



Tatiana de Jesus Medeiros Silva Ribeiro

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O Caso da Tibério Faria Dinis

Coimbra, maio de 2025



Tatiana de Jesus Medeiros Silva Ribeiro

**Otimização da Gestão de Horários em
Estabelecimentos de Restauração: O Caso da
Tibério Faria Dinis**

Trabalho de projeto submetido ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Mestre em Análise de Dados e Sistemas de Apoio à Decisão**, realizado sob a orientação do Professor Doutor Pedro João Coimbra Martins.

Coimbra, maio de 2025

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Declaro ser a autora deste projeto, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido a outra Instituição de ensino superior para obtenção de um grau académico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e que tenho consciência de que o plágio constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação do presente projeto.

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

PENSAMENTO

“Without data, you're just another person with an opinion.”

- W. Edwards Deming

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

AGRADECIMENTOS

Dos Açores a Coimbra, carrego uma imensa gratidão.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu professor orientador, Pedro Martins, pela constante disponibilidade, pela orientação valiosa e pelo apoio prestado ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho, que foram fundamentais para a sua concretização.

À empresa Tibério Faria Dinis, Lda., deixo o meu sincero agradecimento pela colaboração e abertura demonstradas, sem as quais este projeto não teria sido possível.

Aos meus pais e a toda a minha família, que, mesmo separados por quilómetros de oceano, sempre se fizeram presentes, transmitindo-me força, resiliência e motivação, expresso a minha mais profunda gratidão.

Aos meus amigos, pela amizade, incentivo e apoio incondicional em todos os momentos.

Ao meu namorado, por ter partilhado comigo todos os passos deste percurso, acompanhando as dificuldades e celebrando as vitórias, o meu especial reconhecimento e carinho.

Finalmente, agradeço ao ISCAC — Coimbra Business School, que foi a minha casa académica durante sete anos, moldando não só o meu percurso profissional, mas também pessoal.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

RESUMO

O presente projeto aborda o problema da alocação eficiente de recursos humanos em estabelecimentos de restauração, com enfoque na construção otimizada de horários de trabalho e afetação a estabelecimentos. O estudo incide sobre a empresa Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda., sediada na Ilha Terceira, nos Açores, e cuja estrutura organizacional engloba múltiplos estabelecimentos com diferentes exigências operacionais. A elevada variabilidade da procura, a sazonalidade dos serviços prestados e as preferências dos trabalhadores constituem fatores críticos na definição de escalas eficazes. Neste contexto, foi desenvolvido um modelo de otimização baseado em Programação Linear Inteira (PLI), dividido em duas formulações complementares: uma que garante a cobertura das necessidades para cada estabelecimento, usando os horários disponíveis, e outra que faz simultaneamente a afetação dos funcionários aos estabelecimentos e a atribuição de dias de folga. O processo metodológico seguiu a estrutura do *CRISP-DM*, abrangendo a compreensão do problema, recolha e preparação de dados, modelação matemática, avaliação das soluções e análise de impacto organizacional. Os resultados obtidos, com base em dados operacionais realistas e simulados para diferentes cenários temporais, demonstram a viabilidade técnica da aplicação do modelo proposto e a sua utilidade enquanto ferramenta de apoio à decisão na gestão de escalas de trabalho. O estudo evidencia ainda as limitações práticas da sua implementação, nomeadamente a necessidade de ajustamentos organizacionais e tecnológicos, propondo linhas de investigação futuras centradas na integração do modelo em sistemas operacionais já existentes.

Palavras-chave: Otimização de horários e escalas de trabalho, Programação Linear Inteira, Planeamento de Recursos Humanos, Restauração

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

ABSTRACT

This project addresses the problem of the efficient allocation of human resources in catering establishments, with a focus on the optimized construction of working hours and allocation to establishments. The study focuses on the company Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda., based on Terceira Island in the Azores, whose organizational structure encompasses multiple establishments with different operational requirements. The high variability of demand, the seasonality of the services provided and the preferences of the workers are critical factors in defining effective schedules. In this context, an optimization model based on Integer Linear Programming (ILP) was developed, divided into two complementary formulations: one that guarantees coverage of the needs for each establishment, using the available schedules, and another that simultaneously allocates employees to establishments and assigns days off. The methodological process followed the CRISP-DM structure, covering problem understanding, data collection and preparation, mathematical modelling, solution evaluation and organizational impact analysis. The results obtained, based on realistic operational data and simulated for different time scenarios, demonstrate the technical feasibility of applying the proposed model and its usefulness as a decision support tool for managing work schedules. The study also highlights the practical limitations of its implementation, namely the need for organizational and technological adjustments, proposing future lines of research focused on integrating the model into existing operational systems.

Keywords: Optimization of working hours and schedules, Integer Linear Programming, Human Resource Planning, Restaurants

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO.....	1
1 Revisão de Literatura.....	5
1.1 Importância do Planeamento de Horários e Gestão de Recursos Humanos.....	5
1.2 Estudos de Caso Relevantes	8
2 Metodologia.....	13
3 Recolha e tratamento de dados	16
3.1 Descrição do Problema.....	16
3.1.1 Especificidades dos Estabelecimentos	17
3.1.2 Construção dos Horários	17
3.1.3 Necessidades de Pessoal.....	20
3.1.4 Critérios para a Distribuição de Horários e Alocação no Aeroporto.....	23
3.1.5 Gestão dos Dias de Descanso e Horas Extra	24
3.1.6 Atribuição de Dias de Descanso ao Domingo	25
3.1.7 Requisitos referentes aos pedidos dos trabalhadores.....	25
4 Formulação Matemática do Problema.....	28
4.1 Formulação 1	28
4.2 Formulação 2	31
5 Resultados e Discussão.....	36
5.1 Apresentação dos Resultados	37
5.1.1 Análise do Cenário Base.....	38
5.1.2 Cenário de Agosto	44

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

5.1.3	Cenário de Outubro	46
5.2	Análise de Impacto Organizacional.....	52
CONCLUSÃO.....		57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		60
ANEXOS.....		64
ANEXO A		65
ANEXO B		70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Fases do ciclo de vida da metodologia <i>CRISP-DM</i> . Adaptado de <i>CRISP-DM</i> 1.0: Step-by-step data mining guide (Chapman et al., 2000).	13
Figura 3.1 - Esquema de horários do estabelecimento Fórum	18
Figura 3.2 - Esquema de horários no estabelecimento Salga	19
Figura 3.3 - Esquema de horários dos estabelecimentos do Aeroporto.....	19
Figura 5.1 - Frequência de atribuições de folgas por trabalhador conforme nível de preferência	40
Figura 5.2 - Frequência de atribuições de estabelecimentos por trabalhador conforme nível de preferência	41
Figura 5.3 – Funcionários atribuídos vs mínimos operacionais no Fórum	43
Figura 5.4 - Funcionários atribuídos vs mínimos operacionais no Salga.....	43
Figura 5.5 - Funcionários atribuídos vs mínimos operacionais no Aeroporto	43
Figura 5.6 - Comparação do Número Médio de Voos no Aeroporto – Junho vs. Agosto ..	45
Figura 5.7 - Frequência de atribuições de folgas por trabalhador conforme nível de preferência	49
Figura 5.8 - Frequência de atribuições de estabelecimentos por trabalhador conforme nível de preferência	50
Figura 5.9 - Funcionários atribuídos vs mínimos operacionais no Fórum	51
Figura 5.10 - Funcionários atribuídos vs mínimos operacionais no Aeroporto	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Horários de abertura e fecho dos estabelecimentos.....	17
Tabela 3.2 - Necessidades mínimas e máximas de pessoal no Fórum por bloco horário ...	21
Tabela 3.3 - Necessidades mínimas e máximas de pessoal na Salga por bloco horário	22
Tabela 3.4 - Necessidades mínimas e máximas de pessoal no Aeroporto por dia	23
Tabela 5.1 - Alocação Semanal de Funcionários no Aeroporto – Cenário Base.....	39
Tabela 5.2 - Alterações Sazonais na Procura no Estabelecimento Salga	45
Tabela 5.3 - Alocação Semanal de Funcionários no Aeroporto – Cenário de Agosto	45
Tabela 5.4 - Alocação Semanal de Funcionários no Aeroporto – Cenário de Outubro	47
Tabela A.1 - Horários de abertura e fecho dos estabelecimentos.....	66
Tabela A.2 - Capacidade máxima de passageiros por tipo de voo	67
Tabela B.1 - Parâmetro c_{sjd} : Preferências dos trabalhadores por dia e por estabelecimento	82
Tabela B.2 - Parâmetro n_{jd} : Necessidades de pessoal por estabelecimento e por dia	85
Tabela B.3 - Parâmetro a_{sd} : Disponibilidade dos trabalhadores por dia.....	96
Tabela B.4 - Parâmetro k_{st} : Número de folgas semanais por trabalhador	98
Tabela B.5 - Parâmetro kd_s : Domingos obrigatórios de folga.....	99

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas

CCT – Convenção Coletiva de Trabalho

CRISP-DM – Cross Industry Standard Process for Data Mining

PLI – Programação Linear Inteira

PLIM – Programação Linear Inteira Mista

RGPD – Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados

TFD – Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

INTRODUÇÃO

Num mundo cada vez mais dinâmico e volátil, a eficiência operacional torna-se essencial para o sucesso das empresas, independentemente do setor. Uma vertente importante dessa eficiência relaciona-se com a alocação e gestão do tempo e dos recursos humanos, especificamente no que concerne ao planeamento de horários, escalas e turnos de trabalho.

O estudo justifica-se não só pela sua pertinência num contexto empresarial, mas também pela sua contribuição para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 8 (Trabalho Decente e Crescimento Económico), através da otimização de processos que podem permitir condições de trabalho mais justas e eficientes.

As soluções geradas pelo trabalho proposto têm o potencial de contribuir significativamente para a melhoria da gestão de recursos humanos nas empresas, potenciando a eficiência operacional e permitindo uma maior adaptabilidade às exigências dinâmicas do ambiente empresarial atual. Espera-se que essa eficiência seja observável no caso concreto em análise.

O presente projeto visa precisamente abordar esta questão, fornecendo uma solução para a otimização dos horários dos funcionários que seja adaptável às necessidades específicas da Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda., tendo em consideração as preferências dos funcionários. De ora avante passaremos a designar a empresa Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda. pela abreviatura TFD.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma aplicação de otimização de horários de trabalho, que produza soluções automáticas ou auxilie no planeamento e simulação de estratégias relacionadas a esses problemas.

O objetivo geral deste projeto consiste na identificação do problema de planeamento de horários, escalas ou turnos numa empresa real, e na recolha dos dados operacionais necessários para a sua resolução. Deste objetivo geral, desdobram-se objetivos específicos, como a construção da formulação matemática correspondente ao problema

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

de otimização associado, a utilização de *solvers* de otimização capazes de resolver tal formulação e a realização de uma análise crítica das soluções obtidas.

O documento está dividido em várias secções, cada uma abordando uma parte essencial do trabalho desenvolvido. No primeiro capítulo é apresentada uma revisão da literatura mais relevante sobre o tema, servindo como suporte para o trabalho que irá ser desenvolvido. No segundo capítulo, estabelece-se a metodologia a ser aplicada. O terceiro capítulo descreve o caso de estudo, abordando o diagnóstico e a recolha de dados. O quarto capítulo foca-se no desenvolvimento da aplicação, envolvendo a construção da formulação e respetiva resolução. No quinto capítulo, são apresentados e discutidos os resultados obtidos. Por fim, é apresentada uma conclusão, onde se resumem os resultados alcançados, as contribuições do projeto, as limitações do estudo e sugestões para pesquisas futuras. O documento inclui ainda anexos com detalhes complementares e as referências utilizadas.

Ainda neste capítulo introdutório, encontra-se de seguida uma apresentação da entidade externa à qual o projeto será aplicado. A Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda., é uma pequena/média empresa de restauração e gestão de espaços de alimentação e bebidas com sede nas Lajes, concelho da Praia da Vitória, na Ilha Terceira, nos Açores. Fundada em dezembro de 2021, a empresa tem experimentado um crescimento significativo, o que é notável dado o contexto desafiante do mercado da restauração, especialmente em regiões insulares como os Açores.

Atualmente, a estrutura organizacional da TFD é composta por quatro estabelecimentos com funcionários em funções de mesa e bar, cozinha ou pastelaria, e ainda pelas equipas de logística, recursos humanos, financeira e administrativa.

Uma característica distintiva da estrutura operacional da empresa, assenta na sua capacidade de adaptação no que toca à gestão dos recursos humanos. Esta adaptabilidade é evidenciada pela possibilidade de os colaboradores serem redistribuídos para exercerem funções em diferentes estabelecimentos da organização, de acordo com as necessidades operacionais momentâneas. Esta abordagem permite à entidade responder eficientemente às oscilações nos requisitos de trabalho, eliminando a necessidade de incorporar

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

funcionários extra. Este procedimento não só maximiza a utilização dos recursos humanos existentes, mas também desempenha um papel crucial na satisfação das necessidades operacionais da empresa, promovendo assim uma maior flexibilidade e capacidade de resposta organizacional.

No que toca às equipas administrativas, uma vez que estas têm horários fixos de 8 horas com folgas fixas aos fins de semana, não necessitando de uma gestão aprimorada de afetação dos funcionários, não foram consideradas no presente trabalho.

Os funcionários com funções de pastelaria, nomeadamente “Pasteleiro” e “Ajudante de Pastelaria” trabalham exclusivamente no estabelecimento “Factory”, uma fábrica especializada na produção de pastelaria. Contrastando com os outros estabelecimentos da organização, a Factory caracteriza-se por uma política de alocação de recursos humanos exclusiva, onde os seus funcionários são dedicados inteiramente à fábrica, sem que haja previsão de serem designados para prestar serviços em outros locais pertencentes à empresa. Para além disto, este estabelecimento funciona com um horário fixo e é autossuficiente em termos de gestão de folgas. Por estes motivos, estes funcionários também não irão ser considerados no estudo que irá ser desenvolvido.

Quanto aos colaboradores com funções de cozinha, nomeadamente cozinheiros e ajudantes de cozinha, o planeamento de horários poderia ser estendido a estes funcionários com formulações semelhantes, mas independentes das aqui propostas, pelo que também não serão considerados na presente tese.

Na sequência destas exclusões, a tese foca-se apenas nos perfis de funcionários de serviço de mesa e bar, correspondendo ao grupo de maior dimensão e complexidade.

A seguir, são apresentados os estabelecimentos que contam com funcionários de mesa e bar e serão considerados na formulação deste trabalho.

O estabelecimento “Bar da Salga” consiste num pequeno bar situado na região sul da ilha, integrado numa zona balnear, operando exclusivamente durante o período de época alta.

O “Make Me Nuts” é um restaurante localizado nas instalações do Fórum Terceira, disponibilizando serviços de restauração e bar.

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

O "Lajes Field", situado na Aerogare Civil das Lajes, é um complexo que engloba quatro estabelecimentos distintos: um restaurante na zona pública do aeroporto, um bar na área de check-in, outro na sala de embarque e um terceiro na zona de embarques internacionais. Este último funciona apenas quando existem voos internacionais.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

1 Revisão de Literatura

A construção de horários e escalas de trabalho é um tema complexo, mas necessário, ou mesmo incontornável, em muitas organizações. A literatura científica que se debruça sobre este tema é vasta, procurando encontrar soluções para gerir horários e escalas de trabalho, apoiando-se num amplo leque de abordagens que recorrem a técnicas de otimização matemática e/ou heurísticas. Esta revisão de literatura inicia-se destacando a importância do planeamento de horários e da gestão de recursos humanos, salientando o desejável equilíbrio entre as necessidades laborais da empresa e a satisfação dos trabalhadores com turnos alocados, fomentando o equilíbrio entre a vida pessoal e profissional, com influência na motivação e no desempenho organizacional. Na segunda parte, são apresentados estudos de caso que aplicam modelos de otimização para enfrentar desafios específicos no planeamento de horários em diversos setores, mostrando a eficácia destas abordagens na melhoria da eficiência operacional e na adaptação às necessidades particulares de cada contexto organizacional.

1.1 Importância do Planeamento de Horários e Gestão de Recursos Humanos

No âmbito do planeamento de horários e da gestão de recursos humanos, a importância das doutrinas de gestão de tempo e recursos evidencia-se à medida que procuramos fundamentos teóricos que suportem a prática do planeamento de horários nas empresas.

Egbuta & Omojola (2021) esclarecem que a gestão de recursos humanos constitui um pilar fundamental na investigação em gestão, com várias teses propostas para explicar e orientar práticas de gestão de recursos humanos e de tempo. A sua análise abrangente, baseada em nove linhas orientadoras distintas de gestão de recursos humanos, sublinha a complexidade e a diversidade de práticas que podem ser adotadas para melhorar a eficácia organizacional por meio da implementação adequada de políticas de gestão de trabalhadores. Uma das principais contribuições deste estudo é o reconhecimento de que não existe uma única tese que seja considerada a melhor; em vez disso, cada tese possui pontos fortes e fracos variados, dependendo do contexto específico da organização. Isso implica que o planeamento de horários eficaz deve levar em consideração não apenas as

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

disposições legais e os objetivos operacionais da empresa, mas também a cultura organizacional, as expectativas dos funcionários e as tendências do mercado de trabalho.

As decisões éticas sobre a alocação de turnos de trabalho e o equilíbrio entre a vida profissional e pessoal dos funcionários são particularmente relevantes no contexto de planeamento de horários. Greenwood (2002) sublinha a importância de uma análise ética na gestão de recursos humanos, sugerindo que uma compreensão aprofundada destes sistemas é vital para responder de forma eficaz às situações que surgem na prática quotidiana de gestão de recursos humanos. Isto é particularmente relevante no contexto do planeamento de horários.

Por outro lado, o trabalho de Aguinis e Bakker (2021) sobre a concetualização e medição do tempo oferece uma taxonomia de construtos temporais, como duração, frequência, timing e sequência, que pode ser aplicada ao planeamento de horários para melhor compreender como os diferentes aspetos temporais afetam a gestão de recursos humanos. Ao considerar a duração, as empresas podem equilibrar a carga de trabalho e o descanso; com a frequência, antecipam as necessidades de pessoal; através do timing, sincronizam recursos humanos com o volume produtivo operacional; e pela sequência, otimizam a ordem das tarefas para alcançar maior eficiência. Isto destaca a complexidade da gestão do tempo no contexto empresarial e a necessidade de abordagens robustas que possam abranger essa complexidade na prática.

Numa outra perspetiva, num estudo conduzido por Bányai (2023), publicado na *Advanced Logistic Systems - Theory and Practice*, é realçada a forma como a planificação de horários influencia diretamente o número de funcionários necessários e o custo total dos recursos humanos, demonstrando a importância da utilização de estratégias ótimas neste domínio da gestão. Este resultado é complementado por C. Huang (2023), que explora a eficiência de algoritmos de agendamento inteligente baseados na análise de dados para melhorar a utilização dos recursos humanos disponíveis e reduzir os custos laborais, evidenciando uma vantagem computacional significativa sobre métodos tradicionais.

O trabalho de Brako et al. (2017) destaca a capacidade do escalonamento eficiente de recursos humanos no impacto positivo que estabelece na produção e nas operações

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

organizacionais, recomendando que a planificação de recursos seja vista como uma ferramenta de gestão fundamental para alcançar eficácia operacional.

O planeamento de escalas e turnos de trabalho é um tema que para além do seu objetivo principal de corresponder às necessidades operacionais das organizações/empresas, influencia significativamente a satisfação e bem-estar dos funcionários.

De acordo com um estudo de Suhendar et al. (2023), existe uma correlação significativa no equilíbrio entre vida profissional e pessoal, a liderança transformacional e o desempenho dos funcionários. O estudo evidenciou que, ao aplicar práticas que favorecem o equilíbrio entre trabalho e vida pessoal, as empresas não só melhoram a satisfação e motivação dos seus funcionários, como também promovem um aumento no desempenho organizacional e na retenção de talentos. A pesquisa mostrou que os trabalhadores em empresas que implementam políticas de conciliação entre vida profissional e pessoal têm maior propensão para se sentirem motivados e comprometidos com a organização, o que se traduz em maior produtividade.

Num outro trabalho, Obiageli et al. (2015) realizaram um estudo em bancos comerciais na cidade de Lagos, na Nigéria, onde se implementaram políticas de folgas e licenças com o objetivo de motivar os colaboradores. Os resultados indicam que, com estas práticas, a satisfação no trabalho aumentou significativamente, o que levou a uma maior produtividade e melhor desempenho dos trabalhadores. Segundo Dousin et al. (2019), políticas de conciliação entre vida pessoal e profissional, como horários flexíveis e escalas ajustáveis, têm um impacto direto na motivação dos funcionários e na retenção de talentos. O estudo sublinha que uma gestão eficaz dos horários de trabalho, em conjunto com políticas de equilíbrio entre vida pessoal e profissional, reduz os conflitos entre estas duas esferas, resultando numa maior satisfação e melhor desempenho dos colaboradores.

A organização dos horários é essencial para a gestão eficaz dos recursos humanos e para a eficiência operacional das empresas. Num contexto em que as organizações enfrentam mercados cada vez mais competitivos e em constante mudança, a capacidade de alocar recursos humanos de forma eficiente torna-se um fator crucial para o sucesso e adaptação às exigências do mercado. Assim, o planeamento cuidadoso dos horários não só atende

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

às necessidades empresariais, como também promove o compromisso e o bem-estar dos colaboradores, constituindo-se como um alicerce indispensável para o crescimento e sustentabilidade a longo prazo.

1.2 Estudos de Caso Relevantes

Planear a força de trabalho é uma tarefa desafiante e que se torna progressivamente mais complexa à medida que a dimensão da organização cresce (De Bruecker et al., 2015). Implementar um novo sistema de planeamento de horários pode trazer várias vantagens, já que, em muitas empresas, o custo da força de trabalho representa a maior fatia dos custos diretos. Por isso, até mesmo pequenas reduções nesses custos podem resultar em ganhos significativos. (Van Den Bergh et al., 2013)

O principal objetivo do planeamento de horários é garantir a máxima eficiência na utilização dos recursos humanos, equilibrando as necessidades da organização com os direitos e preferências dos trabalhadores. A otimização de horários é, por isso, uma área de investigação dinâmica e complexa, que beneficia da utilização de modelos matemáticos para abordar os desafios típicos do planeamento e das especificidades encontradas neste tipo de problemas.

Este processo envolve a atribuição de turnos e horários, respeitando um conjunto complexo de restrições, como preferências dos trabalhadores, leis laborais, carga horária, necessidades laborais e disponibilidade de recursos. Abaixo discutem-se alguns estudos de caso que exploram estas questões e apresentam soluções inovadoras para o planeamento de horários e gestão de recursos humanos.

De Bruecker et al. (2015) exploram como integrar as competências específicas dos trabalhadores no processo de planeamento de horários, usando a Programação Linear Inteira Mista (PLIM). O estudo destaca a formalização matemática deste problema e como as técnicas de otimização podem gerar soluções robustas, capazes de responder tanto às necessidades da empresa quanto às preferências dos trabalhadores. Para garantir uma cobertura eficiente dos turnos, especialmente em casos de grande escala, onde uma

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

solução exata pode não ser alcançável, os autores utilizaram o *solver* CPLEX (IBM ILOG CPLEX Optimization Studio).

Por outro lado, Cuevas et al. (2016) mostram como a PLIM facilita a alocação de trabalhadores multiquificados, otimizando a cobertura dos turnos e a utilização de competências de forma flexível, o que contribui tanto para a eficiência operacional como para a satisfação dos colaboradores. O modelo foi projetado para ser resolvido com um *solver* comercial de PLIM, o CPLEX, e testes computacionais amplos, envolvendo mais de 1000 instâncias geradas aleatoriamente. Um dos aspetos que se destaca é o facto dos tempos de resolução serem adequados ao uso diário.

O estudo de Terenzi et al. (2022) destaca a importância da flexibilidade no planeamento de horários no contexto do controlo de tráfego aéreo, que é um ambiente de trabalho altamente dinâmico, exigente e com características específicas. Segundo os autores, a flexibilidade deve ser um dos pilares dos sistemas de gestão de horários, permitindo que as soluções se ajustem rapidamente às mudanças nas condições de trabalho e garantindo a eficiência operacional. Para abordar essa flexibilidade, o estudo emprega simulação e técnicas heurísticas, com a possibilidade de realização de ajustes dinâmicos e rápidos nas escalas, essencial num contexto de alta variabilidade.

Uma das dificuldades mais comuns no planeamento de horários é respeitar as preferências dos trabalhadores, como dias de folga ou horários preferidos. Böðvarsdóttir et al. (2022), propõem uma abordagem baseada em PLIM para resolver o problema do escalonamento de turnos de enfermagem. O foco do estudo é manter a flexibilidade, respeitando tanto as preferências dos trabalhadores como as exigências operacionais, lidando com restrições como turnos consecutivos, dias de descanso e cobertura mínima. Esta abordagem permite a personalização dos horários de acordo com as preferências individuais, aumentando, assim, a satisfação dos trabalhadores. A fim de garantir tempos de resolução viáveis, os autores utilizam um *solver* comercial, o Gurobi.

Outro estudo interessante, conduzido por Dahmen et al. (2020), propõe uma abordagem em duas fases para planejar turnos em organizações com vários departamentos e uma força de trabalho diversificada. Na primeira fase, alocam-se os trabalhadores aos departamentos

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

e turnos, minimizando a falta ou o excesso de colaboradores. Na segunda fase, é feita a otimização dos custos operacionais, como as transferências de trabalhadores entre departamentos e as horas extraordinárias. Este estudo utiliza dois *solvers* distintos para cada fase: um *solver* de PLIM (CPLEX) na primeira fase e um algoritmo baseado em problemas de fluxo para a segunda, permitindo uma otimização mais ajustada e eficiente.

Tanizaki et al. (2017) desenvolveram uma metodologia para planejar turnos em ambientes colaborativos, onde humanos e robôs trabalham juntos. A abordagem valoriza as preferências dos trabalhadores, aumentando a satisfação e a eficiência geral, enquanto os robôs realizam as tarefas repetitivas e os humanos tratam de interações mais complexas. Este modelo demonstra como a colaboração entre humanos e robôs pode trazer flexibilidade acrescida e reduzir custos operacionais.

Bürgy et al. (2019) apresentam uma metodologia para planejar horários em ambientes de serviço onde a procura é incerta. O modelo pretende criar horários que minimizem os custos operacionais, enquanto acomodam as flutuações da procura. A abordagem permite a extensão dos turnos, quando necessário, e evita o uso excessivo de horas extraordinárias. Este método demonstrou ser eficaz na gestão de incertezas de curto prazo, assegurando uma cobertura adequada e custos mais baixos.

Knust & Xie (2019) apresentam uma abordagem heurística baseada em *simulated annealing* para resolver o problema de planeamento em ambientes hospitalares. Uma das questões centrais discutidas no estudo é a gestão da procura com base em turnos e em tempo. A procura baseada em turnos refere-se à necessidade de alocar um número mínimo e máximo de enfermeiros qualificados para cada turno. Em contraste, a procura baseada em tempo é mais complexa, uma vez que exige a presença dos enfermeiros em horários específicos, ainda que os turnos tenham períodos pré-definidos. Para lidar com essa complexidade, os autores propõem a combinação de diferentes tipos de turnos em grupos que cobrem intervalos de tempo específicos, permitindo que a procura em termos de tempo seja atendida de forma eficiente. Um dos principais desafios identificado pelos autores é encontrar uma combinação eficaz de tipos de turnos que cubra adequadamente a procura de tempo sem falhas ou lacunas. Além disso, o artigo aborda a importância do

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

escalonamento cíclico no planeamento de horários dos enfermeiros. Neste método, um conjunto de horários é repetido em ciclos predefinidos, como, por exemplo, de duas em duas semanas. A vantagem desta abordagem reside na sua facilidade de gestão e previsibilidade. No entanto, os autores apontam que o escalonamento cíclico pode ser limitado em termos de flexibilidade. Em contrapartida, o escalonamento não cíclico apresenta vantagens ao permitir a acomodação das preferências individuais dos enfermeiros, ausências planeadas e restrições contratuais, como evitar a alocação de turnos noturnos a determinados profissionais. Este tipo de escalonamento torna o sistema mais adaptável às necessidades individuais dos funcionários, proporcionando uma maior flexibilidade operacional.

No estudo de Al-Rawi et al. (2019), os autores exploram a aplicação da programação linear na otimização de escalas de trabalho no setor da construção. O modelo apresentado recorre a restrições adequadas para satisfazer a procura de mão de obra, ajustando as escalas de acordo com as variações nas necessidades operacionais e nos perfis dos trabalhadores. A programação linear mostrou ser eficaz para otimizar a alocação dos recursos humanos, possibilitando ajustes semanais nas escalas refletindo adequadamente não só as flutuações da procura, como também a disponibilidade da mão de obra, o que melhora a eficiência operacional e contribui para uma utilização mais eficaz da força de trabalho. Para resolver o problema, os autores utilizaram o *solver Simplex LP* do Excel, permitindo determinar a solução ótima para a minimização dos custos com mão de obra.

No estudo de Hassani & Behnamian (2021), aplicado ao setor da saúde, é apresentada uma abordagem robusta baseada em cenários para otimizar os turnos de enfermeiros, utilizando um algoritmo de evolução diferencial. A proposta pretende lidar com as incertezas relacionadas com a carga de trabalho e a disponibilidade de colaboradores, proporcionando soluções viáveis que asseguram a eficiência necessária, mesmo em cenários adversos. O modelo destaca-se por minimizar os custos operacionais, melhorar a alocação de recursos humanos e aumentar a estabilidade do planeamento de turnos, sendo particularmente relevante para ambientes hospitalares, onde a gestão eficaz dos recursos humanos é fundamental para manter a qualidade do atendimento.

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

A aplicação de métodos de otimização no planeamento de horários desempenha um papel crucial para enfrentar a complexidade na gestão de recursos humanos nas empresas. Estes métodos facilitam uma alocação mais eficaz dos recursos, proporcionando a flexibilidade necessária para responder a variações na procura e respeitar as preferências dos trabalhadores. Ao incluir variáveis como as preferências dos colaboradores, oscilações de procura e restrições específicas de cada setor, a gestão de horários vai além da eficiência, fomentando um ambiente de trabalho mais ajustado às necessidades dos funcionários. A literatura mostra que o êxito no planeamento de horários depende da capacidade de adaptar os modelos aos objetivos organizacionais, equilibrando as esferas pessoal e profissional dos colaboradores, o que contribui para o aumento da satisfação e produtividade. Estas inovações permitem que as empresas estejam melhor preparadas para competir num cenário cada vez mais desafiante e instável, promovendo a sua resiliência e crescimento a longo prazo.

Neste estudo, dada a natureza do problema em análise, a abordagem adotada assenta em técnicas exatas, recorrendo a formulações inteiras. Este tipo de modelação matemática permite estruturar o problema de forma rigorosa, garantindo soluções que conciliam as necessidades operacionais da empresa com as preferências dos trabalhadores. O objetivo é otimizar a gestão dos horários, assegurando um melhor aproveitamento dos recursos humanos e uma distribuição mais equilibrada das tarefas, contribuindo assim para um planeamento mais eficiente e sustentável.

2 Metodologia

Este projeto foi desenvolvido de acordo com a metodologia *CRISP-DM* (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*). Desenvolvida em 1996 por um consórcio liderado pela Daimler-Benz, juntamente com a SPSS e a NCR Corporation, a metodologia tem como principal objetivo fornecer uma abordagem estruturada e flexível para a execução de projetos de mineração de dados em diferentes setores, facilitando a adaptação a múltiplos contextos e problemas. (Chapman et al., 2000)

O *CRISP-DM* organiza o ciclo de vida de um projeto em fases que vão desde a compreensão inicial do problema do negócio até à implementação e monitorização das soluções propostas. A sua abordagem flexível permite que os analistas possam voltar e repetir fases conforme necessário, dependendo dos resultados e desafios encontrados ao longo do projeto. A aplicação desta metodologia segue as seguintes fases: entendimento do negócio; entendimento dos dados; preparação dos dados; modelação; avaliação; desenvolvimento. Essas fases, que se inter-relacionam ao longo do processo, estão representadas graficamente na Figura 2.1.

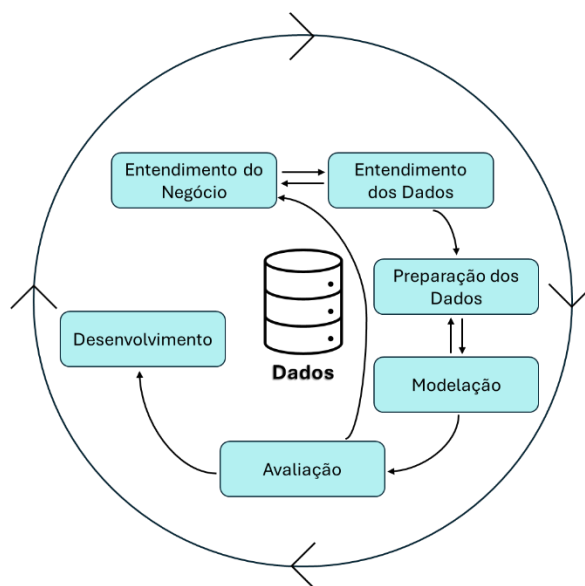


Figura 2.1 - Fases do ciclo de vida da metodologia CRISP-DM. Adaptado de CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide (Chapman et al., 2000).

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

1. **Entendimento do Negócio:** Nesta fase inicial, o objetivo foi conhecer e compreender o contexto operacional da empresa. Através de reuniões com a gestão e equipa de recursos humanos, identificou-se a necessidade de otimizar os horários dos funcionários, respeitando as restrições operacionais e preferências individuais. Essa etapa foi essencial para moldar as próximas fases e garantir que a solução estivesse alinhada com os objetivos da empresa.
2. **Entendimento dos Dados:** Após a identificação do problema, iniciou-se a análise dos dados disponíveis, incluindo a estrutura dos horários atuais, as especificidades dos estabelecimentos e as qualificações dos funcionários. Foram recolhidos dados operacionais específicos, como horários de funcionamento de cada unidade, necessidade de mão de obra em cada estabelecimento, exigências de qualificação e preferências dos funcionários no que toca a folgas. Para garantir a conformidade com o RGPD, todos os dados foram anonimizados e tratados de forma ética.
3. **Preparação dos Dados:** Nesta etapa, os dados recolhidos foram organizados e processados para posterior utilização no modelo matemático. Este processo envolveu a estruturação de parâmetros, como os blocos temporais e as sequências de folgas, e a identificação de limites relacionados com o número mínimo e máximo de funcionários necessários em cada período e local.
4. **Modelação:** A formulação matemática do problema de otimização foi desenvolvida utilizando Programação Linear Inteira (PLI). Foram criadas duas formulações: uma para determinar o número de funcionários necessários em cada estabelecimento, e outra para, simultaneamente, distribuir os funcionários pelos diferentes estabelecimentos e fazer a atribuição dos dias de folga de acordo com as preferências e restrições.
5. **Avaliação:** Para avaliar a eficácia do modelo, foram definidos diferentes cenários representativos das variações sazonais observadas na atividade da empresa. Cada cenário foi delineado com base em condições operacionais específicas, permitindo analisar o desempenho da solução em contextos com diferentes níveis de exigência.

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

6. Desenvolvimento: Esta fase tem como objetivo transformar os resultados da modelação em ações concretas e integrá-los no ambiente de trabalho. Apesar de os modelos de otimização terem sido desenvolvidos e testados teoricamente, a fase de Integração não foi realizada no presente projeto.

A aplicação da metodologia *CRISP-DM* estruturou eficazmente o desenvolvimento deste projeto, permitindo uma abordagem precisa ao problema do planeamento de horários. Ao seguir as etapas de compreensão do negócio, preparação e modelação dos dados, foi possível definir um modelo matemático capaz de responder às necessidades específicas da empresa, respeitando tanto as restrições operacionais como as preferências dos colaboradores. Esta abordagem proporcionou uma visão prática e clara do problema, garantindo que as soluções propostas sejam viáveis para uma implementação futura.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

3 Recolha e tratamento de dados

No âmbito da construção de horários de trabalho, torna-se crucial compreender as especificidades operacionais e as necessidades de gestão de recursos humanos dos estabelecimentos da Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda., os quais serão considerados na formulação do problema de otimização.

O presente capítulo tem como objetivo detalhar o problema da gestão de horários na Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda., incluindo a recolha e o tratamento dos dados utilizados na sua resolução. A Secção 3.1 apresenta uma descrição mais detalhada do problema em estudo, destacando as especificidades de cada estabelecimento, bem como as necessidades de recursos humanos associadas.

3.1 Descrição do Problema

O problema da gestão de horários na TFD envolve a organização eficiente dos recursos humanos para três dos seus estabelecimentos: o "Bar da Salga" (referido como "Salga"), o restaurante "Make Me Nuts" (referido como "Fórum") e o "Lajes Field" (referido como "Aeroporto"). Este último está subdividido em quatro estabelecimentos ("Check-In", "Embarque", "Embarque Internacional" e "Restaurante"). Esta secção tem como objetivo detalhar o problema, especificar as características de cada estabelecimento e descrever como são construídos os horários e definidos os requisitos de colaboradores.

A recolha e tratamento dos dados foram efetuados em conformidade com o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD), Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016). Para a construção das formulações matemáticas foram utilizados dados do mês de junho de 2024. Foi considerado um horizonte de planeamento de 28 dias, tendo em vista a elaboração dos horários de trabalho em cada 4 semanas. Assim, o objetivo é encontrar uma solução que cumpra as restrições operacionais, as preferências dos trabalhadores e os requisitos legais aplicáveis.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

3.1.1 Especificidades dos Estabelecimentos

A empresa gere diversos espaços de restauração e bar, cada um com características particulares e horários próprios que influenciam diretamente a alocação dos funcionários e a organização dos turnos. Tal como anteriormente referido, neste trabalho considerámos três dos estabelecimentos que fazem parte da empresa, sendo que foram consideradas apenas funções de mesa e bar. A Tabela 3.1 resume os estabelecimentos considerados e os seus respetivos horários de funcionamento.

Estabelecimentos		Horários	
		Início	Fim
Salga		08:00	01:00 ¹
Fórum		08:00	22:00
Aeroporto	Check-In	05:30	19:30
	Embarque	05:30	22:30 ²
	Embarque Internacional	Abertura Ocasional ³	
	Restaurante	09:00	18:00

Tabela 3.1 - Horários de abertura e fecho dos estabelecimentos

3.1.2 Construção dos Horários

A construção dos possíveis horários foi realizada de acordo com a Convenção Coletiva de Trabalho nº 35/2019 de 29 de julho de 2019 publicado no jornal oficial dos Açores II série n.º 144 de 29/7/2019, e com o Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro, publicada no Diário da República, 1.ª série, n.º 30.

¹ Dia seguinte

² Horários prolongados em função da operação dos voos do dia

³ Aberto unicamente aquando da existência de voos internacionais

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

De acordo com o n.º 1 do artigo 213.º do Código do Trabalho, o trabalhador não pode prestar mais de cinco horas consecutivas de trabalho. Nesse sentido, foram delineados vários esquemas de horários para cada estabelecimento, que respeitam o limite de cinco horas consecutivas de trabalho, seguidas de uma pausa de uma hora. Os esquemas de turnos contemplam as seguintes opções:

- 4 horas de trabalho – 1 hora de pausa – 4 horas de trabalho
- 3 horas de trabalho – 1 hora de pausa – 5 horas de trabalho
- 5 horas de trabalho – 1 hora de pausa - 3 horas de trabalho

Para a atribuição dos requisitos de colaboradores aos horários dos estabelecimentos, os turnos foram divididos em blocos horários que refletem as necessidades operacionais. No caso da Salga e do Fórum, os blocos horários têm uma duração de uma hora, pois a procura é relativamente estável. Já para os estabelecimentos no aeroporto, onde a procura é mais variável devido à natureza do serviço, foram adotados blocos horários de 30 minutos, de forma a garantir maior flexibilidade na cobertura das necessidades de trabalhadores.

Estes esquemas de horários estão representados nas Figuras 3.1, 3.2 e 3.3. Nessas representações, cada horário (*h*) surge verticalmente, onde os valores iguais a 1 indicam os blocos horários cobertos.

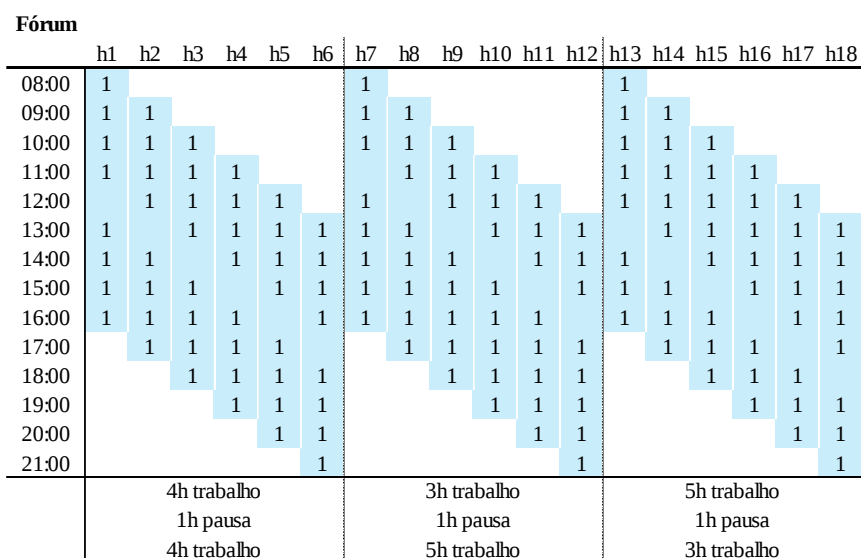


Figura 3.1 - Esquema de horários do estabelecimento Fórum

3.1.3 Necessidades de Pessoal

A definição das necessidades de pessoal tem como objetivo garantir que cada unidade tem o número adequado de colaboradores, devidamente qualificados, para responder às necessidades operacionais. Neste projeto consideramos apenas os funcionários alocados às funções de mesa e bar, totalizando 17 colaboradores.

De forma a representar adequadamente as necessidades de pessoal pelos estabelecimentos, foram definidos números mínimos e máximos de trabalhadores para cada bloco horário. Os números mínimos asseguram um atendimento adequado em cada período, enquanto os máximos evitam a alocação excessiva de recursos, favorecendo a gestão operacional dos espaços.

As especificações estão organizadas da seguinte forma:

- **Salga e Fórum:** Os valores mínimos e máximos atribuídos por bloco horário foram definidos pela empresa, tendo como base a análise da procura e o histórico operacional dos estabelecimentos. Durante os dias úteis, a necessidade de funcionários é relativamente estável, enquanto, nos fins de semana, verifica-se um aumento, especialmente durante os períodos de maior movimento turístico. Estes requisitos estão definidos nas Tabelas 3.2 e 3.3. Nas tabelas apresentadas, $a1_i^-$ e $a1_i^+$ indicam, respetivamente, as necessidades mínimas e máximas de pessoal nos dias úteis, enquanto $a2_i^-$ e $a2_i^+$ referem-se às mesmas necessidades para os fins de semana, considerando cada bloco horário i .
- **Aeroporto:** Nos estabelecimentos localizados no Aeroporto, a definição das necessidades de pessoal envolveu uma análise específica do volume de voos programados para partir do aeroporto. O cálculo considerou fatores como o número de voos, especificidades dos voos, as características específicas dos bares e restaurantes. Esta abordagem foi adotada de forma a responder às particularidades operacionais dos bares e do restaurante localizados no Aeroporto. A Tabela 3.4 apresenta o número mínimo de colaboradores necessários para assegurar o funcionamento dos estabelecimentos no Aeroporto, considerando os requisitos específicos de cada dia do mês de junho de 2024. Como a procura nos

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

estabelecimentos do aeroporto está diretamente associada ao fluxo de voos, independentemente de ser dia útil ou fim de semana, as necessidades mínimas de pessoal são representadas por a_i^- , aplicando-se a cada bloco horário i . A forma de cálculo destes valores está descrita e disponível no Anexo A. Por sua vez, as necessidades máximas, representadas por a^+ , correspondem a um limite diário fixo, definido pelo número total de trabalhadores da empresa autorizados a trabalhar no aeroporto, sem variações entre os blocos horários. Neste caso, para o cenário em que o trabalho foi desenvolvido, considerámos um a^+ de 15 funcionários.

Fórum					
i	Blocos (B_1)	Dia de Semana		Fim de Semana	
		mínimo ($a1_i^-$)	máximo ($a1_i^+$)	mínimo ($a2_i^-$)	máximo ($a2_i^+$)
1	08:00 - 09:00	1	1	1	1
2	09:00 - 10:00	1	1	1	1
3	10:00 - 11:00	1	2	1	2
4	11:00 - 12:00	1	3	1	3
5	12:00 - 13:00	2	3	2	4
6	13:00 - 14:00	2	3	2	4
7	14:00 - 15:00	1	3	2	4
8	15:00 - 16:00	1	3	2	4
9	16:00 - 17:00	1	3	1	3
10	17:00 - 18:00	1	3	1	3
11	18:00 - 19:00	1	2	1	2
12	19:00 - 20:00	1	2	1	2
13	20:00 - 21:00	1	1	1	1
14	21:00 - 22:00	1	1	1	1

Tabela 3.2 - Necessidades mínimas e máximas de pessoal no Fórum por bloco horário

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Salga					
i	Blocos (B_2)	Dia de Semana		Fim de Semana	
		mínimo ($a1_i^-$)	máximo ($a1_i^+$)	mínimo ($a2_i^-$)	máximo ($a2_i^+$)
1	08:00 - 09:00	1	1	1	1
2	09:00 - 10:00	1	1	1	1
3	10:00 - 11:00	1	1	1	1
4	11:00 - 12:00	1	2	1	2
5	12:00 - 13:00	1	2	1	2
6	13:00 - 14:00	1	2	1	3
7	14:00 - 15:00	1	2	1	3
8	15:00 - 16:00	1	2	1	3
9	16:00 - 17:00	1	2	1	3
10	17:00 - 18:00	1	2	1	3
11	18:00 - 19:00	1	2	1	3
12	19:00 - 20:00	1	2	1	3
13	20:00 - 21:00	1	2	1	2
14	21:00 - 22:00	1	2	1	2
15	22:00 - 23:00	1	1	1	1
16	23:00 - 24:00	1	1	1	1
17	24:00 - 01:00	1	1	1	1

Tabela 3.3 - Necessidades mínimas e máximas de pessoal na Salga por bloco horário

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis

Aeroporto																													
i	Blocos (B_3)	mínimo (a_i^-)																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	05:30 - 06:00	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2
2	06:00 - 06:30	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2
3	06:30 - 07:00	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3
4	07:00 - 07:30	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3
5	07:30 - 08:00	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3
6	08:00 - 08:30	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3
7	08:30 - 09:00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	09:00 - 09:30	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	09:30 - 10:00	3	4	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
10	10:00 - 10:30	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3
11	10:30 - 11:00	3	4	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
12	11:00 - 11:30	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
13	11:30 - 12:00	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
14	12:00 - 12:30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	12:30 - 13:00	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4
16	13:00 - 13:30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	13:30 - 14:00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18	14:00 - 14:30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19	14:30 - 15:00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20	15:00 - 15:30	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
21	15:30 - 16:00	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
22	16:00 - 16:30	5	3	5	4	5	3	5	5	3	5	4	5	3	5	5	3	5	4	5	3	5	5	3	5	4	5	3	5
23	16:30 - 17:00	4	3	3	5	4	3	3	4	3	3	5	4	3	3	4	3	3	5	4	3	3	4	3	3	5	4	3	3
24	17:00 - 17:30	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
25	17:30 - 18:00	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4
26	18:00 - 18:30	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27	18:30 - 19:00	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2
28	19:00 - 19:30	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2
29	19:30 - 20:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	20:00 - 20:30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	20:30 - 21:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	21:00 - 21:30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	21:30 - 22:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	22:00 - 22:30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 3.4 - Necessidades mínimas e máximas de pessoal no Aeroporto por dia

3.1.4 Critérios para a Distribuição de Horários e Alocação no Aeroporto

Nos estabelecimentos localizados no Aeroporto, a definição dos critérios para distribuição de horários e alocação de colaboradores incorpora exigências específicas que visam atender às particularidades do ambiente aeroportuário. Uma das principais competências requeridas aos colaboradores é o domínio de línguas estrangeiras, com destaque para o inglês, dada a natureza internacional do público atendido. Para além disto, os colaboradores que trabalham no aeroporto devem cumprir os requisitos impostos pela Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC), sendo esta a entidade reguladora responsável pela supervisão e fiscalização dos aeroportos em Portugal (Decreto-Lei n.º 40/2015, de 16 de março). A empresa forneceu uma lista dos trabalhadores autorizados a prestar serviço no aeroporto, constituindo o conjunto S_1 de trabalhadores aptos, usado na formulação do problema de otimização que irá ser apresentado no Capítulo 4.

3.1.5 Gestão dos Dias de Descanso e Horas Extra

Um aspeto relevante na gestão dos recursos humanos é a flexibilidade na organização dos dias de descanso. Alguns colaboradores, mediante acordo, optaram por reduzir o período de descanso semanal de dois para um dia, a fim de realizar trabalho suplementar. Esta prática está regulamentada pela cláusula 15.ª, n.º 1 da CCT n.º 35/2019, que prevê a possibilidade de trabalho em dias destinados ao descanso semanal, desde que respeitados os limites estabelecidos na cláusula 10.ª, n.º 3, alínea a). Esses limites permitem um aumento do horário de trabalho até um máximo de 60 horas semanais, não ultrapassando o total anual de 200 horas.

Neste contexto, introduz-se o conceito de "Folgas Trabalhadas", que se refere à abdicação de um dia de descanso semanal para a realização de trabalho suplementar, de acordo com as condições previamente acordadas. Esta prática permite à empresa suprir as necessidades dos estabelecimentos sem contratar novos colaboradores. Adicionalmente, a empresa forneceu a lista desses trabalhadores e, com base nela, foram criados o conjunto S_2 – Conjunto de trabalhadores que fazem folgas trabalhadas e o conjunto S_3 – Conjunto de trabalhadores que não fazem folgas trabalhadas, onde $S = S_2 \cup S_3$.

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

3.1.6 Atribuição de Dias de Descanso ao Domingo

Outro aspeto legal a ter em consideração reside na atribuição de dias de descanso semanal ao domingo. De acordo com a cláusula 14.^a, n.º 4 da CCT n.º 35/2019, os trabalhadores que não descansam ao domingo têm direito a pelo menos quatro domingos de folga por ano (ou menos, dependendo da data de admissão). Esta condição foi necessária ter em consideração ao conciliar a atribuição de dias de descanso aos trabalhadores e o cumprimento das necessidades de pessoal de cada estabelecimento. Este requisito é assegurado através de um cálculo que é descrito e definido na Secção 4.2.

3.1.7 Requisitos referentes aos pedidos dos trabalhadores

Na TFD, os colaboradores têm a possibilidade de desempenhar as suas funções em diferentes estabelecimentos da empresa, sendo essa mobilidade operacionalmente determinada com base nas necessidades internas e nas preferências individuais manifestadas. Esta abordagem visa, não apenas responder às exigências do serviço, mas também promover um ambiente laboral mais harmonioso e equilibrado, alinhado com boas práticas de gestão de recursos humanos.

Com o intuito de integrar de forma eficaz os pedidos dos colaboradores no modelo de planeamento, a formulação matemática adotada trata cada dia de folga como um “estabelecimento adicional”, permitindo que a alocação do descanso semanal seja otimizada em conjunto com a alocação aos estabelecimentos. Neste enquadramento, as preferências dos trabalhadores foram organizadas em dois níveis distintos, refletindo-se diretamente na estrutura da função objetivo, com hierarquia de prioridades:

- Preferência por dias de folga (nível semanal);
- Preferência por estabelecimento (nível diário).

Relativamente às folgas, cada dia da semana foi associado a um valor fixo de 10, 20, 30 ou 40, sendo que valores mais elevados traduzem uma maior prioridade atribuída ao respetivo dia como preferencial para descanso.

Por sua vez, no que se refere às preferências diárias por estabelecimento, foram atribuídos, para cada um dos 28 dias do horizonte temporal considerado, valores entre 1

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

e 4 a cada um dos três locais de trabalho disponíveis (Fórum, Salga e Aeroporto). O valor 4 representa o local preferido para esse dia, enquanto o valor 1 indica o menos desejado. Esta metodologia permite capturar dinâmicas e flutuações nas preferências ao longo do mês, respeitando a variabilidade natural do interesse dos colaboradores.

A discrepância entre a escala atribuída às folgas (entre 10 e 40) e a dos estabelecimentos (até 4) estabelece a prioridade atribuída às folgas em detrimento da preferência pelo local de trabalho. Estes dois critérios sugerem que o problema poderia sido definido como multi-objetivo. Porém, há uma relação hierárquica clara entre os dois objetivos, permitindo definir o problema como mono-objetivo, usando uma técnica simples de escalarização baseada na ponderação diferenciada das duas funções objetivo, traduzida nas escalas diferenciadoras propostas. Esta opção facilita todo o processo de otimização.

De entre os diversos constrangimentos operacionais tidos em consideração, destaca-se o caso do estabelecimento situado no Aeroporto, que exige, por razões legais e de segurança, diferentes níveis de certificação por parte dos trabalhadores. Para acomodar esta realidade, os colaboradores foram segmentados em três grupos distintos:

- Trabalhadores com credenciação total, autorizados a aceder a zonas restritas (como áreas de embarque). Estes foram orientados de forma preferencial para o Aeroporto, sendo-lhes atribuída uma penalização significativa (-300) nas preferências relativas aos restantes estabelecimentos, forçando, assim, a sua afetação ao local em questão, porém, sem os excluir.
- Trabalhadores com acesso limitado, ao quais podem exercer funções apenas em zonas públicas do Aeroporto. Estes preencherão as suas preferências de forma regular (valores entre 1 e 4), sem penalizações associadas.
- Trabalhadores não credenciados, sem autorização para exercer funções no Aeroporto. A estes foi igualmente atribuída uma penalização elevada (-300) na preferência por este estabelecimento, garantindo que não serão afetados a esse local.

Adicionalmente, foram aplicadas penalizações ou bonificações específicas para refletir situações particulares, assegurando que o modelo incorpora outros aspetos específicos da realidade. Por exemplo, o trabalhador n.º 11, que necessita imperativamente de folgar aos

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

fins de semana, teve os restantes dias penalizados e os sábados e domingos valorizados, promovendo a sua afetação preferencial nesses dias. Já o trabalhador n.º 17, por exercer funções em regime de tempo parcial e não estar sujeito à atribuição formal de folgas, foi fortemente penalizado relativamente ao "estabelecimento folga", de modo a evitar dias de descanso desnecessários. Aqui novamente, estas penalizações promovem ou penalizam aspetos específicos, mas sem os excluir da solução, ou seja, em cenário extremo, as soluções poderão recorrer a essas situações indesejadas, mas que ainda assim serão preferíveis à impossibilidade de resposta.

4 Formulação Matemática do Problema

De seguida são descritas as formulações construídas para a obtenção de respostas para o problema proposto. O problema é abordado utilizando duas formulações de PLI. A primeira formulação incide na determinação do número de funcionários necessários em cada horário para cada estabelecimento. A segunda formulação incide na afetação dos funcionários aos respetivos estabelecimentos ou à atribuição de dias de descanso.

4.1 Formulação 1

A primeira formulação do problema procura dimensionar o número de trabalhadores pelos possíveis horários de forma a cobrir todas as necessidades de pessoal de cada estabelecimento, tal como descrito na Subsecção 3.1.3.

A formulação proposta é uma versão genérica, que se aplica a cada estabelecimento $j \in J$. A formulação usa os índices, parâmetros e variáveis que a seguir se descrevem.

Conjuntos de Índices	Descrição
J	Conjunto de Estabelecimentos ($j = 1$: Fórum; $j = 2$: Salga; $j = 3$: Aeroporto)
B_j	Conjunto de blocos temporais considerados no estabelecimento j , para cada $j \in J$. Identifica cada bloco de tempo no qual os trabalhadores devem ser alocados, para cada estabelecimento $j \in J$
H_j	Conjunto dos possíveis horários considerados em cada estabelecimento $j \in J$

Os conjuntos de índices B_j e H_j encontram-se descritos nas Secções 3.1.1 e 3.1.2.

Parâmetros	Descrição
$a1_i^-$	Número mínimo de funcionários necessários nos dias úteis para garantir o serviço adequado no bloco horário i , no estabelecimento j ($\forall i \in B_j, j \in \{1,2\}$)

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

$a1_i^+$	Número máximo de funcionários permitidos ao serviço nos dias úteis, no bloco horário i , no estabelecimento j ($\forall i \in B_j, j \in \{1,2\}$)
$a2_i^-$	Número mínimo de funcionários necessários aos fins de semana para garantir o serviço adequado no bloco horário i , no estabelecimento j ($\forall i \in B_j, j \in \{1,2\}$)
$a2_i^+$	Número máximo de funcionários permitidos ao serviço nos fins de semana, no bloco horário i , no estabelecimento j ($\forall i \in B_j, j \in \{1,2\}$)
a_i^-	Número mínimo de funcionários necessários para garantir o serviço adequado no bloco horário i , no estabelecimento j ($\forall i \in B_j, j = 3$)
a^+	Número máximo de funcionários permitidos ao serviço por dia, no estabelecimento j ($j = 3$)
e_{ih}	1 se o horário h cobre o bloco horário i 0 caso contrário ($\forall i \in B_j, \forall h \in H_j, j \in J$)

As necessidades mínimas e máximas de funcionários foram definidas na Subsecção 3.1.3.

Variáveis	Descrição
-----------	-----------

x_h	Número de funcionários afetados ao horário h ($\forall h \in H_j, j \in J$)
-------	---

Desta forma, considerando o conjunto de parâmetros e variáveis definidas, teremos uma formulação independente para cada estabelecimento $j \in J$, nas quais o objetivo é minimizar o número de funcionários necessários para cada dia, traduzida na seguinte função objetivo:

$$\text{minimizar } z = \sum_{h \in H_j} x_h \quad (1.1)$$

Esta função está sujeita às seguintes restrições de cobertura e de capacidade:

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Para os estabelecimentos $j \in \{1,2\}$ e para um dia de semana, teremos as seguintes restrições:

$$\sum_{h \in H_j} e_{ih} \cdot x_h \geq a1_i^- , \quad \forall i \in B_j \quad (1.2)$$

$$\sum_{h \in H_j} e_{ih} \cdot x_h \leq a1_i^+ , \quad \forall i \in B_j \quad (1.3)$$

$$x_h \in IN_0 , \quad \forall h \in H_j \quad (1.4)$$

Para os estabelecimentos $j \in \{1,2\}$ e para um dia de fim de semana, teremos as seguintes restrições:

$$\sum_{h \in H_j} e_{ih} \cdot x_h \geq a2_i^- , \quad \forall i \in B_j \quad (1.2')$$

$$\sum_{h \in H_j} e_{ih} \cdot x_h \leq a2_i^+ , \quad \forall i \in B_j \quad (1.3')$$

$$x_h \in IN_0 , \quad \forall h \in H_j \quad (1.4)$$

Para o estabelecimento $j = 3$, teremos as seguintes restrições:

$$\sum_{h \in H_j} e_{ih} \cdot x_h \geq a_i^- , \quad \forall i \in B_j \quad (1.2'')$$

$$\sum_{h \in H_j} x_h \leq a^+ \quad (1.3'')$$

$$x_h \in IN_0 , \quad \forall h \in H_j \quad (1.4)$$

As restrições (1.2), (1.2') e (1.2'') asseguram que o número de trabalhadores em cada bloco horário é suficiente para garantir o serviço mínimo adequado no estabelecimento j ; enquanto que as restrições (1.3), (1.3') e (1.3'') asseguram que não há alocação excessiva de trabalhadores no estabelecimento j , ajudando a evitar sobrelotação de trabalhadores. As condições (1.4) são restrições de domínio das variáveis. O resultado desta primeira formulação indica-nos o número de funcionários necessários ao serviço em cada estabelecimento j , tendo em conta as necessidades parametrizadas para um determinado dia da semana. As soluções obtidas a partir da Formulação 1 servirão de parâmetros para a Formulação 2.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

4.2 Formulação 2

Esta segunda formulação procura determinar uma afetação adequada dos colaboradores aos horários e aos estabelecimentos.

Abaixo são apresentados os índices, parâmetros e variáveis utilizados na Formulação 2.

Conjuntos de Índices	Descrição
J	Conjunto de Estabelecimentos ($j = 1$: Fórum; $j = 2$: Salga; $j = 3$: Aeroporto; $j = 4$: Folga)
S	Conjunto de trabalhadores ($s = 1, \dots, 17$)
$S1$	Conjunto de trabalhadores que podem prestar serviço no Aeroporto ($S1 = S \setminus \{12, 16\}$)
$S2$	Conjunto de trabalhadores que podem fazer horas suplementares ($S2 = S \setminus \{4, 10, 11, 12\}$)
$S3$	Conjunto de trabalhadores que não fazem horas suplementares ($S3 = \{4, 10, 11, 12\}$)
D	Conjunto de dias correspondentes a 4 semanas consecutivas iniciadas na primeira segunda-feira do mês ($d = 1, \dots, 28$)
D_t	Conjunto de dias da semana t ($t = 1, \dots, 4$)
DD	Conjunto de domingos das 4 semanas em análise $DD = \{7, 14, 21, 28\}$

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis

Parâmetros	Descrição
c_{sjd}	Preferência do trabalhador s relativamente ao estabelecimento j no dia d ($s = 1, \dots, 17; j = 1, \dots, 4; d = 1, \dots, 28$)
n_{jd}	Número de trabalhadores necessários no estabelecimento j no dia d ($j = 1, \dots, 3; d = 1, \dots, 28$) É o valor da função objetivo da primeira formulação (z) referente ao estabelecimento j no dia d
a_{sd}	1 se o colaborador s estiver ao serviço no dia d ; 0 caso contrário (se estiver impedido (férias, baixa médica, etc.)) ($s = 1, \dots, 17; d = 1, \dots, 28$)
k_{st}	Número de dias de folga na semana t para o trabalhador s ($s = 1, \dots, 17; t = 1, \dots, 4$)
kd_s	Número mínimo de folgas ao domingo que o colaborador s deve gozar

O valor do parâmetro n_{jd} é igual para os dias da semana nos estabelecimentos $j = 1, 2$ (salga e fórum) podendo apresentar valores diferentes, ao longo da semana no caso do estabelecimento $j = 3$ (aeroporto), dado o fluxo irregular dos voos ao longo da semana.

Variáveis	Descrição
x_{sjd}	1 se o colaborador s estiver afeto ao estabelecimento j no dia d ; 0 caso contrário ($s = 1, \dots, 17; j = 1, \dots, 4; d = 1, \dots, 28$)

Assim, com base no conjunto de parâmetros e variáveis definidos, pretende-se alocar os colaboradores aos respetivos estabelecimentos ou dias de folga, de modo a maximizar a satisfação dos mesmos relativamente às suas preferências por local de trabalho ou descanso, traduzida na seguinte função objetivo:

$$\text{maximizar } z = \sum_{s=1}^{17} \sum_{j=1}^4 \sum_{d=1}^{28} c_{sjd} x_{sjd} \quad (2.1)$$

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

As restrições estabelecidas para o modelo têm como objetivo garantir que as exigências operacionais da empresa sejam cumpridas, respeitando simultaneamente as preferências e os direitos dos colaboradores.

As restrições relativas à alocação de funcionários por estabelecimento asseguram que cada estabelecimento tem o número de trabalhadores necessário em cada dia, evitando assim situações de subalocação que possam comprometer o serviço ao cliente.

$$\sum_{s \in S} x_{sjd} \geq n_{jd} \quad , \quad j = 1, 2; \quad d = 1, \dots, 28 \quad (2.2)$$

$$\sum_{s \in S1} x_{s3d} \geq n_{3d} \quad , \quad d = 1, \dots, 28 \quad (2.3)$$

- As restrições (2.2) asseguram que o número de trabalhadores nos estabelecimentos "Salga" e "Fórum" em cada dia corresponde às necessidades operacionais diárias mínimas.
- As restrições (2.3) visam garantir que o número de colaboradores alocados ao aeroporto corresponde às necessidades diárias mínimas, assegurando que apenas os trabalhadores autorizados (conjunto $S1$) sejam destacados para esse estabelecimento específico.

É também necessário ter em conta a disponibilidade dos colaboradores, considerando ausências planeadas como férias, baixas médicas ou outros motivos. A inclusão destas regras é fundamental para garantir que trabalhadores indisponíveis não sejam atribuídos a um estabelecimento, mantendo a coerência e a eficácia no planeamento.

$$\sum_{j \in J} x_{sjd} = a_{sd} \quad , \quad s \in S1; \quad d = 1, \dots, 28 \quad (2.4)$$

- As restrições (2.4) estabelecem que os trabalhadores que estão ausentes (por motivos como férias ou baixa médica, ou outro motivo) não podem ser atribuídos a qualquer estabelecimento ou designados para qualquer tipo de folga. Neste caso, o parâmetro a_{sd} indica se o trabalhador está, ou não, disponível.

Tal como descrito na Subsecção 3.1.5, é necessário gerir a atribuição de dias de descanso e folgas trabalhadas, e como tal, este grupo de restrições foi construído para fazer essa

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

gestão, assegurando que todos os colaboradores têm um número mínimo e máximo de dias de descanso semanal.

$$\sum_{d \in D_t} x_{s4d} \geq k_{st} \quad , \quad s \in S2 ; t = 1, \dots, 4 \quad (2.5)$$

$$\sum_{d \in D_t} x_{s4d} = k_{st} \quad , \quad s \in S3 ; t = 1, \dots, 4 \quad (2.6)$$

$$\sum_{d \in D_t} x_{s4d} \leq 2 \quad , \quad s \in (S \setminus S3) ; t = 1, \dots, 4 \quad (2.7)$$

- As restrições (2.5) asseguram que os trabalhadores dispostos a ter folgas trabalhadas (conjunto $S2$) têm, pelo menos, k_{st} dias de folga na semana t .
- As restrições (2.6) garantem que os trabalhadores que não aceitam folgas trabalhadas (conjunto $S3$) têm um número fixo de dias de descanso semanal.
- As restrições (2.7) limitam o número máximo de folgas semanais a dois por trabalhador, evitando uma distribuição excessiva de folgas que comprometa a operação dos estabelecimentos.

O parâmetro k_{st} , que representa o número de dias de folga na semana t para o trabalhador s , toma valores 2 para os trabalhadores que não fazem folgas trabalhadas ($s \in S3$). Para os trabalhadores dispostos a fazer folgas trabalhadas ($s \in S2$) este parâmetro toma valores 1 ou 2, dependendo dos seguintes parâmetros:

- u_s : Número de horas suplementares já utilizadas pelo trabalhador previamente ao início do período considerado;
- v_{st} : Número de dias de descanso semanal acordado por cada trabalhador s para a semana t (mínimo de 1, máximo de 2).

Se $u_s > 168$, então o trabalhador deve ter obrigatoriamente 2 dias de descanso semanal ($k_{st} = 2$). Caso contrário, $k_{st} = v_{st}$, de forma a cumprir os limites legais (sendo que um dia de trabalho suplementar é equivalente a 8 horas de trabalho; o trabalhador só pode abdicar de um dia de descanso semanal para fazer um dia de horas suplementares caso ainda não tenha atingido mais de 168 horas de trabalho de forma a estar em conformidade com a regulamentação apresentada na Subsecção 3.1.5).

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

A atribuição de dias de descanso ao domingo representa um direito legal dos trabalhadores, tal como descrito no subcapítulo 3.1.6. Assim sendo, as restrições (2.8) visam assegurar que cada trabalhador tenha, pelo menos, quatro domingos de folga ao longo do ano, promovendo um equilíbrio saudável entre a vida pessoal e profissional. Esta restrição não se aplica ao trabalhador $s = 17$, pois, sendo um colaborador em regime de *part-time* que trabalha apenas aos fins de semana, a atribuição de folgas ao domingo não é relevante.

$$\sum_{d \in DD} x_{s4d} \geq kd_s, \quad s \in S \setminus \{17\} \quad (2.8)$$

O cálculo do parâmetro kd_s obedece aos seguintes parâmetros:

- g_s : Número de folgas ao domingo que o trabalhador s já teve previamente ao início do período considerado;
- c_s : Parâmetro opcional definido pelo responsável pelo planeamento dos horários, com valor 0 por defeito. Caso o responsável deseje atribuir forçosamente domingos de folga ao trabalhador, pode recorrer a este parâmetro.

$$kd_s = \begin{cases} 1 & \text{se } ((\text{Mês Atual} > 8) \wedge (g_{sd} < 4)) \\ c_s & \text{se } ((\text{Mês Atual} \leq 8) \vee ((\text{Mês Atual} > 8) \wedge (g_s \geq 4))) \end{cases}$$

O primeiro ramo da expressão aplica-se aos casos em que o trabalhador s ainda não usufruiu de quatro domingos de folga no ano e o mês atual é posterior a agosto. Nestes casos, o parâmetro assume o valor 1, forçando a atribuição de folgas de forma a garantir o cumprimento deste direito legal antes do final do ano. Esta imposição permite evitar a acumulação de trabalhadores em incumprimento no último mês do calendário, o que dificulta a construção de horários viáveis.

Já o segundo ramo da expressão contempla os restantes cenários, nomeadamente quando ainda não se atingiu o mês de setembro ou quando o trabalhador já usufruiu das quatro folgas ao domingo. Nestas situações, o parâmetro mantém o valor definido no c_{sd} .

As restrições (2.9) estabelecem as condições de domínio das variáveis, estabelecendo que as variáveis de decisão x_{sjd} são binárias.

$$x_{sjd} \in \{0,1\}, \quad s \in S; \quad j \in J; \quad d = 1, \dots, 28 \quad (2.9)$$

5 Resultados e Discussão

O presente capítulo tem como objetivo analisar os resultados obtidos através da aplicação das formulações matemáticas desenvolvidas no Capítulo 4, avaliando a sua eficácia na resolução do problema de planeamento de horários da TFD. Pretende-se, com esta análise, validar a capacidade dos modelos propostos para gerar soluções ajustadas às necessidades reais da organização, assim como avaliar os desafios que podem surgir na sua implementação.

Para esta análise, utilizou-se a formulação descrita no Capítulo 4, aplicada a diferentes cenários que procuram responder a problemas regularmente enfrentados na empresa. Inicialmente, considera-se um cenário base, representativo da operação normal, seguido da análise de cenários alternativos, que exploram situações de contingência e possíveis variações nas condições operacionais. Em todos estes cenários, os parâmetros utilizados foram ficcionados, procurando preservar informação confidencial da empresa. Em todo o caso, são dados realistas, ou seja, são dados que têm algum tipo de adesão com a realidade.

Neste estudo, a resolução das formulações matemáticas foi conduzida com recurso ao *OpenSolver*, um suplemento de código aberto com maior capacidade de resolução, comparativamente com o *Solver* do Excel. Desenvolvido por Andrew J. Mason e a sua equipa da *University of Auckland*, na Nova Zelândia, o *OpenSolver* permite resolver formulações de maior dimensão, adequando-se a problemas mais complexos. Este suplemento recorre ao *COIN-OR CBC* (*Coin-or Branch and Cut Solver*), um *solver* reconhecido na área da otimização para problemas de Programação Linear Inteira e Programação Linear Inteira Mista (Mason, 2012). O *CBC* é disponibilizado sob a licença *Eclipse Public License* (Foundation, 2017), sendo amplamente utilizado na comunidade de investigação *COIN-OR* (COIN-OR Foundation, n.d.). A escolha do *OpenSolver* para a resolução dos modelos propostos justifica-se, assim, pela elevada dimensão das formulações consideradas e pela necessidade de uma ferramenta robusta e eficiente para garantir a obtenção de soluções viáveis em tempo útil.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Para garantir a reprodutibilidade dos resultados obtidos, todas as otimizações foram realizadas num ambiente computacional com as seguintes especificações:

- Sistema Operativo: Windows 11 Home
- Processador: 11th Gen Intel(R) Core(TM) i3-1115G4 @ 3.00GHz 3.00 GHz
- Memória RAM: 8GB
- Versão do Excel: Microsoft Excel 16.0 (64-bit)
- Versão do *OpenSolver*: 2.9.3 (2020.03.01)
- *Solver* Utilizado no *OpenSolver*: CBC v2.9.4 (64-bit)

A aplicação destas ferramentas possibilitou a obtenção das soluções analisadas ao longo deste estudo, permitindo a comparação entre diferentes soluções e a avaliação da viabilidade prática do modelo desenvolvido.

5.1 Apresentação dos Resultados

Nesta secção procede-se à análise cuidada das soluções obtidas mediante a aplicação das formulações matemáticas anteriormente descritas, com o objetivo de avaliar o desempenho do modelo em diferentes contextos operacionais. Para o efeito, definiram-se três cenários distintos: um cenário base, um cenário de procura acrescida e outro de procura reduzida. Esta abordagem permitiu testar a flexibilidade e robustez da metodologia adotada face a variações realistas na procura, nomeadamente de carácter sazonal.

Em cada um dos cenários considerados, recorreu-se, numa primeira fase, à primeira formulação para apurar as necessidades mínimas de pessoal por estabelecimento e à segunda formulação para atribuir os trabalhadores aos turnos e dias de descanso, tendo em consideração as preferências individuais, as limitações legais e os requisitos operacionais.

A abordagem seguida pretende não apenas demonstrar a viabilidade técnica do modelo, mas também evidenciar a sua capacidade de afetar de forma coerente os trabalhadores aos estabelecimentos e dias de descanso, respeitando os requisitos mínimos operacionais e, sempre que possível, as preferências individuais.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Importa ainda referir que, em todas as simulações feitas, o tempo que o modelo demorou a encontrar as soluções ótimas foi sempre muito reduzido. A resolução das duas partes do processo ficou sempre abaixo de um segundo. Por este motivo, decidiu-se não apresentar os tempos em separado para cada cenário, uma vez que não são relevantes para a análise e discussão que se seguem.

5.1.1 Análise do Cenário Base

O cenário base utilizado nesta subsecção corresponde ao período de 3 a 30 de junho de 2024. Este intervalo foi escolhido por se situar numa fase de transição sazonal, marcada por um aumento gradual da procura, mas ainda distante dos valores máximos da época alta. Esta escolha permite testar o modelo num contexto operacional exigente, mas equilibrado.

Especificamente neste cenário, $d = 1$ representa o dia 3 de junho (Segunda-Feira) e $d = 28$ corresponde ao dia 30 de junho (Sexta-Feira). Os restantes dias são numerados sequencialmente, de forma a manter consistência com a estrutura geral do modelo.

A análise inicia-se com a Formulação 1, dedicada à estimativa das necessidades diárias de pessoal por estabelecimento. Para o cenário base aqui em estudo, foram utilizados os dados descritos nas secções 3.1.2 e 3.1.3. Os resultados obtidos são depois utilizados como parâmetros na Formulação 2.

Nos estabelecimentos Fórum e Salga, os resultados da formulação indicam uma atribuição constante de 3 funcionários por dia, tanto em dias úteis como em fins de semana. Este padrão homogéneo sugere que a operação regular destes espaços é suportada por uma estrutura de equipa estável, adequada para garantir a continuidade dos serviços.

No caso do Aeroporto, uma vez que a procura varia consoante o fluxo de voos, a distribuição diária de funcionários é menos uniforme. Ainda assim, observam-se padrões semanais, com reforço de trabalhadores às quintas, sextas e domingos, conforme apresentado na Tabela 5.1. A análise do modelo sugere que esse reforço está associado à existência de um voo internacional especificamente no intervalo entre as 08h00 e as

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

09h00 nestes dias, o qual exige maior número de colaboradores para assegurar o atendimento adequado.

Dia da Semana	Funcionários
Segunda-feira	7
Terça-feira	7
Quarta-feira	7
Quinta-feira	8
Sexta-feira	8
Sábado	7
Domingo	8

Tabela 5.1 - Alocação Semanal de Funcionários no Aeroporto – Cenário Base

Concluída a análise da primeira formulação, que serviu para estimar as necessidades mínimas de pessoal por estabelecimento e por dia, passa-se agora à apresentação dos resultados da Formulação 2. Esta tem como objetivo afetar os trabalhadores de acordo com as suas preferências, procurando maximizar os níveis de satisfação. Para além dos dados provenientes da primeira formulação, são também utilizados dados complementares, descritos nas secções 3.1.4, 3.1.5, 3.1.6 e 3.1.7, disponíveis para consulta no Anexo B.

A solução obtida registou um valor ótimo na função objetivo de $z = 5021$, próximo do valor máximo possível de $z = 6887$, correspondente ao cenário ideal em que todos os colaboradores seriam afetos às suas primeiras preferências, sem restrições adicionais, representando quase 73% relativamente à preferência máxima. Esta proximidade evidencia um elevado nível de satisfação alcançado, refletindo a forte correspondência entre as preferências dos trabalhadores e as alocações efetuadas.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

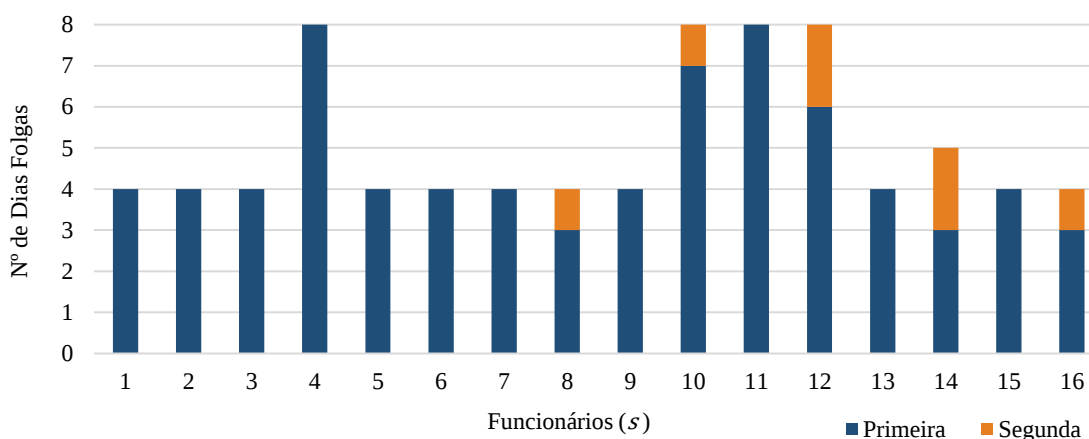


Figura 5.1 - Frequência de atribuições de folgas por trabalhador conforme nível de preferência

O gráfico representado na Figura 5.1 apresenta a distribuição das folgas atribuídas por trabalhador, indicando quantas dessas folgas corresponderam à sua primeira ou segunda preferência. Não se registaram neste cenário atribuições associadas a terceiras ou quartas opções, o que demonstra um bom alinhamento do modelo com as preferências prioritárias dos colaboradores. A análise evidencia uma clara tendência para a satisfação das escolhas mais valorizadas pelos colaboradores: a totalidade das folgas atribuídas enquadra-se exclusivamente nas duas primeiras opções de preferência, destacando-se que 91% das mesmas coincidem com a primeira preferência. Este resultado reforça a eficácia do modelo na priorização das preferências individuais.

Com base no horizonte de 28 dias, em que cada trabalhador deve usufruir entre 4 (mínimo legal de uma folga por semana) e 8 folgas (duas por semana), a Figura 5.1 permite avaliar a distribuição real de folgas e a ocorrência de folgas trabalhadas. A maioria dos trabalhadores usufruiu de 4 folgas, o que indica que realizaram uma folga trabalhada em cada uma das quatro semanas do horizonte temporal. O trabalhador 14, com 5 folgas atribuídas, foi a única exceção, tendo efetuado folgas trabalhadas em três semanas. Já os trabalhadores n.º 4, 10, 11 e 12 usufruíram da totalidade das 8 folgas e não autorizaram folgas trabalhadas, obrigando assim o modelo a respeitar essa restrição em todos os casos. Esta situação contrasta com os restantes trabalhadores que autorizaram folgas trabalhadas e para os quais o modelo recorreu a essa possibilidade em 4 ocasiões, uma por semana. Esta tendência revela um recurso sistemático à utilização de folgas trabalhadas como

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

estratégia essencial do modelo para garantir a cobertura das necessidades operacionais ao longo de todo o período. Importa ainda referir que o trabalhador 17 não integra esta análise, uma vez que, sendo um colaborador em regime de part-time, apenas labora aos fins de semana e feriados, não lhe sendo atribuídas folgas.

De forma a avaliar o impacto da flexibilidade introduzida pelas folgas trabalhadas, foi testado um cenário alternativo onde todos os trabalhadores eram obrigados a usufruir das 8 folgas, fixando o parâmetro $k_{st} = 2$. Nestas condições, o problema revelou-se inviável para o *solver*, o que demonstra que a viabilidade do modelo depende fortemente da possibilidade de flexibilização das folgas. A remoção desta opção compromete diretamente a capacidade de garantir os serviços mínimos exigidos, sobretudo nos períodos de maior procura.

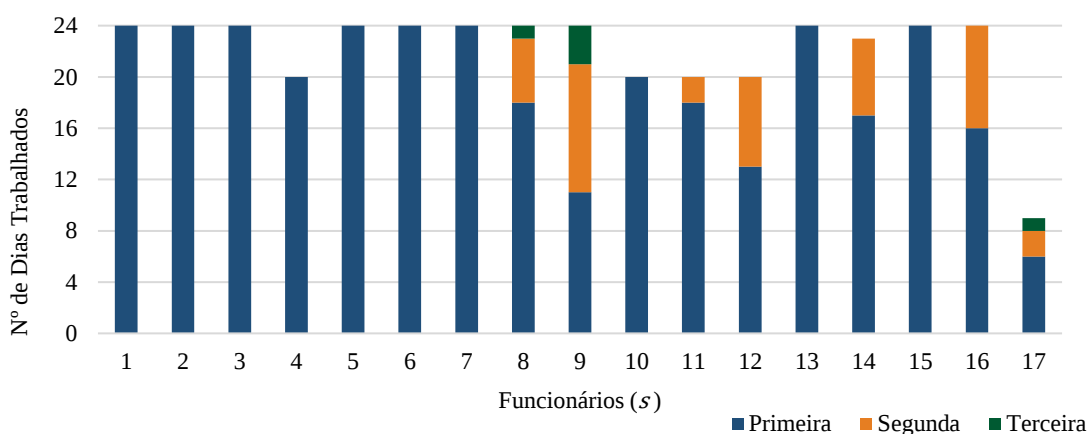


Figura 5.2 - Frequência de atribuições de estabelecimentos por trabalhador conforme nível de preferência

Seguidamente, a Figura 5.2 apresenta a afetação dos trabalhadores aos estabelecimentos, tendo em conta as preferências individuais. De uma forma geral, o modelo conseguiu alocar a maioria dos colaboradores ao estabelecimento correspondente à sua primeira escolha, sendo residuais os casos de afetação a uma terceira preferência, mais concretamente, com cerca de 88% das alocações a incidirem na primeira opção, 11% na segunda e apenas 1% na terceira. Esta distribuição mostra uma elevada correspondência entre as preferências expressas e as atribuições efetivas, validando a eficácia da Formulação 2.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Destacam-se os trabalhadores numerados de 1 a 7, que possuem certificações especiais da ANAC que lhes conferem acesso a áreas restritas do Aeroporto. Esta especificidade foi já abordada na Subsecção 3.1.7, onde se explica que, para garantir que estes colaboradores fossem alocados exclusivamente ao Aeroporto, foram aplicadas penalizações significativas às suas preferências relativas aos estabelecimentos Fórum e Salga. Como consequência direta dessa configuração, todos os dias trabalhados por estes sete colaboradores foram, tal como previsto, integralmente atribuídos ao Aeroporto, que surge consistentemente como a sua primeira preferência no modelo.

O gráfico reflete, para cada trabalhador, o número total de dias trabalhados ao longo do período de 28 dias, detalhando a distribuição por nível de preferência em relação ao estabelecimento. A soma entre os dias representados nesta figura e o número de folgas atribuídas na Figura 5.1 totaliza 28 para todos os trabalhadores a tempo inteiro. O trabalhador 17 constitui uma exceção, com apenas 9 dias de trabalho atribuídos. Este valor corresponde aos 8 dias de fim de semana e ao feriado de 10 de junho, sendo este colaborador afeto a um regime de part-time com disponibilidade exclusiva para fins de semana e feriados. Para acomodar esta condição na formulação, o parâmetro $a_{17,d}$, que indica a disponibilidade do trabalhador 17 em cada dia d , foi definido como 0 para todos os dias exceto os que correspondem a fins de semana ou feriados. Adicionalmente, de forma a impedir a atribuição de folgas a este colaborador, foi atribuída uma penalização muito elevada ($c_{17,4,d} = -300$) ao estabelecimento $j = 4$ (folga), assegurando que o modelo, ao maximizar a função objetivo, evitasse ao máximo essa possibilidade.

Os gráficos representados nas Figuras 5.3, 5.4 e 5.5 permitem observar, de forma clara, a correspondência entre o número de funcionários atribuídos e os mínimos operacionais exigidos nos estabelecimentos Fórum, Salga e Aeroporto. Estas evidências demonstram que o modelo foi capaz de assegurar a cobertura dos requisitos mínimos de forma rigorosa nos três estabelecimentos. Enquanto no Fórum e na Salga o número de funcionários atribuídos se manteve constante e igual ao mínimo necessário, no Aeroporto observam-se flutuações que foram corretamente acompanhadas por reforços nos dias de maior procura, garantindo sempre o cumprimento das necessidades operacionais.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

No seu conjunto, os gráficos confirmam que o modelo assegura a cobertura dos requisitos mínimos de forma precisa e eficiente nos três estabelecimentos considerados.

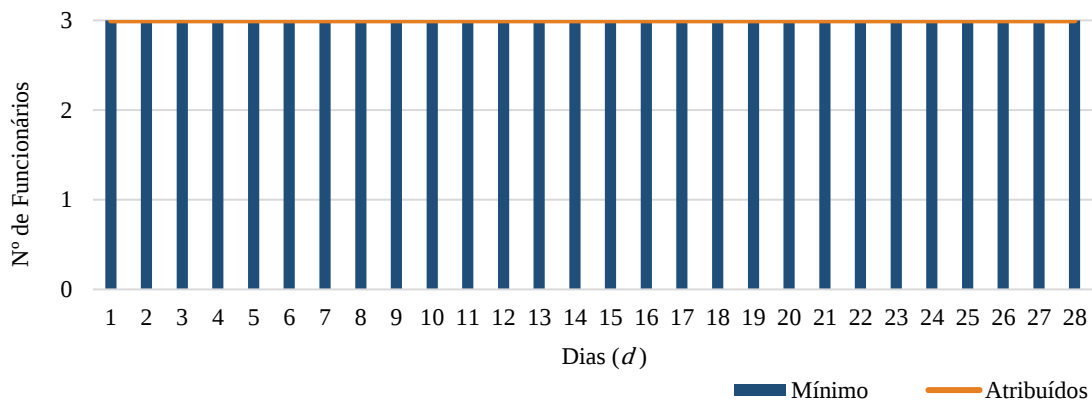


Figura 5.3 - Funcionários atribuídos vs mínimos operacionais no Fórum

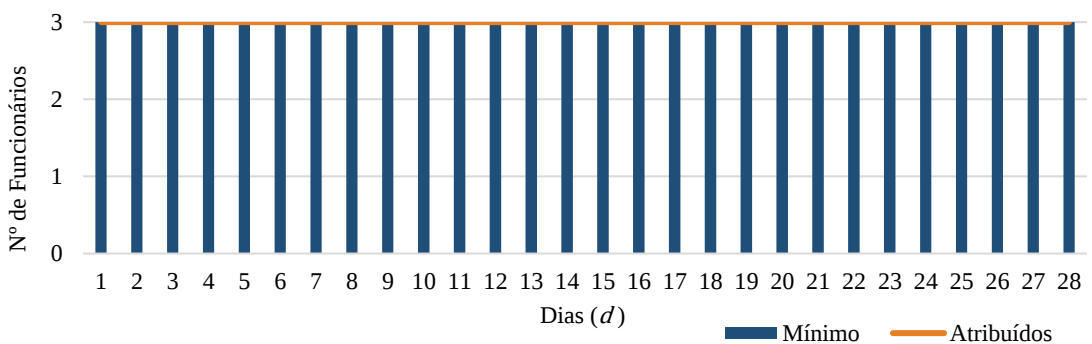


Figura 5.4 - Funcionários atribuídos vs mínimos operacionais no Salga

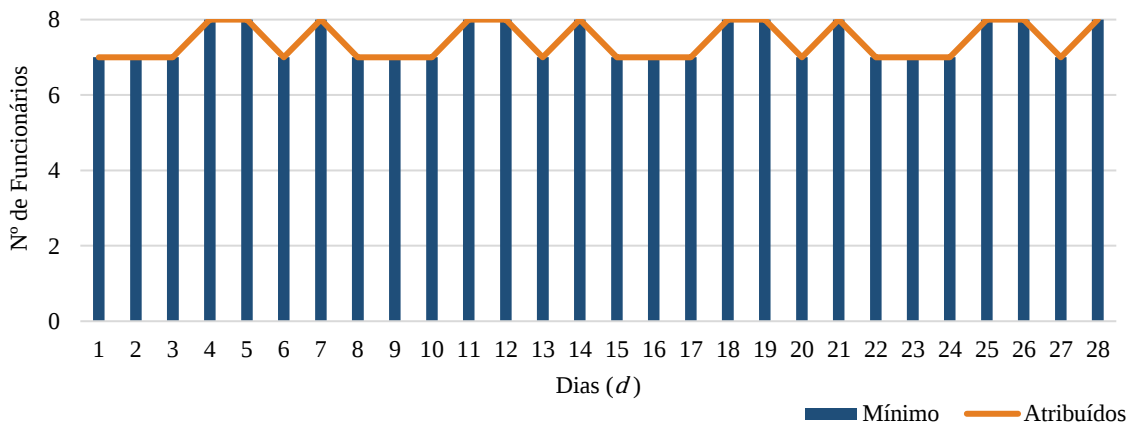


Figura 5.5 - Funcionários atribuídos vs mínimos operacionais no Aeroporto

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

5.1.2 Cenário de Agosto

Com o intuito de aferir a robustez do modelo face às flutuações sazonais na procura, foi delineado um segundo cenário, centrado no mês de agosto. Esta escolha deve-se ao carácter marcadamente turístico da região em análise, onde se verifica, nesta altura do ano, um aumento expressivo na afluência de visitantes, sobretudo nas zonas balneares.

No caso do estabelecimento Fórum, localizado num centro comercial, a procura tende a manter-se relativamente constante ao longo do ano. Assim, as necessidades mínimas e máximas de pessoal mantiveram-se inalteradas face ao cenário base. Como tal, a solução anteriormente obtida permaneceu válida, mantendo-se a alocação de três colaboradores, tanto nos dias úteis como ao fim de semana.

Em contraste, o estabelecimento Salga, situado numa zona balnear, evidencia variações sazonais bastante marcadas. Neste cenário, considerou-se um reforço pontual das necessidades de pessoal, tendo sido ajustados os valores mínimos e máximos em determinados blocos horários, conforme descrito na Tabela 5.2. Perante estas alterações, a aplicação da primeira formulação resultou na necessidade de reforçar a equipa para 4 funcionários durante os dias úteis e 5 ao fim de semana.

Salga									
<i>i</i>	Blocos (B_2)	Cenário Base				Cenário Agosto			
		Dia de Semana		Fim de Semana		Dia de Semana		Fim de Semana	
		mínimo ($a1_i^-$)	máximo ($a1_i^+$)	mínimo ($a1_i^-$)	máximo ($a1_i^+$)	mínimo ($a1_i^-$)	máximo ($a1_i^+$)	mínimo ($a1_i^-$)	máximo ($a1_i^+$)
1	08:00 - 09:00	1	1	1	1	1	1	1	1
2	09:00 - 10:00	1	1	1	1	1	1	1	1
3	10:00 - 11:00	1	1	1	1	1	1	1	2
4	11:00 - 12:00	1	2	1	2	2	2	2	3
5	12:00 - 13:00	1	2	1	2	2	2	2	3
6	13:00 - 14:00	1	2	1	3	2	3	3	4
7	14:00 - 15:00	1	2	1	3	2	3	3	4
8	15:00 - 16:00	1	2	1	3	2	3	3	4
9	16:00 - 17:00	1	2	1	3	2	3	2	4
10	17:00 - 18:00	1	2	1	3	2	3	2	4
11	18:00 - 19:00	1	2	1	3	2	3	2	3
12	19:00 - 20:00	1	2	1	3	2	3	2	3

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

13	20:00 - 21:00	1	2	1	2	2	2	2	2
14	21:00 - 22:00	1	2	1	2	2	2	2	2
15	22:00 - 23:00	1	1	1	1	1	2	1	2
16	23:00 - 24:00	1	1	1	1	1	1	1	1
17	24:00 - 01:00	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 5.2 - Alterações Sazonais na Procura no Estabelecimento Salga

No caso do Aeroporto, o número diário de voos registado no mês de agosto não apresenta variações de relevo face ao cenário base, facto que é corroborado pela análise do gráfico constante na Figura 5.6. Todavia, a antecipação em uma hora dos voos internacionais às quintas-feiras e domingos, embora não representando um acréscimo no volume de passageiros, teve impacto na solução proposta pelo modelo, conduzindo a um ligeiro ajustamento da distribuição dos funcionários, com a afetação de menos um trabalhador nestes dias específicos, como demonstrado na Tabela 5.3.

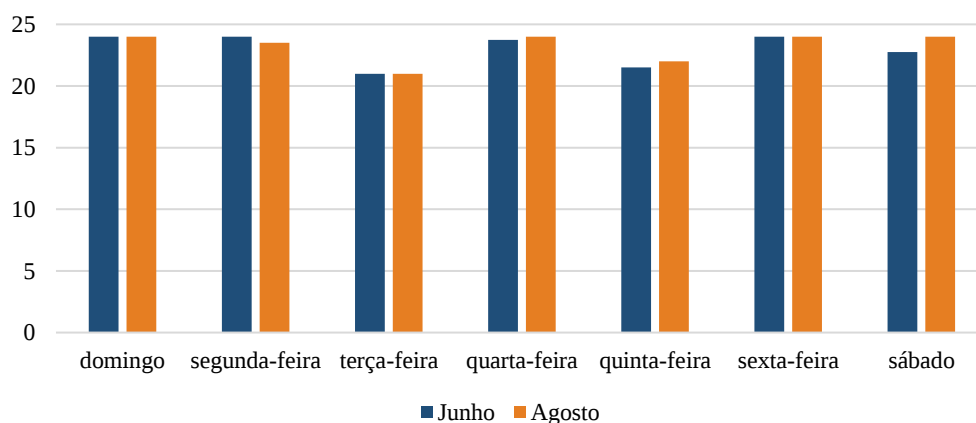


Figura 5.6 - Comparação do Número Médio de Voos no Aeroporto – Junho vs. Agosto

Dia da Semana	Funcionários
Segunda-Feira	7
Terça-Feira	7
Quarta-Feira	7
Quinta-Feira	7
Sexta-Feira	8
Sábado	7
Domingo	7

Tabela 5.3 - Alocação Semanal de Funcionários no Aeroporto – Cenário de Agosto

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Não obstante a aparente adequação das soluções propostas às exigências operacionais dos estabelecimentos quando analisados de forma isolada, a aplicação da segunda formulação ao conjunto das novas condições verificadas no mês de agosto, mantendo-se o número global de 17 colaboradores, revelou-se inviável. Esta inviabilidade resulta, essencialmente, da acentuada intensificação da procura registada no estabelecimento Salga, cuja pressão adicional sobre os recursos humanos disponíveis comprometeu o cumprimento das restrições impostas pelo modelo.

Face a esta limitação estrutural, procedeu-se à reformulação do problema, admitindo-se a introdução de um elemento adicional à equipa, perfazendo um total de 18 trabalhadores. A resolução do modelo com esta nova dotação permitiu alcançar uma solução ótima, assegurando a cobertura integral das necessidades identificadas para o período em causa. Este resultado evidencia que, apesar de se tratar de um incremento quantitativamente pouco expressivo, o seu impacto no equilíbrio global do sistema é substancial, permitindo restabelecer a viabilidade do plano de alocação proposto.

Neste quadro, importa reconhecer a relevância da adoção de estratégias de gestão flexível de recursos humanos, nomeadamente através da integração de trabalhadores em regime sazonal ou com contratos a tempo parcial, como instrumento de adaptação da estrutura organizacional às oscilações previsíveis na procura, particularmente em contextos de forte sazonalidade. Tal abordagem poderá constituir uma solução eficaz para assegurar a estabilidade e a continuidade dos serviços prestados, sem comprometer os níveis de qualidade operacional estabelecidos.

5.1.3 Cenário de Outubro

Com o objetivo de avaliar a adaptabilidade do modelo a diferentes contextos operacionais, foi selecionado o mês de outubro como período de análise. Este mês, caracterizado por uma menor procura e fora da chamada época alta, permite observar o comportamento do modelo num contexto menos exigente, mas que ainda assim requer soluções eficazes na alocação de recursos humanos.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

No estabelecimento Fórum, mantendo-se uma procura estável e regular, a solução definida na formulação inicial permaneceu inalterada. Assim, a afetação de 3 colaboradores por dia revelou-se suficiente para assegurar a cobertura das necessidades operacionais, sem necessidade de ajustamentos adicionais.

Em contraste, o estabelecimento Salga encontra-se encerrado durante o mês de outubro, em resultado da sua natureza sazonal. Esta realidade foi devidamente incorporada na modelação da Formulação 1, através da definição de necessidades operacionais nulas ao longo de todo o horizonte temporal. Assim, a solução gerada reflete, de forma coerente, a inexistência de afetação de trabalhadores ao Salga, em linha com a prática operacional da empresa.

Relativamente ao Aeroporto, a procura manteve-se em funcionamento, mas com variações mais acentuadas ao longo da semana. Esta variabilidade foi considerada na Formulação 1 através da introdução de diferentes valores para as necessidades mínimas e máximas por dia, refletindo uma resposta diferenciada do modelo. A Tabela 5.4 permite visualizar essa distribuição, com dias de maior afetação (até oito trabalhadores) e outros de menor intensidade (seis trabalhadores). Esta capacidade de resposta evidenciada pelo modelo reforça a sua adequação às exigências variáveis do contexto.

Dia da Semana	Semana (t)			
	1	2	3	4
Segunda-Feira	6	6	6	6
Terça-Feira	7	7	7	6
Quarta-Feira	8	8	8	8
Quinta-Feira	6	6	6	6
Sexta-Feira	8	8	8	6
Sábado	7	7	7	7
Domingo	6	6	6	6

Tabela 5.4 - Alocação Semanal de Funcionários no Aeroporto – Cenário de Outubro

Na transição para a Formulação 2, o parâmetro n_{jd} , representativo do número mínimo de trabalhadores exigido por estabelecimento e por dia, foi definido com base na solução obtida na Formulação 1. Assim, dado que esta atribuiu uma afetação nula ao Salga, os

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

valores de n_{2d} foram fixados como 0 para todos os dias $d \in D$. No entanto, a restrição (2.1), tal como apresentada na Secção 4.2, apenas estabelece que $\sum_{s \in S} x_{sjd} \geq n_{jd}$, ou seja, garante um mínimo, mas não impõe um teto máximo. Deste modo, mesmo com $n_{2d} = 0$, o modelo poderia, em teoria, alocar trabalhadores ao Salga, o que seria inconsistente com o seu encerramento. Para contornar essa possibilidade, foi adotada uma estratégia de penalização ao nível das preferências: o parâmetro c_{s2d} , que expressa a preferência do trabalhador s relativamente ao estabelecimento 2 (Salga) no dia d , foi fixado como -300 para todos os trabalhadores e dias. Este valor fortemente penalizador desencoraja de forma eficaz qualquer afetação ao Salga, assegurando coerência sem necessidade de alterar a estrutura formal da formulação.

Embora a abordagem mais rigorosa passasse pela eliminação formal do estabelecimento da formulação, optou-se por uma estratégia de penalização das variáveis associadas, de modo a preservar a estrutura original do modelo. Esta opção garante a possibilidade de reutilização futura do estabelecimento em períodos de reabertura, nomeadamente na época alta do ano seguinte, assegurando simultaneamente coerência com o seu encerramento temporário.

Adicionalmente, e considerando o contexto de menor procura, foram excluídos do modelo os trabalhadores $s = \{15, 16\}$, cujo vínculo, segundo informação fornecida pela empresa, está limitado à época alta. Esta decisão foi operacionalizada através da parametrização $a_{sd} = 0$ para todos os dias do horizonte temporal, impedindo assim a sua alocação. Uma abordagem idêntica foi adotada para o trabalhador $s = 17$, cuja atividade em regime de part-time foi considerada não essencial neste cenário de menor exigência.

Para garantir a coerência da solução, foram ainda ajustados os parâmetros k_{st} e kd_s , associados à gestão de folgas, de modo a evitar qualquer tentativa de atribuição de dias de trabalho ou descanso aos trabalhadores excluídos.

À semelhança do que foi feito relativamente ao estabelecimento temporariamente encerrado, optou-se por não remover estes trabalhadores da formulação, mas sim por recorrer a parametrizações que inviabilizam a sua alocação. Esta decisão permite

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

salvaguardar a flexibilidade do modelo, facilitando adaptações futuras a novos cenários operacionais, como o eventual regresso destes colaboradores em épocas de maior atividade.

Apesar da redução da força de trabalho, o modelo demonstrou uma vez mais a sua eficácia, atingindo um valor da função objetivo de $z = 5812$, bastante próximo do valor máximo possível de $z = 6080$, correspondendo a mais de 95% relativamente à preferência máxima de todos os trabalhadores.

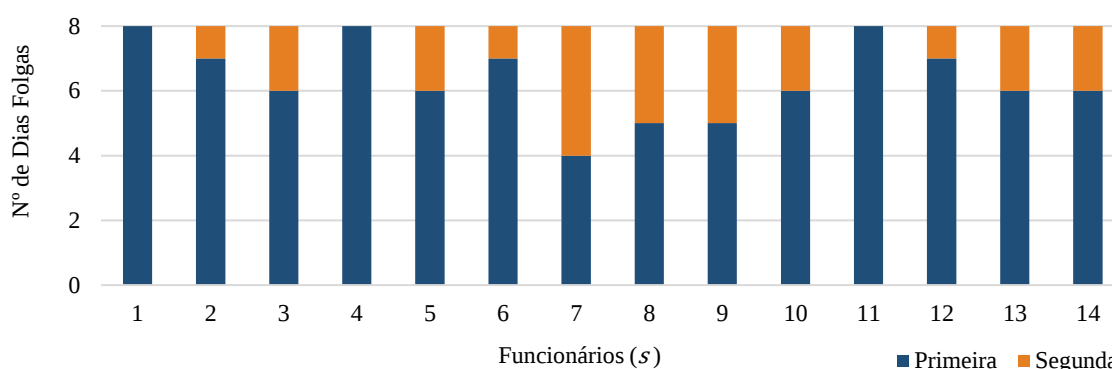


Figura 5.7 - Frequência de atribuições de folgas por trabalhador conforme nível de preferência

A análise da qualidade da solução é aprofundada na Figura 5.7, onde se representa a frequência de atribuições de folgas por trabalhador, categorizadas segundo o nível de preferência. Constatou-se que todos os trabalhadores abrangidos pelo modelo beneficiaram das oito folgas regulamentares durante os 28 dias do horizonte temporal, não se tendo verificado qualquer necessidade de recorrer a folgas trabalhadas. A maior parte dessas folgas coincidiu com a primeira preferência manifestada pelos trabalhadores, sendo que apenas o trabalhador 7 constituiu exceção, tendo ainda assim usufruído das folgas entre a primeira e a segunda escolha. De forma geral, cerca de 79% das folgas foram atribuídas de acordo com a primeira escolha dos colaboradores, um valor inferior ao observado no cenário base. Esta ligeira diminuição explica-se pelo facto de, neste cenário, todos os trabalhadores terem beneficiado da totalidade das folgas possíveis, o que aumentou o número absoluto de preferências a satisfazer e, consequentemente, a complexidade da afetação ótima. A pressão acrescida sobre o modelo para garantir a cobertura integral das

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

folgas dificultou ligeiramente o alinhamento perfeito com as preferências mais valorizadas, sem, no entanto, comprometer a eficácia global da solução.

Destaca-se, em particular, o caso do trabalhador 11, cuja configuração individual de preferências foi especialmente tratada na modelação. Atribuiu-se, para esse efeito, um valor positivo (+100) aos fins de semana e negativo (-100) aos restantes dias, no parâmetro c_{s4d} , sinalizando a sua preferência por folgas ao sábado e domingo. A solução encontrada demonstrou que o modelo respeitou integralmente esta definição, assegurando-lhe as folgas desejadas sem prejudicar a eficiência da alocação global.

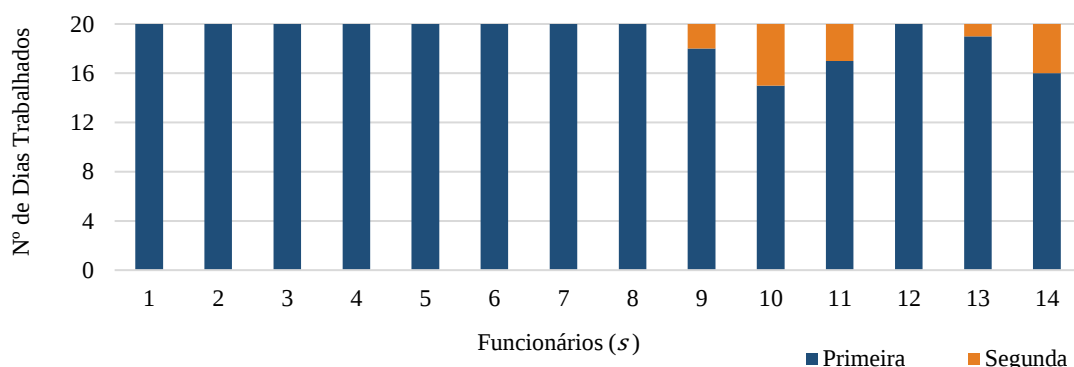


Figura 5.8 - Frequência de atribuições de estabelecimentos por trabalhador conforme nível de preferência

A Figura 5.8 fornece uma perspetiva complementar, ao ilustrar a distribuição dos dias trabalhados segundo o nível de preferência relativamente aos estabelecimentos. Verifica-se que a maioria dos turnos foi atribuída de acordo com a primeira escolha dos colaboradores, com a segunda preferência a surgir apenas em situações residuais. No total, cerca de 95% das atribuições corresponderam à primeira preferência, o que revela a capacidade do modelo em assegurar uma elevada compatibilidade entre as alocações e as preferências individuais. Esta taxa elevada de satisfação foi em grande medida facilitada pelo contexto de menor pressão sobre os recursos, característico do mês em análise. O encerramento do Salga e a exclusão de três colaboradores libertaram margem adicional ao modelo, permitindo-lhe operar com maior flexibilidade na conciliação das diversas variáveis envolvidas.

As Figuras 5.9 e 5.10 oferecem uma visão sobre a correspondência entre o número de trabalhadores efetivamente alocados e os mínimos operacionais definidos para cada dia.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

No caso do Fórum, a afetação manteve-se constante, com três colaboradores por dia, observando-se pequenas variações associadas à otimização global. Já no Aeroporto, as alocações ajustaram-se com precisão às oscilações da procura documentadas na Tabela 5.4, cumprindo sempre os mínimos estipulados e, em alguns dias, superando-os, o que constitui uma margem de segurança útil para colmatar eventuais imprevistos, como ausências de última hora ou necessidades de redistribuição da carga horária.

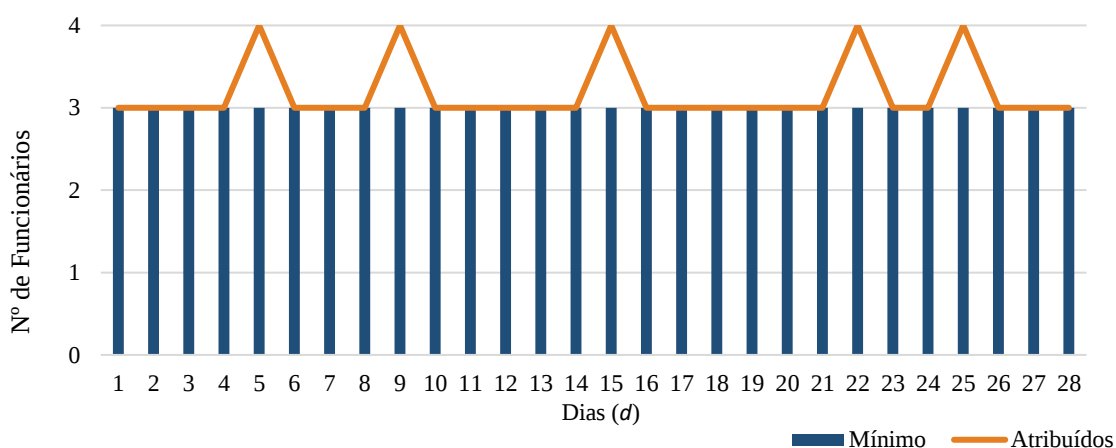


Figura 5.9 - Funcionários atribuídos vs mínimos operacionais no Fórum

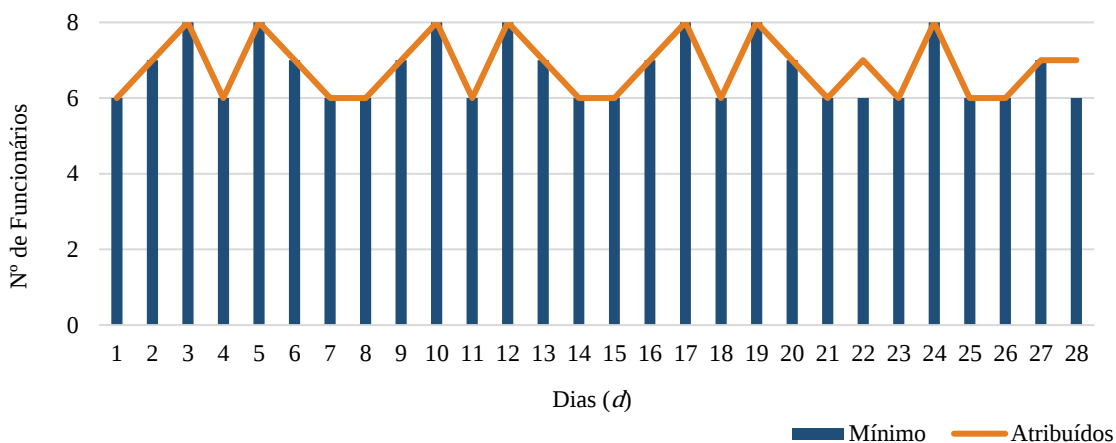


Figura 5.10 - Funcionários atribuídos vs mínimos operacionais no Aeroporto

De forma geral, o desempenho evidenciado pelo modelo no mês de outubro valida a sua versatilidade e capacidade de adaptação a cenários operacionais menos exigentes. Mesmo num contexto de menor pressão, foi possível garantir uma resposta eficiente às

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

necessidades do serviço, sem comprometer a satisfação individual dos trabalhadores. A menor carga de trabalho associada ao mês de outubro cria também condições para uma gestão mais estratégica dos recursos humanos, permitindo que a empresa, caso o pretenda, aproveite esta fase para redistribuir dias de férias ou ajustar a carga laboral de forma preventiva.

5.2 Análise de Impacto Organizacional

Embora o modelo desenvolvido não tenha, até à data, sido aplicado no contexto operativo real da empresa Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda. (TFD), os testes conduzidos em cenários simulados, com base em dados operacionais verosímeis, revelaram-se esclarecedores quanto ao seu potencial estratégico e operacional. A presente secção visa, por conseguinte, refletir criticamente sobre o impacto expectável da adoção do modelo na organização, tendo em conta a sua aplicabilidade futura, as vantagens operacionais que poderá proporcionar e as limitações que importa reconhecer.

O modelo mostra-se adequado para uma aplicação cíclica, nomeadamente na construção mensal dos horários. No entanto, por se encontrar implementado em Excel, qualquer modificação na constituição da equipa ou nas grelhas horárias dos estabelecimentos exige uma intervenção manual nas formulações e parâmetros. Apesar de concebido para reutilização, o modelo requer uma preparação prévia antes de cada ciclo de planeamento, com atualização sistemática dos parâmetros de entrada, partindo do pressuposto de que a tipologia dos horários dos estabelecimentos se mantêm inalterados.

Na Formulação 1, centrada na definição das necessidades de pessoal por estabelecimento e por dia, torna-se necessário fornecer os limites mínimos e máximos de colaboradores por bloco horário. Nos estabelecimentos Salga e Fórum, essas necessidades tendem a manter-se estáveis, sofrendo apenas pequenos ajustes pontuais, em função da procura. Já no Aeroporto, onde os fluxos de clientes estão fortemente condicionados pela programação de voos, é imperativo introduzir manualmente para a folha de Excel o respetivo mapa de voos para o mês em causa.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

A partir das necessidades de pessoal apuradas na Formulação 1, estes dados são transferidos como *input* direto para a formulação 2, onde ocorre a afetação dos colaboradores aos turnos. Para além dos dados derivados da primeira etapa, esta segunda fase exige a atualização de variáveis complementares, como o número de horas suplementares previamente realizadas por cada colaborador (u_s), o número de domingos de folga já usufruídos (g_{sd}), as ausências previstas (a_{sd}), as preferências individuais (c_{sjd}) e a indicação das folgas trabalhadas (v_{st}), estas últimas devendo idealmente ser preenchidas pelos próprios trabalhadores, promovendo o envolvimento ativo no processo de planeamento.

A abordagem modular e parametrizável do modelo oferece uma ferramenta escalável e adaptável às especificidades operacionais de cada estabelecimento, apta a responder com eficácia às diferentes realidades mensais. Embora exija esforço na atualização dos dados, esse investimento inicial é largamente compensado pela celeridade na geração de soluções otimizadas. Uma vez configurado, o modelo revela-se robusto, sustentável e adequado para integrar a gestão operacional da empresa numa lógica de continuidade e longo prazo.

Atualmente, na prática da TFD, a construção dos horários é realizada manualmente por um ou mais elementos da equipa de gestão, num processo que pode demorar entre quatro a seis dias por mês. Este método implica um esforço significativo na verificação das imposições legais e na análise das preferências dos trabalhadores, procurando equilibrar necessidades operacionais e satisfação individual. Além de moroso, o processo está exposto a riscos operacionais como erros humanos, perceções de favorecimento, incumprimentos legais e fragilidade na justificação das decisões perante os colaboradores.

A eventual adoção do modelo desenvolvido configura uma mudança substancial neste procedimento. Desde que os dados necessários estejam devidamente estruturados, o sistema é capaz de gerar soluções em poucos minutos, ou, no limite, em algumas horas, dependendo da rapidez na recolha e introdução da informação, assegurando, simultaneamente, conformidade legal e rigor técnico.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Para além de reduzir substancialmente o tempo despendido, o sistema contribui para a construção de um ambiente organizacional mais justo e equilibrado, no qual as decisões são percecionadas como imparciais. A gestão dos recursos humanos passa a estar suportada por uma lógica matemática clara e objetiva, eliminando a subjetividade do processo e promovendo um maior sentido de estabilidade interna. Esta automatização não retira importância ao papel dos gestores, antes os liberta de tarefas operacionais repetitivas, permitindo-lhes concentrar-se em funções estratégicas, contribuindo assim para uma gestão de recursos humanos mais eficaz e orientada para a criação de valor.

Ainda que a função principal da ferramenta seja a construção de horários operacionais, o modelo desenvolvido apresenta um elevado potencial enquanto instrumento de apoio à decisão em contextos de planeamento estratégico. A sua estrutura permite à organização simular diversos cenários futuros, dos quais se destacam:

- Impacto da redução ou aumento da equipa;
- Consequências da alteração dos horários de funcionamento;
- Avaliação dos efeitos da reorganização das folgas e turnos;
- Planeamento de épocas de maior ou menor procura.

Para além dos estabelecimentos atualmente considerados, esta estrutura permite também simular a abertura de novos espaços, seguindo a mesma lógica de construção já adotada. A base da formulação manter-se-ia inalterada, sendo apenas necessário acrescentar os dados e parâmetros correspondentes aos novos estabelecimentos.

Estas simulações permitem à empresa antecipar dificuldades operacionais, testar alternativas e fundamentar decisões com base em dados concretos. Deste modo, o modelo ultrapassa o âmbito meramente operativo, passando a assumir uma função relevante no contexto do planeamento tático, podendo ser integrado de forma eficaz no processo de tomada de decisão estratégica da organização.

Ainda que os resultados obtidos nos cenários simulados revelem um potencial promissor, importa reconhecer que, até ao momento, não foi realizada qualquer implementação prática do mesmo na empresa em estudo. Não obstante, os testes conduzidos com dados

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

representativos da realidade permitiram identificar um conjunto de limitações relevantes que devem ser devidamente ponderadas antes de uma eventual transição para o contexto real.

Entre as limitações identificadas, destaca-se a dependência das ferramentas Microsoft Excel e *OpenSolver*. Apesar de estas soluções conferirem uma implementação acessível e com baixa exigência técnica, a sua utilização poderá revelar-se limitativa no que respeita à escalabilidade do modelo, bem como à sua integração em plataformas mais sofisticadas de gestão de recursos humanos que possam já estar em uso na organização. Tal constrangimento deverá ser tido em consideração no processo de migração para uma solução mais automatizada e compatível com infraestruturas tecnológicas de maior robustez.

Outra limitação relevante está associada à necessidade de atualização manual dos dados, com especial incidência na introdução dos horários de voo no Excel. Para que o modelo de alocação de recursos humanos seja aplicado à unidade do Aeroporto, é necessário transpor, manualmente, os dados de um ficheiro disponibilizado pelos operadores aeroportuários, tarefa essa morosa, exigente e suscetível a erros humanos. Seria, pois, recomendável a criação de um processo automatizado que permitisse a importação direta do conteúdo do ficheiro para o sistema, reduzindo assim o tempo despendido e mitigando a possibilidade de incorreções.

Em termos estruturais, importa referir que o modelo foi concebido, numa fase inicial, para responder às necessidades específicas dos colaboradores da área de mesa e bar. Todavia, a sua extensão a outros grupos profissionais, como os trabalhadores da cozinha, é perfeitamente viável, exigindo apenas a reformulação das restrições e requisitos operacionais de acordo com as particularidades dessa função. No que se refere aos trabalhadores administrativos, a sua inclusão não se afigura necessária, atendendo à rigidez dos seus horários, os quais não estão sujeitos a alterações, tornando assim despropositada a sua incorporação no modelo.

Uma limitação técnica adicional e particularmente relevante está relacionada com o parâmetro k_{st} , responsável pela definição do número de folgas semanais atribuídas a cada

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

trabalhador. Conforme descrito na Secção 4.2, este parâmetro depende, entre outros fatores, do valor de u_s , que representa o total de horas suplementares realizadas pelo trabalhador antes do início do período de planeamento. Nos casos em que u_s ultrapassa as 168 horas, o trabalhador deixa de poder realizar folgas trabalhadas durante esse horizonte temporal. Esta abordagem, embora coerente com o quadro legal, apresenta fragilidades, sobretudo considerando que o modelo assume um horizonte temporal fixo de quatro semanas. A adoção de um valor estático para u_s pode conduzir a restrições excessivas e, por vezes, desnecessárias, comprometendo a flexibilidade do modelo.

Uma alternativa mais ajustada passaria pela introdução de uma estrutura dinâmica, onde o parâmetro u_s fosse substituído por u_{st} , permitindo assim a atualização semanal do número de horas suplementares efetivamente atribuídas. Esta solução traria consigo uma maior precisão e conformidade legal, ainda que implicasse a formulação de um modelo não linear, cuja resolução exigiria a utilização de *solvers* específicos para esse tipo de problemas. Tal abordagem, mais exigente do ponto de vista técnico, permitiria, contudo, uma resposta mais flexível e adequada às exigências operacionais, podendo, porém, fornecer apenas uma solução sub-ótima.

É ainda importante considerar que a implementação do modelo poderá trazer alguns desafios para a organização, especialmente no que diz respeito à aceitação por parte da equipa. A transição de um sistema manual para uma abordagem automatizada pode suscitar alguma resistência, pelo que será fundamental comunicar de forma clara as vantagens da nova metodologia. Também será importante assegurar que os utilizadores têm os conhecimentos necessários para utilizar o modelo e interpretar os seus resultados, o que poderá justificar a realização de ações de formação, ainda que pontuais. Além disso, a compatibilidade com sistemas de gestão já existentes deverá ser considerada, para garantir uma integração eficaz. Por fim, a aceitação da ferramenta dependerá em grande medida da perceção de imparcialidade no processo, sendo por isso essencial manter a transparência nos critérios adotados.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

CONCLUSÃO

A utilização de técnicas de otimização no âmbito da construção de escalas de trabalho constitui uma área em constante evolução, na qual a flexibilidade e a personalização assumem um papel central na resposta às exigências das organizações e às expectativas dos seus colaboradores. No âmbito do presente trabalho, foi concebida uma abordagem com recurso à Programação Linear Inteira, com o propósito de apoiar a construção de escalas de horários para a empresa Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda., que atua em vários estabelecimentos do setor da restauração. Esta iniciativa surgiu da necessidade de colmatar limitações na resposta às crescentes exigências operacionais e às especificidades da estrutura interna da empresa, incorporando simultaneamente as preferências dos colaboradores e os limites legais e contratuais em vigor.

A formulação proposta permitiu a representação rigorosa dos diversos parâmetros e restrições inerentes à afetação de recursos humanos, incluindo as necessidades mínimas e máximas por estabelecimento, as preferências por dias de descanso e por estabelecimento e os enquadramentos legais aplicáveis. Procedeu-se à análise de três cenários distintos, correspondentes aos meses de junho, agosto e outubro de 2024, representando diferentes padrões sazonais de procura. Esta diversidade permitiu avaliar a robustez e a capacidade adaptativa da solução proposta.

Os resultados evidenciaram ainda que a solução obtida é realista e tecnicamente viável, alinhando-se com as práticas vigentes na empresa, validando assim a pertinência da abordagem formulada. Apesar de não ter sido aplicada em contexto real, a formulação foi avaliada com base em dados realistas representativos dos referidos meses, permitindo aferir o seu desempenho em contextos operacionais diferenciados. Em todos os cenários, o modelo demonstrou competência na alocação eficiente dos recursos humanos, mesmo perante restrições exigentes. Destaca-se ainda a eficácia do modelo na incorporação de preferências individuais, promovendo uma afetação mais personalizada e compatível com os interesses dos colaboradores, sem comprometer os objetivos logísticos da empresa.

Para além da sua relevância no âmbito organizacional, este projeto está alinhado com os princípios da Agenda 2030 das Nações Unidas, concretamente com o Objetivo de

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Desenvolvimento Sustentável (ODS) n.º 8 — Trabalho Digno e Crescimento Económico. A promoção de uma gestão mais racional, transparente e automatizada dos horários de trabalho contribui para ambientes laborais mais justos, onde se respeitam simultaneamente as necessidades organizacionais e os direitos dos trabalhadores. A possibilidade de integrar restrições legais, respeitar os limites máximos de carga horária e considerar preferências individuais reforça o compromisso com a dignificação do trabalho e a valorização dos recursos humanos. Neste contexto, a aplicação de modelos de otimização revela-se um instrumento promissor na construção de ambientes laborais mais equilibrados, com impacto positivo na estabilidade, produtividade e bem-estar dos colaboradores, fatores essenciais para a sustentabilidade económica das organizações.

No que respeita às perspetivas futuras de evolução, identificam-se quatro principais direções. Em primeiro lugar, recomenda-se a realização de um projeto piloto em ambiente real, que permita avaliar a exequibilidade prática da abordagem e recolher contributos qualitativos por parte da equipa de gestão através da aplicação de um questionário. Esta avaliação permitiria aferir não apenas a capacidade técnica da ferramenta, mas também a sua aceitação no contexto organizacional. Em segundo lugar, seria relevante incluir dados mais precisos relativos aos voos e às cargas de trabalho associadas, nomeadamente o número de passageiros por voo, de forma a aprimorar a estimativa da carga de trabalho, em especial no estabelecimento situado no aeroporto. Em terceiro lugar, sugere-se a introdução de mecanismos que promovam uma maior equidade na satisfação das preferências, garantindo uma distribuição justa das oportunidades ao longo do tempo, evitando assim desequilíbrios. Por fim, uma evolução natural do projeto passaria pela criação de uma terceira formulação, na qual os trabalhadores alocados a um determinado estabelecimento fossem, de forma subsequente, distribuídos por blocos horários específicos, permitindo uma otimização em dupla camada e uma afetação ainda mais precisa.

Em suma, a presente tese comprova o potencial das metodologias de otimização para resolver desafios complexos na gestão de recursos humanos, proporcionando uma solução ajustável, transparente e promotora de equilíbrio entre a eficiência organizacional e a satisfação dos colaboradores. Embora não tenha sido aplicada na prática, a abordagem

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

demonstrou consistência e validade nos cenários simulados, constituindo um ponto de partida robusto para futuras implementações e melhorias progressivas. A adoção de soluções desta natureza poderá, a médio prazo, tornar-se não apenas uma mais-valia operacional, mas também um fator diferenciador para as organizações do setor, potenciando uma cultura de planeamento mais equitativa, adaptável e orientada para as pessoas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguinis, H., & Bakker, R. M. (2021). Time is of the essence: Improving the conceptualization and measurement of time. *Human Resource Management Review*, 31(2). <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2020.100763>
- Al-Rawi, O. Y. M., & Mukherjee, T. (2019). Application of Linear Programming in Optimizing Labour Scheduling. *Journal of Mathematical Finance*, 9(3), 272–285. <https://doi.org/10.4236/JMF.2019.93016>
- Bányai, T. (2023). Impact of shift pattern on optimal human resource management strategy: An optimisation approach. *Advanced Logistic Systems - Theory and Practice*, 17(1), 39–48. <https://doi.org/10.32971/ALS.2023.005>
- Böðvarsdóttir, E. B., Bagger, N. C. F., Høffner, L. E., & Stidsen, T. J. R. (2022). A flexible mixed integer programming-based system for real-world nurse rostering. *Journal of Scheduling*, 25(1), 59–88.
<https://doi.org/10.1007/S10951-021-00705-7/METRICS>
- Brako, P., Joseph, S., & Brako, Q. E. (2017). Effective Resource Scheduling: A Primer For Organizational Efficiency. *IRACST – International Journal of Commerce, Business and Management (IJCBM)*, 6(5), 2319–2828. <https://ssrn.com/abstract=3040532>
- Bürgy, R., Michon-Lacaze, H., & Desaulniers, G. (2019). Employee scheduling with short demand perturbations and extensible shifts. *Omega*, 89, 177–192. <https://doi.org/10.1016/J.OMEGA.2018.10.009>
- C. Huang. (2023). Intelligent Scheduling Algorithm of Enterprise Human Resources Based on Data Analysis. *Proceedings - 2023 Asia-Europe Conference on Electronics, Data Processing and Informatics, ACEDPI 2023*, 316–320. <https://doi.org/10.1109/ACEDPI58926.2023.00068>
- Chapman, P. (NCR), Clinton, J. (SPSS), Kerber, R. (NCR), Khabaza, T. (SPSS), Reinartz, T. (DaimlerChrysler), Shearer, C. (SPSS), & Wirth, R.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

(DaimlerChrysler). (2000). CRISP-DM 1.0 Step-by-step data mining guide. U.S.A.: SPSS, CRISP-DM Consortium.

COIN-OR Foundation. (s.d.). *COIN-OR: Computational Infrastructure for Operations Research*. Obtido a 3 de fevereiro de 2025, de <https://www.coin-or.org/>

Convenção Coletiva de Trabalho n.º 35/2019 de 29 de julho de 2019. *Jornal Oficial dos Açores*, II Série, n.º 144, Governo Regional dos Açores.

Cuevas, R., Ferrer, J. C., Klapp, M., & Muñoz, J. C. (2016). A mixed integer programming approach to multi-skilled workforce scheduling. *Journal of Scheduling*, 19(1), 91–106. <https://doi.org/10.1007/S10951-015-0450-0/TABLES/8>

Dahmen, S., Rekik, M., Soumis, F., & Desaulniers, G. (2020). A two-stage solution approach for personalized multi-department multi-day shift scheduling. *European Journal of Operational Research*, 280(3), 1051–1063. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2019.07.068>

De Bruecker, P., Van Den Bergh, J., Beliën, J., & Demeulemeester, E. (2015). Workforce planning incorporating skills: State of the art. Em *European Journal of Operational Research* (Vol. 243, Número 1, pp. 1–16). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.10.038>

Dousin, O., Collins, N., & Kler, B. K. (2019). Work-Life Balance, Employee Job Performance and Satisfaction Among Doctors and Nurses in Malaysia. *International Journal of Human Resource Studies*, 9(4), 306–319. <https://doi.org/10.5296/ijhrs.v9i4.15697>

Eclipse Foundation. (2017). *Eclipse Public License - v 2.0*. <https://www.eclipse.org/legal/epl-2.0/>

Greenwood, M. R. (2002). Ethics and HRM: A review and conceptual analysis. *Journal of Business Ethics*, 36(3), 261–278. <https://doi.org/10.1023/A:1014090411946/METRICS>

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

- Hassani, M. R., & Behnamian, J. (2021). A scenario-based robust optimization with a pessimistic approach for nurse rostering problem. *Journal of Combinatorial Optimization*, 41(1), 143–169. <https://doi.org/10.1007/s10878-020-00667-0>
- Knust, F., & Xie, L. (2019). Simulated annealing approach to nurse rostering benchmark and real-world instances. *Annals of Operations Research*, 272(1–2), 187–216. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2546-8>
- Mason, A. J. (2012). *OpenSolver-An Open Source Add-in to Solve Linear and Integer Programmes in Excel*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29210-1_64
- Obiageli, O. L., Uzochukwu, O. C., & Ngozi, C. D. (2015). Work-Life Balance and Employee Performance in Selected Commercial Banks in Lagos State. *European Journal of Research and Reflection in Management Sciences*, 3(4), 63–77. www.idpublications.org
- Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016, Pub. L. No. 2016/679, Jornal Oficial da União Europeia 1 (2016). https://www.sg.pcm.gov.pt/media/38093/rgpd_regulamento.pdf
- Suhendar, A., Setiadi, R., Artati, A., & Rohman, A. (2023). Unlocking Performance: How to Improve Employee Performance through Transformational Leadership, Motivation, and Work-Life Balance in An Organization. *International Journal of Business and Applied Social Science*, 37–46. <https://doi.org/10.33642/ijbass.v9n6p5>
- Tanizaki, T., Shimmura, T., & Fujii, N. (2017). Shift scheduling to improve customer satisfaction, employee satisfaction and management satisfaction in service workplace where employees and robots collaborate. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10371 LNCS, 15–25. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61240-9_2/COVER

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

Terenzi, M., Ricciardi, O., & Di Nocera, F. (2022). Rostering in Air Traffic Control: A Narrative Review. Em *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Número 8). MDPI.

<https://doi.org/10.3390/ijerph19084625>

Egbuta, U. O., & Omojola, I. O. (2021). Human Resources Management Theories, Policies and Practices: A Review of Literature. *The International Journal of Business & Management*, 9(5).

<https://doi.org/10.24940/THEIJBM/2021/V9/I5/BM2105-041>

Van Den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E., & De Boeck, L. (2013). Personnel scheduling: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 226(3), 367–385.

<https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2012.11.029>

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

ANEXOS

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

ANEXO A

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Cálculo das necessidades mínimas e máximas de trabalhadores no Aeroporto

Este anexo detalha os cálculos realizados para determinar os números mínimos (a_i^-) e máximos (a_i^+) de trabalhadores necessários nos estabelecimentos do Aeroporto ($j = 3$). O objetivo é garantir o funcionamento eficiente, considerando a previsão de voos, o tipo de passageiros e a capacidade de atendimento de cada espaço.

Em primeiro lugar, considerámos os horários de abertura e fecho dos estabelecimentos pertencentes ao aeroporto, nomeadamente, o bar na zona de check-in, de agora em diante mencionado com “Check-In”; o bar da zona de embarque, de agora em diante mencionado como “Embarque”; o restaurante na zona pública do aeroporto de agora em diante mencionado com “Restaurante”; e ainda o bar localizado na zona de embarques internacionais, de agora em diante mencionado como “Embarque Internacional”.

Os cálculos abrangem os seguintes estabelecimentos e respetivos horários de funcionamento:

Estabelecimentos		Horários	
		Início	Fim
Aeroporto	Check-In	05:30	19:30
	Embarque	05:30	22:30 ⁴
	Embarque Internacional	Abertura Ocasional ⁵	
	Restaurante	09:00	18:00

Tabela A.1 - Horários de abertura e fecho dos estabelecimentos

⁴ Horários prolongados em função da operação dos voos do dia

⁵ Aberto unicamente aquando da existência de voos internacionais

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Dados Utilizados:

- **Mapa de Voos Mensal:** A análise é realizada bloco a bloco, para cada bloco horário $i \in B_3$, onde B_3 é o conjunto de blocos temporais de 30 minutos que identificam os períodos em que os trabalhadores devem ser alocados no Aeroporto. O cálculo considera o número de voos programados em cada bloco e o respetivo tipo de voo ($v \in V$), onde V é o conjunto de categorias de voos, definido como:
 - 1: Voos Internacionais
 - 2: Voos Nacionais
 - Voos Inter-Ilhas:
 - 3: DH4
 - 4: DH2

A capacidade de cada tipo de voo (p_v) está detalhada na Tabela A.2 abaixo representada, e esta informação é utilizada para calcular o número de passageiros que potencialmente necessitam de atendimento em cada bloco horário i .

Tipo de Voo		Capacidade
Voos Internac. (p_1)		330
Voos Nacionais (p_2)		180
Voos Inter-Ilhas	DH4 (p_3)	80
	DH2 (p_4)	34

Tabela A.2 - Capacidade máxima de passageiros por tipo de voo

- **Fator de Consumo (FC):** Percentagem de passageiros estimados para consumir no estabelecimento (20% da capacidade do voo). Na sequência da informação prestada pela gerência da TFD, decidimos colocar um fator de consumo (fc) igual a 20%, ou seja, em média, 20% da capacidade de passageiros de cada voo deverão ser clientes.

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

- **Taxa de Atendimento por Funcionário (TC):** Média de clientes atendidos por colaborador, na sequência da informação que foi comunicada pela empresa:
 - Check-In: 80 clientes/colaborador
 - Embarque: 60 clientes/colaborador
 - Restaurante: 70 clientes/colaborador

De seguida, fazemos o cálculo do número mínimo de funcionários em cada estabelecimento para garantir o serviço adequado no bloco horário i para $i \in B_3$. Para isso, em primeiro lugar, estabelecemos números mínimos de funcionários que têm de estar ao serviço caso não haja voos, simplesmente para manter o estabelecimento aberto. Neste caso esse número mínimo é de 1 funcionário por estabelecimento. Em segundo lugar, estabelecemos um número máximo de funcionários permitidos ao serviço em cada estabelecimento (Check-In: 2; Embarque: 4; Restaurante: 2), sendo que este número foi estabelecido de acordo com recomendações comunicadas pela empresa. Por último, foi desenvolvido o cálculo do número mínimo de colaboradores para cada estabelecimento.

Procura: Clientes Calculados = $\sum_{v \in V} v * p_v * fc$

Os números mínimos são calculados utilizando as seguintes fórmulas, baseando-se no volume de passageiros obtido a partir do mapa de voos mensal:

- Mínimo Check-In ($a3_i^-$):

$$a3_i^- = \min\left(1, \max\left(2, \frac{\text{Clientes Calculados}_{(i+3)} + \text{Clientes Calculados}_{(i+4)}}{TC_{\text{Check-In}}}\right)\right)$$

Clientes Calculados: Passageiros dos blocos $i + 3$ e $i + 4$, considerando que chegam ao aeroporto cerca de 1h30 a 2h antes do voo.

- Mínimo Embarque ($a4_i^-$):

$$a4_i^- = \min\left(1, \max\left(4, \frac{\text{Clientes Calculados}_{(i+1)} + \text{Clientes Calculados}_{(i+2)}}{TC_{\text{Embarque}}}\right)\right)$$

Clientes Calculados: Passageiros nos blocos $i + 1$ e $i + 2$, dado que se deslocam para a área de embarque cerca de 1h antes do voo.

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

- Mínimo Restaurante ($a5_i^-$):

$$a5_i^- = \min\left(1, \max\left(2, \frac{\text{Clientes Calculados}_{(i+3)} + \text{Clientes Calculados}_{(i+4)} + \text{Clientes Calculados}_{(i+5)}}{TC_{\text{Restaurante}}}\right)\right)$$

Clientes Calculados: Passageiros nos blocos $i + 3$, $i + 4$ e $i + 5$, baseando-se no tempo médio que passam no restaurante.

É de realçar que este cálculo atua como um indicador, uma vez que o estamos a limitar a um número mínimo e máximo, caso não haja voos, ele atribui 1, caso o cálculo seja superior ao número máximo, ele devolve o número máximo recomendado.

Posto isto, o valor mínimo de funcionários necessários no Aeroporto, em cada bloco horário i (a_i^-):

$$a_i^- = a3_i^- + a4_i^- + a5_i^- , \quad \forall i \in B_3$$

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

ANEXO B

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

Parâmetros de Entrada da Formulação 2 (Cenário Base)

Este anexo apresenta os parâmetros de entrada utilizados na Formulação 2, descrita na Secção 4.2, aplicados ao cenário base correspondente ao mês de junho de 2024. Os dados foram recolhidos junto da empresa Tibério Faria Dinis, Unipessoal, Lda., ou, quando necessário, simulados com base em informações realistas, assegurando o cumprimento das restrições legais e operacionais identificadas nos capítulos anteriores.

B.1 Parâmetro c_{sjd} : Preferências dos trabalhadores por dia e por estabelecimento

Trabalhador (s)	Dia (d)	c_{sjd}				Dia da Semana
		Fórum (j = 1)	Salga (j = 2)	Aeroporto (j = 3)	Folga (j = 4)	
1	1	-300	-300	4	20	segunda
1	2	-300	-300	4	20	terça
1	3	-300	-300	4	10	quarta
1	4	-300	-300	3	40	quinta
1	5	-300	-300	3	40	sexta
1	6	-300	-300	4	30	sábado
1	7	-300	-300	4	30	domingo
1	8	-300	-300	4	30	segunda
1	9	-300	-300	4	20	terça
1	10	-300	-300	4	20	quarta
1	11	-300	-300	4	10	quinta
1	12	-300	-300	3	40	sexta
1	13	-300	-300	3	40	sábado
1	14	-300	-300	4	30	domingo
1	15	-300	-300	4	30	segunda
1	16	-300	-300	4	30	terça
1	17	-300	-300	3	40	quarta
1	18	-300	-300	3	40	quinta
1	19	-300	-300	4	20	sexta
1	20	-300	-300	4	20	sábado
1	21	-300	-300	4	10	domingo
1	22	-300	-300	4	30	segunda
1	23	-300	-300	4	30	terça
1	24	-300	-300	4	10	quarta
1	25	-300	-300	4	20	quinta
1	26	-300	-300	4	20	sexta
1	27	-300	-300	3	40	sábado

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

1	28	-300	-300	3	40	domingo
2	1	-300	-300	4	10	segunda
2	2	-300	-300	3	40	terça
2	3	-300	-300	3	40	quarta
2	4	-300	-300	4	20	quinta
2	5	-300	-300	4	20	sexta
2	6	-300	-300	4	30	sábado
2	7	-300	-300	4	30	domingo
2	8	-300	-300	4	10	segunda
2	9	-300	-300	3	40	terça
2	10	-300	-300	4	30	quarta
2	11	-300	-300	4	30	quinta
2	12	-300	-300	3	40	sexta
2	13	-300	-300	4	20	sábado
2	14	-300	-300	4	20	domingo
2	15	-300	-300	3	40	segunda
2	16	-300	-300	3	40	terça
2	17	-300	-300	4	30	quarta
2	18	-300	-300	4	30	quinta
2	19	-300	-300	4	20	sexta
2	20	-300	-300	4	20	sábado
2	21	-300	-300	4	10	domingo
2	22	-300	-300	4	20	segunda
2	23	-300	-300	3	40	terça
2	24	-300	-300	4	30	quarta
2	25	-300	-300	3	40	quinta
2	26	-300	-300	4	30	sexta
2	27	-300	-300	4	20	sábado
2	28	-300	-300	4	10	domingo
3	1	-300	-300	3	40	segunda
3	2	-300	-300	4	30	terça
3	3	-300	-300	4	20	quarta
3	4	-300	-300	4	20	quinta
3	5	-300	-300	4	10	sexta
3	6	-300	-300	4	30	sábado
3	7	-300	-300	3	40	domingo
3	8	-300	-300	3	40	segunda
3	9	-300	-300	3	40	terça
3	10	-300	-300	4	20	quarta
3	11	-300	-300	4	20	quinta
3	12	-300	-300	4	10	sexta

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

3	13	-300	-300	4	30	sábado
3	14	-300	-300	4	30	domingo
3	15	-300	-300	4	30	segunda
3	16	-300	-300	4	20	terça
3	17	-300	-300	4	10	quarta
3	18	-300	-300	4	20	quinta
3	19	-300	-300	4	30	sexta
3	20	-300	-300	3	40	sábado
3	21	-300	-300	3	40	domingo
3	22	-300	-300	4	30	segunda
3	23	-300	-300	4	20	terça
3	24	-300	-300	3	40	quarta
3	25	-300	-300	4	30	quinta
3	26	-300	-300	3	40	sexta
3	27	-300	-300	4	20	sábado
3	28	-300	-300	4	10	domingo
4	1	-300	-300	4	20	segunda
4	2	-300	-300	4	30	terça
4	3	-300	-300	3	40	quarta
4	4	-300	-300	3	40	quinta
4	5	-300	-300	4	30	sexta
4	6	-300	-300	4	20	sábado
4	7	-300	-300	4	10	domingo
4	8	-300	-300	3	40	segunda
4	9	-300	-300	3	40	terça
4	10	-300	-300	4	30	quarta
4	11	-300	-300	4	30	quinta
4	12	-300	-300	4	10	sexta
4	13	-300	-300	4	20	sábado
4	14	-300	-300	4	20	domingo
4	15	-300	-300	4	10	segunda
4	16	-300	-300	4	20	terça
4	17	-300	-300	4	20	quarta
4	18	-300	-300	4	30	quinta
4	19	-300	-300	4	30	sexta
4	20	-300	-300	3	40	sábado
4	21	-300	-300	3	40	domingo
4	22	-300	-300	3	40	segunda
4	23	-300	-300	4	30	terça
4	24	-300	-300	4	30	quarta
4	25	-300	-300	3	40	quinta

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

4	26	-300	-300	4	20	sexta
4	27	-300	-300	4	10	sábado
4	28	-300	-300	4	20	domingo
5	1	-300	-300	4	30	segunda
5	2	-300	-300	4	30	terça
5	3	-300	-300	3	40	quarta
5	4	-300	-300	4	20	quinta
5	5	-300	-300	4	10	sexta
5	6	-300	-300	3	40	sábado
5	7	-300	-300	4	20	domingo
5	8	-300	-300	4	30	segunda
5	9	-300	-300	4	20	terça
5	10	-300	-300	3	40	quarta
5	11	-300	-300	4	20	quinta
5	12	-300	-300	4	10	sexta
5	13	-300	-300	3	40	sábado
5	14	-300	-300	4	30	domingo
5	15	-300	-300	3	40	segunda
5	16	-300	-300	3	40	terça
5	17	-300	-300	4	30	quarta
5	18	-300	-300	4	30	quinta
5	19	-300	-300	4	20	sexta
5	20	-300	-300	4	20	sábado
5	21	-300	-300	4	10	domingo
5	22	-300	-300	4	10	segunda
5	23	-300	-300	4	30	terça
5	24	-300	-300	4	20	quarta
5	25	-300	-300	4	20	quinta
5	26	-300	-300	4	30	sexta
5	27	-300	-300	3	40	sábado
5	28	-300	-300	3	40	domingo
6	1	-300	-300	4	20	segunda
6	2	-300	-300	3	40	terça
6	3	-300	-300	3	40	quarta
6	4	-300	-300	4	10	quinta
6	5	-300	-300	4	20	sexta
6	6	-300	-300	4	30	sábado
6	7	-300	-300	4	30	domingo
6	8	-300	-300	4	10	segunda
6	9	-300	-300	4	20	terça
6	10	-300	-300	3	40	quarta

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

6	11	-300	-300	3	40	quinta
6	12	-300	-300	4	30	sexta
6	13	-300	-300	4	30	sábado
6	14	-300	-300	4	20	domingo
6	15	-300	-300	4	30	segunda
6	16	-300	-300	4	30	terça
6	17	-300	-300	4	10	quarta
6	18	-300	-300	3	40	quinta
6	19	-300	-300	3	40	sexta
6	20	-300	-300	4	20	sábado
6	21	-300	-300	4	20	domingo
6	22	-300	-300	4	20	segunda
6	23	-300	-300	4	20	terça
6	24	-300	-300	4	10	quarta
6	25	-300	-300	4	30	quinta
6	26	-300	-300	3	40	sexta
6	27	-300	-300	3	40	sábado
6	28	-300	-300	4	30	domingo
7	1	-300	-300	4	10	segunda
7	2	-300	-300	4	30	terça
7	3	-300	-300	3	40	quarta
7	4	-300	-300	3	40	quinta
7	5	-300	-300	4	20	sexta
7	6	-300	-300	4	20	sábado
7	7	-300	-300	4	30	domingo
7	8	-300	-300	4	30	segunda
7	9	-300	-300	3	40	terça
7	10	-300	-300	3	40	quarta
7	11	-300	-300	4	20	quinta
7	12	-300	-300	4	30	sexta
7	13	-300	-300	4	20	sábado
7	14	-300	-300	4	10	domingo
7	15	-300	-300	3	40	segunda
7	16	-300	-300	4	30	terça
7	17	-300	-300	4	30	quarta
7	18	-300	-300	3	40	quinta
7	19	-300	-300	4	20	sexta
7	20	-300	-300	4	20	sábado
7	21	-300	-300	4	10	domingo
7	22	-300	-300	4	10	segunda
7	23	-300	-300	4	20	terça

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

7	24	-300	-300	4	20	quarta
7	25	-300	-300	3	40	quinta
7	26	-300	-300	4	30	sexta
7	27	-300	-300	4	30	sábado
7	28	-300	-300	3	40	domingo
8	1	4	2	3	10	segunda
8	2	4	1	2	30	terça
8	3	3	1	2	40	quarta
8	4	4	1	2	30	quinta
8	5	3	1	2	40	sexta
8	6	4	1	3	20	sábado
8	7	4	1	3	20	domingo
8	8	4	1	3	20	segunda
8	9	3	1	2	40	terça
8	10	4	1	2	30	quarta
8	11	4	1	3	20	quinta
8	12	3	1	2	40	sexta
8	13	4	1	3	20	sábado
8	14	4	2	3	10	domingo
8	15	4	2	3	10	segunda
8	16	3	1	2	40	terça
8	17	4	1	3	20	quarta
8	18	4	1	2	30	quinta
8	19	3	1	2	40	sexta
8	20	4	1	3	20	sábado
8	21	4	1	2	30	domingo
8	22	3	1	2	40	segunda
8	23	4	2	3	10	terça
8	24	4	1	3	20	quarta
8	25	3	1	2	40	quinta
8	26	4	1	3	20	sexta
8	27	4	1	2	30	sábado
8	28	4	1	2	30	domingo
9	1	4	1	3	20	segunda
9	2	4	1	3	20	terça
9	3	4	1	2	30	quarta
9	4	4	2	3	10	quinta
9	5	3	1	2	40	sexta
9	6	4	1	3	20	sábado
9	7	3	1	2	40	domingo
9	8	4	2	3	10	segunda

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

9	9	3	1	2	40	terça
9	10	4	1	2	30	quarta
9	11	4	2	3	10	quinta
9	12	4	1	2	30	sexta
9	13	4	1	3	20	sábado
9	14	3	1	2	40	domingo
9	15	4	1	3	20	segunda
9	16	4	1	2	30	terça
9	17	3	1	2	40	quarta
9	18	3	1	2	40	quinta
9	19	4	1	2	30	sexta
9	20	4	1	3	20	sábado
9	21	4	2	3	10	domingo
9	22	4	2	3	10	segunda
9	23	3	1	2	40	terça
9	24	4	1	3	20	quarta
9	25	4	1	3	20	quinta
9	26	4	1	2	30	sexta
9	27	3	1	2	40	sábado
9	28	4	1	2	30	domingo
10	1	3	4	1	20	segunda
10	2	3	4	2	10	terça
10	3	2	4	1	30	quarta
10	4	2	3	1	40	quinta
10	5	2	3	1	40	sexta
10	6	3	4	1	20	sábado
10	7	2	4	1	30	domingo
10	8	3	4	2	10	segunda
10	9	2	4	1	30	terça
10	10	3	4	1	20	quarta
10	11	2	3	1	40	quinta
10	12	2	3	1	40	sexta
10	13	2	4	1	30	sábado
10	14	3	4	2	10	domingo
10	15	3	4	2	10	segunda
10	16	2	3	1	40	terça
10	17	2	4	1	30	quarta
10	18	2	4	1	30	quinta
10	19	3	4	1	20	sexta
10	20	3	4	1	20	sábado
10	21	2	3	1	40	domingo

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

10	22	2	3	1	40	segunda
10	23	3	4	1	20	terça
10	24	2	4	1	30	quarta
10	25	3	4	2	10	quinta
10	26	2	4	1	30	sexta
10	27	2	3	1	40	sábado
10	28	3	4	1	20	domingo
11	1	3	2	1	-100	segunda
11	2	3	2	1	-100	terça
11	3	3	2	1	-100	quarta
11	4	3	2	1	-100	quinta
11	5	3	2	1	-100	sexta
11	6	3	2	1	100	sábado
11	7	3	2	1	100	domingo
11	8	2	3	1	-100	segunda
11	9	2	3	1	-100	terça
11	10	2	3	1	-100	quarta
11	11	2	3	1	-100	quinta
11	12	2	3	1	-100	sexta
11	13	2	3	1	100	sábado
11	14	2	3	1	100	domingo
11	15	2	3	1	-100	segunda
11	16	2	3	1	-100	terça
11	17	2	3	1	-100	quarta
11	18	2	3	1	-100	quinta
11	19	2	3	1	-100	sexta
11	20	2	3	1	100	sábado
11	21	2	3	1	100	domingo
11	22	2	3	1	-100	segunda
11	23	2	3	1	-100	terça
11	24	2	3	1	-100	quarta
11	25	2	3	1	-100	quinta
11	26	2	3	1	-100	sexta
11	27	2	3	1	100	sábado
11	28	2	3	1	100	domingo
12	1	4	2	-300	30	segunda
12	2	4	3	-300	10	terça
12	3	3	2	-300	40	quarta
12	4	3	2	-300	40	quinta
12	5	4	2	-300	30	sexta
12	6	4	3	-300	20	sábado

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

12	7	4	3	-300	20	domingo
12	8	4	3	-300	20	segunda
12	9	4	2	-300	30	terça
12	10	4	2	-300	30	quarta
12	11	4	3	-300	20	quinta
12	12	3	2	-300	40	sexta
12	13	3	2	-300	40	sábado
12	14	4	3	-300	10	domingo
12	15	4	3	-300	20	segunda
12	16	4	3	-300	20	terça
12	17	4	2	-300	30	quarta
12	18	4	2	-300	30	quinta
12	19	3	2	-300	40	sexta
12	20	3	2	-300	40	sábado
12	21	4	3	-300	10	domingo
12	22	4	3	-300	10	segunda
12	23	3	2	-300	40	terça
12	24	4	3	-300	20	quarta
12	25	4	2	-300	30	quinta
12	26	4	3	-300	10	sexta
12	27	3	2	-300	40	sábado
12	28	4	2	-300	30	domingo
13	1	2	4	3	10	segunda
13	2	1	3	2	40	terça
13	3	1	4	3	20	quarta
13	4	1	4	2	30	quinta
13	5	1	4	3	20	sexta
13	6	1	3	2	40	sábado
13	7	1	4	2	30	domingo
13	8	1	4	3	20	segunda
13	9	1	4	3	20	terça
13	10	1	3	2	40	quarta
13	11	2	4	3	10	quinta
13	12	1	4	2	30	sexta
13	13	1	3	2	40	sábado
13	14	1	4	2	30	domingo
13	15	1	4	2	30	segunda
13	16	1	3	2	40	terça
13	17	1	4	3	20	quarta
13	18	1	4	2	30	quinta
13	19	1	4	3	20	sexta

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

13	20	1	3	2	40	sábado
13	21	2	4	3	10	domingo
13	22	1	4	3	20	segunda
13	23	2	4	3	10	terça
13	24	1	3	2	40	quarta
13	25	1	3	2	40	quinta
13	26	1	4	2	30	sexta
13	27	1	4	3	20	sábado
13	28	1	4	3	20	domingo
14	1	4	2	1	30	segunda
14	2	4	3	2	10	terça
14	3	4	2	1	30	quarta
14	4	3	2	1	40	quinta
14	5	4	3	1	20	sexta
14	6	4	3	1	20	sábado
14	7	3	2	1	40	domingo
14	8	4	2	1	30	segunda
14	9	4	3	2	10	terça
14	10	3	2	1	40	quarta
14	11	4	3	1	20	quinta
14	12	4	3	1	20	sexta
14	13	3	2	1	40	sábado
14	14	4	2	1	30	domingo
14	15	3	2	1	40	segunda
14	16	3	2	1	40	terça
14	17	4	2	1	30	quarta
14	18	4	3	1	20	quinta
14	19	4	3	2	10	sexta
14	20	4	3	1	20	sábado
14	21	4	2	1	30	domingo
14	22	3	2	1	40	segunda
14	23	4	2	1	30	terça
14	24	4	2	1	30	quarta
14	25	4	3	1	20	quinta
14	26	4	3	1	20	sexta
14	27	3	2	1	40	sábado
14	28	4	3	2	10	domingo
15	1	1	2	4	30	segunda
15	2	1	2	4	30	terça
15	3	2	3	4	10	quarta
15	4	1	3	4	20	quinta

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

15	5	1	3	4	20	sexta
15	6	1	2	3	40	sábado
15	7	1	2	3	40	domingo
15	8	1	2	3	40	segunda
15	9	1	2	3	40	terça
15	10	2	3	4	10	quarta
15	11	1	2	4	30	quinta
15	12	1	3	4	20	sexta
15	13	1	3	4	20	sábado
15	14	1	2	4	30	domingo
15	15	2	1	3	40	segunda
15	16	2	1	3	40	terça
15	17	2	1	4	30	quarta
15	18	3	1	4	20	quinta
15	19	2	1	4	30	sexta
15	20	3	2	4	10	sábado
15	21	3	1	4	20	domingo
15	22	3	2	4	10	segunda
15	23	3	1	4	20	terça
15	24	3	1	4	20	quarta
15	25	2	1	4	30	quinta
15	26	2	1	3	40	sexta
15	27	2	1	3	40	sábado
15	28	2	1	4	30	domingo
16	1	4	2	-300	30	segunda
16	2	4	3	-300	10	terça
16	3	3	2	-300	40	quarta
16	4	3	2	-300	40	quinta
16	5	4	2	-300	30	sexta
16	6	4	3	-300	20	sábado
16	7	4	3	-300	20	domingo
16	8	4	3	-300	20	segunda
16	9	4	2	-300	30	terça
16	10	4	2	-300	30	quarta
16	11	4	3	-300	20	quinta
16	12	3	2	-300	40	sexta
16	13	3	2	-300	40	sábado
16	14	4	3	-300	10	domingo
16	15	4	3	-300	20	segunda
16	16	4	3	-300	20	terça
16	17	4	2	-300	30	quarta

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis

16	18	4	2	-300	30	quinta
16	19	3	2	-300	40	sexta
16	20	3	2	-300	40	sábado
16	21	4	3	-300	10	domingo
16	22	4	3	-300	10	segunda
16	23	3	2	-300	40	terça
16	24	4	3	-300	20	quarta
16	25	4	2	-300	30	quinta
16	26	4	3	-300	10	sexta
16	27	3	2	-300	40	sábado
16	28	4	2	-300	30	domingo
17	1	0	0	0	0	segunda
17	2	0	0	0	0	terça
17	3	0	0	0	0	quarta
17	4	0	0	0	0	quinta
17	5	0	0	0	0	sexta
17	6	3	2	1	-300	sábado
17	7	3	2	1	-300	domingo
17	8	3	2	1	-300	segunda
17	9	0	0	0	0	terça
17	10	0	0	0	0	quarta
17	11	0	0	0	0	quinta
17	12	0	0	0	0	sexta
17	13	3	2	1	-300	sábado
17	14	3	2	1	-300	domingo
17	15	0	0	0	0	segunda
17	16	0	0	0	0	terça
17	17	0	0	0	0	quarta
17	18	0	0	0	0	quinta
17	19	0	0	0	0	sexta
17	20	3	2	1	-300	sábado
17	21	3	2	1	-300	domingo
17	22	0	0	0	0	segunda
17	23	0	0	0	0	terça
17	24	0	0	0	0	quarta
17	25	0	0	0	0	quinta
17	26	0	0	0	0	sexta
17	27	3	2	1	-300	sábado
17	28	3	2	1	-300	domingo

Tabela B.1 - Parâmetro c_{sjd} : Preferências dos trabalhadores por dia e por estabelecimento

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

B.2 Parâmetro n_{jd} : Necessidades de pessoal por estabelecimento e por dia

j	d	n_{jd}
1	1	3
1	2	3
1	3	3
1	4	3
1	5	3
1	6	3
1	7	3
1	8	3
1	9	3
1	10	3
1	11	3
1	12	3
1	13	3
1	14	3
1	15	3
1	16	3
1	17	3
1	18	3
1	19	3
1	20	3
1	21	3
1	22	3
1	23	3
1	24	3
1	25	3
1	26	3
1	27	3
1	28	3
2	1	3
2	2	3
2	3	3
2	4	3
2	5	3
2	6	3
2	7	3
2	8	3
2	9	3

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

2	10	3
2	11	3
2	12	3
2	13	3
2	14	3
2	15	3
2	16	3
2	17	3
2	18	3
2	19	3
2	20	3
2	21	3
2	22	3
2	23	3
2	24	3
2	25	3
2	26	3
2	27	3
2	28	3
3	1	7
3	2	7
3	3	7
3	4	8
3	5	8
3	6	7
3	7	8
3	8	7
3	9	7
3	10	7
3	11	8
3	12	8
3	13	7
3	14	8
3	15	7
3	16	7
3	17	7
3	18	8
3	19	8
3	20	7
3	21	8
3	22	7

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

3	23	7
3	24	7
3	25	8
3	26	8
3	27	7
3	28	8

Tabela B.2 - Parâmetro n_{jd} : Necessidades de pessoal por estabelecimento e por dia

B.3 Parâmetro a_{sd} : Disponibilidade dos trabalhadores por dia

s	d	a_{sd}
1	1	1
1	2	1
1	3	1
1	4	1
1	5	1
1	6	1
1	7	1
1	8	1
1	9	1
1	10	1
1	11	1
1	12	1
1	13	1
1	14	1
1	15	1
1	16	1
1	17	1
1	18	1
1	19	1
1	20	1
1	21	1
1	22	1
1	23	1
1	24	1
1	25	1
1	26	1
1	27	1
1	28	1
2	1	1
2	2	1

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

2	3	1
2	4	1
2	5	1
2	6	1
2	7	1
2	8	1
2	9	1
2	10	1
2	11	1
2	12	1
2	13	1
2	14	1
2	15	1
2	16	1
2	17	1
2	18	1
2	19	1
2	20	1
2	21	1
2	22	1
2	23	1
2	24	1
2	25	1
2	26	1
2	27	1
2	28	1
3	1	1
3	2	1
3	3	1
3	4	1
3	5	1
3	6	1
3	7	1
3	8	1
3	9	1
3	10	1
3	11	1
3	12	1
3	13	1
3	14	1
3	15	1

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

3	16	1
3	17	1
3	18	1
3	19	1
3	20	1
3	21	1
3	22	1
3	23	1
3	24	1
3	25	1
3	26	1
3	27	1
3	28	1
4	1	1
4	2	1
4	3	1
4	4	1
4	5	1
4	6	1
4	7	1
4	8	1
4	9	1
4	10	1
4	11	1
4	12	1
4	13	1
4	14	1
4	15	1
4	16	1
4	17	1
4	18	1
4	19	1
4	20	1
4	21	1
4	22	1
4	23	1
4	24	1
4	25	1
4	26	1
4	27	1
4	28	1

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

5	1	1
5	2	1
5	3	1
5	4	1
5	5	1
5	6	1
5	7	1
5	8	1
5	9	1
5	10	1
5	11	1
5	12	1
5	13	1
5	14	1
5	15	1
5	16	1
5	17	1
5	18	1
5	19	1
5	20	1
5	21	1
5	22	1
5	23	1
5	24	1
5	25	1
5	26	1
5	27	1
5	28	1
6	1	1
6	2	1
6	3	1
6	4	1
6	5	1
6	6	1
6	7	1
6	8	1
6	9	1
6	10	1
6	11	1
6	12	1
6	13	1

*Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis*

6	14	1
6	15	1
6	16	1
6	17	1
6	18	1
6	19	1
6	20	1
6	21	1
6	22	1
6	23	1
6	24	1
6	25	1
6	26	1
6	27	1
6	28	1
7	1	1
7	2	1
7	3	1
7	4	1
7	5	1
7	6	1
7	7	1
7	8	1
7	9	1
7	10	1
7	11	1
7	12	1
7	13	1
7	14	1
7	15	1
7	16	1
7	17	1
7	18	1
7	19	1
7	20	1
7	21	1
7	22	1
7	23	1
7	24	1
7	25	1
7	26	1

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

7	27	1
7	28	1
8	1	1
8	2	1
8	3	1
8	4	1
8	5	1
8	6	1
8	7	1
8	8	1
8	9	1
8	10	1
8	11	1
8	12	1
8	13	1
8	14	1
8	15	1
8	16	1
8	17	1
8	18	1
8	19	1
8	20	1
8	21	1
8	22	1
8	23	1
8	24	1
8	25	1
8	26	1
8	27	1
8	28	1
9	1	1
9	2	1
9	3	1
9	4	1
9	5	1
9	6	1
9	7	1
9	8	1
9	9	1
9	10	1
9	11	1

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

9	12	1
9	13	1
9	14	1
9	15	1
9	16	1
9	17	1
9	28	1
9	19	1
9	20	1
9	21	1
9	22	1
9	23	1
9	24	1
9	25	1
9	26	1
9	27	1
9	28	1
10	1	1
10	2	1
10	3	1
10	4	1
10	5	1
10	6	1
10	7	1
10	8	1
10	9	1
10	10	1
10	11	1
10	12	1
10	13	1
10	14	1
10	15	1
10	16	1
10	17	1
10	18	1
10	19	1
10	20	1
10	21	1
10	22	1
10	23	1
10	24	1

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

10	25	1
10	26	1
10	27	1
10	28	1
11	1	1
11	2	1
11	3	1
11	4	1
11	5	1
11	6	1
11	7	1
11	8	1
11	9	1
11	10	1
11	11	1
11	12	1
11	13	1
11	14	1
11	15	1
11	16	1
11	17	1
11	18	1
11	19	1
11	20	1
11	21	1
11	22	1
11	23	1
11	24	1
11	25	1
11	26	1
11	27	1
11	28	1
12	1	1
12	2	1
12	3	1
12	4	1
12	5	1
12	6	1
12	7	1
12	8	1
12	9	1

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

12	10	1
12	11	1
12	12	1
12	13	1
12	14	1
12	15	1
12	16	1
12	17	1
12	28	1
12	19	1
12	20	1
12	21	1
12	22	1
12	23	1
12	24	1
12	25	1
12	26	1
12	27	1
12	28	1
13	1	1
13	2	1
13	3	1
13	4	1
13	5	1
13	6	1
13	7	1
13	8	1
13	9	1
13	10	1
13	11	1
13	12	1
13	13	1
13	14	1
13	15	1
13	16	1
13	17	1
13	18	1
13	19	1
13	20	1
13	21	1
13	22	1

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

13	23	1
13	24	1
13	25	1
13	26	1
13	27	1
13	28	1
14	1	1
14	2	1
14	3	1
14	4	1
14	5	1
14	6	1
14	7	1
14	8	1
14	9	1
14	10	1
14	11	1
14	12	1
14	13	1
14	14	1
14	15	1
14	16	1
14	17	1
14	28	1
14	19	1
14	20	1
14	21	1
14	22	1
14	23	1
14	24	1
14	25	1
14	26	1
14	27	1
14	28	1
15	1	1
15	2	1
15	3	1
15	4	1
15	5	1
15	6	1
15	7	1

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

15	8	1
15	9	1
15	10	1
15	11	1
15	12	1
15	13	1
15	14	1
15	15	1
15	16	1
15	17	1
15	18	1
15	19	1
15	20	1
15	21	1
15	22	1
15	23	1
15	24	1
15	25	1
15	26	1
15	27	1
15	28	1
16	1	1
16	2	1
16	3	1
16	4	1
16	5	1
16	6	1
16	7	1
16	8	1
16	9	1
16	10	1
16	11	1
16	12	1
16	13	1
16	14	1
16	15	1
16	16	1
16	17	1
16	28	1
16	19	1
16	20	1

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da Tibério Faria Dinis

16	21	1
16	22	1
16	23	1
16	24	1
16	25	1
16	26	1
16	27	1
16	28	1
17	1	0
17	2	0
17	3	0
17	4	0
17	5	0
17	6	1
17	7	1
17	8	1
17	9	0
17	10	0
17	11	0
17	12	0
17	13	1
17	14	1
17	15	0
17	16	0
17	17	0
17	18	0
17	19	0
17	20	1
17	21	1
17	22	0
17	23	0
17	24	0
17	25	0
17	26	0
17	27	1
17	28	1

Tabela B.3 - Parâmetro a_{sd} : Disponibilidade dos trabalhadores por dia

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
Tibério Faria Dinis

B.4 Parâmetro k_{st} : Número de folgas semanais por trabalhador

s	t	k_{st}	v_{st}	u_s
1	1	1	1	71
1	2	1	1	71
1	3	1	1	71
1	4	1	1	71
2	1	1	1	30
2	2	1	1	30
2	3	1	1	30
2	4	1	1	30
3	1	1	1	83
3	2	1	1	83
3	3	1	1	83
3	4	1	1	83
4	1	2	2	0
4	2	2	2	0
4	3	2	2	0
4	4	2	2	0
5	1	1	1	17
5	2	1	1	17
5	3	1	1	17
5	4	1	1	17
6	1	1	1	62
6	2	1	1	62
6	3	1	1	62
6	4	1	1	62
7	1	1	1	89
7	2	1	1	89
7	3	1	1	89
7	4	1	1	89
8	1	1	1	67
8	2	1	1	67
8	3	1	1	67
8	4	1	1	67
9	1	1	1	88
9	2	1	1	88
9	3	1	1	88
9	4	1	1	88
10	1	2	2	49

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
 Tibério Faria Dinis

10	2	2	2	49
10	3	2	2	49
10	4	2	2	49
11	1	1	1	72
11	2	1	1	72
11	3	1	1	72
11	4	1	1	72
12	1	2	2	15
12	2	2	2	15
12	3	2	2	15
12	4	2	2	15
13	1	1	1	93
13	2	1	1	93
13	3	1	1	93
13	4	1	1	93
14	1	1	1	84
14	2	1	1	84
14	3	1	1	84
14	4	1	1	84
15	1	1	1	81
15	2	1	1	81
15	3	1	1	81
15	4	1	1	81
16	1	1	1	21
16	2	1	1	21
16	3	1	1	21
16	4	1	1	21
17	1	0	0	53
17	2	0	0	53
17	3	0	0	53
17	4	0	0	53

Tabela B.4 - Parâmetro k_{st} : Número de folgas semanais por trabalhador

Otimização da Gestão de Horários em Estabelecimentos de Restauração: O caso da
 Tibério Faria Dinis

B.5 Parâmetro kd_s : Domingos obrigatórios de folga

s	kd_s	g_{sd}	c_{sd}
1	0	1	0
2	0	2	0
3	0	0	0
4	0	1	0
5	0	3	0
6	0	0	0
7	0	5	0
8	0	3	0
9	0	2	0
10	0	1	0
11	0	8	0
12	0	5	0
13	0	4	0
14	0	3	0
15	0	3	0
16	0	5	0

Tabela B.5 - Parâmetro kd_s : Domingos obrigatórios de folga