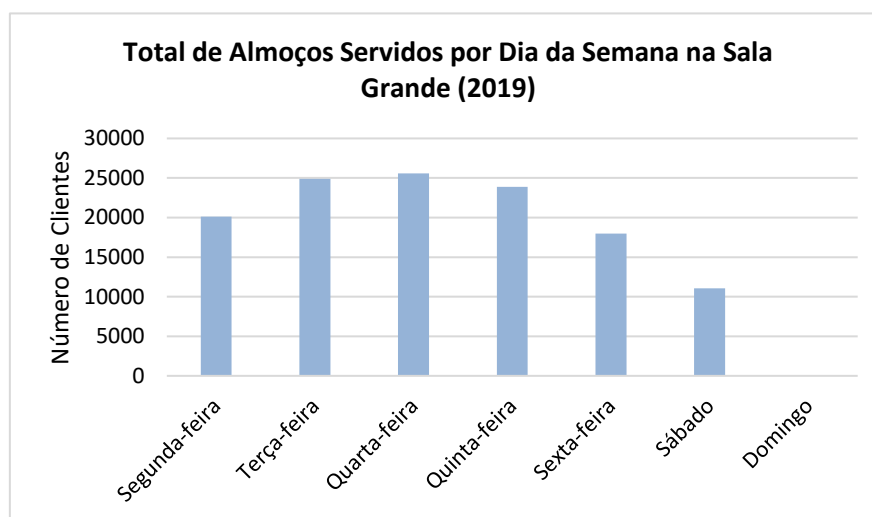


Gráfico 2 - Total de almoços servidos por dia da semana na Sala Grande (2019).

O prato “Sugestão do Chefe” é, visivelmente, o prato mais procurado pelos clientes (Gráfico 3). Seguem-se os pratos “Alternativo” e o “Dieta Mediterrânica”, que se vão alternando como o segundo prato mais procurado ao longo do ano. O prato “Vegetariano” é o menos procurado.

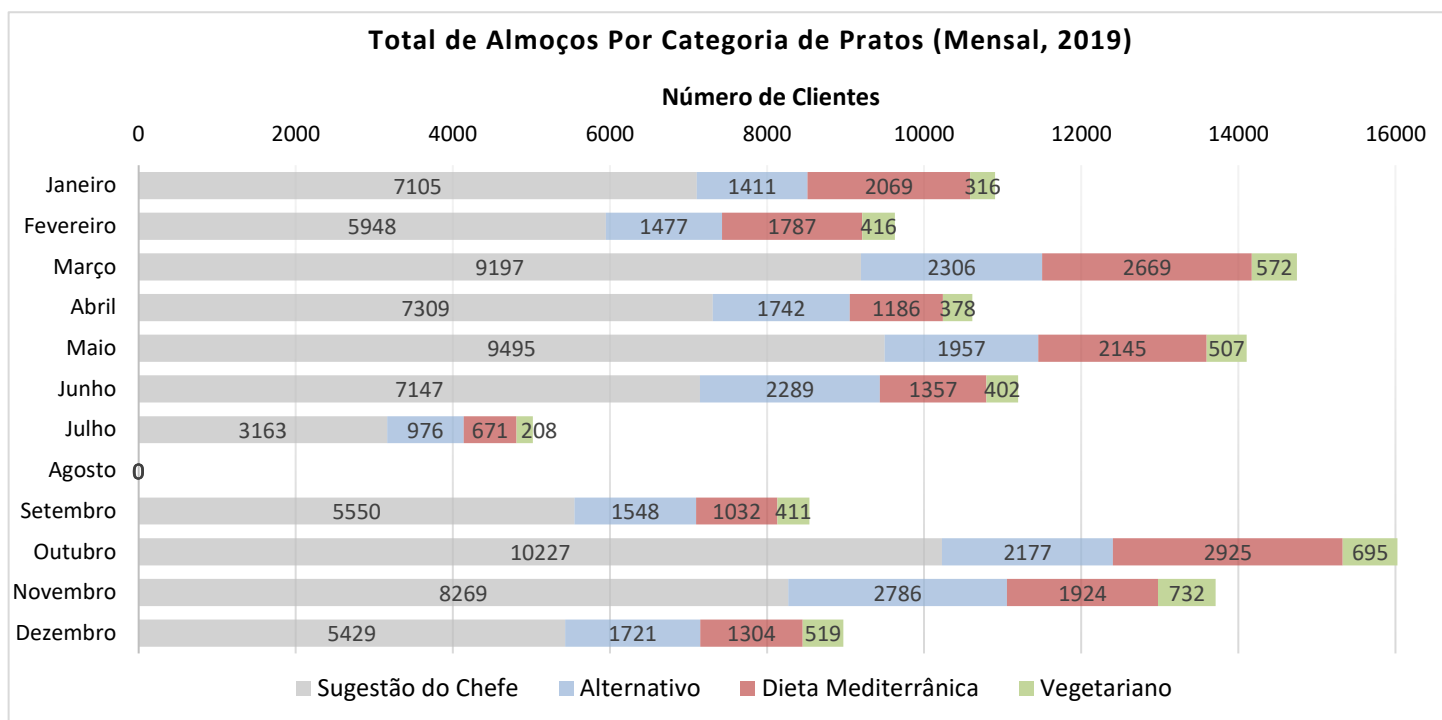


Gráfico 3 - Total de almoços por categoria de pratos (mensal 2019).

Ter estes valores em consideração é importante para ir desenvolvendo uma ideia da procura, da respetiva oferta, e os problemas que se poderão identificar na relação entre as duas, problemas esses que afetarão o tempo de espera na fila da cantina.

3.3. Descrição do Serviço

O sistema em estudo inicia-se quando os clientes entram na cantina. Os clientes dirigem-se à fila, na qual irão, obviamente, responder perante um sistema FIFO (*First In, First Out*). Começam por autonomamente pegar no tabuleiro, servindo-se depois de pão (a quantidade disponibilizada e consumida de pão posiciona-se num valor entre as 300 e as 450 unidades ao almoço). Seguem-se os talheres e um copo. De seguida, servem-se de sopa, servida em tigelas que vão sendo repostas em série pela funcionária da cantina. Estão à disposição do cliente, em média, cerca de 15 tigelas.

Após a sopa, os clientes dirigem-se à fase seguinte, que se trata de uma vitrine onde estão dispostos os alimentos que integram o tipo de menu, os quais são empratados pelo funcionário e retirado pelo cliente consoante a escolha que este fez ao comprar a senha previamente. De acordo com uma observação constante ao funcionamento da cantina, em termos de disponibilidade, e principalmente nas horas de maior afluência, o prato “Sugestão do Chefe” está já disponível e pode ser de imediato coletado pelo cliente. O prato do tipo “Alternativo” e “Dieta Mediterrânica” também tendem a estar já disponíveis na maior parte dos dias, apesar de a sua disponibilidade ser sensível à afluência de clientes. Por outro lado, o prato do tipo “Vegetariano”, por ter menor procura que os anteriores, implicará um tempo de espera adicional por parte do cliente de aproximadamente 10 segundos, já que terão de ser empratados à parte pelo funcionário.

Após a recolha do seu prato principal, o cliente dirige-se ao posto seguinte, onde poderá escolher uma peça de fruta ou uma sobremesa. De notar que se o cliente escolher sobremesa, não poderá retirar fruta, e vice-versa. De acordo com o Dr. Ercílio Fernandes, o consumo da fruta disponibilizada verifica um valor total médio de entre 25 a 40 kg ao almoço, e o seu consumo varia em função do número de refeições, ou seja, corresponderá a um valor entre os 160 a 220 gramas por pessoa, dependendo do tipo de fruta. Por sua vez, as sobremesas são postas à disposição do cliente (almoço) num valor entre as 300 a 450 unidades.

Se assim o desejar, o cliente tem a oportunidade de escolher uma bebida adicional à sua escolha, como por exemplo água engarrafada, sumos de fruta ou refrigerantes.

De seguida, o cliente dirige-se ao posto onde valida o seu cartão, isto é, o funcionário aí presente confirma que o prato escolhido pelo cliente corresponde àquele que tinha

previamente decidido consumir. As bebidas adicionais são pagas com o cartão do instituto.

Após o pagamento, e caso assim o deseje, o cliente pode servir-se de salada sem restrições e em regime *self-service*.

O cliente finalmente escolhe uma mesa e um lugar para se sentar. De acordo com a observação contínua ao local, um cliente demora entre 15 a 30 minutos. Quando termina, dirige-se ao posto de devolução de tabuleiros, junto à porta de saída, por onde o cliente abandona a cantina.

Segue-se um fluxograma (Figura 10) que esquematiza a utilização do serviço da cantina.

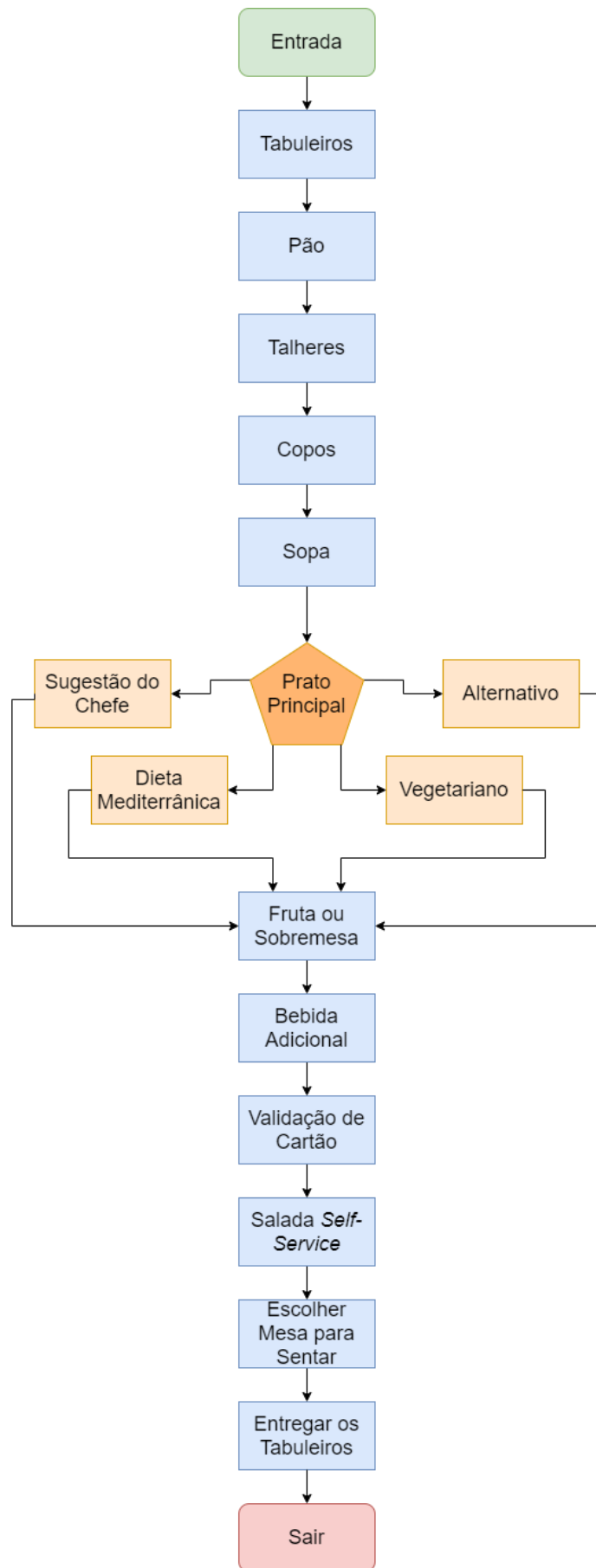


Figura 10 - Fluxograma do processo de utilização da cantina.

4. Modelação e Simulação

4.1. Desenvolvimento do Modelo de Simulação

Depois de todos os dados terem sido recolhidos e gerados, em especial os que foram cedidos pelo responsável da cantina, foi possível dar-se início ao desenvolvimento do modelo proposto. É de notar, contudo, que esta investigação se apoia principalmente em valores fixos, e não tanto na variabilidade do serviço da cantina durante um período alargado de tempo. Tal prende-se com o facto de, como se verificou no capítulo 3.2, haver uma grande disparidade de afluência em termos anuais e até mesmo semanais. Optou-se, assim, por considerar, para efeitos de simulação, um dia de semana num mês de maior afluência de clientes, num ano típico, 2019 (em vez de uma aplicação extensiva de distribuições probabilísticas).

Um dos dados mais importantes é, naturalmente, os tempos do serviço da cantina. Os tempos de processamento de cada estância da cantina são representados por uma `Random.Triangular`. Analisando a literatura relativa à construção de modelos do mesmo género, a `Random.Triangular` parece ser a função mais adequada, já que permite uma estimação mais fiável do tempo médio que cada cliente demora em cada servidor.

Tabela 3 – Tempos de processamento de cada servidor da cantina.

<i>Servers</i>	Tempo (segundos)
Tabuleiros	Random.Triangular ² (1, 2, 3)
Pão	Random.Triangular(1, 2, 3)
Talheres	Random.Triangular(1, 2, 3)
Copos	Random.Triangular(1, 2, 3)
Sopas	Random.Triangular(2, 3, 4)
PratoComida	
▪ Suggestão do Chefe	Random.Triangular(3, 5, 9)
▪ Dieta Mediterrânica	Random.Triangular(10, 12, 15)
▪ Alternativo	Random.Triangular(3, 5, 9)
▪ Vegetariano	Random.Triangular(16, 18, 20)
Sobremesas	Random.Triangular(2, 3, 4)
Frutas	Random.Triangular(2, 3, 4)
BebidaAdicional	Random.Triangular(2, 3, 4)
ValidCartões	Random.Triangular(1, 2, 3)
SaladSelfService	Random.Triangular(15, 20, 25)
Mesas	Random.Triangular(15, 20, 30)
	(minutos)
EntregTabuleiros	Random.Triangular(5, 20, 30)

Para estimar a percentagem dos clientes que se servem em cada *server*, aplicou-se uma função Random.Discrete (a_1, b_1, a_2, b_2). Escolheu-se esta função pois o cliente pode escolher apenas entre duas alternativas em cada *server*: retirar ou não retirar o produto. Assim, o ato de não retirar ($a_1=0$) está associada à probabilidade de não retirar (b_1).

² A função Random.Triangular (a, b, c). O parâmetro **a** corresponde ao valor mínimo, **c** é o valor máximo e **b** é o valor da média dos dois anteriores, sendo conseqüentemente aquele que é o mais provável.

Tabela 4 – Percentagem dos clientes que se servem em/utilizam cada *server*

<i>Servers</i>	Percentagem dos clientes que se servem
Tabuleiro	Random.Discrete ³ (0, 0, 1, 1)
Pão	Random.Discrete(0, 0.5, 1, 1)
Talheres	Random.Discrete(0, 0, 1, 1)
Copo	Random.Discrete(0, 0.15, 1, 1)
Sopa	Random.Discrete(0, 0.2, 1, 1)
Prato de comida	Random.Discrete(0, 0, 1, 1)
Sobremesa	Random.Discrete(0, 0.3, 1, 1)
Fruta	Random.Discrete(0, 0.65, 1, 1)
Bebida adicional	Random.Discrete(0, 0.85, 1, 1)
Validar cartão	Random.Discrete(0, 0, 1, 1)
Salada <i>self-service</i>	Random.Discrete(0, 0.2, 1, 1)
Mesa	Random.Discrete(0, 0, 1, 1)
Entrega tabuleiros	Random.Discrete(0, 0, 1, 1)

Ao iniciar um novo modelo de simulação no SIMIO, são primeiramente criados o *Model* e o *ModelEntity*. Neste caso, o *Model* representa a Sala Grande da Cantina do Campus de S^{ta}. Apolónia do IPB, e por sua vez, o *ModelEntity* representa os clientes dessa mesma cantina.

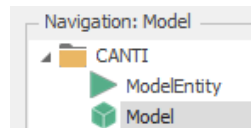


Figura 11 – Criação de um novo modelo.

O horário de funcionamento da cantina para os clientes na hora de almoço inicia-se às 12h00 e termina às 14h30, e são servidas cerca de 800 a 900 refeições num dia muito movimentado. Estimou-se que cerca de 470 clientes escolhem o prato Suggestão do Chefe, 240 o prato Dieta Mediterrânica, 160 o Alternativo e, por fim, 50 o Vegetariano. Tendo em conta a existência de quatro tipos de clientes distintos, em função da sua escolha de

³ A Random.Discrete (a_1, b_1, a_2, b_2). Trata-se de uma distribuição definida por um conjunto de pares constituídos por um dado valor e por uma probabilidade (de natureza cumulativa) a si associada (sendo a_1 um valor e b_1 a probabilidade a si respeitante).

prato principal, foram criados quatro *Sources* (Figura 12), que correspondem à criação dos 4 tipos de entidades.

Properties: ClientSugChef (Source)	
Entity Arrival Logic	
Entity Type	DefaultEntity
Arrival Mode	Time Varying Arrival Rate
Rate Table	ArrivalClient_SugChefe
Rate Scale Factor	1.0
Entities Per Arrival	MenuSugChef==0
Stopping Conditions	
Maximum Arrivals	470
Maximum Time	Infinity

Properties: ClientDieta (Source)	
Entity Arrival Logic	
Entity Type	DefaultEntity
Arrival Mode	Time Varying Arrival Rate
Rate Table	ArrivalClient_Dieta
Rate Scale Factor	1.0
Entities Per Arrival	MenuDieta==1
Stopping Conditions	
Maximum Arrivals	240
Maximum Time	Infinity

Properties: ClientAlter (Source)	
Entity Arrival Logic	
Entity Type	DefaultEntity
Arrival Mode	Time Varying Arrival Rate
Rate Table	ArrivalClient_Alternativo
Rate Scale Factor	1.0
Entities Per Arrival	MenuAlter==2
Stopping Conditions	
Maximum Arrivals	160
Maximum Time	Infinity

Properties: ClientVege (Source)	
Entity Arrival Logic	
Entity Type	DefaultEntity
Arrival Mode	Time Varying Arrival Rate
Rate Table	ArrivalClient_Vegetariano
Rate Scale Factor	1.0
Entities Per Arrival	MenuVege==3
Stopping Conditions	
Maximum Arrivals	50
Maximum Time	Infinity

Figura 12 – *Sources* ClientSugChef, ClientDieta, ClientAlter e ClientVege

Como descrito anteriormente, no capítulo 3.3, quando o cliente entra na Sala Grande, inicia o seu percurso ao se colocar na fila de espera. Em termos de modelação, o cliente posiciona-se, assim, na primeira estância.

Todas as estâncias foram criadas com um *server*. Estes *servers* são responsáveis pelas quantidades de produto que estão ao dispor do cliente, através das *state variables*. No *Model* encontram-se discriminadas as *state variables* (Figura 13) responsáveis pelas quantidades (Tabela 1). Já no *ModelEntity*, encontram-se as que dizem respeito ao cliente (Figura 14). Apesar de não constar na figura, as *state variables* apresentam valor igual a 1, porque o cliente só tem a possibilidade de retirar uma unidade de cada estância.

Name	Object Type	Display Name
State Variables (Inherited)		
State Variables		
TabuleiroMesa	Integer State Variable	TabuleiroMesa
PaoCaixa	Integer State Variable	PaoCaixa
TalherMesa	Integer State Variable	TalherMesa
CopoMesa	Integer State Variable	CopoMesa
SopaMesa	Integer State Variable	SopaMesa
ComidaMesa	Integer State Variable	ComidaMesa
SobremesaMesa	Integer State Variable	SobremesaMesa
FrutaMesa	Integer State Variable	FrutaMesa
BebidaMesa	Integer State Variable	BebidaMesa
SaladaMesa	Integer State Variable	SaladaMesa
MesaDisponivel	Integer State Variable	MesaDisponivel
EntregTabDisponivel	Integer State Variable	EntregTabDisponivel
Exit	Integer State Variable	Exit
ValidCartaoDispo	Integer State Variable	ValidCartaoDispo

Figura 13 – *State Variables* presentes no *Model*.

Name	Object Type	Display Name
State Variables (Inherited)		
State Variables		
Picture	Real State Variable	Picture
Animation	String State Variable	Animation
PegaTabuleiro	Integer State Variable	PegaTabuleiro
PegaPao	Integer State Variable	PegaPao
PegaTalher	Integer State Variable	PegaTalher
PegaCopo	Integer State Variable	PegaCopo
PegaSopa	Integer State Variable	PegaSopa
PegaComida	Integer State Variable	PegaComida
PegaSobremesa	Integer State Variable	PegaSobremesa
PegaFruta	Integer State Variable	PegaFruta
PegaBebida	Integer State Variable	PegaBebida
PegaSalada	Integer State Variable	PegaSalada
OcupaMesa	Integer State Variable	OcupaMesa
OcupaEntregTab	Integer State Variable	OcupaEntregTab
OcupaValidCartao	Integer State Variable	OcupaValidCartao

Figura 14 - State Variables presentes no ModelEntity.

Tabela 5 – Valores atribuídos às State Variables no Model.

Variáveis	Valores atribuídos
TabuleiroMesa	400
PaoCaixa	200
TalherMesa	150
CopoMesa	30
SopaMesa	15
ComidaMesa	5
SobremesaMesa	40
FrutaMesa	100
BebidaMesa	85
ValidCartaoDispo	1
SaladaMesa	280
MesaDisponivel	384
EntregTabMesa	18
Exit	0

→ Tabuleiro

Após se posicionar na fila, o cliente caminha para a estância seguinte, a zona de onde retira os tabuleiros. Nesta zona, o cliente demora 1, 2 ou 3 segundos a retirar um tabuleiro.

Neste *server*, verifica-se a capacidade inicial (*Initial Capacity*) de 1, pois só se pode retirar um tabuleiro de cada vez (Figura 15).

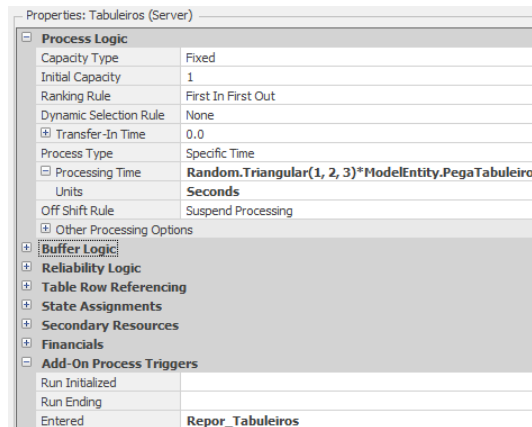


Figura 15 – *Server* Tabuleiros.

Nos quatro *paths* (Figura 16), que ligam os quatro *sources* à zona dos tabuleiros, foram definidos dois *State Assignments*, que neste caso significa que a) todos os clientes (*ModelEntity*) levam um tabuleiro, daí que a expressão venha que “*ModelEntity.PegaTabuleiro* = *Random.Discrete*(0,0,1,1)” e b) depois de retirar esse tabuleiro, a expressão “*TabuleiroMesa* = *TabuleiroMesa* – *ModelEntity.PegaTabuleiro*” vem definir que o número de tabuleiros na prateleira será igual ao número de tabuleiros que estavam disponíveis na prateleira menos o tabuleiro que o cliente pegou.

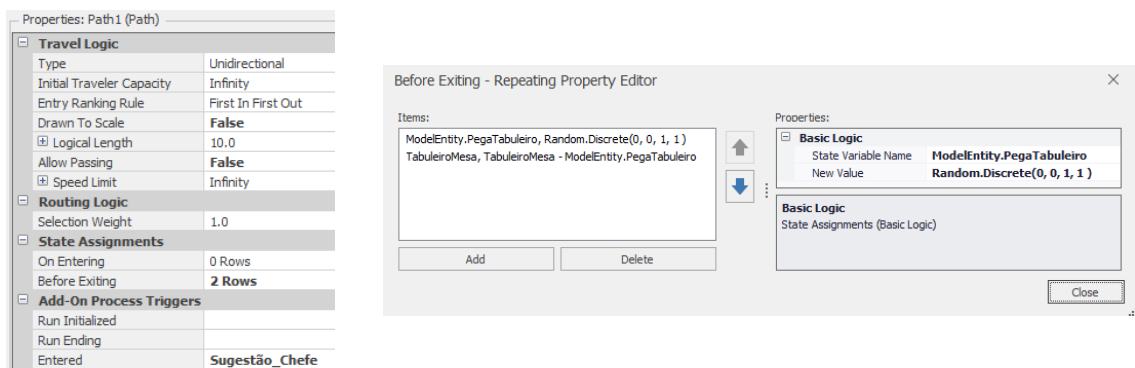


Figura 16 – *Path* que liga a zona da entrada (*sources*) à zona dos tabuleiros.

Já a prever a eventualidade de esta estância ficar sem recursos, foi necessário criar um *Add-On Process Trigger*, “*Repor_Tabuleiros*”, associada à sua entrada (*Entered*), para proceder à reposição de recursos. Este processo consiste em definir que quando a *state variable* “*TabuleiroMesa*” chega a 0, dá-se um incremento de 50 tabuleiros nesta zona (Figura 17).

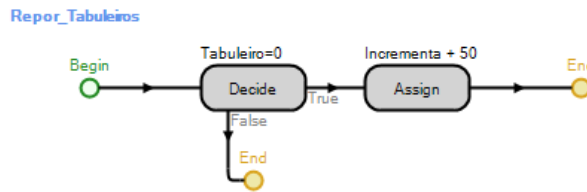


Figura 17 – Processo de reposição de tabuleiros.

→ Pão

O *server* seguinte é o do pão, cuja modelação foi idêntica à da anteriormente descrita. Assim, o cliente demora 1, 2 ou 3 segundos a retirar uma unidade de pão da prateleira e a sua capacidade inicial (*Initial Capacity*) é de 1 (Figura 18).

Properties: Pão (Server)	
Process Logic	
Capacity Type	Fixed
Initial Capacity	1
Ranking Rule	First In First Out
Dynamic Selection ...	None
Transfer-In Time	0.0
Process Type	Specific Time
Processing Time	Random.Triangular(1, 2, 3)*ModelEntity.PegaPao
Units	Seconds
Off Shift Rule	Suspend Processing
Other Processing Options	
Buffer Logic	
Reliability Logic	
Table Row Referencing	
State Assignments	
Secondary Resources	
Financials	
Add-On Process Triggers	
Run Initialized	
Run Ending	
Entered	Repor_Pao
Before Processing	Pão_BeforeProcessing

Figura 18 - Server Pão.

Nesta estância, 50% dos clientes servem-se de pão, daí a expressão “`ModelEntity.PegaPao = Random.Discrete(0,0.5,1,1)`”, que está presente no *path* que liga os tabuleiros e o pão.

Na eventualidade de o modelo detetar que o pão tem de ser reposto, foi criado o processo “`Pão_BeforeProcessing`”, o qual contém um *Delay*. Neste processo, enquanto o pão na prateleira for maior que zero, o modelo utiliza a expressão “`PaoCaixa=PaoCaixa-ModelEntity.PegaPao`”, que significa que o número de pães na prateleira é igual ao número de pães iniciais menos o pão que o cliente retirou. Caso contrário, se o número de pães na prateleira for menor que 0, o cliente terá que esperar 1 segundo, e assim continuamente, até que o pão seja reposto (Figura 19).

Para o modelo incrementar/repor a quantidade de pão quando a *state variable* responsável por esta quantidade chega a 0, foi criado o processo “Repor_pao”. Este processo incrementa o número em 100 pães. (Figura 20).

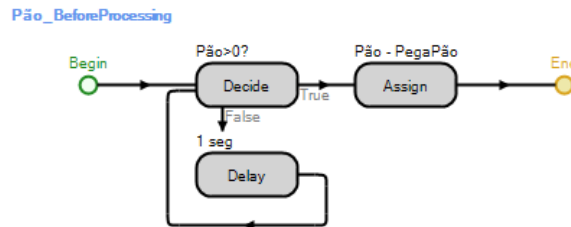


Figura 19 – Processo Pão_BeforeProcessing.

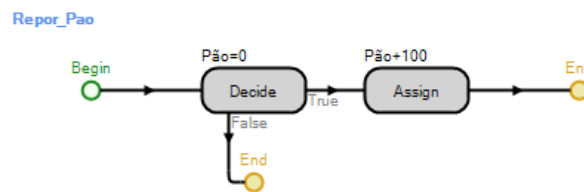


Figura 20 – Processo Repor_Pao.

- **Talheres**
- **Copos**
- **Sopa**
- **Sobremesa**
- **Fruta**
- **Salada *Self-Service***

Estas estâncias seguem exatamente o mesmo raciocínio que o anterior, variando, naturalmente, o valor das *state variables* presentes no *Model* (Tabela 5), os seus tempos de processamento (Tabela 3), bem como as suas percentagens (Tabela 4).

- **Bebida adicional**

Nesta estância, tal como nas estâncias anteriores, nota-se um decremento do número de unidades disponíveis. Contudo, não se verifica a necessidade da sua reposição, isto porque se constatou que os clientes aderem pouco a esta zona. Assim, está sempre

disponível a quantidade necessária em relação à percentagem dos clientes que optam por retirar a bebida paga. A maioria dos clientes opta apenas por retirar o copo e consumir a água gratuita que existe ao seu dispor.

→ **Prato de comida**

Nesta estância, como existem 4 pratos à escolha do cliente, o processo para decrementar a quantidade de comida do modelo é mais complexo. Através dos *Add-On Process Triggers*, foi criado o processo “PratoComida_BeforeProcessing”, que consiste em saber qual é o tipo de menu que o cliente quer (*Decide Steps*, Figura 22). Desta forma, torna-se possível: a) definir qual o seu tempo de espera (já que os tempos de preparação mediante os pratos são distintos) e b) decrementar uma unidade no número de unidades de comida existente no *Model* quando o cliente recebe o menu desejado.

Caso não haja comida nesta estação (por esta estar a ser reposta), o cliente terá de esperar 1 segundo, e assim sucessivamente, até que seja finalmente reposta.

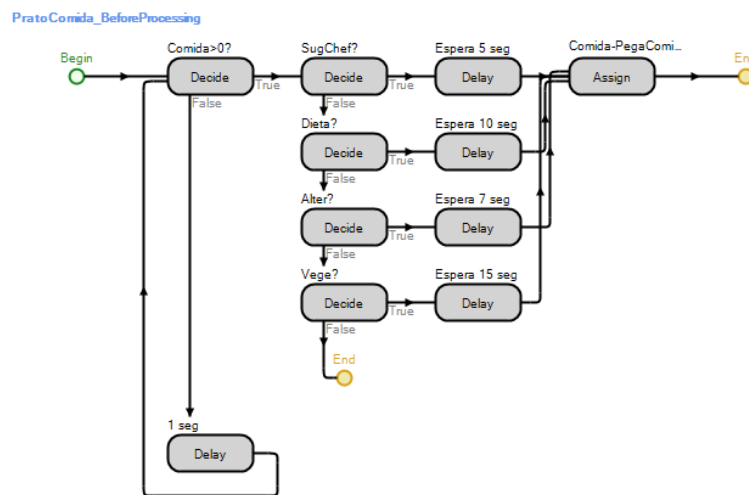


Figura 21 – Processo PratoComida_BeforeProcessing.

Properties: SugChef? (Decide Step Instance)		Properties: Dieta? (Decide Step Instance)		Properties: Alter? (Decide Step Instance)		Properties: Vege? (Decide Step Instance)	
Basic Logic		Basic Logic		Basic Logic		Basic Logic	
Decide Type	ConditionBased	Decide Type	ConditionBased	Decide Type	ConditionBased	Decide Type	ConditionBased
Condition Or Probability	MenuSugChef==0	Condition Or Probability	MenuDieta==1	Condition Or Probability	MenuAlter==2	Condition Or Probability	MenuVege==3

Figura 22 – *Decide Steps* associados ao processo PratoComida_BeforeProcessing.

- **Validação do cartão**
- **Escolher mesa para sentar**
- **Entrega do tabuleiro**

Nestas três estâncias existe uma particularidade em comum: em todas elas as respectivas unidades são decrementadas (como nas estâncias Tabuleiro, Pão, Talheres, Copos, Sopa, Sobremesa, Fruta e Salada *Self-Service*), mas logo que a entidade (*ModelEntity*) sai do *server*, esta terá de ser incrementada. A título de exemplo, na validação do cartão define-se o valor 1 para representar um lugar vago para a passagem da entidade (cliente), e altera-se esse valor para 0 enquanto a entidade está a ser processada nesse servidor (enquanto o cliente está a usufruir do serviço que essa entidade lhe proporciona). Assim que a entidade/cliente sair desta zona, esse lugar fica vago, logo volta a assumir o valor 1. Isto é realizado através da criação do processo “ValidCartões_Exited”, que é um *Add-On Process Trigger - Exited* (Figura 23).

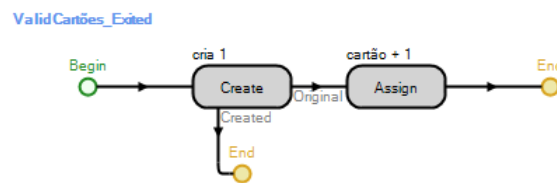


Figura 23 – Processo ValidCartões_Exited.

- **Sair**

Após entregarem o tabuleiro na zona respetiva, as entidades dirigem-se à saída da cantina, a qual é representada através de um *Sink* (Figura 24). As entidades, ao chegarem ao *sink*, são “destruídas” (saem do sistema).

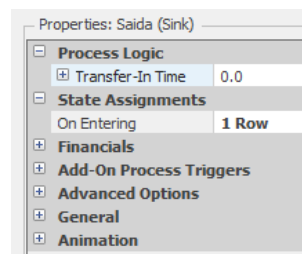


Figura 24 – Sink Saída.

Para fazer a contagem dos clientes que saíram da cantina, de forma visual, foi utilizado um *State Assignments* nas *Properties* do *Sink*, onde é incrementado o valor 1 na

state variable - Exit presente no *Model*. Essa variável *Exit* pode ser visualizada através de um *Status Label* (Figura 25).

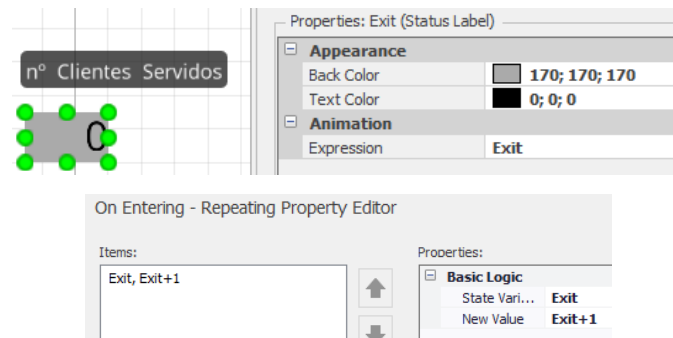


Figura 25 – *Status Label* associada à *State Variable* Exit.

É de salientar que, em todas as estâncias criadas neste modelo, foi criado o seu respectivo *Status Label*, de forma a poder visualizar as quantidades disponíveis em cada uma, ou até mesmo a sua ocupação, de que são exemplo a validação do cartão, a escolha do lugar para sentar e a devolução final dos tabuleiros.

4.2. Animação do Modelo

A animação do modelo é uma etapa fundamental da modelação. Permite dar ao simulador uma melhor correspondência com a realidade e uma melhor compreensão do funcionamento do sistema desenvolvido, quer em 2D, quer em 3D. No SIMIO, a agregação de símbolos 3D no modelo foi feita através do *website 3D Warehouse* [27].

De forma a identificar visualmente as entidades que correspondem a cada tipo de menu, foi atribuída uma imagem diferente a cada um dos valores do *ModelEntity*: o 0 corresponde aos indivíduos para o menu “Sugestão do Chefe”, o 1 aos indivíduos de “Dieta Mediterrânica”, o 2 aos do menu “Alternativo” e o 3 aos clientes que escolhem o menu “Vegetariano”. Os quatro tipos de clientes são representados por animações que vêm já disponíveis na livraria do SIMIO.

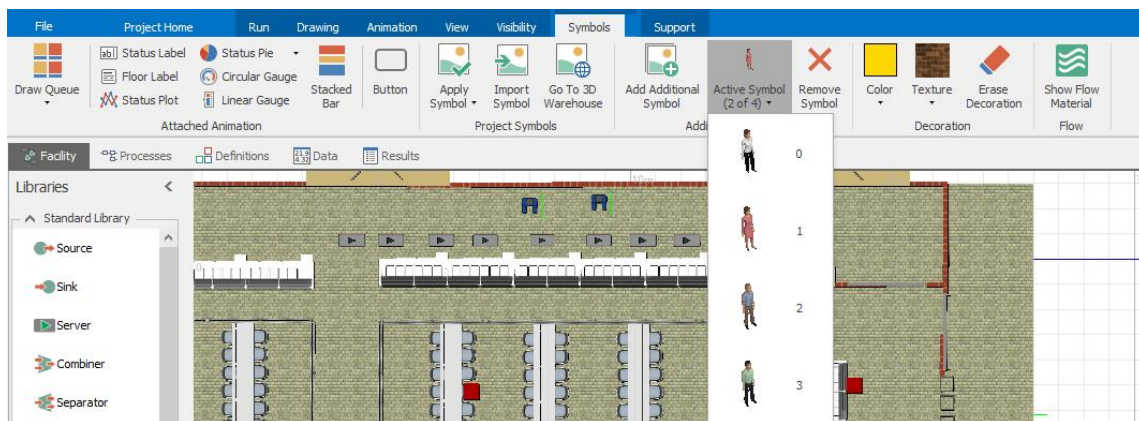


Figura 26 – Introdução de símbolos associados ao *ModelEntity*.

Através do *3D Warehouse*, adquiriram-se os restantes objetos em 3D essenciais para a familiarização e reconhecimento da Sala Grande da cantina do IPB, nomeadamente as mesas e todas as estâncias. Na Figura 27, pode-se visualizar o modelo de simulação em duas dimensões e, na Figura 28, o modelo em três dimensões.

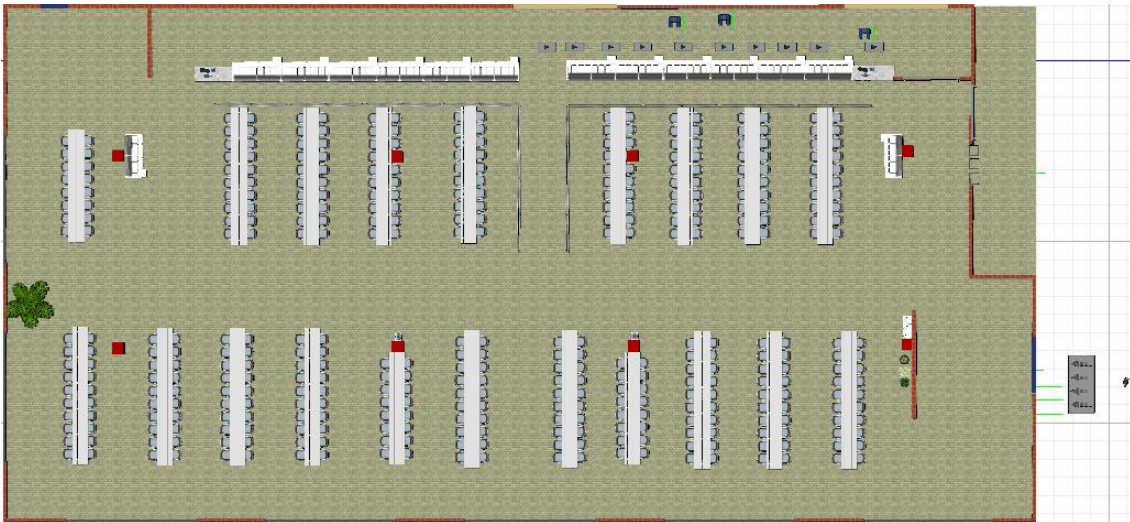


Figura 27 – Modelo de simulação em 2D.

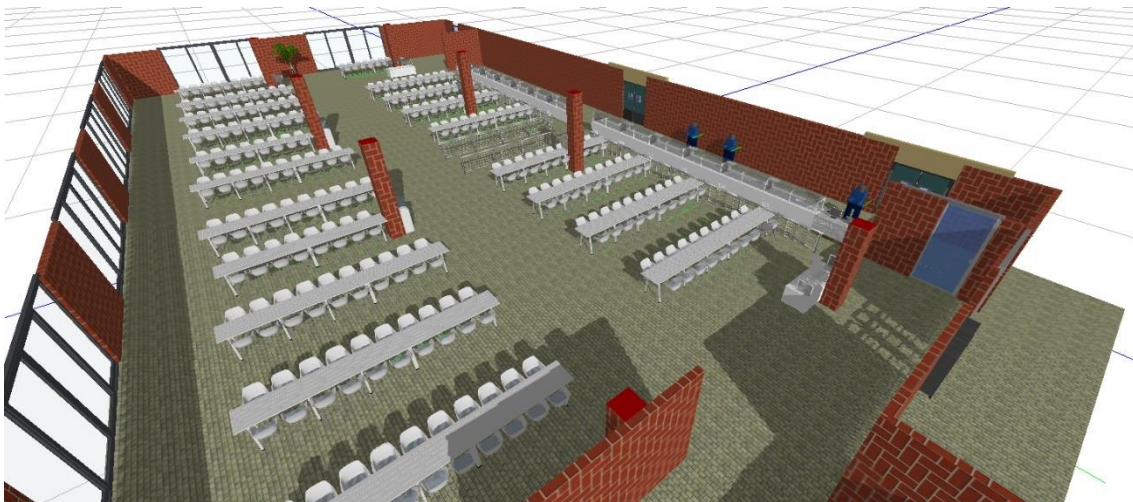


Figura 28 - Modelo de simulação em 3D.

4.3. Verificação e Validação do Modelo de Simulação

Todas as estâncias do modelo foram representadas com sucesso, bem como as dinâmicas entre si e o cliente, daí que o modelo, no que diz respeito aos *servers*, obedeceu àquilo que o modelador especificou. Contudo, o modelo operacional não funcionou corretamente na sua totalidade. Os resultados que advieram do modelo não deverão ser considerados válidos, pois parte dos dados imputados não resultam de uma observação empírica da cantina, mas sim de dados presumivelmente aproximados com a realidade (por exemplo, as tendências de afluência de clientes, de 5 em 5 minutos, durante a hora de abertura e fecho da cantina). Verificou-se que os resultados finais do modelo, devido à imputação de alguns dados fictícios, não correspondiam ao comportamento real da cantina.

O modelo construído não constitui uma representação precisa do sistema real, estando infelizmente não associada a certos conjuntos de dados estatísticos reais, devido à pandemia do SARS-CoV-2. Esta tornou o ano 2020 em atípico, logo menos válido para a prossecução de uma observação mais exaustiva. Deste modo, podemos concluir que a validação do modelo é fortemente baseada no sistema real, mas, por razões de força maior, não tem ainda o grau de fidedignidade ideal, pelo que tal fica como recomendação para a produção de trabalhos futuros.

5. Resultados da Simulação

São variados os resultados que, através da simulação, é possível obter. Obteve-se: a) a quantidade de entidades criadas e destruídas pelo modelo, b) o número máximo e médio de clientes no sistema ao mesmo tempo, c) número de entidades criadas para cada categoria de prato escolhido, d) os tempos máximo, mínimo e médio que essas entidades passam dentro da Sala Grande, bem como e) o tempo máximo e médio que as entidades passam em cada estância.

Após o desenvolvimento do modelo de simulação, e após “correr” esse modelo no SIMIO, é automaticamente gerado um relatório dos resultados no fim do período de simulação. Como referido anteriormente, neste modelo, o tempo de simulação foi definido entre as 12h00 e as 14h30, que corresponde ao tempo em que a Sala Grande está aberta durante a hora de almoço.

Nesta simulação, é possível ver, através da inserção de uma *status label* associada ao *sink* (representante da saída de clientes), o número de clientes que saíram da cantina, no valor de 522. É possível visualizá-lo na figura abaixo (Figura 29). Este valor corresponde, como se pôde constatar, a um dia relativamente movimentado.

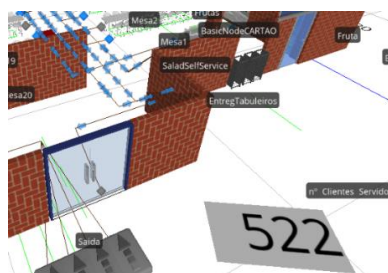


Figura 29 - *Status Label* Exit em funcionamento.

Nos resultados gerados pelo SIMIO, é possível verificar que este valor está associado ao *ModelEntity* (clientes). O “NumberDestroyed” significa o número de entidades que saíram do sistema, o qual se confirmou que correspondia ao mesmo valor do *status label*, 522.

Por outro lado, temos o “NumberCreated”, que diz respeito ao número de entidades criadas no sistema (Figura 30), isto é, o número de clientes que “entram” no modelo. De acordo com os *outputs* do SIMIO, pôde-se constatar que $104,2049 \approx 104$ é o número médio de clientes no sistema. O número máximo de clientes no sistema em simultâneo foi de 202 (Figura 31).

ModelEntity	DefaultEntity	[Population]	Throughput	NumberDestroyed	Total	522,0000
				NumberCreated	Total	522,0000

Figura 30 – Número de clientes destruídos e criados.

ModelEntity	DefaultEntity	[Population]	Content	NumberInSystem	Maximum	202,0000
					Average	104,2049

Figura 31 – Número máximo e média de clientes no sistema.

Como foi já referido várias vezes, a Sala Grande oferece quatro pratos à escolha. É possível constatar, na Figura 32, o número de cada tipo de cliente que entrou e saiu da sala.

Source	ClientAlter	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	99,0000
				NumberExited	Total	99,0000
	ClientDieta	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	159,0000
				NumberExited	Total	159,0000
	ClientSugChef	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	224,0000
				NumberExited	Total	224,0000
	ClientVege	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	40,0000
				NumberExited	Total	40,0000

Figura 32 – Número de entidades associadas a cada tipo de prato.

Quanto ao tempo que passam no sistema, as entidades têm uma média de 29,9439 minutos, um máximo de 50,5035 minutos, e um mínimo de 17,9147 minutos a executar todas as etapas até finalizar o seu percurso na cantina (Figura 33). Tal pode ser confirmado através de um *status label* criado na *Facility* (Figura 34).

ModelEntity	DefaultEntity	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Observations	522,0000
					Minimum (Minutes)	17,9147
					Maximum (Minutes)	50,5035
					Average (Minutes)	29,9439

Figura 33 – Média, máximo e mínimo de tempo que os clientes demoram na Sala Grande.

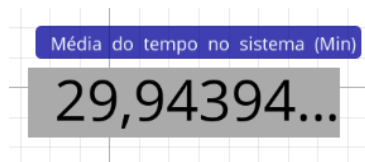


Figura 34 – Status label - média do tempo no sistema.

A média e o máximo de tempo, em segundos, do “TimeInStation” associado ao “HoldingTime”, em cada servidor/estância, pode ser visualizado na figura abaixo (Figura 35). Por exemplo, na estância dos copos, o máximo de tempo que o cliente demorou foi de 14,2538 segundos.

Server	BebidaAdici	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	Maximum (Seconds)
					Average (Seconds)	0,7546
					Maximum (Seconds)	4,2141
	Copos	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	9,0631
					Maximum (Seconds)	14,2538
	EntregTabuleiros	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	18,7072
					Maximum (Seconds)	29,8741
	Frutas	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	1,3391
					Maximum (Seconds)	4,2756
	Pão	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	8,8222
					Maximum (Seconds)	14,2526
	PratoComida	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	11,0137
					Maximum (Seconds)	14,2526
	SaladSelfService	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	16,1285
					Maximum (Seconds)	24,8459
	Sobremesas	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	2,0532
					Maximum (Seconds)	4,2448
	Sopas	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	9,5621
					Maximum (Seconds)	14,2526
	Tabuleiros	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	8,9617
					Maximum (Seconds)	14,2526
	Talheres	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	9,0879
					Maximum (Seconds)	14,2538
	ValidCartões	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Seconds)	2,2618
					Maximum (Seconds)	3,2400

Figura 35 – Tempo, em segundos, do *HoldingTime* das estâncias.

Analisando o “TimeInStation” de uma mesa, os tempos médios rondam os 20 a 22 minutos, como por exemplo, na mesa 9, em que esse tempo é de 22,1439 minutos (Figura 36).

Server	Mesa9	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average (Minutes)	Maximum (Minutes)
					22,1439	26,9909
					16,1949	

Figura 36 – Média, máximo e mínimo de tempo na mesa 9.

Posto isto, através da expressão, *DefaultEntity.Population.NumberInSystem*, presente no SIMIO, foi possível criar um gráfico com a afluência das entidades durante a hora de abertura da Sala Grande (Figura 37).

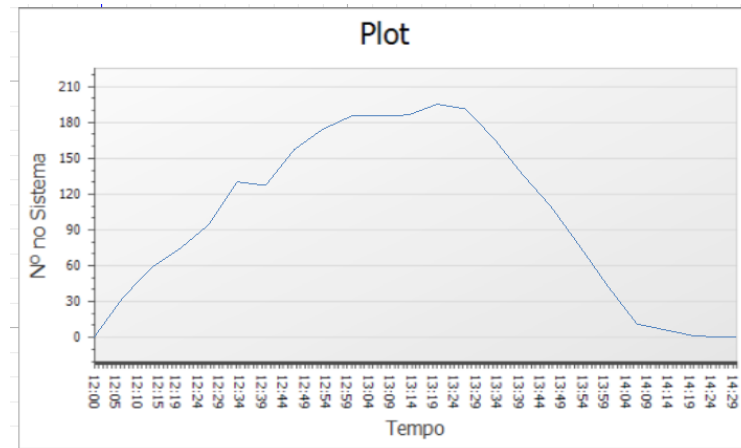


Figura 37 – Afluência das entidades.

6. Conclusão

Foi possível modelar, de modo a representar da forma o mais real possível, todas as etapas do processo de atendimento ao cliente na Sala Grande da Cantina do IPB (*Campus* de Santa Apolónia), utilizando o *software* de simulação. Não obstante, os resultados obtidos na simulação não poderão servir para tomar decisões fiáveis, pois os dados reais não foram, na sua totalidade, recolhidos.

O maior obstáculo que se impôs foi o tempo despendido com a familiarização relativa à ferramenta de simulação. A aplicação dos conhecimentos acerca do *software* para modelar a situação real provou-se, assim, demorada. Por sua vez, a maior limitação foi a impossibilidade de recolher *in loco* dados reais, os quais seriam indispensáveis para tornar o modelo válido.

A presente análise, segundo o conhecimento da autora, constitui a primeira vez em que foi realizado um estudo de simulação a uma cantina do IPB. Para além disso, o *software* utilizado (SIMIO) é ainda pouco comum neste tipo de análises a sistemas de restauração em meios académicos, daí o carácter inovador da investigação. Tal é importante pois, em especial no setor da restauração, existem inúmeros processos que podem ser tornados mais eficientes e apresentar melhor desempenho, fazendo reduzir a espera dos clientes e, conseqüentemente, aumentando a sua satisfação e consumo. Esta cantina do IPB não fugirá, certamente, à regra.

6.1. Trabalhos Futuros e Recomendações

Para dar continuidade ao desenvolvimento deste projeto, recomenda-se vivamente, tal como referido no capítulo 4.3, recolher os dados reais da cantina que foram criados para este modelo, no sentido de validar e verificar que o modelo corresponde ao funcionamento real da cantina. Apenas deste modo se conseguirá um trabalho de previsão mais válido. Conseguir-se-á obter *outputs* válidos quando se aplicar o modelo a situações hipotéticas diferentes. Só assim se conseguiria um maior sucesso no processo de tomada de decisão.

De uma forma geral, e tendo por base os resultados da simulação, existem algumas alterações que poderiam ser aplicadas ao funcionamento da cantina. Dá-se especial ênfase às horas em que se verifica um pico na afluência dos clientes (das 13h12 às 13h30, sensivelmente), até porque, como já referido, a investigação se debruça num dia em que o número de clientes é considerável.

Para fazer face a esse período de maior afluência, recomenda-se a incrementação do número de funcionários da cantina, em especial na zona de entrega do prato principal. Como foi possível observar na simulação, os pratos de menor procura representam um *delay* na fila, já que, por vezes, têm de ser empratados à parte, o que requer mais tempo ao funcionário que serve, e aumentando o tempo de espera. Ao aumentar o número de funcionários que assegurasse a disponibilidade de pelo menos um prato de cada tipo (associada à execução do método *Kanban*), o ato de servir os pratos seria muito mais eficaz. Reduzir-se-ia drasticamente a probabilidade de esta estância de tornar um *bottleneck*.

Para além disso, recomendar-se-ia modelar a leitura prévia do prato escolhido pelo cliente, através da utilização do seu cartão de aluno, numa estância (a criar) antes da retirada dos tabuleiros. Isto teria como objetivo fazer com que o funcionário que serve os pratos, ao observar um ecrã conectado a essa estância inicial, pudesse, de uma forma mais rápida, começar a preparar os tipos de prato que demoram mais tempo a empratar, em especial o Vegetariano. No final da fila, a estância que corresponde à inspeção do prato escolhido pelo cliente, manter-se-ia.

Sugere-se ainda simular, com elevado grau de pormenorização, a zona de entrega final dos tabuleiros. Esta zona, em certos momentos de maior afluência, fica lotada, o que por

vezes cria uma fila secundária, tornando-se o número de pessoas da cantina escusadamente elevado. Recomenda-se, assim, o aumento da frequência com que os funcionários libertam as prateleiras, ou até mesmo aumentar o número de prateleiras.

Referências Bibliográficas

- [1] C. H. Schons e G. V. Rados, “A importância da gestão de filas na prestação de serviços: um estudo na BU/UFSC,” *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, vol. 6, nº 2, pp. 116-135, 01-06 2009.
- [2] M. Allen, A. Gibson, J. Matthews, A. Allwood, S. Prosser e M. Pitt, “Right cot, right place, right time: improving the design and organisation of neonatal care networks – a computer simulation study,” *Health Services and Delivery Research*, vol. 3, nº 20, pp. 1-128, 05 2015.
- [3] S. A. Curin, J. S. Vosko, E. W. Chan e O. Tsimhoni, “Reducing service time at a busy fast food restaurant on campus,” *2005 Winter Simulation Conference*, pp. 2628-2635, 04 12 2005.
- [4] J. F. Pérez e G. Riaño, “Análisis de colas para el diseño de una cafetería mediante simulación de eventos discretos,” *Revista de Ingeniería (Universidad de los Andes)*, pp. 12-21, 20 04 2007.
- [5] R. M. Thiesing e C. D. Pegden, “Introduction to Simio,” *2013 Winter Simulation Conference*, pp. 4052-4061, 08-11 12 2013.
- [6] T. E. o. E. Britannica, “Computer Simulation,” 27 04 2017. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/technology/computer-simulation>. [Acedido em 27 02 2020].
- [7] J. Banks, J. S. C. II, B. L. Nelson e D. M. Nicol, *Discrete-Event System Simulation*, 5ª ed., Upper Saddle River, New Jersey, USA: Pearson, 2004.
- [8] J. Banks, “Introduction to simulation,” *1999 Winter Simulation Conference*, pp. 7-13, 05-08 12 1999.

- [9] A. P. Aragão, “Modelagem e simulação computacional de processos produtivos: o caso da cerâmica vermelha de Campos dos Goytacazes, RJ,” Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes - RJ, 05 2011.
- [10] D. Goldsman, R. E. Nance e J. R. Wilson, “A brief history of simulation revisited,” *2010 Winter Simulation Conference*, pp. 567-574, 05-08 12 2010.
- [11] C. A. B. d. O. Salgado, “O método de simulação de Monte Carlo na análise e incorporação de risco no valor de projetos,” Relatório de Estágio, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra , Coimbra, 2018.
- [12] L. Peralta, *Introdução aos métodos de simulação Monte Carlo no transporte de radiação*, Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2010.
- [13] M. d. O. Gavira, “Simulação computacional como uma ferramenta de aquisição de conhecimento,” Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- [14] D. Mourtzis, M. Doukas e D. Bernidaki, “Simulation in manufacturing: review and challenges,” *8th International Conference on Digital Enterprise Technology - DET 2014*, pp. 213-229, 25-28 03 2014.
- [15] A. F. d. O. Paiva, “Geração automática de modelos de simulação de uma linha de produção na indústria têxtil,” Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, 2005.
- [16] D. Wood, “Simulations: Definition & Uses,” Study.com, 09 09 2015. [Online]. Available: <https://study.com/academy/lesson/simulations-definition-uses.html>. [Acedido em 07 03 2020].
- [17] P. S. Silva, A. Trigo, J. Varajão e J. Pinto, “Simulation – concepts and applications,” *Organizational, Business, and Technological Aspects of the Knowledge Society - Third World Summit on the Knowledge Society. Proceedings, Part II*, pp. 429-434, 22-24 09 2010.
- [18] P. Sloom, “1 Introduction to Simulation and Modeling,” 2003. [Online]. Available: https://artemis.wszib.edu.pl/~sloom/1_2.html. [Acedido em 23 03 2020].
- [19] A. M. Law e W. D. Kelton, *Simulation Modeling & Analysis (Second Edition)*, New York: McGraw-Hill, 1991.
- [20] D. G. Ducard, *Modeling and Analysis of Dynamic Systems*, ETH Zurich, Switzerland: Institute for Dynamic Systems and Control, 2017.

- [21] F. Nogueira, *Simulação a Eventos Discretos*, Juiz de Fora - Brasil: Universidade Federal de Juiz de Fora.
- [22] R. E. Shannon, "Introduction to the art and science of simulation," *1998 Winter Simulation Conference*, pp. 7-14, 13-16 12 1998.
- [23] L. M. S. Dias, A. A. C. Vieira, G. A. B. Pereira e J. A. Oliveira, "Discrete simulation software ranking - a top list of the worldwide most popular and used tools," *2016 Winter Simulation Conference*, pp. 1060-1071, 11-14 12 2016.
- [24] Capterra, "Arena by Rockwell Automation," [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/144460/Arena/>. [Acedido em 27 04 2020].
- [25] R. M. Thiesing e C. D. Pegden, "Introduction to Simio," *2015 Winter Simulation Conference*, pp. 4090-4099, 06-09 12 2015.
- [26] C. D. Pegden, "Simio: a new simulation system based on intelligent objects," *2007 Winter Simulation Conference*, pp. 2293-2300, 09-12 12 2007.
- [27] "3D Warehouse," [Online]. Available: <https://3dwarehouse.sketchup.com/>. [Acedido em 26 09 2020].
- [28] S. LLC, "About Simio LLC," [Online]. Available: https://www.simio.com/resources/news/simio-llc-partners-with-systems-navigator.php?fbclid=IwAR1F6FJzWEHXMxO_9bN3X0imQS-uuJG5MXF0SsA1fuCqeeNsfWoyCFDWZZo. [Acedido em 18 06 2020].
- [29] C. D. Pegden e D. T. Sturrock, *Rapid modeling solutions: Introduction to simulation and Simio*, Sewickley, Pennsylvania, USA: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013.
- [30] A. G. Villoria e A. A. Juan, *Introducción a Simio: Módulo 1 (with slides in English)*, Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, 2013.
- [31] A. F. Pinto, "Modelagem e simulação de eventos discretos de uma linha de produção de insumos para diagnósticos," *Dissertação de Mestrado*, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.
- [32] L. Green, "Queueing theory and modeling," em *Handbook of Healthcare Delivery Systems*, 1ª ed., Boca Raton, Florida, USA, CRC Press, 13/12/2010, pp. 01-16 (Cap.16).
- [33] J. P. Pinto, *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços*, Lisboa: LIDEL, 2006, pp. 247-285.

- [34] J. F. Shortle, J. M. Thompson, D. Gross e C. M. Harris, *Fundamentals of Queuing Theory*, Hoboken, New Jersey, USA: Wiley, 2018, pp. 04-06.
- [35] A. W. M. Garay, *Uma introdução à Teoria das Filas*, Campinas - Brasil: Universidade Estadual de Campinas, 2012.
- [36] M. A. S. Casquilho, *Queueing systems*, Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2015.
- [37] M. L. G. M. B. S. A. B. Francieli de Fátima de Oliveira, “Análise de teoria das filas: sistema de filas de um serviço de pronto atendimento,” pp. 37-46, 16 08 2017.
- [38] E. & A. W. & G. M. & S. J. & L. H. Cohen, “Teoria de filas aplicada na solução de transportes,” 2018.
- [39] G. Lopes , “Mensageiro de Bragança,” 12 09 2019. [Online]. Available: <https://www.mdb.pt/index.php/noticia/ipb-atinge-os-8500-alunos-num-distrito-em-que-seis-concelhos-tem-menos-habitantes>. [Acedido em 20 04 2020].
- [40] IPB, “Instituto Politécnico de Bragança,” [Online]. Available: <http://portal3.ipb.pt/index.php/pt/ipb/quem-somos/ipb>. [Acedido em 01 04 2020].
- [41] H. Martins, “MEMÓRIAS...e outras coisas...,” 24 01 2018. [Online]. Available: <https://5l-henrique.blogspot.com/2018/01/instituto-politecnico-de-braganca-ipb.html>. [Acedido em 01 04 2020].
- [42] IPB, “Instituto Politécnico de Bragança,” [Online]. Available: <http://portal3.ipb.pt/index.php/pt/ipb/quem-somos/contactos-e-localizacao/campus-braganca>. [Acedido em 01 04 2020].
- [43] IPB, “Instituto Politécnico de Bragança,” [Online]. Available: <http://portal3.ipb.pt/index.php/pt/ipb/quem-somos/contactos-e-localizacao/campus-mirandela>. [Acedido em 01 04 2020].
- [44] IPB, “Instituto Politécnico de Bragança - Serviços de Ação Social,” [Online]. Available: http://portal.ipb.pt/portal/page?_pageid=415,197760&_dad=portal&_schema=PORTAL. [Acedido em 01 04 2020].

Anexos

Dados cedidos:

Janeiro 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Ter		
2	Qua		
3	Qui	Suj. do Chef	31
		Pto. Alternat.	26
		Dieta Mediter.	29
		Vegetariano	8
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	114
4	Sex	Suj. do Chef	89
		Pto. Alternat.	8
		Dieta Mediter.	25
		Vegetariano	7
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	15
		Total Alm.	144
5	Sáb	Suj. do Chef	76
		Pto. Alternat.	17
		Dieta Mediter.	33
		Vegetariano	5
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	136
6	Dom		
7	Seg	Suj. do Chef	403
		Pto. Alternat.	2
		Dieta Mediter.	53
		Vegetariano	13
		Manu/Grupos	11

		Colaboradores	20
		Total Alm.	502
8	Ter	Suj. do Chef	195
		Pto. Alternat.	12
		Dieta Mediter.	334
		Vegetariano	5
		Manu/Grupos	8
		Colaboradores	20
		Total Alm.	574
9	Qua	Suj. do Chef	530
		Pto. Alternat.	44
		Dieta Mediter.	73
		Vegetariano	19
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	686
10	Qui	Suj. do Chef	243
		Pto. Alternat.	35
		Dieta Mediter.	287
		Vegetariano	19
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	604
11	Sex	Suj. do Chef	286
		Pto. Alternat.	41
		Dieta Mediter.	134
		Vegetariano	8
		Manu/Grupos	68
		Colaboradores	20
		Total Alm.	557
12	Sáb	Suj. do Chef	157
		Pto. Alternat.	55
		Dieta Mediter.	31
		Vegetariano	16
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	264
13	Dom		
14	Seg	Suj. do Chef	91
		Pto. Alternat.	74
		Dieta Mediter.	271
		Vegetariano	8
		Manu/Grupos	16
		Colaboradores	20
		Total Alm.	480
15	Ter	Suj. do Chef	328
		Pto. Alternat.	30
		Dieta Mediter.	127
		Vegetariano	14
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20

		Total Alm.	519
16	Qua	Suj. do Chef	481
		Pto. Alternat.	55
		Dieta Mediter.	21
		Vegetariano	10
		Manu/Grupos	1
		Colaboradores	20
		Total Alm.	588
17	Qui	Suj. do Chef	239
		Pto. Alternat.	193
		Dieta Mediter.	47
		Vegetariano	28
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	527
18	Sex	Suj. do Chef	353
		Pto. Alternat.	29
		Dieta Mediter.	32
		Vegetariano	19
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	453
19	Sáb	Suj. do Chef	120
		Pto. Alternat.	115
		Dieta Mediter.	17
		Vegetariano	10
		Manu/Grupos	20
		Colaboradores	5
		Total Alm.	287
20	Dom		
21	Seg	Suj. do Chef	266
		Pto. Alternat.	129
		Dieta Mediter.	73
		Vegetariano	13
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	501
22	Ter	Suj. do Chef	217
		Pto. Alternat.	199
		Dieta Mediter.	52
		Vegetariano	22
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	510
23	Qua	Suj. do Chef	395
		Pto. Alternat.	15
		Dieta Mediter.	113
		Vegetariano	18
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	561

24	Qui	Suj. do Chef	350
		Pto. Alternat.	94
		Dieta Mediter.	22
		Vegetariano	15
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	501
25	Sex	Suj. do Chef	374
		Pto. Alternat.	0
		Dieta Mediter.	0
		Vegetariano	0
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	394
26	Sáb	Suj. do Chef	220
		Pto. Alternat.	9
		Dieta Mediter.	17
		Vegetariano	7
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	258
27	Dom		
28	Seg	Suj. do Chef	183
		Pto. Alternat.	123
		Dieta Mediter.	44
		Vegetariano	9
		Manu/Grupos	4
		Colaboradores	20
		Total Alm.	383
29	Ter	Suj. do Chef	349
		Pto. Alternat.	11
		Dieta Mediter.	50
		Vegetariano	30
		Manu/Grupos	17
		Colaboradores	24
		Total Alm.	481
30	Qua	Suj. do Chef	355
		Pto. Alternat.	39
		Dieta Mediter.	31
		Vegetariano	8
		Manu/Grupos	3
		Colaboradores	20
		Total Alm.	456
31	Qui	Suj. do Chef	189
		Pto. Alternat.	56
		Dieta Mediter.	153
		Vegetariano	5
		Manu/Grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	421

Fevereiro 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Sex	Suj. do Chef	130
		Pto. Alternat.	141
		Dieta Mediter.	26
		Vegetariano	7
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	324
2	Sáb	Suj. do Chef	129
		Pto. Alternat.	18
		Dieta Mediter.	48
		Vegetariano	7
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	207
3	Dom		
4	Seg	Suj. do Chef	110
		Pto. Alternat.	24
		Dieta Mediter.	121
		Vegetariano	7
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	282
5	Ter	Suj. do Chef	169
		Pto. Alternat.	63
		Dieta Mediter.	89
		Vegetariano	7
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	348
6	Qua	Suj. do Chef	211
		Pto. Alternat.	53
		Dieta Mediter.	52
		Vegetariano	6
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	340
7	Qui	Suj. do Chef	185
		Pto. Alternat.	61
		Dieta Mediter.	35
		Vegetariano	10
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	311
8	Sex	Suj. do Chef	133
		Pto. Alternat.	74
		Dieta Mediter.	14
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	0

		Colaboradores	20
		Total Alm.	270
9	Sáb	Suj. do Chef	66
		Pto. Alternat.	38
		Dieta Mediter.	12
		Vegetariano	25
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	146
10	Dom		
11	Seg	Suj. do Chef	60
		Pto. Alternat.	22
		Dieta Mediter.	173
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	291
12	Ter	Suj. do Chef	130
		Pto. Alternat.	96
		Dieta Mediter.	35
		Vegetariano	3
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	10
		Total Alm.	274
13	Qua	Suj. do Chef	244
		Pto. Alternat.	29
		Dieta Mediter.	21
		Vegetariano	12
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	326
14	Qui	Suj. do Chef	229
		Pto. Alternat.	13
		Dieta Mediter.	23
		Vegetariano	22
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	307
15	Sex	Suj. do Chef	51
		Pto. Alternat.	73
		Dieta Mediter.	121
		Vegetariano	7
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	272
16	Sáb	Suj. do Chef	181
		Pto. Alternat.	8
		Dieta Mediter.	4
		Vegetariano	5
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5

		Total Alm.	203
17	Dom		
18	Seg	Suj. do Chef	242
		Pto. Alternat.	103
		Dieta Mediter.	69
		Vegetariano	24
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	458
19	Ter	Suj. do Chef	229
		Pto. Alternat.	29
		Dieta Mediter.	220
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	514
20	Qua	Suj. do Chef	433
		Pto. Alternat.	85
		Dieta Mediter.	27
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	584
21	Qui	Suj. do Chef	256
		Pto. Alternat.	22
		Dieta Mediter.	311
		Vegetariano	13
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	622
22	Sex	Suj. do Chef	342
		Pto. Alternat.	54
		Dieta Mediter.	49
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	494
23	Sáb	Suj. do Chef	185
		Pto. Alternat.	8
		Dieta Mediter.	89
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	303
24	Dom		
25	Seg	Suj. do Chef	358
		Pto. Alternat.	138
		Dieta Mediter.	49
		Vegetariano	57
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20

		Total Alm.	622
26	Ter	Suj. do Chef	576
		Pto. Alternat.	76
		Dieta Mediter.	28
		Vegetariano	21
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	721
27	Qua	Suj. do Chef	485
		Pto. Alternat.	25
		Dieta Mediter.	131
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	690
28	Qui	Suj. do Chef	406
		Pto. Alternat.	224
		Dieta Mediter.	40
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	719

Março 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Sex	Suj. do Chef	418
		Dieta Mediter.	46
		Pto. Alternativo	66
		Vegetariano	20
		Manuais/grupos	
		Colaboradores	20
		Total Alm.	570
2	Sáb	Suj. do Chef	103
		Dieta Mediter.	41
		Pto. Alternativo	111
		Vegetariano	27
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	287
3	Dom		
4	Seg	Suj. do Chef	244
		Dieta Mediter.	37
		Pto. Alternativo	157
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	487
5	Ter	Suj. do Chef	201
		Dieta Mediter.	62
		Pto. Alternativo	36
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	323
6	Qua	Suj. do Chef	453
		Dieta Mediter.	165
		Pto. Alternativo	40
		Vegetariano	31
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	709
7	Qui	Suj. do Chef	496
		Dieta Mediter.	79
		Pto. Alternativo	86
		Vegetariano	33
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	712
8	Sex	Suj. do Chef	320
		Dieta Mediter.	99
		Pto. Alternativo	96
		Vegetariano	24
		Manuais/grupos	0

		Colaboradores	19
		Total Alm.	558
9	Sáb	Suj. do Chef	71
		Dieta Mediter.	138
		Pto. Alternativo	62
		Vegetariano	13
		Manuais/grupos	110
		Colaboradores	7
		Total Alm.	401
10	Dom		
11	Seg	Suj. do Chef	293
		Dieta Mediter.	80
		Pto. Alternativo	217
		Vegetariano	23
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	633
12	Ter	Suj. do Chef	524
		Dieta Mediter.	44
		Pto. Alternativo	137
		Vegetariano	23
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	748
13	Qua	Suj. do Chef	677
		Dieta Mediter.	33
		Pto. Alternativo	22
		Vegetariano	26
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	778
14	Qui	Suj. do Chef	483
		Dieta Mediter.	104
		Pto. Alternativo	53
		Vegetariano	23
		Manuais/grupos	108
		Colaboradores	20
		Total Alm.	791
15	Sex	Suj. do Chef	278
		Dieta Mediter.	52
		Pto. Alternativo	161
		Vegetariano	37
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	548
16	Sáb	Suj. do Chef	164
		Dieta Mediter.	24
		Pto. Alternativo	80
		Vegetariano	12
		Manuais/grupos	60
		Colaboradores	5

		Total Alm.	345
17	Dom		
18	Seg	Suj. do Chef	263
		Dieta Mediter.	61
		Pto. Alternativo	232
		Vegetariano	37
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	613
19	Ter	Suj. do Chef	345
		Dieta Mediter.	254
		Pto. Alternativo	95
		Vegetariano	25
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	739
20	Qua	Suj. do Chef	514
		Dieta Mediter.	90
		Pto. Alternativo	77
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	717
21	Qui	Suj. do Chef	356
		Dieta Mediter.	71
		Pto. Alternativo	42
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	9
		Colaboradores	20
		Total Alm.	514
22	Sex	Suj. do Chef	297
		Dieta Mediter.	158
		Pto. Alternativo	44
		Vegetariano	11
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	530
23	Sáb	Suj. do Chef	105
		Dieta Mediter.	19
		Pto. Alternativo	93
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	236
24	Dom		
25	Seg	Suj. do Chef	112
		Dieta Mediter.	232
		Pto. Alternativo	232
		Vegetariano	21
		Manuais/grupos	0

		Colaboradores	20
		Total Alm.	617
26	Ter	Suj. do Chef	389
		Dieta Mediter.	78
		Pto. Alternativo	171
		Vegetariano	10
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	21
		Total Alm.	669
27	Qua	Suj. do Chef	580
		Dieta Mediter.	72
		Pto. Alternativo	67
		Vegetariano	32
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	22
		Total Alm.	773
28	Qui	Suj. do Chef	487
		Dieta Mediter.	78
		Pto. Alternativo	42
		Vegetariano	18
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	21
		Total Alm.	646
29	Sex	Suj. do Chef	123
		Dieta Mediter.	162
		Pto. Alternativo	138
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	462
30	Sáb	Suj. do Chef	148
		Dieta Mediter.	27
		Pto. Alternativo	112
		Vegetariano	13
		Manuais/grupos	33
		Colaboradores	5
		Total Alm.	338
31	Dom		

Abril 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Seg	Suj. do Chef	216
		Dieta Mediter.	86
		Pto. Alternativo	147
		Vegetariano	13
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	482
2	Ter	Suj. do Chef	449
		Dieta Mediter.	122
		Pto. Alternativo	39
		Vegetariano	27
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	657
3	Qua	Suj. do Chef	323
		Dieta Mediter.	238
		Pto. Alternativo	16
		Vegetariano	26
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	623
4	Qui	Suj. do Chef	497
		Dieta Mediter.	90
		Pto. Alternativo	44
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	670
5	Sex	Suj. do Chef	289
		Dieta Mediter.	36
		Pto. Alternativo	169
		Vegetariano	12
		Manuais/grupos	128
		Colaboradores	20
		Total Alm.	654
6	Sáb	Suj. do Chef	128
		Dieta Mediter.	79
		Pto. Alternativo	44
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	52
		Colaboradores	6
		Total Alm.	325
7	Dom		
8	Seg	Suj. do Chef	389
		Dieta Mediter.	38
		Pto. Alternativo	112
		Vegetariano	15

		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	22
		Total Alm.	576
9	Ter	Suj. do Chef	287
		Dieta Mediter.	235
		Pto. Alternativo	83
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	21
		Total Alm.	640
10	Qua	Suj. do Chef	512
		Dieta Mediter.	60
		Pto. Alternativo	102
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	1
		Colaboradores	20
		Total Alm.	724
11	Qui	Suj. do Chef	463
		Dieta Mediter.	56
		Pto. Alternativo	27
		Vegetariano	20
		Manuais/grupos	246
		Colaboradores	22
		Total Alm.	834
12	Sex	Suj. do Chef	258
		Dieta Mediter.	41
		Pto. Alternativo	112
		Vegetariano	40
		Manuais/grupos	135
		Colaboradores	20
		Total Alm.	606
13	Sáb	Suj. do Chef	203
		Dieta Mediter.	14
		Pto. Alternativo	17
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	51
		Colaboradores	6
		Total Alm.	307
14	Dom		
15	Seg	Suj. do Chef	
		Dieta Mediter.	
		Pto. Alternativo	
		Vegetariano	
		Manuais/grupos	
		Colaboradores	
Total Alm.	0		
16	Ter	Suj. do Chef	
		Dieta Mediter.	
		Pto. Alternativo	
		Vegetariano	

		Manuais/grupos	
		Colaboradores	
		Total Alm.	0
17	Qua	Suj. do Chef	
		Dieta Mediter.	
		Pto. Alternativo	
		Vegetariano	
		Manuais/grupos	
		Colaboradores	
		Total Alm.	0
18	Qui	Suj. do Chef	
		Dieta Mediter.	
		Pto. Alternativo	
		Vegetariano	
		Manuais/grupos	
		Colaboradores	
		Total Alm.	0
19	Sex	Suj. do Chef	
		Dieta Mediter.	
		Pto. Alternativo	
		Vegetariano	
		Manuais/grupos	
		Colaboradores	
Total Alm.	0		
20	Sáb	Suj. do Chef	
		Dieta Mediter.	
		Pto. Alternativo	
		Vegetariano	
		Manuais/grupos	
		Colaboradores	
Total Alm.	0		
21	Dom		
22	Seg	Suj. do Chef	
		Dieta Mediter.	
		Pto. Alternativo	
		Vegetariano	
		Manuais/grupos	
		Colaboradores	
Total Alm.	0		
23	Ter	Suj. do Chef	232
		Dieta Mediter.	172
		Pto. Alternativo	101
		Vegetariano	13
		Manuais/grupos	12
		Colaboradores	18
		Total Alm.	548
24	Qua	Suj. do Chef	410
		Dieta Mediter.	36
		Pto. Alternativo	56
		Vegetariano	21

		Manuais/grupos	51
		Colaboradores	20
		Total Alm.	594
25	Qui	Suj. do Chef	234
		Dieta Mediter.	29
		Pto. Alternativo	16
		Vegetariano	11
		Manuais/grupos	15
		Colaboradores	6
		Total Alm.	311
26	Sex	Suj. do Chef	296
		Dieta Mediter.	21
		Pto. Alternativo	55
		Vegetariano	32
		Manuais/grupos	23
		Colaboradores	20
		Total Alm.	447
27	Sáb	Suj. do Chef	112
		Dieta Mediter.	99
		Pto. Alternativo	33
		Vegetariano	26
		Manuais/grupos	5
		Colaboradores	19
Total Alm.	294		
28	Dom		
29	Seg	Suj. do Chef	347
		Dieta Mediter.	70
		Pto. Alternativo	5
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	7
		Colaboradores	20
Total Alm.	463		
30	Ter	Suj. do Chef	288
		Dieta Mediter.	220
		Pto. Alternativo	8
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	310
		Colaboradores	20
Total Alm.	860		

Maio 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Qua		
2	Qui	Suj. do Chef	453
		Dieta Mediter.	57
		Pto. Alternativo	97
		Vegetariano	13
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	640
3	Sex	Suj. do Chef	255
		Dieta Mediter.	145
		Pto. Alternativo	35
		Vegetariano	22
		Manuais/grupos	9
		Colaboradores	20
		Total Alm.	486
4	Sáb	Suj. do Chef	256
		Dieta Mediter.	12
		Pto. Alternativo	30
		Vegetariano	8
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	7
		Total Alm.	315
5	Dom		
6	Seg	Suj. do Chef	399
		Dieta Mediter.	26
		Pto. Alternativo	48
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	522
7	Ter	Suj. do Chef	197
		Dieta Mediter.	337
		Pto. Alternativo	11
		Vegetariano	30
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	19
		Total Alm.	594
8	Qua	Suj. do Chef	524
		Dieta Mediter.	64
		Pto. Alternativo	24
		Vegetariano	25
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	19
		Total Alm.	656
9	Qui	Suj. do Chef	422
		Dieta Mediter.	143
		Pto. Alternativo	18
		Vegetariano	15

		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	616
10	Sex	Suj. do Chef	276
		Dieta Mediter.	15
		Pto. Alternativo	137
		Vegetariano	15
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	19
		Total Alm.	462
11	Sáb	Suj. do Chef	170
		Dieta Mediter.	92
		Pto. Alternativo	4
		Vegetariano	10
		Manuais/grupos	110
		Colaboradores	7
		Total Alm.	393
12	Dom		
13	Seg	Suj. do Chef	260
		Dieta Mediter.	39
		Pto. Alternativo	219
		Vegetariano	5
		Manuais/grupos	122
		Colaboradores	20
		Total Alm.	665
14	Ter	Suj. do Chef	240
		Dieta Mediter.	99
		Pto. Alternativo	239
		Vegetariano	15
		Manuais/grupos	1
		Colaboradores	20
		Total Alm.	614
15	Qua	Suj. do Chef	541
		Dieta Mediter.	12
		Pto. Alternativo	64
		Vegetariano	18
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	655
16	Qui	Suj. do Chef	236
		Dieta Mediter.	32
		Pto. Alternativo	367
		Vegetariano	10
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	665
17	Sex	Suj. do Chef	241
		Dieta Mediter.	23
		Pto. Alternativo	142
		Vegetariano	11

		Manuais/grupos	1
		Colaboradores	18
		Total Alm.	436
18	Sáb	Suj. do Chef	159
		Dieta Mediter.	12
		Pto. Alternativo	75
		Vegetariano	11
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	6
		Total Alm.	263
19	Dom		
20	Seg	Suj. do Chef	385
		Dieta Mediter.	19
		Pto. Alternativo	22
		Vegetariano	37
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	19
		Total Alm.	482
21	Ter	Suj. do Chef	438
		Dieta Mediter.	111
		Pto. Alternativo	32
		Vegetariano	20
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	621
22	Qua	Suj. do Chef	552
		Dieta Mediter.	31
		Pto. Alternativo	8
		Vegetariano	15
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	19
		Total Alm.	625
23	Qui	Suj. do Chef	101
		Dieta Mediter.	321
		Pto. Alternativo	79
		Vegetariano	39
		Manuais/grupos	62
		Colaboradores	20
		Total Alm.	622
24	Sex	Suj. do Chef	228
		Dieta Mediter.	41
		Pto. Alternativo	77
		Vegetariano	23
		Manuais/grupos	79
		Colaboradores	18
		Total Alm.	466
25	Sáb	Suj. do Chef	154
		Dieta Mediter.	32
		Pto. Alternativo	6
		Vegetariano	9

		Manuais/grupos	150
		Colaboradores	7
		Total Alm.	358
26	Dom		
27	Seg	Suj. do Chef	368
		Dieta Mediter.	38
		Pto. Alternativo	81
		Vegetariano	11
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	518
28	Ter	Suj. do Chef	457
		Dieta Mediter.	155
		Pto. Alternativo	6
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	13
		Colaboradores	20
		Total Alm.	670
29	Qua	Suj. do Chef	208
		Dieta Mediter.	41
		Pto. Alternativo	293
		Vegetariano	25
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	587
30	Qui	Suj. do Chef	575
		Dieta Mediter.	28
		Pto. Alternativo	27
		Vegetariano	23
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	673
31	Sex	Suj. do Chef	355
		Dieta Mediter.	32
		Pto. Alternativo	4
		Vegetariano	49
		Manuais/grupos	40
		Colaboradores	20
		Total Alm.	500

Junho 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Sáb	Suj. do Chef	174
		Dieta Mediter.	4
		Pto. Alternativo	41
		Vegetariano	21
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	245
2	Dom		
3	Seg	Suj. do Chef	320
		Dieta Mediter.	42
		Pto. Alternativo	120
		Vegetariano	12
		Manuais/grupos	32
		Colaboradores	17
		Total Alm.	543
4	Ter	Suj. do Chef	386
		Dieta Mediter.	134
		Pto. Alternativo	30
		Vegetariano	20
		Manuais/grupos	13
		Colaboradores	20
		Total Alm.	603
5	Qua	Suj. do Chef	488
		Dieta Mediter.	84
		Pto. Alternativo	21
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	22
		Colaboradores	20
		Total Alm.	649
6	Qui	Suj. do Chef	414
		Dieta Mediter.	76
		Pto. Alternativo	11
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	27
		Colaboradores	20
		Total Alm.	564
7	Sex	Suj. do Chef	66
		Dieta Mediter.	209
		Pto. Alternativo	88
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	21
		Colaboradores	19
		Total Alm.	422
8	Sáb	Suj. do Chef	160
		Dieta Mediter.	27
		Pto. Alternativo	68
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	542

		Colaboradores	11
		Total Alm.	822
9	Dom		
10	Seg	Suj. do Chef	181
		Dieta Mediter.	16
		Pto. Alternativo	38
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	6
		Total Alm.	260
11	Ter	Suj. do Chef	242
		Dieta Mediter.	137
		Pto. Alternativo	66
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	20
		Total Alm.	481
12	Qua	Suj. do Chef	468
		Dieta Mediter.	25
		Pto. Alternativo	16
		Vegetariano	10
		Manuais/grupos	15
		Colaboradores	20
		Total Alm.	554
13	Qui	Suj. do Chef	95
		Dieta Mediter.	352
		Pto. Alternativo	15
		Vegetariano	22
		Manuais/grupos	13
		Colaboradores	20
		Total Alm.	517
14	Sex	Suj. do Chef	243
		Dieta Mediter.	131
		Pto. Alternativo	53
		Vegetariano	12
		Manuais/grupos	15
		Colaboradores	20
		Total Alm.	474
15	Sáb	Suj. do Chef	118
		Dieta Mediter.	82
		Pto. Alternativo	89
		Vegetariano	7
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	6
		Total Alm.	304
16	Dom		
17	Seg	Suj. do Chef	231
		Dieta Mediter.	24
		Pto. Alternativo	151
		Vegetariano	35

		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	19
		Total Alm.	462
18	Ter	Suj. do Chef	77
		Dieta Mediter.	284
		Pto. Alternativo	58
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	19
		Total Alm.	456
19	Qua	Suj. do Chef	432
		Dieta Mediter.	10
		Pto. Alternativo	19
		Vegetariano	10
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	19
		Total Alm.	490
20	Qui	Suj. do Chef	235
		Dieta Mediter.	55
		Pto. Alternativo	9
		Vegetariano	9
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	6
		Total Alm.	314
21	Sex	Suj. do Chef	317
		Dieta Mediter.	27
		Pto. Alternativo	73
		Vegetariano	13
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	17
		Total Alm.	447
22	Sáb	Suj. do Chef	256
		Dieta Mediter.	27
		Pto. Alternativo	4
		Vegetariano	8
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	6
		Total Alm.	301
23	Dom		
24	Seg	Suj. do Chef	208
		Dieta Mediter.	40
		Pto. Alternativo	139
		Vegetariano	12
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	18
		Total Alm.	419
25	Ter	Suj. do Chef	190
		Dieta Mediter.	192
		Pto. Alternativo	16
		Vegetariano	22

		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	20
		Total Alm.	442
26	Qua	Suj. do Chef	333
		Dieta Mediter.	20
		Pto. Alternativo	57
		Vegetariano	24
		Manuais/grupos	10
		Colaboradores	18
		Total Alm.	462
27	Qui	Suj. do Chef	245
		Dieta Mediter.	96
		Pto. Alternativo	15
		Vegetariano	23
		Manuais/grupos	1
		Colaboradores	18
		Total Alm.	398
28	Sex	Suj. do Chef	136
		Dieta Mediter.	30
		Pto. Alternativo	150
		Vegetariano	10
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	16
		Total Alm.	342
29	Sáb	Suj. do Chef	23
		Dieta Mediter.	165
		Pto. Alternativo	10
		Vegetariano	20
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	6
		Total Alm.	224
30	Dom		

Julho 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Seg	Suj. do Chef	124
		Dieta Mediter.	17
		Pto. Alternativo	158
		Vegetariano	22
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	19
		Total Alm.	342
2	Ter	Suj. do Chef	165
		Dieta Mediter.	7
		Pto. Alternativo	137
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	19
		Total Alm.	344
3	Qua	Suj. do Chef	218
		Dieta Mediter.	69
		Pto. Alternativo	20
		Vegetariano	13
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	19
		Total Alm.	341
4	Qui	Suj. do Chef	79
		Dieta Mediter.	121
		Pto. Alternativo	66
		Vegetariano	15
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	18
		Total Alm.	301
5	Sex	Suj. do Chef	120
		Dieta Mediter.	96
		Pto. Alternativo	62
		Vegetariano	5
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	301
6	Sáb	Suj. do Chef	153
		Dieta Mediter.	23
		Pto. Alternativo	12
		Vegetariano	11
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	204
7	Dom		
8	Seg	Suj. do Chef	170
		Dieta Mediter.	43
		Pto. Alternativo	30
		Vegetariano	19

		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	282
9	Ter	Suj. do Chef	83
		Dieta Mediter.	157
		Pto. Alternativo	48
		Vegetariano	13
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	321
10	Qua	Suj. do Chef	270
		Dieta Mediter.	12
		Pto. Alternativo	19
		Vegetariano	12
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	18
		Total Alm.	333
11	Qui	Suj. do Chef	102
		Dieta Mediter.	147
		Pto. Alternativo	12
		Vegetariano	15
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	16
		Total Alm.	294
12	Sex	Suj. do Chef	188
		Dieta Mediter.	41
		Pto. Alternativo	9
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	12
		Total Alm.	264
13	Sáb	Suj. do Chef	92
		Dieta Mediter.	15
		Pto. Alternativo	42
		Vegetariano	9
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	163
14	Dom		
15	Seg	Suj. do Chef	90
		Dieta Mediter.	105
		Pto. Alternativo	9
		Vegetariano	10
		Manuais/grupos	93
		Colaboradores	17
		Total Alm.	324
16	Ter	Suj. do Chef	189
		Dieta Mediter.	9
		Pto. Alternativo	16
		Vegetariano	7

		Manuais/grupos	88
		Colaboradores	17
		Total Alm.	326
17	Qua	Suj. do Chef	188
		Dieta Mediter.	2
		Pto. Alternativo	9
		Vegetariano	11
		Manuais/grupos	90
		Colaboradores	17
		Total Alm.	317
18	Qui	Suj. do Chef	125
		Dieta Mediter.	66
		Pto. Alternativo	7
		Vegetariano	7
		Manuais/grupos	89
		Colaboradores	14
		Total Alm.	308
19	Sex	Suj. do Chef	114
		Dieta Mediter.	46
		Pto. Alternativo	15
		Vegetariano	11
		Manuais/grupos	49
		Colaboradores	18
		Total Alm.	253
20	Sáb	Suj. do Chef	
		Dieta Mediter.	
		Pto. Alternativo	
		Vegetariano	
		Manuais/grupos	
		Colaboradores	
		Total Alm.	0
21	Dom		
22	Seg		
23	Ter		
24	Qua		

25	Qui		
26	Sex		
27	Sáb		
28	Dom		

Setembro 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Dom		
2	Seg	Suj. do Chef	40
		Dieta Mediter.	13
		Pto. Alternativo	82
		Vegetariano	8
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	161
3	Ter	Suj. do Chef	26
		Dieta Mediter.	95
		Pto. Alternativo	13
		Vegetariano	11
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	16
		Total Alm.	161
4	Qua	Suj. do Chef	122
		Dieta Mediter.	11
		Pto. Alternativo	13
		Vegetariano	5
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	16
		Total Alm.	167
5	Qui	Suj. do Chef	43
		Dieta Mediter.	86
		Pto. Alternativo	3
		Vegetariano	9
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	14
		Total Alm.	155
6	Sex	Suj. do Chef	105
		Dieta Mediter.	4
		Pto. Alternativo	49
		Vegetariano	8
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	16
		Total Alm.	182
7	Sáb	Suj. do Chef	115
		Dieta Mediter.	8
		Pto. Alternativo	1
		Vegetariano	5
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	134
8	Dom		
9	Seg	Suj. do Chef	91
		Dieta Mediter.	10
		Pto. Alternativo	36
		Vegetariano	13

		Manuais/grupos	71
		Colaboradores	15
		Total Alm.	236
10	Ter	Suj. do Chef	53
		Dieta Mediter.	94
		Pto. Alternativo	8
		Vegetariano	15
		Manuais/grupos	35
		Colaboradores	15
		Total Alm.	220
11	Qua	Suj. do Chef	120
		Dieta Mediter.	12
		Pto. Alternativo	12
		Vegetariano	6
		Manuais/grupos	42
		Colaboradores	15
		Total Alm.	207
12	Qui	Suj. do Chef	69
		Dieta Mediter.	67
		Pto. Alternativo	11
		Vegetariano	11
		Manuais/grupos	33
		Colaboradores	13
		Total Alm.	204
13	Sex	Suj. do Chef	54
		Dieta Mediter.	106
		Pto. Alternativo	0
		Vegetariano	8
		Manuais/grupos	26
		Colaboradores	18
		Total Alm.	212
14	Sáb	Suj. do Chef	81
		Dieta Mediter.	16
		Pto. Alternativo	31
		Vegetariano	7
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	4
		Total Alm.	139
15	Dom		
16	Seg	Suj. do Chef	248
		Dieta Mediter.	40
		Pto. Alternativo	69
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	58
		Colaboradores	18
		Total Alm.	452
17	Ter	Suj. do Chef	138
		Dieta Mediter.	231
		Pto. Alternativo	15
		Vegetariano	22

		Manuais/grupos	22
		Colaboradores	18
		Total Alm.	446
18	Qua	Suj. do Chef	450
		Dieta Mediter.	16
		Pto. Alternativo	41
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	41
		Colaboradores	15
		Total Alm.	579
19	Qui	Suj. do Chef	377
		Dieta Mediter.	52
		Pto. Alternativo	29
		Vegetariano	15
		Manuais/grupos	1
		Colaboradores	15
		Total Alm.	489
20	Sex	Suj. do Chef	78
		Dieta Mediter.	105
		Pto. Alternativo	130
		Vegetariano	20
		Manuais/grupos	1
		Colaboradores	15
		Total Alm.	349
21	Sáb	Suj. do Chef	115
		Dieta Mediter.	24
		Pto. Alternativo	40
		Vegetariano	12
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	196
22	Dom		
23	Seg	Suj. do Chef	336
		Dieta Mediter.	52
		Pto. Alternativo	117
		Vegetariano	23
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	546
24	Ter	Suj. do Chef	468
		Dieta Mediter.	186
		Pto. Alternativo	7
		Vegetariano	24
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	703
25	Qua	Suj. do Chef	493
		Dieta Mediter.	39
		Pto. Alternativo	68
		Vegetariano	31

		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	649
26	Qui	Suj. do Chef	587
		Dieta Mediter.	43
		Pto. Alternativo	23
		Vegetariano	27
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
27	Sex	Suj. do Chef	249
		Dieta Mediter.	75
		Pto. Alternativo	70
		Vegetariano	22
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	434
28	Sáb	Suj. do Chef	52
		Dieta Mediter.	103
		Pto. Alternativo	9
		Vegetariano	34
		Manuais/grupos	71
		Colaboradores	6
		Total Alm.	275
29	Dom		
30	Seg	Suj. do Chef	277
		Dieta Mediter.	60
		Pto. Alternativo	155
		Vegetariano	40
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	15
		Total Alm.	547

Outubro 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Ter	Suj. do Chef	455
		Dieta Mediter.	178
		Pto. Alternativo	20
		Vegetariano	30
		Manuais/grupos	84
		Colaboradores	20
		Total Alm.	787
2	Qua	Suj. do Chef	601
		Dieta Mediter.	111
		Pto. Alternativo	43
		Vegetariano	15
		Manuais/grupos	38
		Colaboradores	15
		Total Alm.	823
3	Qui	Suj. do Chef	534
		Dieta Mediter.	88
		Pto. Alternativo	48
		Vegetariano	32
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	15
		Total Alm.	717
4	Sex	Suj. do Chef	265
		Dieta Mediter.	58
		Pto. Alternativo	71
		Vegetariano	21
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	15
		Total Alm.	430
5	Sáb	Suj. do Chef	38
		Dieta Mediter.	112
		Pto. Alternativo	53
		Vegetariano	11
		Manuais/grupos	20
		Colaboradores	5
		Total Alm.	239
6	Dom		
7	Seg	Suj. do Chef	171
		Dieta Mediter.	36
		Pto. Alternativo	85
		Vegetariano	16
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	326
8	Ter	Suj. do Chef	554
		Dieta Mediter.	44
		Pto. Alternativo	107
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	0

		Colaboradores	18
		Total Alm.	752
9	Qua	Suj. do Chef	670
		Dieta Mediter.	23
		Pto. Alternativo	8
		Vegetariano	23
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	742
10	Qui	Suj. do Chef	382
		Dieta Mediter.	124
		Pto. Alternativo	130
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	683
11	Sex	Suj. do Chef	251
		Dieta Mediter.	36
		Pto. Alternativo	110
		Vegetariano	27
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	442
12	Sáb	Suj. do Chef	114
		Dieta Mediter.	7
		Pto. Alternativo	57
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	197
13	Dom		
14	Seg	Suj. do Chef	224
		Dieta Mediter.	59
		Pto. Alternativo	244
		Vegetariano	39
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	584
15	Ter	Suj. do Chef	415
		Dieta Mediter.	239
		Pto. Alternativo	154
		Vegetariano	41
		Manuais/grupos	31
		Colaboradores	18
		Total Alm.	898
16	Qua	Suj. do Chef	540
		Dieta Mediter.	88
		Pto. Alternativo	119
		Vegetariano	24
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18

		Total Alm.	789
17	Qui	Suj. do Chef	514
		Dieta Mediter.	76
		Pto. Alternativo	59
		Vegetariano	26
		Manuais/grupos	35
		Colaboradores	18
		Total Alm.	728
18	Sex	Suj. do Chef	326
		Dieta Mediter.	52
		Pto. Alternativo	75
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	490
19	Sáb	Suj. do Chef	58
		Dieta Mediter.	35
		Pto. Alternativo	39
		Vegetariano	28
		Manuais/grupos	5
		Colaboradores	5
Total Alm.	170		
20	Dom		
21	Seg	Suj. do Chef	346
		Dieta Mediter.	44
		Pto. Alternativo	185
		Vegetariano	15
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	16
		Total Alm.	606
22	Ter	Suj. do Chef	327
		Dieta Mediter.	39
		Pto. Alternativo	350
		Vegetariano	32
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	766
23	Qua	Suj. do Chef	478
		Dieta Mediter.	82
		Pto. Alternativo	46
		Vegetariano	44
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	670
24	Qui	Suj. do Chef	486
		Dieta Mediter.	63
		Pto. Alternativo	69
		Vegetariano	26
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20

		Total Alm.	664
25	Sex	Suj. do Chef	67
		Dieta Mediter.	139
		Pto. Alternativo	122
		Vegetariano	40
		Manuais/grupos	48
		Colaboradores	18
		Total Alm.	434
26	Sáb	Suj. do Chef	75
		Dieta Mediter.	16
		Pto. Alternativo	75
		Vegetariano	20
		Manuais/grupos	28
		Colaboradores	6
		Total Alm.	220
27	Dom		
28	Seg	Suj. do Chef	108
		Dieta Mediter.	240
		Pto. Alternativo	251
		Vegetariano	17
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	636
29	Ter	Suj. do Chef	456
		Dieta Mediter.	37
		Pto. Alternativo	211
		Vegetariano	27
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	20
		Total Alm.	753
30	Qua	Suj. do Chef	581
		Dieta Mediter.	32
		Pto. Alternativo	161
		Vegetariano	24
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	818
31	Qui	Suj. do Chef	462
		Dieta Mediter.	119
		Pto. Alternativo	33
		Vegetariano	26
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	660

Novembro 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Sex		
2	Sáb	Suj. do Chef	29
		Dieta Mediter.	7
		Pto. Alternativo	121
		Vegetariano	15
		Manuais/grupos	34
		Colaboradores	5
		Total Alm.	211
3	Dom		
4	Seg	Suj. do Chef	173
		Dieta Mediter.	89
		Pto. Alternativo	258
		Vegetariano	25
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	563
5	Ter	Suj. do Chef	354
		Dieta Mediter.	352
		Pto. Alternativo	17
		Vegetariano	34
		Manuais/grupos	2
		Colaboradores	20
		Total Alm.	779
6	Qua	Suj. do Chef	605
		Dieta Mediter.	64
		Pto. Alternativo	114
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	820
7	Qui	Suj. do Chef	257
		Dieta Mediter.	351
		Pto. Alternativo	27
		Vegetariano	27
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	680
8	Sex	Suj. do Chef	333
		Dieta Mediter.	6
		Pto. Alternativo	103
		Vegetariano	24
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	484
9	Sáb	Suj. do Chef	113
		Dieta Mediter.	34
		Pto. Alternativo	11
		Vegetariano	33

		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	196
10	Dom		
11	Seg	Suj. do Chef	359
		Dieta Mediter.	22
		Pto. Alternativo	125
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	555
12	Ter	Suj. do Chef	241
		Dieta Mediter.	374
		Pto. Alternativo	45
		Vegetariano	42
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	722
13	Qua	Suj. do Chef	575
		Dieta Mediter.	21
		Pto. Alternativo	158
		Vegetariano	29
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	803
14	Qui	Suj. do Chef	230
		Dieta Mediter.	326
		Pto. Alternativo	62
		Vegetariano	31
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	669
15	Sex	Suj. do Chef	79
		Dieta Mediter.	45
		Pto. Alternativo	172
		Vegetariano	41
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	357
16	Sáb	Suj. do Chef	135
		Dieta Mediter.	5
		Pto. Alternativo	18
		Vegetariano	14
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	177
17	Dom		
18	Seg	Suj. do Chef	359
		Dieta Mediter.	27
		Pto. Alternativo	61
		Vegetariano	40

		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	507
19	Ter	Suj. do Chef	408
		Dieta Mediter.	250
		Pto. Alternativo	23
		Vegetariano	52
		Manuais/grupos	26
		Colaboradores	20
		Total Alm.	779
		20	Qua
Dieta Mediter.	59		
Pto. Alternativo	44		
Vegetariano	24		
Manuais/grupos	0		
Colaboradores	19		
Total Alm.	751		
21	Qui		
		Dieta Mediter.	284
		Pto. Alternativo	18
		Vegetariano	35
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	616
		22	Sex
Dieta Mediter.	8		
Pto. Alternativo	66		
Vegetariano	13		
Manuais/grupos	0		
Colaboradores	18		
Total Alm.	437		
23	Sáb		
		Dieta Mediter.	71
		Pto. Alternativo	16
		Vegetariano	18
		Manuais/grupos	16
		Colaboradores	5
		Total Alm.	213
24	Dom		
25	Seg	Suj. do Chef	316
		Dieta Mediter.	9
		Pto. Alternativo	191
		Vegetariano	39
		Manuais/grupos	18
		Colaboradores	20
		Total Alm.	593
26	Ter	Suj. do Chef	480
		Dieta Mediter.	74
		Pto. Alternativo	52
		Vegetariano	37
		Manuais/grupos	39

		Colaboradores	20
		Total Alm.	702
27	Qua	Suj. do Chef	581
		Dieta Mediter.	30
		Pto. Alternativo	122
		Vegetariano	18
		Manuais/grupos	62
		Colaboradores	20
		Total Alm.	833
		28	Qui
Dieta Mediter.	246		
Pto. Alternativo	57		
Vegetariano	55		
Manuais/grupos	134		
Colaboradores	20		
Total Alm.	765		
29	Sex		
		Dieta Mediter.	32
		Pto. Alternativo	43
		Vegetariano	38
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	348
		30	Sáb
Dieta Mediter.	0		
Pto. Alternativo	0		
Vegetariano	0		
Manuais/grupos	0		
Colaboradores	5		
Total Alm.	151		

Dezembro 2019			
Dia		Sala-Grande	
1	Dom		
2	Seg	Suj. do Chef	305
		Dieta Mediter.	39
		Pto. Alternativo	129
		Vegetariano	17
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	510
3	Ter	Suj. do Chef	247
		Dieta Mediter.	251
		Pto. Alternativo	34
		Vegetariano	48
		Manuais/grupos	34
		Colaboradores	20
		Total Alm.	634
4	Qua	Suj. do Chef	596
		Dieta Mediter.	21
		Pto. Alternativo	118
		Vegetariano	20
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	775
5	Qui	Suj. do Chef	309
		Dieta Mediter.	201
		Pto. Alternativo	26
		Vegetariano	44
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	598
6	Sex	Suj. do Chef	153
		Dieta Mediter.	14
		Pto. Alternativo	227
		Vegetariano	36
		Manuais/grupos	81
		Colaboradores	18
		Total Alm.	529
7	Sáb	Suj. do Chef	97
		Dieta Mediter.	38
		Pto. Alternativo	14
		Vegetariano	30
		Manuais/grupos	44
		Colaboradores	6
Total Alm.	229		
8	Dom		
9	Seg	Suj. do Chef	343
		Dieta Mediter.	48
		Pto. Alternativo	88

		Vegetariano	23
		Manuais/grupos	80
		Colaboradores	20
		Total Alm.	602
10	Ter	Suj. do Chef	368
		Dieta Mediter.	105
		Pto. Alternativo	31
		Vegetariano	41
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	565
11	Qua	Suj. do Chef	611
		Dieta Mediter.	14
		Pto. Alternativo	44
		Vegetariano	31
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	720
12	Qui	Suj. do Chef	419
		Dieta Mediter.	77
		Pto. Alternativo	15
		Vegetariano	26
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	557
13	Sex	Suj. do Chef	51
		Dieta Mediter.	205
		Pto. Alternativo	106
		Vegetariano	24
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	406
14	Sáb	Suj. do Chef	90
		Dieta Mediter.	54
		Pto. Alternativo	27
		Vegetariano	17
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	5
		Total Alm.	193
15	Dom		
16	Seg	Suj. do Chef	276
		Dieta Mediter.	32
		Pto. Alternativo	115
		Vegetariano	43
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	19
Total Alm.	485		
17	Ter	Suj. do Chef	160
		Dieta Mediter.	285
		Pto. Alternativo	138
		Vegetariano	27

		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	20
		Total Alm.	630
18	Qua	Suj. do Chef	515
		Dieta Mediter.	17
		Pto. Alternativo	32
		Vegetariano	19
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	19
		Total Alm.	602
19	Qui	Suj. do Chef	172
		Dieta Mediter.	148
		Pto. Alternativo	70
		Vegetariano	55
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	18
		Total Alm.	463
20	Sex	Suj. do Chef	25
		Dieta Mediter.	169
		Pto. Alternativo	83
		Vegetariano	9
		Manuais/grupos	0
		Colaboradores	16
		Total Alm.	302
21	Sáb	Suj. do Chef	134
		Dieta Mediter.	3
		Pto. Alternativo	7
		Vegetariano	9
		Manuais/grupos	15
		Colaboradores	5
		Total Alm.	173
22	Dom		
23	Seg		
24	Ter		
25	Qua		

26	Qui		
27	Sex		
28	Sáb		