

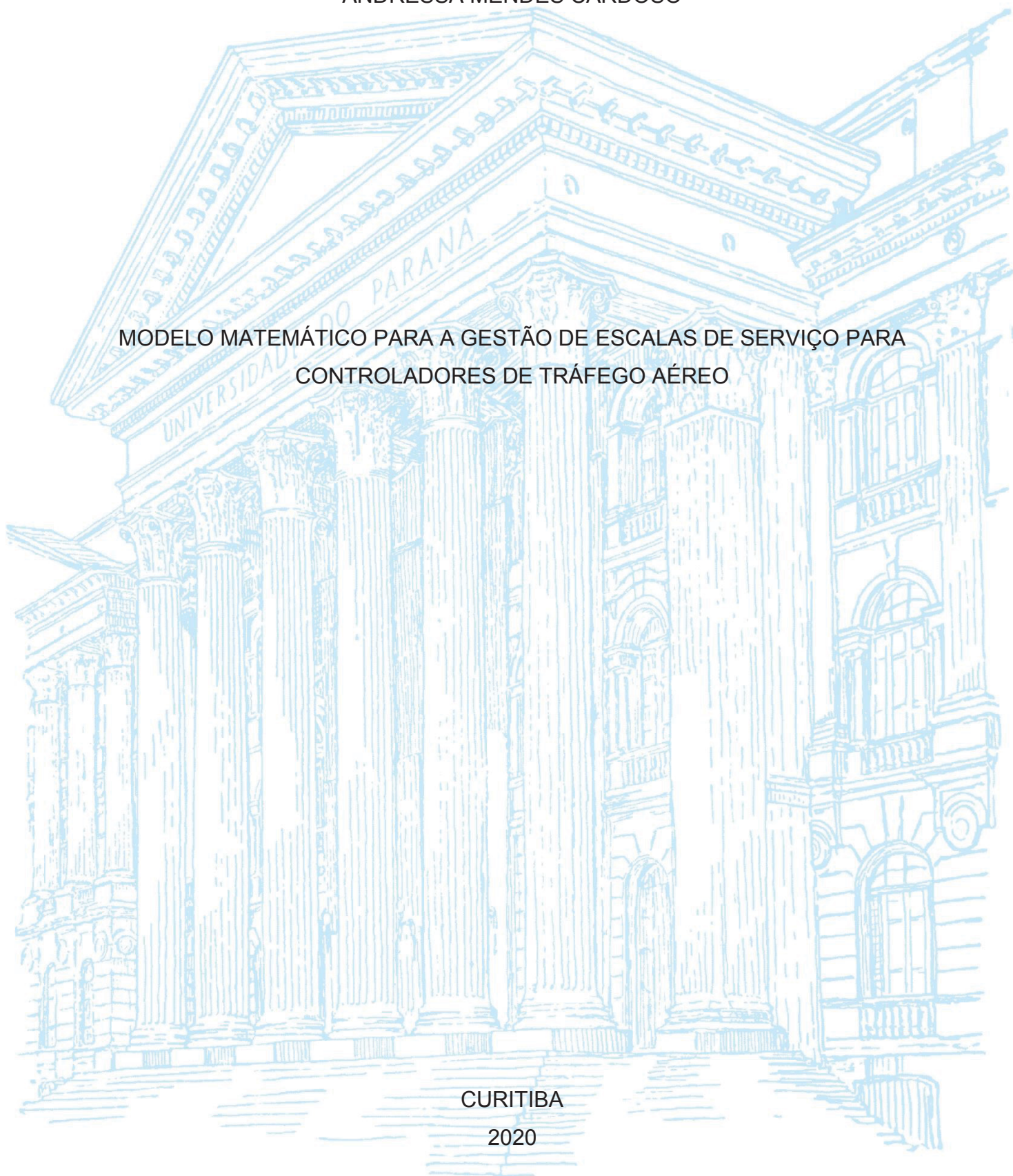
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRESSA MENDES CARDOSO

MODELO MATEMÁTICO PARA A GESTÃO DE ESCALAS DE SERVIÇO PARA
CONTROLADORES DE TRÁFEGO AÉREO

CURITIBA

2020



ANDRESSA MENDES CARDOSO

MODELO MATEMÁTICO PARA A GESTÃO DE ESCALAS DE SERVIÇO PARA
CONTROLADORES DE TRÁFEGO AÉREO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Pécora Junior

Coorientador: Prof. Dr. Cassius Tadeu Scarpin

CURITIBA

2020

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

C268m

Cardoso, Andressa Mendes

Modelo matemático para a gestão de escalas de serviço para controladores de tráfego aéreo [recurso eletrônico] /Andressa Mendes Cardoso. – Curitiba, 2020.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2020.

Orientador: José Eduardo Pécora Junior. Coorientador: Cassius Tadeu Scarpin.

1. Controle de Tráfego Aéreo. 2. Aeroportos. 3. Modelos matemáticos. 4. Qualidade de Vida no Trabalho. I. Universidade Federal do Paraná. II. Pécora Junior, José Eduardo. III. Scarpin, Cassius Tadeu. IV. Título.

CDD: 387.740426

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ANDRESSA MENDES CARDOSO** intitulada: **MODELO MATEMÁTICO PARA A GESTÃO DE ESCALAS DE SERVIÇO PARA CONTROLADORES DE TRÁFEGO AÉREO**, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 28 de Fevereiro de 2020.



CASSIUS TADEU SCARPIN

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



EDUARDO ALVES PORTELA SANTOS

Avaliador Externo (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ)



GUSTAVO VALENTIM LOCH

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



ARINEI CARLOS LINDBECK DA SILVA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Aos meus pais, Filimar e Glauce, que, desde muito cedo, me ensinaram a importância e o valor dos estudos. À minha irmã Waleska, meu exemplo de dedicação.

AGRADECIMENTOS

Aproveito esta oportunidade para refletir e agradecer a todos que colaboraram para que eu chegasse até aqui.

Agradeço a Deus pela vida e saúde;

ao Professor Cassius por acreditar no meu trabalho não me deixando desistir, me orientando com muita dedicação e zelo;

ao Professor Pécora pela orientação;

aos meus pais, meus irmãos e meu cunhado Jean pelo incentivo e por jamais me deixarem desistir;

ao meu companheiro Renan, minha sogra Sueli e minha cunhada Eloise pela compreensão e ajuda com minha pequena Julia nos momentos em que precisei estar distante;

a todos os meus amigos, por entenderem todas as vezes em que eu não pude estar presente;

aos colegas do Grupo de Tecnologia Aplicada à Otimização (GTAO), especialmente ao meu amigo Vinícius por compartilhar as angústias dessa vida de mestrando e por me ajudar sempre que precisei;

ao Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura (ITTI) e à Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF PR) pelo apoio financeiro.

“Somos grandes, quando somos pequenos.”

Ita Portugal

RESUMO

O espaço aéreo sob responsabilidade brasileira passa dos 20.000.000 km² (vinte milhões de km²) e para garantir a segurança de todas as aeronaves no espaço aéreo durante as diversas fases do voo, os Serviços de Tráfego Aéreo funcionam ininterruptamente, sendo necessário que os profissionais desta área trabalhem em regime de escalas. Estudos indicam que profissionais sujeitos a esse regime de trabalho sofrem efeitos em decorrência de fatores relacionados aos horários irregulares, incluindo trabalhos noturnos. Este trabalho apresenta um modelo matemático de programação linear inteira misto desenvolvido para a designação de escalas de serviço para operadores de um Centro de Controle de Área, onde se realiza o controle de tráfego aéreo. A proposição deste modelo objetiva a maximização das preferências declaradas pelos Controladores e a redução dos custos, considerando restrições opcionais ou de qualidade (restrições *soft*) e restrições obrigatórias (restrições *hard*). As declarações de preferências dos operadores pelas designações foram alvo de um estudo buscando identificar qual a melhor composição das declarações para uma boa gestão das escalas em questões de satisfação com o trabalho e qualidade de vida dos profissionais. Foram definidos os cenários para análise e as instâncias para testes em tamanho real, com 120 trabalhadores e considerando um horizonte de planejamento de um mês. O modelo demonstrou capacidade de utilização e encontrou soluções ótimas em grande parte das instâncias em tempos computacionais considerados baixos em média. Dois cenários foram escolhidos como os melhores para a gestão das escalas de serviço, a partir da análise das soluções encontradas, identificou-se que o modelo é capaz de atender 83% das preferências indicadas pelos profissionais, proporcionando aumento na satisfação com o trabalho. O modelo também possibilita que os profissionais tenham mais liberdade na gestão dos horários de trabalho, uma vez que é possível indicar combinações de suas preferências para folgas, tendo em vista que essas indicações foram atendidas em mais de 99% dos casos. Estes resultados demonstram que o modelo é uma ferramenta adequada para a gestão das escalas de serviço para Controladores de Tráfego Aéreo minimizando os efeitos negativos relacionados ao regime de trabalho por escalas, como a redução dos níveis de fadiga, melhora na qualidade do sono e no bem-estar no trabalho, melhores condições para participar de atividades de lazer, entre outros.

Palavras-chave: Escala de Serviço. Controle de Tráfego Aéreo. Programação Linear Inteira Mista. Qualidade de Vida no Trabalho.

ABSTRACT

The airspace under Brazilian responsibility goes from 20,000,000 km² (twenty million km²) and to guarantee the safety of all aircraft in the airspace during the various phases of the flight, the Air Traffic Services operate around the clock, being necessary that the professionals work in scales. Studies indicate that professionals subject to this work regime suffer effects due to factors related to irregular hours, including night work. This work presents a mathematical model of mixed integer linear programming developed for the designation of shifts work for Air Traffic Controllers in a center control, which aims to maximize the preferences declared by workers and reduce costs, considering optional or quality restrictions (soft constraints) and mandatory restrictions (hard constraints). The operators' declarations of preference for the designations were the subject of a study seeking to identify the best composition of the declarations for a good management of the shifts in matters of satisfaction with the work and quality of life of the professionals. Scenarios for analysis and instances for life-size tests were defined, with 120 workers and considering a planning horizon of one month. The model demonstrated usability and found optimal solutions in most instances in computational times considered low on average. Two scenarios were chosen as the best ones for the management of shifts schedules, from the analysis of the results found. It was identified that the model is capable of meeting 83% of the preferences indicated by the professionals, providing an increase in job satisfaction. The model also allows professionals to have more freedom in the management of working hours, since it is possible to indicate combinations of their preferences for time off, given that these indications were met in more than 99% of cases. These results demonstrate that the model is an adequate tool for the management of shift scheduling for Air Traffic Controllers, minimizing the negative effects related to the work regime by scales, such as the reduction of fatigue levels, improvement in the quality of sleep and well-being at work, better conditions to participate in leisure activities, among others.

Keywords: Shift Scheduling. Air Traffic Control. Mixed Integer Linear Programming. Quality of Life at Work.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – ETAPAS DA PESQUISA | 28 |
| FIGURA 2 – DESENHO PARCIAL DA SOLUÇÃO DA INSTÂNCIA 205030_0 | 57 |
| FIGURA 3 – DESENHO PARCIAL DA SOLUÇÃO DA INSTÂNCIA 206020_0 | 58 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| GRÁFICO 1 – MÉDIAS DE TEMPO E GAP (%) COM 45 CENÁRIOS POR PREFERÊNCIAS | 44 |
| GRÁFICO 2 – MÉDIAS DE TEMPO E GAP (%) COM 100 CENÁRIOS POR PREFERÊNCIAS | 45 |
| GRÁFICO 3 – MÉDIAS DE TEMPO E GAP (%) COM 160 CENÁRIOS POR PREFERÊNCIAS | 47 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 – CENÁRIOS DEFINIDOS PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE DO MODELO..... | 31 |
| TABELA 2 – EXEMPLO DE INDICAÇÃO DE PREFERÊNCIAS..... | 32 |
| TABELA 3 – RELAÇÃO DE TURNOS E ESPECIFICAÇÕES..... | 34 |
| TABELA 4 – NOTAÇÕES UTILIZADAS NO MODELO MATEMÁTICO | 35 |
| TABELA 5 – VALORES ATRIBUÍDOS AOS PARÂMETROS EM FUNÇÃO DA DIPONIBILIDADE | 38 |
| TABELA 6 – CENÁRIOS DEFINIDOS PARA INVESTIGAR DISCREPÂNCIAS ENCONTRADAS..... | 44 |
| TABELA 7 – 160 CENÁRIOS FINAIS GERADOS PARA TESTES | 46 |
| TABELA 8 – RESULTADO DA SELEÇÃO 1 – PRIMEIRA TENTATIVA..... | 48 |
| TABELA 9 – RESULTADO DA SELEÇÃO 2 – PRIMEIRA TENTATIVA..... | 49 |
| TABELA 10 – CENÁRIOS POR PREFERÊNCIAS APÓS CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO | 50 |
| TABELA 11 – RESULTADO DA SELEÇÃO 1 – SEGUNDA TENTATIVA..... | 51 |
| TABELA 12 – RESULTADO DA SELEÇÃO 2 – SEGUNDA TENTATIVA..... | 51 |
| TABELA 13 – RESULTADOS DE TODAS AS INSTÂNCIAS DOS MELHORES CENÁRIOS | 52 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 | OBJETIVOS | 16 |
| 1.1.1 | Objetivo Geral | 16 |
| 1.1.2 | Objetivos Específicos | 16 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA | 16 |
| 1.3 | LIMITAÇÕES DO ESTUDO | 17 |
| 1.4 | ESTRUTURA DO TRABALHO | 17 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 19 |
| 2.1 | EFEITOS DO TRABALHO POR TURNOS | 19 |
| 2.2 | ALOCAÇÃO DE HORÁRIO DE TRABALHO | 22 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS | 27 |
| 3.1 | CLASSIFICAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA | 27 |
| 3.2 | ETAPAS DA PESQUISA | 28 |
| 3.2.1 | Modelo de Programação Linear Inteira Mista | 28 |
| 3.2.2 | Definição de Cenários | 30 |
| 3.2.3 | Geração de Instâncias | 32 |
| 3.2.4 | Análise dos Resultados | 33 |
| 4 | DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E O MODELO | 34 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 43 |
| 6 | CONCLUSÃO | 60 |
| | REFERÊNCIAS | 62 |
| | APÊNDICE 1 – TABELA RESUMO DE RESULTADOS ENCONTRADOS | 65 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, com aproximadamente 8,51 milhões de km², é o quinto maior país em extensão territorial do mundo, perdendo apenas para Rússia, Canadá, China e Estados Unidos. Devido a essa realidade, o transporte aéreo vem ganhando destaque dentre as alternativas de mobilidade, pois, além de ser o mais rápido, tem expandido sua área de atuação, tornando-se possível viajar para cidades antes não atendidas por este modal (IATA, 2019).

Além disso, devido a sua popularidade, os custos de operação estão sendo diluídos e o preço das passagens está consideravelmente mais acessível à população, visto que a tarifa aérea média doméstica real (atualizada pela inflação) referente ao ano de 2017 foi a mais baixa da série histórica desde 2011, no valor de R\$ 357,16 e que a taxa de ocupação das aeronaves e a procura por voos domésticos aumentaram naquele ano (ANAC, 2018). Em 2018 a tarifa aérea média real sofreu um aumento de 1% em comparação ao ano anterior devido ao aumento dos custos atrelados ao combustível de aviação e às despesas operacionais dos serviços de transporte aéreo (ANAC, 2019a).

Além da velocidade e do preço mais atrativo, o transporte aéreo também tem vantagens em relação ao modal rodoviário na questão segurança. Segundo o Relatório Anual de Segurança Operacional (RASO) de 2018, publicado pela ANAC, a aviação regular, segmento da aviação civil que envolve o transporte de passageiros e/ou carga por meio de companhias aéreas, não apresentou, nos últimos 5 anos, nenhum acidente com fatalidades, sendo assim, “um dos modais de transporte mais seguro da atualidade” (ANAC, 2019b).

Para garantir e manter a segurança do transporte aéreo, porém, é fundamental a atuação dos profissionais de Controle de Tráfego Aéreo. Eles são encarregados de manter seguro, ordenado e rápido o tráfego de aeronaves no espaço aéreo e nos aeroportos, passando instruções e informações aos pilotos com o intuito de evitar colisões entre as aeronaves e entre aeronaves e obstáculos.

De acordo com a Instrução do Comando da Aeronáutica 100-12 (2016), a Torre de Controle de Aeródromo (TWR), o Controle de Aproximação (APP) e o Centro de Controle de Área (ACC) são os órgãos de Serviços de Tráfego Aéreo (ATS) que têm como finalidade: (a) prevenir colisões e (b) acelerar e manter ordenado o fluxo de tráfego aéreo, controlando as aeronaves nas diversas fases do voo.

O serviço de controle de área é exercido em quatro Centros Integrados de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA) localizados em Brasília, Curitiba, Recife e Manaus. Juntos, são responsáveis pelo controle de todo espaço aéreo brasileiro que ultrapassa as fronteiras territoriais e se estende por parte significativa do Oceano Atlântico, perfazendo um total de 22 milhões de km² sobre terra e mar (DECEA, 2018).

Um Controlador de Tráfego Aéreo (ATCO) consegue controlar uma quantidade limitada de aeronaves ao mesmo tempo. Devido a isso, o espaço aéreo sob jurisdição de cada ACC é dividido em setores. Tais setores podem ser agrupados na medida em que a quantidade de tráfego diminui ou separados quando essa quantidade aumenta e atinge o número “*N*”.

O número (ou fator) “*N*” é o número máximo de aeronaves que podem ser controladas simultaneamente em um setor em um determinado período de tempo sem que haja sobrecarga de trabalho para o ATCO. O cálculo desse fator leva em consideração o tempo médio de permanência da aeronave no setor, o tempo médio de comunicação com a aeronave, o tempo médio despendido pelo controlador com outras tarefas, dentre outros fatores relevantes (DECEA, 2014).

Como o serviço de controle de tráfego aéreo em ACC é ininterrupto, torna-se inevitável o trabalho em regime de escala, distribuídos em turnos. Frequentemente os operadores são designados em turnos alternados durante a semana, não tendo uma rotina fixa de horário de trabalho. Ao serem submetidos a esse sistema de horários, de acordo com Marcolino, Siqueira e Barroso (2015, p. 400), Controladores de Tráfego Aéreo podem sofrer alterações referente à “qualidade do sono, sonolência durante o turno, fadiga, estresse, alterações de humor e diminuição no estado de alerta e vigilância”, sintomas associados à alteração no ritmo circadiano, ou seja, ritmos endógenos de aproximadamente 24 horas ($24 \pm 4h$) que regulam a maioria, se não todos, os principais sistemas fisiológicos em mamíferos (TOUITOU; REINBERG; TOUITOU, 2017).

Inúmeros fatores precisam ser considerados para a confecção de uma escala de serviço, de modo que ela garanta o atendimento de todas regras trabalhistas, distribua de maneira equilibrada a carga de trabalho, possibilite períodos de descanso e de folgas adequados para a recuperação após os turnos de trabalho e, além de tudo, seja capaz de atender às preferências dos trabalhadores pelas designações. A complexidade da atividade de designação de escalas de trabalho fica

maior conforme aumenta a quantidade de profissionais e de turnos envolvidos, fazendo com que seja inviável, ou até mesmo impossível, que esse serviço seja feito manualmente.

Assim, esse estudo reconhece a importância daqueles que vigiam permanentemente o espaço aéreo brasileiro e entende que as escalas de serviço dos controladores de tráfego aéreo, se aprimoradas, podem melhorar as condições de trabalho e de vida desses profissionais. Para atender a tal propósito, esse trabalho propõe um modelo matemático de programação linear inteira mista para otimizar a determinação das escalas de serviço dos Controladores de Tráfego Aéreo, respeitando as restrições operacionais, as indisponibilidades regulamentares e buscando atender às preferências declaradas pelos operadores pelos turnos de trabalho.

O modelo é composto por uma variável binária, que representa a designação dos operadores nos diversos turnos de serviços existentes no mês de referência, e uma variável de folga no conjunto de restrições (20). A formulação matemática possui 24 conjuntos de restrições, sendo que destes, 21 são restrições do tipo *hard*, isto é, devem ser satisfeitas obrigatoriamente e três restrições, inseridas na Função Objetivo, são do tipo *soft*, devendo ser atendidas na medida do possível (atendimento das preferências declaradas pelos operadores, minimização das designações nos turnos com jornadas estendidas e minimização no uso da variável de folga).

No melhor do nosso conhecimento, esse modelo apresentado é uma alternativa aos modelos apresentados por Stojadinovic (2014) e Stojadinovic (2015), cujos requisitos para a confecção das escalas são semelhantes aos deste trabalho. No entanto, em se tratando das análises de gestão propostas, não foi encontrado nenhum trabalho com este foco na designação das escalas de serviço para Controladores de Tráfego Aéreo.

Assim, tem-se como contribuição para a literatura, a abordagem de solução e um modelo de gestão propostos neste trabalho para este problema que é importante em qualquer país do mundo que apresente disponibilidade de serviços de Controle de Tráfego Aéreo.

1.1 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados os objetivos que guiaram o desenvolvimento deste estudo.

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar um modelo de gestão das escalas de serviço para Controladores de Tráfego Aéreo por meio de um modelo de Programação Linear Inteira Mista e da análise do comportamento de diversos cenários de políticas de declaração de preferências permitidas aos operadores.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Propor um modelo matemático para a determinação das escalas de serviço para Controladores de Tráfego Aéreo maximizando o atendimento das preferências declaradas pelos operadores e minimizando os custos extras com jornadas estendidas;
- Analisar o comportamento das soluções do modelo em diversos cenários de políticas de declarações de preferências;
- Identificar os cenários mais adequados para uma boa gestão das escalas de serviço, no que diz respeito ao tempo de processamento e à qualidade da solução, ou seja, aqueles que apresentam maior atendimento de “preferências”, menor violação de “não preferências”, bem como, caso atingido o tempo limite de processamento, menor *gap* na Função Objetivo.

1.2 JUSTIFICATIVA

O serviço de Controle de Tráfego Aéreo é indispensável para a garantir e manter a segurança do transporte aéreo. Para tanto, é imprescindível que profissionais capacitados sejam designados nas quantidades necessárias para o atendimento da demanda existente.

Nesse sentido, esse trabalho busca, por meio de programação matemática, a otimização na designação das escalas de serviço de ATCO respeitando as

indisponibilidades regulamentares e atendendo, dentro do possível, às preferências declaradas. Ademais, o estudo pretende apresentar, como ferramenta de apoio à tomada de decisão e à gestão das equipes de profissionais de controle de tráfego aéreo, uma análise da dinâmica das escalas quando a declaração de preferências é limitada a diversas combinações de “preferências” e de “não preferências” dos operadores pelos turnos a serem designados.

1.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A pesquisa para a determinação das escalas de serviço para Controladores de Tráfego Aéreo foi iniciada a partir de uma oportunidade de acesso às informações de um Centro de Controle de Área. Diversas informações e dados importantes foram coletados para que fosse possível o desenvolvimento do modelo, tais como duração dos turnos e interstícios, folgas e demandas, dentre outros, entretanto, os dados pessoais relativos às preferências da equipe de Controladores de Tráfego Aéreo não puderam ser acessados tendo em vista serem de caráter sigiloso, passando a ser um fator limitador do estudo. Para superar este ponto limitante, optou-se por fazer um código em C# para a geração dos dados referente disponibilidades e às preferências dos operadores distribuindo os valores aleatoriamente dentro dos parâmetros definidos.

No entanto, como as preferências humanas por horários de trabalho podem ter um padrão característico (por exemplo, pode-se preferir não trabalhar uma noite específica por semana em decorrência de um curso), a aleatoriedade programada no código gerador das instâncias não conseguiu reproduzir tal comportamento. Para superar dada limitação, cada cenário foi testado em uma amostra de 10 instâncias para que fosse possível verificar o comportamento de cada combinação.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por 6 capítulos, incluindo esta Introdução. No segundo capítulo, é feita a Fundamentação Teórica, identificando os principais conceitos e abordagens sobre o tema; no terceiro capítulo, são abordados materiais e métodos da pesquisa, desde a classificação até a determinação dos procedimentos metodológicos do estudo; no Capítulo 4, é apresentado o problema da designação de

escalas e o modelo matemático. O Capítulo 5 apresenta os resultados obtidos e, por fim, no último capítulo, é apresentada a conclusão e as sugestões para estudos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas últimas décadas, vem crescendo o número de pesquisas com o intuito de melhorar a alocação de profissionais em horários de trabalho conforme a demanda, tendo em vista os altos custos de mão-de-obra em grande parte das empresas. Dessa forma, qualquer redução, por menor que seja em termos percentuais, pode significar uma grande economia para os empregadores (BERGH *et al.*, 2012). Nesse capítulo, são apresentados alguns conceitos relativos à alocação de horários a profissionais, seus efeitos na qualidade de vida dos trabalhadores e quais métodos têm sido utilizados para a resolução desse tipo de problema.

2.1 EFEITOS DO TRABALHO POR TURNOS

Trabalhadores das áreas da saúde, da segurança pública, de transportes e industriais convivem com a realidade de trabalho noturno ou por turnos, alternados ou não. Esta também tem se tornado a realidade de outros tipos serviços, principalmente em grandes centros urbanos, tal como restaurantes, postos de combustíveis, farmácias. Por essa razão, o efeito causado por estes sistemas de horários tem sido tema de diversos estudos em busca da melhoria da qualidade de vida da força de trabalho.

Inúmeros estudos também buscam identificar os efeitos do trabalho específico em Controle de Tráfego Aéreo na saúde física e mental dos operadores, considerando além do sistema de trabalho a qual são submetidos, a carga de trabalho em termos de concentração, foco e velocidade na tomada de decisão.

O Controle de Tráfego Aéreo frequentemente é apontado como uma das ocupações mais estressantes, podendo apresentar reações nos profissionais como o aumento da frequência cardíaca, aumento da pressão arterial, alterações no sistema imunológico (LESIUK, 2008). A fim de identificar possíveis fatores redutores de estresse, Lesiuk (2008) examinou a influência da música nos períodos de descanso para recuperação em termos de redução dos níveis de estresse e dos sintomas da ansiedade em um grupo de controle e em 4 grupos em condição experimental (amostras estratificadas aleatórias com características de introversão-extroversão e de traços altos e baixos de ansiedade). Os participantes do grupo de controle, nos períodos de descanso, ficaram sentados em silêncio, enquanto os participantes dos

grupos experimentais ouviram músicas do seu estilo preferido. Os resultados encontrados demonstraram que descansar sentado em silêncio ou ouvindo a música favorita não resulta em diferença significativa na queda da frequência cardíaca e da pressão arterial. Também foi constatado que o estado de ansiedade de todos os participantes da pesquisa diminuiu durante os períodos de descanso, independentemente de estar no grupo experimental ou no de controle. Por fim, a única diferença significativa entre as análises do estudo refere-se ao nível de ansiedade que não sofreu queda significativamente apenas no grupo experimental de Introversão-Traços Altos de Ansiedade, sendo esta uma combinação propensa para efeitos adversos do estresse.

Hakola, Paukkonen e Pohjonen (2010) estudaram hospitais municipais na Finlândia, onde o sistema de escala de trabalho é de rotação rápida para trás, ou seja, um profissional designado para trabalhar no turno da tarde, termina seu trabalho à noite e já está designado para trabalhar na manhã do dia seguinte, tendo, neste intervalo, pouco tempo para recuperação. A alteração deste sistema foi proposta, permitindo maior tempo para recuperação entre os turnos e os resultados encontrados incluíram melhorias significativas para os participantes, tal como mais tempo para dormir, melhoria do bem-estar no trabalho, melhoria da saúde geral e, inclusive, melhores condições para participar de atividades de lazer. Entretanto, esta alteração também apresentou consequências negativas, tendo em vista que os dias de folga diminuíram para que fosse possível o cumprimento da carga horária de trabalho semanal, o que trouxe um novo desafio para o planejamento de escalas.

Noce (2010, p. 63) estudou a influência dos turnos de trabalho e o momento do turno (início ou final) no processo decisório do Controladores de Tráfego Aéreo e identificou que tanto o componente circadiano (expresso pela hora do dia) quanto o componente homeostático (expresso pelo tempo acordado) influenciam nas tomadas de decisão. Ainda em decorrência do seu estudo, afirma que “escalas de trabalho bem planejadas podem minimizar a fadiga e manter o trabalhador com níveis de alerta satisfatórios durante a jornada de trabalho, minimizando a probabilidade de acidentes e incidentes”.

Ribas *et al.* (2011) estudaram a ocorrência de sintomas de sonolência excessiva em Controladores de Tráfego Aéreo e estes apresentaram aumento subjetivos de sonolência na Escala Sonolência de Epworth, bem como tiveram, no Teste de Manutenção de Vigília, maior porcentagem de latência do sono em menos

de 20 minutos do que outros profissionais de proteção ao voo analisados para comparação, demonstrando, desta forma, ocorrência de sintomas de sonolência excessiva dentre os profissionais avaliados.

Jou, Kuo e Tang (2013) estudaram a insatisfação no trabalho e as intenções de *turnover* entre Controladores de Tráfego Aéreo em Taiwan e sua análise indicou que há redução na tendência de *turnover*, quando ocorre melhoria da satisfação no trabalho, redução da carga de trabalho para um nível aceitável e suporte por meio da família, sendo a carga de trabalho a que mais influencia neste comportamento, podendo esta agir de forma direta ou indireta por meio da satisfação no trabalho. Como sugestão, indicaram a necessidade de implementar ações para redução na carga de trabalho por meio do aumento do efetivo de Controladores de Tráfego Aéreo e a adoção de escalas de trabalho flexíveis que permitam aos empregados a equilibrar as demandas de trabalho e a vida familiar, melhorando a capacidade de lidar com altas cargas de trabalho.

Freitas et. al. (2017) avaliaram a ocorrência de sintomas de estresse e sonolência diurna excessiva (SDE) nos Controladores de Tráfego Aéreo de 3 órgãos distintos e identificaram que 84,6% dos profissionais que apresentaram SDE trabalham no único órgão de controle que opera ininterruptamente e tem o maior tráfego de aeronaves.

Lee *et al.* (2018) investigaram os efeitos do trabalho por turno no sono, humor e qualidade de vida dos profissionais comparando dois grupos de trabalhadores, sendo um deles submetido ao sistema tradicional de horário de trabalho e o outro, ao sistema de turnos. Verificou-se que aqueles que trabalham por turnos apresentaram sintomas mais severos de fadiga, depressão, ansiedade e insônia do que os demais, sendo necessária uma estratégia para ajustes adequados nos horários de trabalho a fim de evitar os efeitos adversos do trabalho por turnos.

Park, Suh e Lee (2019) compararam nível de vitamina D, qualidade do sono e sintomas de depressão entre trabalhadores com horários tradicionais e com horário por turnos e os estudos indicaram que trabalhadores por turno apresentam maiores sintomas de depressão, têm pior qualidade do sono e possuem níveis mais baixos de vitamina D do que os trabalhadores em horários tradicionais.

Chang, Yang e Hsu (2019) buscaram identificar a relação entre o trabalho por turnos e os níveis de fadiga de Controladores de Tráfego Aéreo e perceberam que: o nível de fadiga após um período de trabalho noturno é significativamente maior do

que após um diurno; os níveis de fadiga variam durante o turno, diminuindo após os períodos de descanso e aumentando no decorrer do tempo de trabalho; a duração e o horário dos períodos de descanso para dormir durante os períodos de trabalho noturno são os fatores que mais afetam os níveis de fadiga, em decorrência da alteração do ciclo circadiano dos operadores; e trabalhar sucessivamente durante o dia ou durante a noite, bem como o volume de tráfego não afetam o nível de fadiga dos trabalhadores. Neste sentido, indicam que a gestão efetiva do horário de descanso e o tempo em atividade de controle são fatores de grande importância para definição da dinâmica de trabalho durante cada turno, principalmente os noturnos. Ademais, ressaltaram a importância de um ambiente adequado para descanso, tendo em vista que instalações inapropriadas e frequentes situações de emergência podem afetar negativamente a qualidade do sono de restauração.

2.2 ALOCAÇÃO DE HORÁRIO DE TRABALHO

O problema de alocação de horários de trabalho, também chamado de *rostering*, busca a construção de cronograma de trabalho para os profissionais disponíveis, de modo a atender a demanda da organização. Além da obrigatoriedade de atender a todas as regulamentações laborais, é extremamente difícil encontrar, segundo Ernst *et al.* (2004), boas soluções para este problema que minimizem os custos, atendam as preferências dos trabalhadores e façam uma distribuição equilibrada dos turnos de trabalho entre os membros da equipe.

Para a alocação da força de trabalho, Baker (1976) propõe uma classificação, sendo essa de 3 tipos: (a) *shift scheduling* ou *time-of-day scheduling*, quando a escala dos profissionais deve ser distribuída entre os turnos de operação da organização que não se sobrepõe, como ocorre em indústrias; (b) *days-off* ou *day-of-week scheduling*, quando o período de operação do serviço não coincide com a quantidade de dias de trabalho dos empregados (por exemplo uma empresa com 7 dias de operação por semana e regime de trabalho de 5 dias por semana); e (c) *tour scheduling*, quando há uma combinação dos outros dois tipos, que é o caso do controle de tráfego aéreo em Centros de Controle de Área, cujo funcionamento é ininterrupto e a determinação do horário de trabalho acontece por meio de turnos e a designação, além de indicar os dias de trabalho, deve especificar os horários de trabalho em cada um dos dias.

Tão importante quanto à alocação eficiente dos recursos, Bergh *et al.* (2012) constatam que, nas últimas décadas, as empresas estão considerando cada vez mais as preferências e as necessidades dos seus empregados em vários aspectos relacionados ao trabalho, de maneira a satisfazer sua vontade e permitir que eles gerenciem sua vida pessoal de maneira mais flexível – o que vai ao encontro do proposto por este trabalho, em que a designação dos ATCO busca atender, dentro das possibilidades, às preferências declaradas pelos profissionais.

Ernst *et al.* (2004) realizaram uma revisão sobre o tema e relacionaram setores de trabalho que lidam com o problema de alocação da força de trabalho. A relação contempla profissionais de sistemas de transporte (companhias aéreas, ferrovias, transporte público e transporte rodoviário), cuja preocupação, além de definir horário de trabalho, deve considerar a variação da localização entre o começo e o término do turno de trabalho; profissionais de *call centers*, cuja especificidade se dá não em razão da geolocalização, mas sim em razão de a demanda ser bastante variável durante o horizonte de planejamento; profissionais de saúde, principalmente enfermeiros, tendo em vista a grande quantidade de restrições envolvidas no processo de alocação desses profissionais; profissionais de serviços de proteção e de emergência como policiais, bombeiros, ambulâncias; profissionais de serviços e utilidades civis, como correios, pedágios, bem como serviços de fornecimento de água e energia; entre outros.

De acordo com Burke, Kingston e Werra (2004), o problema de *timetabling* consiste na alocação de uma quantidade limitada de recursos a um conjunto de eventos em intervalos de horários, sujeitos a certas restrições. No contexto estudado, objetiva-se a gestão dos recursos humanos disponíveis, alocando-os aos diversos turnos de trabalho existentes, sujeito a restrições laborais e operacionais pertinentes.

O problema de *timetabling* pode ser aplicado em diversas situações, como por exemplo para a determinação da grade de horários de escolas e universidades (SAVINIEC; SANTOS; COSTA, 2018), dos horários de linhas de transportes (CHU *et al.*, 2019), da tabela em competições esportivas (BULCK *et al.*, 2020), para a alocação da força de trabalho dos mais variados setores, tais como em serviços de saúde (RAHIMIAN; AKARTUNALI; LEVINE, 2019), em serviços de *callcenter* (ROBBINS e HARRISON, 2010; AVRAMIDIS *et al.*, 2010), para tripulações de voo (KASIRZADEH, SADDOUNE e SOUMIS, 2017), para o controle de tráfego aéreo (STOJADINOVIC,

2014; STOJADINOVIC, 2015; JOSEFSSON et al., 2017; TELLO et al., 2018, CONNISS, 2018).

Rangel e Évora (2007) apresentam um *software* para a elaboração da escala periódica de trabalho de enfermeiros que tem como base um modelo matemático o qual considera os requisitos funcionais, tais como a Consolidação das Leis Trabalhistas e as necessidades de cada funcionário. Para facilitar a utilização por parte da equipe de enfermagem, o *software* gera um arquivo com as restrições do problema. O arquivo serve de *input* para resolução do problema no *software* LINGO e a identificação da melhor solução. O resultado é importado novamente ao *software* desenvolvido para a leitura tradicional da escala por parte da equipe de enfermagem.

Fressato *et al.* (2017) propõem um modelo matemático para a alocação de médicos anestesistas em um hospital público do Paraná. No modelo, os autores consideram as preferências dos profissionais e buscam criar uma repetição semanal dos procedimentos. São consideradas restrições *hard*, referentes às legislações trabalhistas; e restrições *soft*, visando a adequar-se às decisões operacionais do hospital e a melhorar a qualidade da solução. As restrições *soft* referentes aos custos de alocação de profissionais e às preferências individuais de alocação são inseridas na função objetivo do modelo com pesos distintos referentes à importância de cada uma delas. A solução obtida pelo modelo reduz os custos de operação e o tempo gasto com o planejamento da escala de trabalho.

Poucos trabalhos focados nas escalas de trabalho de Controladores de Tráfego Aéreo foram encontrados na literatura, sendo que alguns buscam designar controladores nos diversos turnos de trabalho e outros, com foco mais delimitado, buscam fazer o agendamento do trabalho dos controladores dentro de cada turno, determinando momentos trabalhando e momentos descansando no decorrer do turno de trabalho.

Stojadinovic (2014) introduziu o ATCoSSP – *Air Traffic Controller Shift Scheduling Problem* que consiste na designação de turnos aos ATCO disponíveis dentro de um certo período, e na definição de qual posição deve ser designada para cada operador em cada hora do horizonte de planejamento, levando em consideração que o conjunto de “posições” engloba posições de efetivo trabalho (TWR e APP) e “posições” fictícias de descanso, folgas e férias. Diferentemente do modelo proposto neste trabalho, Stojadinovic (2014) considera que as preferências pelas designações são de livre quantidade e atribui pesos distintos aos profissionais em decorrência da

quantidade de preferências definidas para o período, determinando maiores pesos àqueles com menores quantidades de preferências. O problema foi resolvido utilizando abordagens SAT (Problema de Satisfação Proporcional), CSP (Problema de Satisfação de Restrições) e outros métodos relacionados ao SAT. Os resultados obtidos demonstram que as abordagens relacionadas ao SAT superam outros métodos de solução de problemas, reduzindo o tempo de confecção da escala de 3 horas (manualmente) para 11 minutos, entretanto o autor não menciona o tamanho da instância, não sendo, portanto, um parâmetro adequado para comparação.

Posteriormente, Stojadinovic (2015) utiliza para o mesmo problema com as mesmas características uma metaheurística híbrida para o ATCoSSP em que, inicialmente aplica-se uma redução ao SAT para gerar uma solução inicial e, posteriormente, uma “*Hill climbing*” é aplicada na tentativa de encontrar soluções melhores. Como resultado, a abordagem utilizada foi capaz de encontrar soluções boas em pouco tempo de processamento, entretanto, novamente, não está explícito qual instância de referência para comparações.

Josefsson *et al.* (2017) utilizam Programação Linear Inteira Mista para a designação de ATCO em uma torre remota de controle (RTC) na Suécia. Considerando diversas restrições de operação (quantidades máximas de aeroportos e de movimentos atendidos por controlador, o tempo máximo “na posição”, dentre outros) e utilizando como dado de entrada do modelo o número de “movimentos” (pousos e decolagens) realizados nos aeroportos atendidos pela RTC, buscam obter a designação ótima de operadores por hora na RTC, no caso em que se supõe que a designação dos turnos de trabalho já está definida previamente. Com o intuito de criar um modelo ajustável às necessidades de Torres Remotas de Controle, criam algumas alternativas de objetivos para o modelo, quais sejam: (a) minimizar o número de controladores por RTC; (b) minimizar o número médio de ATCO por aeroporto; (c) minimizar alterações nas designações de aeroportos para controladores. O modelo foi testado para a operação de 5 aeroportos simultaneamente pela RTC com os três tipos de objetivos criados em dois dias do ano, o de maior e o de menor quantidade de movimentos registrados. Como resultado, no dia de maior número de movimentos, foi observada a possibilidade de economia de pessoal de 42 a 55%, a depender do objetivo utilizado.

Tello *et al.* (2018) também apresentam uma metodologia para a determinação dos horários de atividade e de descanso dos ATCO no decorrer dos turnos de trabalho

em um Centro de Controle de Área na Espanha através de uma abordagem de três fases, na qual, primeiramente, uma heurística é utilizada para gerar soluções iniciais infactíveis, tendo em vista a utilização de mais operadores do que os disponíveis e a violação de algumas restrições referentes a condições de trabalho. Na sequência, um *multiple independent run (MIR)*, algoritmo baseado em *simulated annealing (SA)*, é aplicado nas soluções iniciais, de modo a torná-las soluções factíveis. Para tanto, é aplicada uma *fitness function* para reduzir o número de operadores até que se atinja a quantidade disponível, ao passo em que as condições de trabalho violadas são penalizadas. Por fim, a terceira fase conta com uma nova aplicação do MIR baseado em SA.

Por fim, Conniss (2018) apresenta um algoritmo de busca em profundidade para a alocação de ATCO durante o turno de trabalho. O objetivo do modelo é evitar que um ATCO perca sua habilitação de trabalho, tendo em vista que, após 30 dias sem efetivamente trabalhar na atividade de ATC, os profissionais precisam passar novamente por um período de treinamento e de habilitação para aquela posição de trabalho.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo aborda os aspectos metodológicos deste estudo, sendo divididos em classificação metodológica, seguido da descrição das etapas de pesquisa.

3.1 CLASSIFICAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

Este estudo pode ser dividido em duas fases e, conseqüentemente, ter duas possibilidades de classificações metodológicas, de acordo com as classificações apresentadas por Miguel (2012) para estudos específicos em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.

Inicialmente tem-se a proposição de um modelo matemático que se ajuste às individualidades (disponibilidades e preferências) dos agentes pertencentes ao sistema estudado. Nesta fase, a pesquisa pode ser classificada como “Modelagem Quantitativa”, onde a realidade pode ser representada por um modelo abstrato como forma de auxiliar no seu tratamento de uma maneira sistemática (MIGUEL, 2012). O modelo também permite “compreender melhor o ambiente em questão, identificar problemas, formular estratégias e oportunidades e apoiar e sistematizar o processo de tomada de decisão”, devendo ser “suficientemente detalhado para captar elementos essenciais e representar o sistema real” e “suficientemente simplificado (abstraído) para ser tratável por métodos de análise e resolução conhecidos” (MIGUEL, 2012).

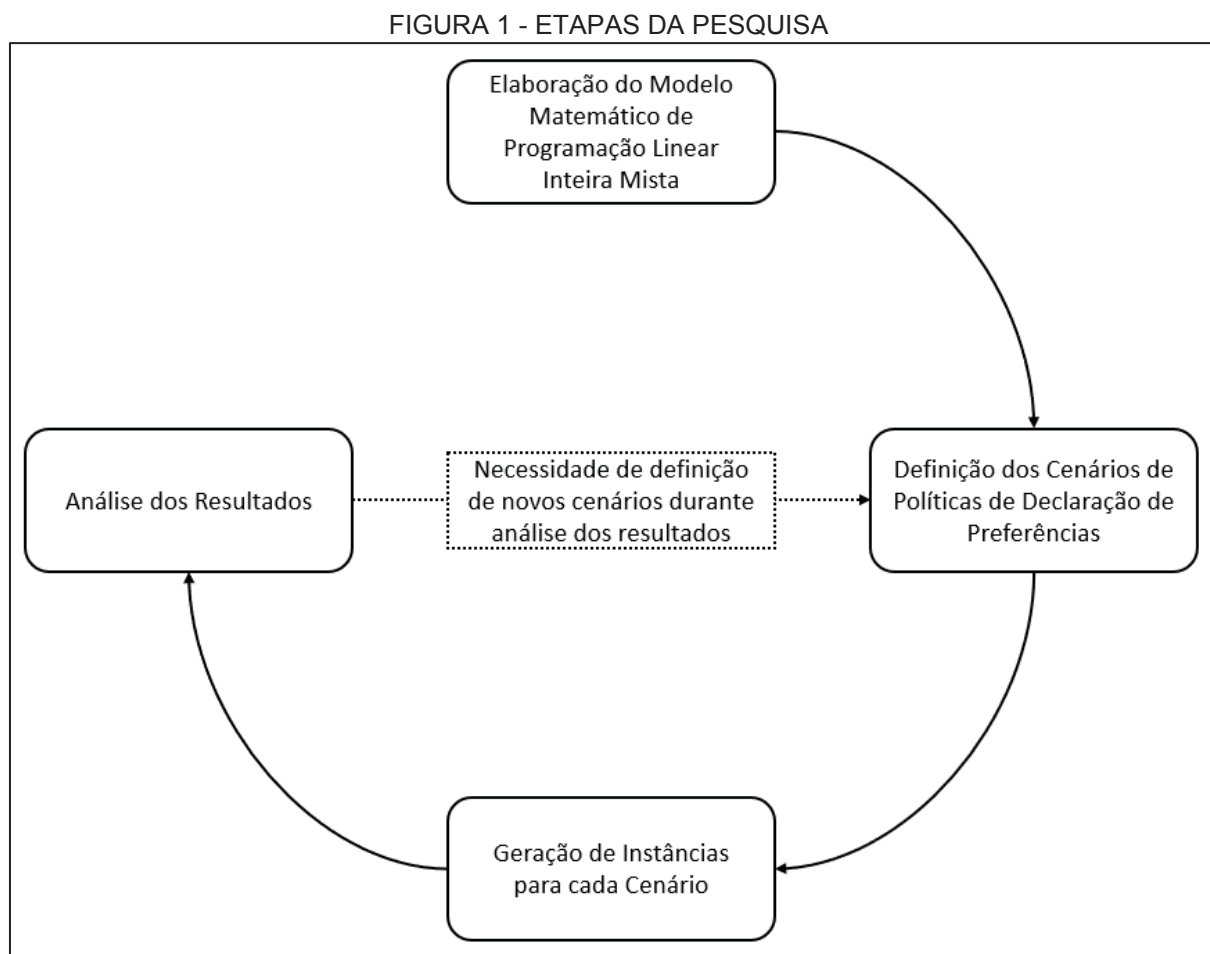
Ainda, em se tratando de Modelagem Quantitativa, é possível aprofundar a classificação desta fase como um estudo “Empírico Normativo”, pois há interesse em “criar modelos que se adequem bem às relações causais existentes no problema real” e “prescrevem uma decisão para o problema”, visando “ao desenvolvimento de políticas, estratégias e ações que melhorem a situação corrente” (MIGUEL, 2012).

A segunda fase desta pesquisa, em que se tem o estudo dos cenários de políticas de declarações de preferências, pode ser classificada como uma “*Survey*” ou uma pesquisa de avaliação, pois buscam-se fazer inferências a respeito do comportamento de uma população (cenário) a partir da análise dos dados obtidos com o estudo de amostras (instâncias de testes). Finalmente, esta fase pode ser

classificada como em “*Survey* Descritiva”, pois “descreve a distribuição do fenômeno na amostra” (MIGUEL, 2012).

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Com a finalidade de atendimento dos objetivos propostos, este trabalho seguiu as etapas ilustradas na FIGURA 1 e descritas na sequência.



FONTE: A autora (2020).

3.2.1 Modelo de Programação Linear Inteira Mista

Foi desenvolvido um modelo de Programação Linear Inteira Mista para a designação de Controladores de Tráfego Aéreo nas escalas de serviço que contempla as seguintes restrições:

- a) todos os operadores possuem as mesmas qualificações técnicas para o desempenho das atribuições do controle de tráfego aéreo;
- b) nenhum operador pode ser designado durante seus períodos de indisponibilidade, nem nos turnos noturnos do dia anterior para o qual estiver indisponível, uma vez que os turnos noturnos terminam na manhã do dia seguinte;
- c) cada turno de serviço possui uma demanda por operadores;
- d) as designações em cada turno devem atender exatamente à demanda prevista para o período;
- e) há um limite mínimo e máximo para a quantidade de designações por operador ao longo do período de planejamento;
- f) há uma carga horária mínima e máxima a ser cumprida por operador ao longo do período de planejamento;
- g) devem ser respeitadas folgas mínimas e máximas semanais;
- h) deve haver uma equalização entre as designações, por operador, para o serviço de controle de tráfego aéreo nos turnos da manhã e da tarde;
- i) nenhum operador pode ser designado para mais de 1 serviço do tipo administrativo por mês;
- j) após cada designação, deve ser observado um período de descanso mínimo;
- k) há um limite máximo por operador para designações em turnos pelas quais são devidos pagamentos extras em decorrência da sua duração estendida;
- l) as designações nos turnos mencionados na alínea anterior devem ser equilibradas, sendo permitida uma pequena variação entre a quantidade de designações entre os operadores;
- m) todos os operadores possuem um peso que os diferencia dos demais em razão do tempo de serviço e outros critérios específicos da profissão; e
- n) os operadores de maior peso devem ser designados para quantidades iguais ou menores de serviços que os de menor peso;

A Função Objetivo do modelo busca maximizar o atendimento das preferências declaradas pelos operadores pelos turnos de trabalho levando em consideração o peso de cada operador, priorizando, caso necessário, o atendimento das preferências dos operadores de maior peso na equipe. A fim de minimizar o custo com pagamentos extras pelas designações em turnos com jornada estendida de trabalho, tendo em vista haver a possibilidade de compensar a demanda designando

para outro turno com horário sobreposto, aquelas designações são penalizadas na FO do modelo. Por fim, em decorrência de o modelo aceitar diferentes disponibilidades entre os operadores, fez-se necessária a criação de uma variável de folga para flexibilizar, quando necessário, a restrição que beneficia operadores de maior peso quanto ao número de designações.

O modelo desenvolvido foi implementado computacionalmente com limite de tempo de processamento de 3.600 segundos e *gap* de solução limitado a 0,01%. A linguagem de programação escolhida para a implementação foi C#, na IDE *Visual Studio Community* com sua solução obtida por meio do *solver* GUROBI 8.1.0. O computador utilizado para os testes computacionais possui as seguintes configurações: Intel® Core™ i7-7500U Notebook com 8,00 GB de memória RAM.

Para validação do modelo, foram rodados 378 testes preliminares, sendo 6 instâncias de cada um dos 63 cenários inicialmente definidos, conforme apresentados na próxima etapa, resultando na confirmação da efetividade da solução, tendo em vista o atendimento de todas as restrições.

3.2.2 Definição de Cenários

Para a definição dos cenários, foram definidos 3 (três) parâmetros referentes às possibilidades de escolha pelos operadores quanto à designação, sendo eles “preferência”, “indiferença” e “não preferência”. Cada parâmetro indica qual a porcentagem daquele tipo de escolha os operadores devem atribuir aos turnos existentes dentro do período para o qual a escala será confeccionada.

Para atender aos objetivos propostos deste estudo, foram definidos 63 (sessenta e três) cenários de políticas de declaração de preferências, com a todas as combinações de dezenas possíveis dos parâmetros, variando de 0 (zero) a 90 (noventa), em que a primeira dezena do cenário indica a porcentagem de “preferências”; a segunda, a porcentagem de “indiferenças”; e a última, a porcentagem de “não preferências”. A TABELA 1 apresenta todos os cenários definidos inicialmente nesta etapa.

TABELA 1 - CENÁRIOS DEFINIDOS PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE DO MODELO

| | | | | | | |
|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| 001090 | 100090 | 109000 | 208000 | 400060 | 502030 | 700030 |
| 002080 | 101080 | 200080 | 300070 | 401050 | 503020 | 701020 |
| 003070 | 102070 | 201070 | 301060 | 402040 | 504010 | 702010 |
| 004060 | 103060 | 202060 | 302050 | 403030 | 505000 | 703000 |
| 005050 | 104050 | 203050 | 303040 | 404020 | 600040 | 800020 |
| 006040 | 105040 | 204040 | 304030 | 405010 | 601030 | 801010 |
| 007030 | 106030 | 205030 | 305020 | 406000 | 602020 | 802000 |
| 008020 | 107020 | 206020 | 306010 | 500050 | 603010 | 900010 |
| 009010 | 108010 | 207010 | 307000 | 501040 | 604000 | 901000 |

FONTE: A autora (2020).

No cenário “107020”, destacado em negrito na TABELA 1, por exemplo, considerando um mês de 30 dias e 7 turnos por dia, um operador que esteja de férias durante 10 dias, deve indicar em 14 (quatorze) turnos que quer trabalhar (10% dos 140 turnos que estiver disponível) colocando na célula correspondente àquele turno o valor 1; em 28 (vinte e oito) turnos que não quer trabalhar (20% dos turnos disponíveis), colocando o valor -1; e nos demais não deve fazer nenhuma indicação (70% dos turnos disponíveis), colocando ou mantendo, portanto, o número 0.

Após a definição de todos os cenários, percebeu-se que aqueles que impossibilitariam que os operadores declarassem em quais turnos gostariam de trabalhar ou em quais não gostariam (destacados em vermelho) foram descartados, tendo em vista este trabalho apresentar um modelo que busca maximizar o atendimento das “preferências” e minimizar a violação das “não preferências”. Após este filtro, restaram então 45 cenários.

A TABELA 2 exemplifica como são indicadas as preferências pelos operadores. O operador 2 indicou que no dia 1 gostaria de trabalhar nos turnos 1 ou 2, não gostaria de trabalhar nos turnos 3, 4 ou 5 e é indiferente quanto a ser ou não designado nos turnos 6 e 7. A ausência de indicação, como ocorre com o operador 3 no dia 2 indica que este está indisponível e, portanto, não pode trabalhar naquele dia, não podendo ser designado nos turnos noturnos do dia anterior, bem como em qualquer turno do dia da indisponibilidade.

Cada cenário definido nesta etapa foi processado computacionalmente em 10 instâncias de cada cenário e, a partir dos parâmetros de tempo de solução e de atendimento de preferências, seria calculado o tamanho amostral da quantidade de instâncias necessárias para que fosse possível identificar um padrão de solução. Entretanto, por ter havido a necessidade de complementar os testes com novos

cenários intermediários, optou-se por restringir o tamanho amostral a estas 10 instâncias por cenário.

TABELA 2 - EXEMPLO DE INDICAÇÃO DE PREFERÊNCIAS

| OPERADOR | DIA 1 | | | | | | | DIA 2 | | | | | | |
|----------|-------|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | -1 | -1 |
| 3 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -1 | -1 |
| 5 | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

FONTE: A autora (2020).

3.2.3 Geração de Instâncias

Um código gerador de instâncias foi programado em C#. A geração ocorreu em 4 fases, conforme descrito a seguir:

1ª fase: Inicialmente define-se se cada um dos operadores tem ou não indisponibilidades durante o mês. Cada operador tem 0,85 de probabilidade de não ter nenhuma indisponibilidade e 0,05 de probabilidade de ter 1, 2 ou 3 períodos de indisponibilidade.

2ª fase: Nesta fase definem-se as durações dos eventuais períodos de indisponibilidade. Caso um operador tenha somente período de indisponibilidade, sua duração pode ser de até 14 dias; para dois períodos, as durações não devem ultrapassar 6 dias cada; e, por fim, quando há três períodos, suas durações são de até de 4 dias cada.

3ª fase: Tendo as durações das indisponibilidades sido definidas, determina-se a data de início de cada período de indisponibilidade, de modo que, caso haja mais de um período, exista pelo menos um dia disponível entre eles; e que todos os períodos de indisponibilidade comecem e terminem dentro do mês de referência.

4ª fase: Por fim, na última fase da geração de instâncias, são distribuídos aleatoriamente, dentro dos percentuais de cada cenário, as “preferências”, “indiferenças” e “não preferências”, devendo considerar para cálculo apenas o total de turnos para o qual cada operador está disponível.

3.2.4 Análise dos Resultados

Com os resultados dos testes computacionais, foram analisados os tempos de solução, *gaps* de solução e capacidades de atendimento das “preferências” e/ou de não violação das “não preferências” de cada cenário, conforme critérios amplos estabelecidos nos objetivos específicos deste estudo, buscando identificar a existência de um cenário mais adequado para a gestão da equipe de Controladores.

4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E O MODELO

O problema estudado busca designar profissionais de Controle de Tráfego Aéreo nas escalas de trabalho, de modo que um controlador não pode ser designado para mais de um turno ao mesmo tempo; deve-se respeitar um período mínimo de descanso após cada tipo de turno; há um limite mínimo e máximo tanto de quantidade de designações, quanto de carga horária mensal; para cada turno deve ser atendida a demanda por profissionais; proíbe-se desequilíbrio entre as designações em turnos matutinos e turnos vespertinos; há limite de designações em turnos noturnos; são determinadas as folgas mínimas e máximas semanais; e não é permitida a designação em mais de um serviço administrativo por mês.

O órgão de controle estudado possui em torno de 120 profissionais disponíveis para suprir as demandas nos diversos turnos de trabalho que, além de serviços operacionais de controle de tráfego aéreo, contemplam também turnos de atividades administrativas, conforme pode-se verificar na TABELA 3.

TABELA 3 - RELAÇÃO DE TURNOS E ESPECIFICAÇÕES

| TURNO | CARGA HORÁRIA | CARACTERÍSTICA | DEMANDA DIÁRIA |
|-----------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|
| (1) Controle Manhã | 7h | Controle de Tráfego Aéreo | 25 |
| (2) Manhã Adm. | 8h | Serviço Administrativo | 01 |
| (3) Controle Tarde | 7h | Controle de Tráfego Aéreo | 30 |
| (4) Tarde Adm. | 8h | Serviço Administrativo | 01 |
| (5) Reforço Tarde | 8h30 | Controle de Tráfego Aéreo | - |
| (6) Controle Pernoite | 10h | Controle de Tráfego Aéreo | 13 |
| (7) Pernoite Adm. | 8h | Serviço Administrativo | 01 |

FONTE: A autora (2020).

Em função da atividade desenvolvida pelo órgão que é de controle de área, seu funcionamento é ininterrupto. Desta forma, em um mês com 30 dias, por exemplo, há 210 turnos de trabalho. Cada turno, entretanto, tem uma demanda distinta por operadores, o que eleva a conta para um total de 2130 alocações a serem definidas (as demandas variam em função dos turnos, por exemplo, apenas 1 operador é necessário para cada um dos turnos 2, 4 e 7, todavia, para o turno 1 são necessários 25 operadores). O turno 5 não tem uma demanda específica pois se trata de um turno de reforço para o qual são designados operadores em conjunto com o turno 3. Apesar de este padrão de demandas ser determinado, a escala não é fixa, nem rotativa, havendo a necessidade de confeccionar mensalmente uma nova tabela de

designações considerando as restrições operacionais e as eventuais indisponibilidades dos operadores. Esta atividade é bastante complexa, demorada e exige dedicação de uma equipe de profissionais com experiência e conhecimento empírico. Neste sentido, o modelo desenvolvido neste trabalho almeja tornar a atividade de designação um trabalho mais assertivo, simples, rápido e automatizado.

A definição de conjuntos, índices, parâmetros e variáveis do modelo é apresentada na TABELA 4.

TABELA 4 - NOTAÇÕES UTILIZADAS NO MODELO MATEMÁTICO

| Conjuntos e Índices | |
|-----------------------------|---|
| I | conjunto de operadores; $i, i' = 1 \dots I $; |
| D | conjunto de dias do mês; $d = 1 \dots D $; |
| $\Delta_i \subset D$ | conjunto de dias que o operador i está indisponível; $\delta_i = \delta_i^1 \dots \delta_i^{ \Delta_i }$ |
| T | conjunto de turnos de serviço; $t = 1 \dots T $; |
| Parâmetros | |
| ρ_{idt} | preferência do operador i pelo turno t do dia d |
| α_i | peso do operador i |
| β | peso de correção |
| ψ | peso da variável de folga restrição 21 |
| $ \Delta_i $ | quantidade de dias em que o operador i está disponível |
| γ_t | demanda de operadores no turno t |
| μ_t | duração em horas do turno t |
| $\underline{\zeta}_i$ | mínimo de serviços do operador i |
| $\bar{\zeta}_i$ | máximo de serviços do operador i |
| ε_i | máximo de designações em turnos com jornada estendida do operador i |
| ε' | diferença aceitável entre as proporções de designações em turnos com jornadas estendidas pelas disponibilidades |
| $\underline{\kappa}_i$ | carga horária mínima mensal do operador i |
| $\bar{\kappa}_i$ | carga horária máxima mensal do operador i |
| Λ | máximo de serviços administrativos |
| θ | diferença permitida entre o somatório de turnos manhã e tarde por operador |
| Variáveis de Decisão | |
| x_{idt} | variável binária que indica designação do operador i para o turno t do dia d |
| η_i | variável de folga da restrição 21 do operador i |

FONTE: A autora (2020).

O modelo utilizado neste trabalho é descrito a seguir.

$$MaxZ = \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{d=1}^{|D|} \left[\left(\sum_{t=1}^{|T|} \alpha_i \cdot \rho_{idt} \cdot x_{idt} \right) - \beta \cdot x_{id5} + \psi \cdot \eta_i \right] \quad (01)$$

sujeito a:

$$\sum_{d=\delta_i^1}^{\delta_i^{|D|}} \sum_{t=1}^{|T|} x_{idt} = 0 \quad \forall i \quad (02)$$

$$\sum_{d=\delta_i^1}^{\delta_i^{|D|}} \sum_{t=6}^{|T|} x_{i(d-1)t} = 0 \quad \forall i, \forall d \neq 1 \quad (03)$$

$$\sum_{d=1}^{|D|} \sum_{t=1}^{|T|} x_{idt} \geq \underline{\zeta}_i \quad \forall i \quad (04)$$

$$\sum_{d=1}^{|D|} \sum_{t=1}^{|T|} x_{idt} \leq \bar{\zeta}_i \quad \forall i \quad (05)$$

$$\sum_{d=1}^{|D|} \sum_{t=1}^{|T|} \mu_t \cdot x_{idt} \geq \underline{\kappa}_i \quad \forall i \quad (06)$$

$$\sum_{d=1}^{|D|} \sum_{t=1}^{|T|} \mu_t \cdot x_{idt} \leq \bar{\kappa}_i \quad \forall i \quad (07)$$

$$\sum_{d=1}^{|D|} x_{id1} - x_{id3} \leq \theta \quad \forall i \quad (08)$$

$$\sum_{d=1}^{|D|} x_{id3} - x_{id1} \leq \theta \quad \forall i \quad (09)$$

$$\sum_{d=1}^{|D|} x_{id2} + x_{id4} + x_{id7} \leq \Lambda \quad \forall i \quad (10)$$

$$\sum_{e=d}^{d+6} \sum_{t=1}^{|T|} x_{i,e,t} \geq 1 \quad \forall i, \forall d \in \delta_i \quad (11)$$

$$\sum_{e=d}^{d+6} \sum_{t=1}^{|T|} x_{i,e,t} \leq 6 \quad \forall i, \forall d \quad (12)$$

$$\sum_{t=1}^5 x_{idt} \leq 1 \quad \forall i, \forall d \quad (13)$$

$$\sum_{t=2}^7 x_{idt} \leq 1 \quad \forall i, \forall d \quad (14)$$

$$\sum_{t=4}^7 x_{id-1t} + \sum_{t=1}^2 x_{idt} \leq 1 \quad \forall i, \forall d, d \neq 1 \quad (15)$$

$$\sum_{t=6}^7 x_{id-1t} + \sum_{t=1}^5 x_{idt} \leq 1 \quad \forall i, \forall d, d \neq 1 \quad (16)$$

$$\sum_{t=6}^7 x_{id-1t} + x_{idt} \leq 1 \quad \forall i, \forall d, d \neq 1 \quad (17)$$

$$\sum_{d=1}^{|D|} \sum_{t=5}^6 x_{idt} \leq \varepsilon_i \quad \forall i \quad (18)$$

$$\frac{\sum_d^{|D|} \sum_{t=5}^6 x_{idt}}{\varepsilon_i} - \frac{\sum_d^{|D|} \sum_{t=5}^6 x_{i'dt}}{\varepsilon_{i'}} \leq \varepsilon' \quad \forall i, \forall i', \quad i \neq i' \quad (19)$$

$$\frac{\sum_d^{|D|} \sum_{t=5}^6 x_{idt}}{\varepsilon_i} - \frac{\sum_d^{|D|} \sum_{t=5}^6 x_{i'dt}}{\varepsilon_{i'}} \geq -\varepsilon' \quad \forall i, \forall i', \quad i \neq i' \quad (20)$$

$$\frac{\sum_d^{|D|} \sum_t^{|T|} x_{idt}}{|\Delta_i|} - \frac{\sum_d^{|D|} \sum_t^{|T|} x_{(i-1)dt}}{|\Delta_{i-1}|} \leq 0 + \eta_i \quad \forall i, i \neq 1 \quad (21)$$

$$\sum_{i=1}^{|I|} x_{idt} = \gamma_t \quad \forall d, \forall t, t \neq \{3,5\} \quad (22)$$

$$\sum_{i=1}^{|I|} x_{id3} + x_{id5} = \gamma_3 \quad \forall d \quad (23)$$

$$x_{idt} = \{0,1\} \quad i, i' = 1, 2, \dots, I, \quad d = 1, 2, \dots, D, \quad t = 1, 2, \dots, I \quad (24)$$

Este modelo de Programação Inteira tem como Função Objetivo a expressão (1) que busca (a) maximizar a preferência dos operadores pelos turnos designados levando em consideração o peso que o operador tem perante os demais, de forma a atender, prioritariamente, às preferências dos operadores de maior peso em detrimento dos demais; (b) minimizar o custo de designações no turno 5 (tendo em vista ter duração superior a 8 horas e requerer pagamento de vantagem financeira adicional; e não possuir uma demanda específica, podendo haver compensação no

turno 3); e (c) penalizar o não atendimento da restrição (21). Cada operador pode atribuir à preferência os valores 1 quando tem “preferência” pela designação, -1 quando tem “não preferência” por aquele turno e 0 em caso de “indiferença” pela designação.

As restrições (2) e (3) garantem que durante períodos de indisponibilidade os operadores não podem ser designados para o serviço, incluindo para os turnos do tipo pernoite (turnos 6 e 7) do dia interior, tendo em vista que estes turnos começam numa noite e terminam apenas na manhã do dia seguinte.

O conjunto de restrições (4) e (5) determinam que cada operador será designado para uma quantidade mínima de serviços por mês, não podendo ultrapassar, porém, uma quantidade máxima. Estes limites são definidos por meio dos parâmetros $\underline{\zeta}_i$ e $\bar{\zeta}_i$ em função da disponibilidade de cada operador considerando eventuais impedimentos para designações em mesma quantidade que os demais. Os valores atribuídos aos parâmetros $\underline{\zeta}_i$ e $\bar{\zeta}_i$ são definidos na TABELA 5 em função da disponibilidade dos operadores.

TABELA 5 - VALORES ATRIBUÍDOS AOS PARÂMETROS EM FUNÇÃO DA DIPONIBILIDADE

| $ D_i $ | $\underline{\zeta}_i$ | $\bar{\zeta}_i$ | $\underline{\kappa}_i$ | $\bar{\kappa}_i$ | ε_i | $ D_i $ | $\underline{\zeta}_i$ | $\bar{\zeta}_i$ | $\underline{\kappa}_i$ | $\bar{\kappa}_i$ | ε_i |
|-----------|-----------------------|-----------------|------------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------------|-----------------|------------------------|------------------|-----------------|
| 30 | 18 | 20 | 126 | 160 | 10 | 15 | 9 | 10 | 63 | 80 | 5 |
| 29 | 17 | 20 | 119 | 160 | 10 | 14 | 8 | 10 | 56 | 80 | 5 |
| 28 | 16 | 19 | 112 | 152 | 10 | 13 | 7 | 9 | 49 | 72 | 5 |
| 27 | 16 | 18 | 112 | 144 | 9 | 12 | 7 | 8 | 49 | 64 | 4 |
| 26 | 15 | 18 | 105 | 144 | 9 | 11 | 6 | 8 | 42 | 64 | 4 |
| 25 | 15 | 17 | 105 | 136 | 9 | 10 | 6 | 7 | 42 | 56 | 4 |
| 24 | 14 | 16 | 98 | 128 | 8 | 9 | 5 | 6 | 35 | 48 | 3 |
| 23 | 13 | 16 | 91 | 128 | 8 | 8 | 4 | 6 | 28 | 48 | 3 |
| 22 | 13 | 15 | 91 | 120 | 8 | 7 | 4 | 5 | 28 | 40 | 3 |
| 21 | 12 | 14 | 84 | 112 | 7 | 6 | 0 | 4 | 0 | 32 | 2 |
| 20 | 12 | 14 | 84 | 112 | 7 | 5 | 0 | 4 | 0 | 32 | 2 |
| 19 | 11 | 13 | 77 | 104 | 7 | 4 | 0 | 3 | 0 | 24 | 1 |
| 18 | 10 | 12 | 70 | 96 | 6 | 3 | 0 | 2 | 0 | 16 | 1 |
| 17 | 10 | 12 | 70 | 96 | 6 | 2 | 0 | 2 | 0 | 16 | 1 |
| 16 | 9 | 11 | 63 | 88 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | 8,5 | 1 |

FONTE: A autora (2020).

As restrições (6) e (7) restringem a carga horária total trabalhada por operadores a uma faixa entre $\underline{\kappa}_i$ e $\bar{\kappa}_i$. O limite de horas trabalhadas para

Controladores de Tráfego Aéreo em cada tipo de ATS é definido e regulamentado em Instrução do Comando da Aeronáutica. Esses parâmetros também são ajustados em decorrência da disponibilidade dos operadores nas mesmas condições do conjunto de restrições anteriores. Os valores atribuídos aos parâmetros $\underline{\kappa}_i$ e $\bar{\kappa}_i$ são definidos na TABELA 5 em função da disponibilidade de cada operador.

As expressões (8) e (9) servem para que haja um equilíbrio entre a quantidade total de turnos 1 (Controle Manhã) e a quantidade total de turnos 3 (Controle Tarde), de modo que a diferença entre eles seja de no máximo o valor estipulado para o parâmetro θ . O parâmetro θ possui valor de referência 4, similar ao praticado nos órgãos de Controle de Tráfego Aéreo.

A restrição (10) garante que cada operador seja designado para no máximo uma quantidade Λ de serviços administrativos por mês, tendo em vista que as escalas de Controle de Tráfego Aéreo são as atribuições fundamentais dos operadores. Ao parâmetro Λ é atribuído o valor 1.

As indisponibilidades ao longo de todo o período de planejamento são consideradas na construção das restrições e as restrições somente são elaboradas para os períodos em que os operadores estão disponíveis, sendo adaptadas em momentos em que não há indisponibilidades deles devido a férias ou afastamentos de qualquer outra ordem. Neste sentido, o conjunto de restrições (11) e (12) determinam que, em um período de 7 dias corridos, cada operador trabalhe em, no mínimo, um turno e, no máximo, em 6, garantindo folgas mínimas e máximas regulamentares.

As restrições (13) a (16) garantem um descanso obrigatório para operadores designados para cada tipo de turno. Para aqueles designados para o turno 1 fica proibido trabalhar no mesmo dia, exceto nos dois últimos turnos – restrição (13). Aqueles designados para o turno 2 somente podem ser designados novamente para algum turno a partir do dia seguinte – restrição (14). O turno 4, por terminar às 22 horas, indisponibiliza o operador para o trabalho noturno e para a manhã do dia seguinte – restrição (15) – e, por fim, aqueles designados para o sexto turno devem ter um dia inteiro de folga, somente podendo trabalhar novamente na manhã do dia seguinte àquele em que saíram de serviço – restrição (16). As restrições para o turno 3 estão incluídas na restrição (14); para o turno 5, na restrição (15) e para o turno 7, na restrição (16). A expressão (17) complementa a restrição (16), determinando que

não é permitido trabalhar dois dias consecutivos em pernoite, independentemente de ser no turno 6 ou 7.

Após turnos de trabalho noturno, especificamente, são garantidos períodos maiores de descanso pelas restrições (16) e (17), pois, de acordo com Chang, Yang e Hsu (2019) são os turnos que contribuem de forma mais significativa para o aumento no nível de fadiga, desta forma, o modelo garante ao trabalhador maior tempo para recomposição antes de retornar para o trabalho.

As restrições (13) a (17) garantem intervalo mínimo necessário para o descanso entre dois turnos de trabalho e, paralelo a isso, o modelo permite que os profissionais indiquem suas preferências, sendo possível que, ao invés de cumprirem apenas a folga mínima, tenham maior período para recuperação, o que, de acordo com Hakola, Paukkonen e Pohjonen (2010), possibilita mais tempo para dormir, melhoria do bem-estar no trabalho e da saúde geral, bem como melhores condições para participar de atividades de lazer.

Para aqueles operadores designados para os turnos 5 e 6 (Reforço Tarde e Controle Pernoite), em decorrência do trabalho em turno com jornada estendida (maior do que 8 horas), é pago um adicional. Com o intuito de reduzir a quantidade de turnos deste tipo por operador, a restrição (18) limita esta designação a uma quantidade ε_i proporcional à disponibilidade de cada operador. Os valores atribuídos aos parâmetros ε_i são definidos na TABELA 4 em função da disponibilidade de cada operador. Além da questão financeira, o conjunto de restrições (18) foi criado de modo a garantir que haja um equilíbrio para os trabalhadores, não sendo designados em muitos turnos longos, uma vez que, os estudos Chang, Yang e Hsu (2019) indicam que os níveis de fadiga variam durante o turno, aumentando no decorrer do tempo de trabalho.

Espera-se que todos os operadores sejam designados para uma mesma quantidade de turno quando estiverem disponíveis durante o mês inteiro. Esta restrição, entretanto, não se aplica quando existem indisponibilidades dos operadores. Neste caso, o conjunto de restrições (19) e (20), que determina que o número total de designações de turnos deste tipo para cada operador aceita uma variação em proporção referente ao parâmetro ε' , cujos valores são definidos na TABELA 4.

Para que haja a devida diferenciação em função do tempo de serviço entre os profissionais, a expressão (21) garante que os operadores com maior peso na escala sejam designados, em proporção às disponibilidades, para quantidade igual ou menor do que aqueles com menor peso.

Por fim, há o conjunto de restrições (22) e (23) que definem a demanda por operadores em cada tipo de turno. A expressão (23), em especial, serve para distribuir entre os turnos 3 (Controle Tarde) e 5 (Reforço Tarde) os operadores designados para suprir a demanda de Controladores de Tráfego Aéreo no período da tarde, não havendo, porém, uma demanda específica para o quinto turno. As demandas são definidas para cada turno em função do volume de tráfego estimado para cada período do dia, permitindo que não haja sobrecarga de trabalho para os profissionais, o que, em conjunto com as políticas de atendimento de preferências pelas designações, pode contribuir para que sejam reduzidas as intenções de *turnover* dentre os Controladores de tráfego Aéreo (JOU, KUO e TANG, 2013).

Diante do exposto, tem-se que, dos 23 conjuntos de restrições, ao menos 8 deles demonstram os aspectos qualitativos obtidos por meio da solução do modelo matemático proposto, buscando minimizar os efeitos do trabalho por turnos na qualidade de vida dos profissionais.

Este modelo foi elaborado com base em legislações trabalhistas específicas do Controle de Tráfego Aéreo brasileiro e mundial, considerando também aspectos financeiros e senso de justiça entre os profissionais e tem bastante similaridade com o modelo conceitual apresentado por Stojadinovic (2014), entretanto apresenta algumas distinções.

Diferentemente do modelo apresentado, Stojadinovic (2014) efetua as designações por períodos fracionados do dia, aparentemente intervalos de uma hora, indicando, em cada fracionamento, se o trabalhador estará em intervalo para recuperação entre turnos, se estará em férias, ou em qual posição de controle estará trabalhando, devendo as férias serem previamente autorizadas pelos superiores. Seu trabalho também se diferencia deste no que diz respeito às competências entre os profissionais que são consideradas para a composição das equipes nos turnos de trabalho.

O autor considera também a carga horária de trabalho total estabelecendo limites mínimos e máximos (similar às restrições (06) e (07)); as folgas mínimas e máximas (similar às restrições (11) e (12), porém indica que é permitido trabalhar 2 a

3 dias consecutivos com 2 a 3 dias de descanso); entretanto não apresenta indícios de que busca equalização entre os turnos e/ou entre os profissionais (atendidos pelas expressões (08) e (09) – no que diz respeito à equalização entre turnos – e pelas expressões (19), (20) e (21) – para a equalização entre profissionais), bem como não indica levar em consideração qualquer aspecto financeiro (atendidos pelo modelo proposto por meio do segundo fator da expressão (01) e da expressão (18)).

Neste sentido, verifica-se que o modelo proposto atende condições importante não encontradas nos estudos de Stojanovic (2014), sendo, desta forma, uma alternativa para o trabalho de designação de trabalho a profissionais de Controle de Tráfego Aéreo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

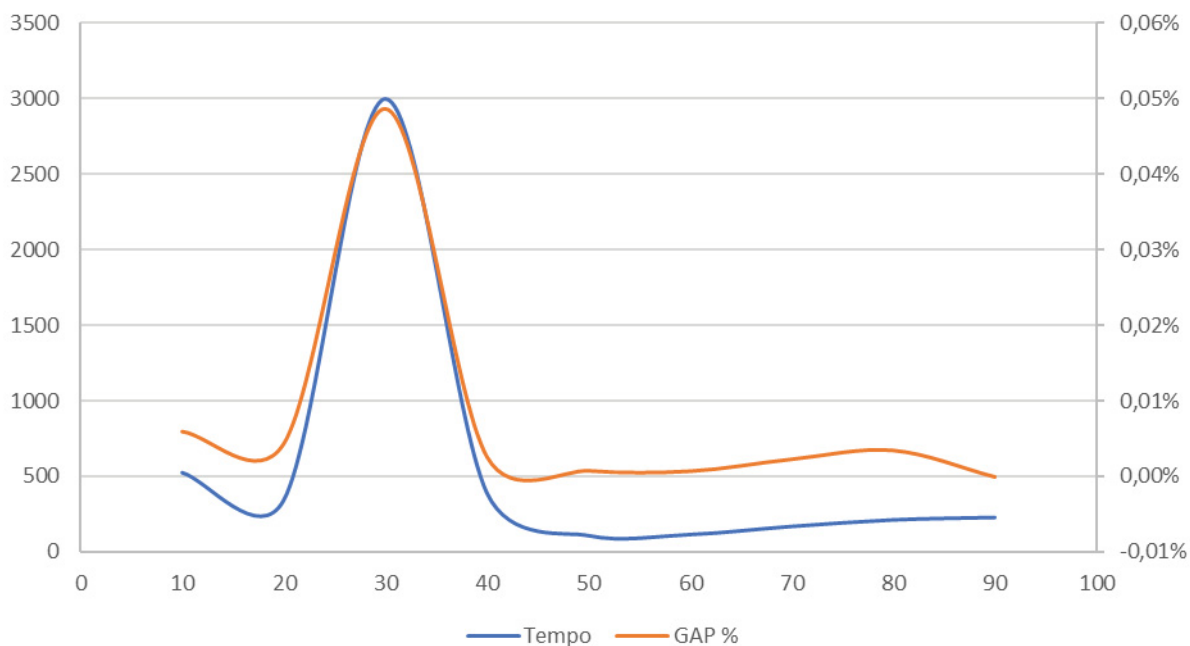
A análise dos resultados foi iniciada antes mesmo do processamento das instâncias. O primeiro parâmetro de análise foi a Taxa de Disponibilidade Total por Instância (*TDTI*), calculada pela equação $TDTI = tdisp / (to * td)$, onde *tdisp* equivale ao total de dias disponíveis na instância, independente de operador; *to* é o total de operadores na escala; e *td* é o total de dias no mês de referência.

A *TDTI* foi calculada para verificar se alguma instância teria menor disponibilidade do que a necessária para que o modelo encontre uma solução factível. Com os parâmetros utilizados para a resolução do modelo, em um mês são feitas 2130 designações, portanto é preciso que a *TDTI* seja de pelo menos 0,59 e, como todas as instâncias tiveram *TDTI* superior a 0,93, decidiu-se aceitar as instâncias geradas para testes.

Mesmo com *TDTI* aceitável, porém, existe possibilidade de ineficiência da instância caso as indisponibilidades estejam concentradas num mesmo período, mas esta conferência não foi realizada, uma vez que se julgou mais racional rodar os testes do que efetuar a conferência prévia.

Após aceite das instâncias e processamento dos testes computacionais, identificou-se que 70% das instâncias com “preferência” de 30% (300070, 301060, ...) atingiram o limite de tempo de 3.600 segundos, tendo uma média tempo de 3.000 segundos e um *gap* médio de 0,05%. Em contrapartida, os demais cenários apresentaram soluções ótimas em 98% das instâncias, configurando, até então uma discrepância a ser estudada e entendida. O GRÁFICO 1 mostra as médias de tempo no eixo principal e de *gap* da FO (em %) no eixo secundário por conjunto de cenários agrupados por “preferência”.

GRÁFICO 1 - MÉDIAS DE TEMPO E GAP (%) COM 45 CENÁRIOS POR PREFERÊNCIAS



FONTE: A autora (2020).

A fim de investigar uma possível causa para este aumento significativo no tempo de solução de um conjunto de cenários específicos, foram gerados 55 novos cenários com os parâmetros “preferência” e “não preferência” variando de 05 a 95, intercalados entre os cenários inicialmente propostos, conforme TABELA 6. Os cenários intercalados foram pensados para que fosse possível verificar se o comportamento seria similar ao dos seus “vizinhos” ou se o que havia acontecido era alguma anomalia na geração das instâncias.

TABELA 6 - CENÁRIOS DEFINIDOS PARA INVESTIGAR DISCREPÂNCIAS ENCONTRADAS

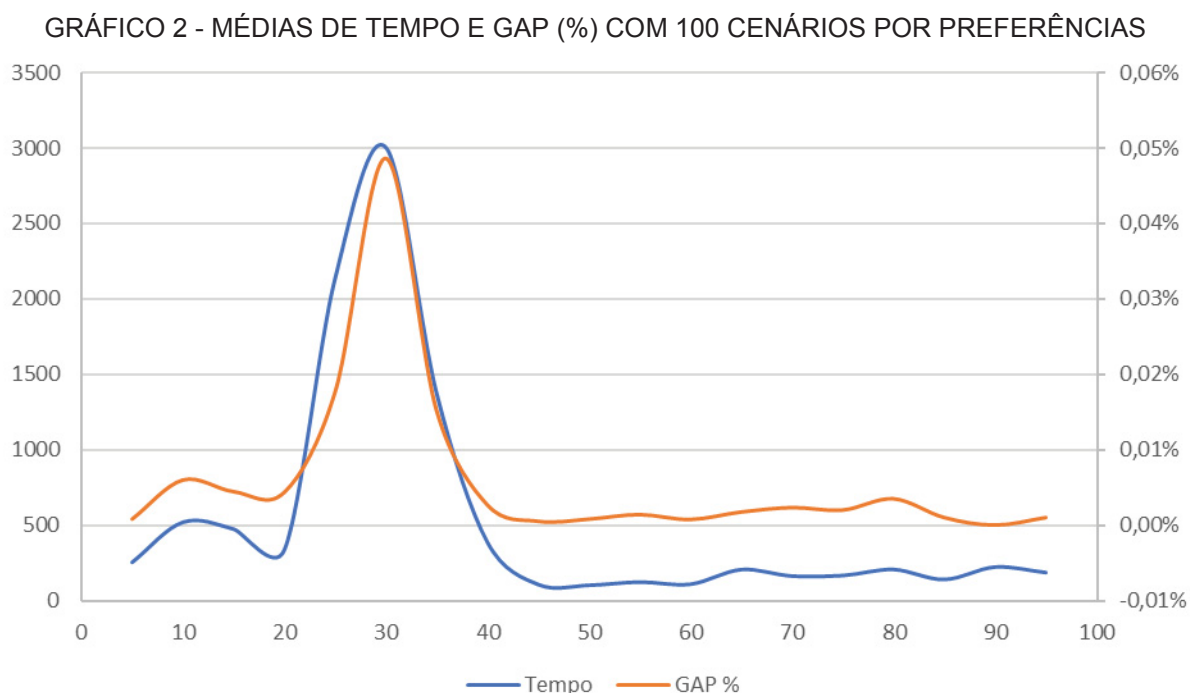
| | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 050095 | 057025 | 154045 | 252055 | 351055 | 451045 | 552025 | 750025 |
| 051085 | 058015 | 155035 | 253045 | 352045 | 452035 | 553015 | 751015 |
| 052075 | 059005 | 156025 | 254035 | 353035 | 453025 | 554005 | 752005 |
| 053065 | 150085 | 157015 | 255025 | 354025 | 454015 | 650035 | 850015 |
| 054055 | 151075 | 158005 | 256015 | 355015 | 455005 | 651025 | 851005 |
| 055045 | 152065 | 250075 | 257005 | 356005 | 550045 | 652015 | 950005 |
| 056035 | 153055 | 251065 | 350065 | 450055 | 551035 | 653005 | X |

FONTE: A autora (2020).

Novamente, após a geração das instâncias, o *TDTI* foi conferido e todas as instâncias apresentaram condições de factibilidade, podendo, desta forma, serem processadas pelo programa.

Com resultados para os 550 novos testes, verificou-se que o comportamento dos cenários intercalados em “preferência” com os demais apresentou parâmetros de tempo de solução e *gap* (%) compatíveis com a curva verificada no GRÁFICO 1.

Os dados foram compilados e, conforme pode ser verificado no GRÁFICO 2, os novos cenários criados para investigação apresentaram resultados semelhantes aos dos cenários “vizinhos”, especialmente os cenários com “preferência” de 25% e 35% que apresentaram valores aumentados de tempo em comparação com os demais cenários



FONTE: A autora (2020).

Mediante este resultado, observou-se que há possibilidade de ter ocorrido o fenômeno de “ciclagem” em que, segundo Murty (1983, p. 281), quando da resolução do método Simplex, há um empate no teste para a escolha da variável a entrar na base, fazendo com que esta escolha seja arbitrária entre as variáveis elegíveis. Entretanto, este processo faz com que o algoritmo continue indefinidamente num ciclo de bases factíveis, não conseguindo, porém, provar sua otimalidade; tendo, conseqüentemente, tempo de solução bastante elevado. Entretanto, como foi utilizado um *software* comercial de otimização, não se sabe quais métodos de solução são utilizados, não sendo possível afirmar a causa da anomalia encontrada nos cenários com “preferências” em valores próximos dos 30%.

Por se tratar de um fenômeno raro em programação linear, novamente foram definidos outros cenários, a fim de completar os dados faltantes no intervalo entre os cenários de 25% e 35% para facilitar a visualização do ocorrido.

Ao término das 3 fases de testes, contabiliza-se um total de 160 cenários, conforme TABELA 7 e 1.600 instâncias que levaram um total de aproximadamente 26 dias e meio de processamento computacional. O resumo dos resultados encontrados em termos de tempo de solução, valor da Função Objetivo e *gap* (%) de solução encontram-se no Apêndice 1.

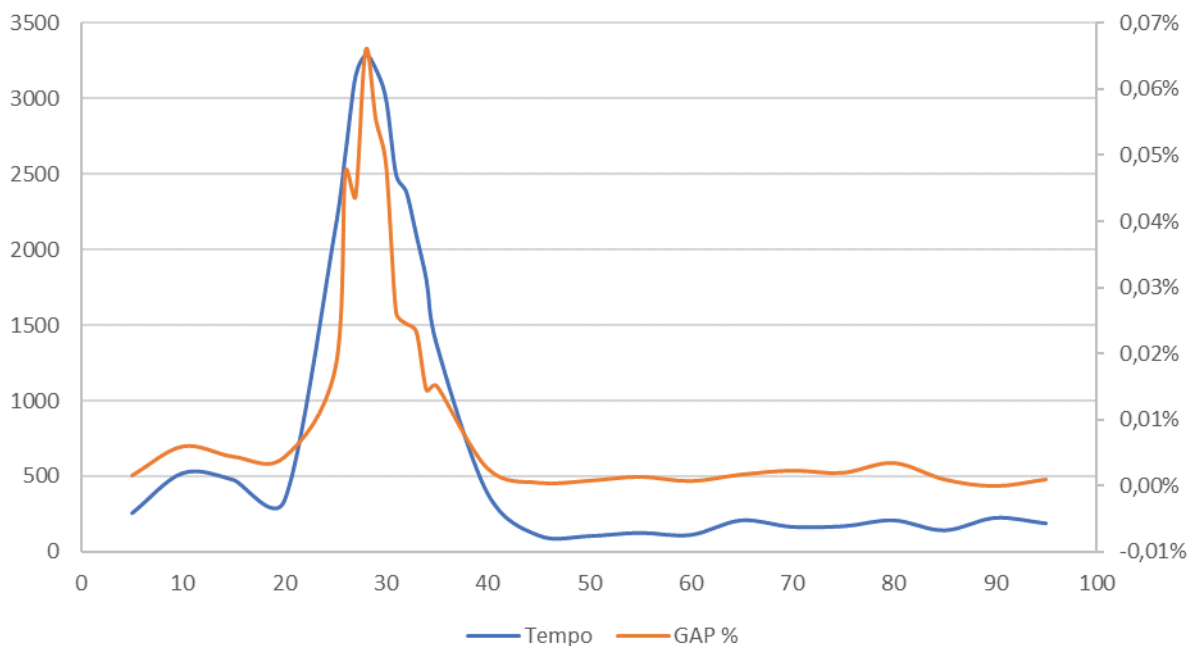
TABELA 7 – 160 CENÁRIOS FINAIS GERADOS PARA TESTES

| | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 050095 | 151075 | 254035 | 286012 | 333037 | 324028 | 402040 | 600040 |
| 051085 | 152065 | 255025 | 290071 | 335017 | 343036 | 403030 | 601030 |
| 052075 | 153055 | 256015 | 273043 | 340066 | 325018 | 404020 | 602020 |
| 053065 | 154045 | 257005 | 291061 | 313039 | 326008 | 405010 | 603010 |
| 054055 | 155035 | 260074 | 293041 | 321058 | 331057 | 450055 | 650035 |
| 055045 | 156025 | 261064 | 294031 | 297001 | 332047 | 451045 | 651025 |
| 056035 | 157015 | 262054 | 274033 | 300070 | 344026 | 452035 | 652015 |
| 057025 | 158005 | 263044 | 295021 | 301060 | 345016 | 453025 | 653005 |
| 058015 | 200080 | 264034 | 296011 | 302050 | 336007 | 454015 | 700030 |
| 059005 | 201070 | 265024 | 330067 | 303040 | 341056 | 455005 | 701020 |
| 100090 | 202060 | 266014 | 275023 | 304030 | 346006 | 500050 | 702010 |
| 101080 | 203050 | 281062 | 334027 | 305020 | 350065 | 501040 | 750025 |
| 102070 | 204040 | 282052 | 276013 | 306010 | 351055 | 502030 | 751015 |
| 103060 | 205030 | 283042 | 277003 | 311059 | 352045 | 503020 | 752005 |
| 104050 | 206020 | 284032 | 280072 | 342046 | 353035 | 504010 | 800020 |
| 105040 | 207010 | 267004 | 315019 | 322048 | 354025 | 550045 | 801010 |
| 106030 | 250075 | 270073 | 292051 | 314029 | 355015 | 551035 | 850015 |
| 107020 | 251065 | 285022 | 310069 | 316009 | 356005 | 552025 | 851005 |
| 108010 | 252055 | 271063 | 312049 | 320068 | 400060 | 553015 | 900010 |
| 150085 | 253045 | 272053 | 287002 | 323038 | 401050 | 554005 | 950005 |

FONTE: A autora (2020).

Por fim, no que diz respeito a esta verificação quanto ao fenômeno de ciclagem ocorrido próximo aos cenários de 30% de preferência, o GRÁFICO 3 apresenta as médias de tempos e de *gap* (%) de todos os cenários testados neste estudo e, como pode ser observado, os cenários que foram gerados para última verificação apresentaram comportamento semelhante aos demais, mantendo a curva inicialmente apresentada no GRÁFICO 1.

GRÁFICO 3 - MÉDIAS DE TEMPO E GAP (%) COM 160 CENÁRIOS POR PREFERÊNCIAS



FONTE: A autora (2020).

Tendo em vista que tempo de processamento, atendimento de “preferências” e/ou não violação de “não preferências” e menor *gap* da FO (%) terem sido estabelecidos como critérios para a identificação dos melhores cenários para a gestão das escalas de serviço para Controladores de Tráfego Aéreo, poder-se-ia pensar na exclusão dos cenários com preferências entre 25% e 35% dos elegíveis como melhores. Entretanto, considerando que o horizonte de planejamento para as escalas é de um mês e que o *gap* (%) encontrado para aqueles cenários foi relativamente baixo, optou-se por mantê-los na amostra.

Dentre os 3 critérios para escolha, considera-se que o atendimento das “preferências” e/ou não violação de “não preferências” é o mais importante, tendo em vista que o objetivo do modelo é a designação das escalas atendendo as preferências declaradas pelos trabalhadores.

Para a efetiva identificação dos melhores cenários, inicialmente foram calculados as médias de tempo e *gap* (%); os atendimentos de preferências; e as violações de “não preferências” por cenários tendo em vista que há 10 instâncias para cada cenário. Em seguida, foram feitas duas seleções prévias, cujos resultados são apresentados na TABELA 8 e na TABELA 9.

SELEÇÃO 1:

- a) filtrar os cenários com *gap* entre 0% a 0,01% (91 cenários restantes na amostra);
- b) selecionar dentre os cenários filtrados, os 10 com menor tempo de processamento.

TABELA 8 – RESULTADO DA SELEÇÃO 1 – PRIMEIRA TENTATIVA

| CENÁRIOS | MÉDIA TEMPO | MÉDIA GAP | MÉDIA ATEND. "PREF." | MÉDIA VIOLAÇ. "Ñ PREF" |
|----------|-------------|-----------|-------------------------|---------------------------|
| 057025 | 73,80 | 0% | 633 | 0,1 |
| 059005 | 79,63 | 0% | 638 | 0 |
| 150085 | 58,01 | 0% | 1550 | 576,7 |
| 451045 | 84,59 | 0% | 2129,5 | 0 |
| 453025 | 92,92 | 0% | 2129,5 | 0 |
| 455005 | 75,85 | 0% | 2129,1 | 0 |
| 502030 | 89,74 | 0% | 2128,5 | 0 |
| 504010 | 86,55 | 0% | 2125,6 | 0 |
| 554005 | 91,94 | 0% | 2129,5 | 0 |
| 850015 | 89,89 | 0% | 2129,8 | 0 |

FONTE: A autora (2020).

SELEÇÃO 2:

- a) filtrar os cenários com nenhuma violação de “não preferência” (61 cenários restantes na amostra) – *para este critério, foram considerados os valores arredondados, em que até 0,4 violações em média no cenário foram consideradas como nenhuma violação, tendo em vista que violação média de 0,4 equivale a 4 violações em 10 instância com 2130 designações cada, sendo este um valor muito pequeno e que não prejudica a performance do cenário de maneira geral.*
- b) selecionar dentre estes, os cenários com as 10 maiores quantidades de preferências atendidas (21 cenários restantes na amostra);
- c) selecionar dentre estes, os 10 cenários com menor tempo de processamento.

TABELA 9 - RESULTADO DA SELEÇÃO 2 – PRIMEIRA TENTATIVA

| CENÁRIOS | MÉDIA TEMPO | MÉDIA GAP | MÉDIA ATEND. "PREF." | MÉDIA VIOLAÇ. "Ñ PREF" |
|----------|-------------|-----------|-------------------------|---------------------------|
| 451045 | 84,59 | 0% | 2129,5 | 0 |
| 453025 | 92,92 | 0% | 2129,5 | 0 |
| 455005 | 75,85 | 0% | 2129,1 | 0 |
| 551035 | 131,77 | 0% | 2129 | 0 |
| 552025 | 118,77 | 0% | 2129,2 | 0 |
| 553015 | 116,74 | 0% | 2129,3 | 0 |
| 554005 | 91,94 | 0% | 2129,5 | 0 |
| 602020 | 112,66 | 0% | 2129 | 0 |
| 603010 | 94,25 | 0% | 2130 | 0 |
| 850015 | 89,89 | 0% | 2129,8 | 0 |

FONTE: A autora (2020).

Os cenários 451045, 453025, 455005, 554005 e 850015 estão presentes em ambas as amostras e serão analisados como candidatos aos melhores cenários do estudo.

Primeiramente, os cenários 455005 e 554005 foram considerados não adequados, pois cada operador poderia indicar, dentre as 210 possibilidades de designações no horizonte de planejamento de um mês, entre 10 e 11 turnos em que prefere não trabalhar. Esta quantidade é insuficiente e torna muito fácil a não violação, não demonstrando a qualidade da solução.

Por outro lado, não parece razoável que um trabalhador que será designado para até 20 turnos de serviço no mês indique entre 94 e 95 (45% de 210) turnos em que deseja trabalhar. É como se cada trabalhador precisasse indicar quase 5 opções de preferência para cada turno para o qual deve ser designado. Neste caso, parece que indicar tantas opções deixa de configurar preferência e aproxima-se dos conceitos de indiferença pelas designações, o que pode resultar menor satisfação pessoal pelos atendimentos das preferências. Essa suposição pode ser sustentada pelos estudos de psicologia relacionados ao Paradoxo da Escolha (SCHWARTZ, 2004) e ao Paradoxo da Maximização (DAR-NIMROD *et al.*, 2009) que indicam que a satisfação pela escolha tende a ser menor quando a quantidade de opções é maior.

Generalizando, a determinação para que se indique mais do que 3 opções para cada designação já pode ser considerada inadequada. Desta forma, foram eliminados todos os cenários com preferências maiores do que 28%.

Neste sentido, dos 5 cenários inicialmente selecionados como possíveis melhores, nenhum demonstra condições de aplicabilidade real. Assim, é preciso uma nova abordagem para a escolha dos melhores cenários de gestão.

O melhor seria que cada operador indicasse como preferência apenas os 20 turnos para os quais deve ser designado, de modo que a escala ideal correspondesse às suas reais e exatas preferências. Entretanto, os cenários correspondentes a essa situação ideal (com preferências de 10%) tiveram um atendimento de preferência considerado baixo (52% em média) e, portanto, não serão selecionados.

Uma alternativa aceitável é estabelecer que cada trabalhador deva indicar entre 30 a 60 opções de preferência por mês, o que equivale a 1,5 a 3 opções para cada designação. Assim, restaram para análise 49 cenários com preferências entre 15% e 28%, conforme a TABELA 10.

TABELA 10 - CENÁRIOS POR PREFERÊNCIAS APÓS CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

| CENÁRIOS AGRUPADOS POR PREFERÊNCIA | QUANTIDADE DE INDICAÇÃO POR OPERADOR | MÉDIA DE ATENDIMENTO DE PREFERÊNCIAS |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 15 | 32 | 69% |
| 20 | 42 | 83% |
| 25 | 53 | 93% |
| 26 | 55 | 94% |
| 27 | 57 | 94% |
| 28 | 59 | 95% |

FONTE: A autora (2020).

Dos cenários restantes, ainda é necessário excluir aqueles em que são indicadas poucas ou muitas “não preferências”. Decidiu-se excluir cenários em que os operadores indicam quantidade inferior a 10% ou superior a 50% de turnos para os quais não querem ser designados. Essa decisão fundamenta-se nas razões já apontadas anteriormente. Restam, portanto, 25 cenários para análise.

Como novos critérios, mais razoáveis em termos práticos, foram estabelecidos, deve-se refazer o processo de seleção já descrito.

Nesta Seleção 1, ao filtrar os cenários por *gap* menores ou iguais a 0,01%, restaram apenas 10 cenários, não sendo necessário fazer a seleção por tempo, conforme TABELA 11.

TABELA 11 - RESULTADO DA SELEÇÃO 1 – SEGUNDA TENTATIVA

| CENÁRIOS | MÉDIA TEMPO | MÉDIA GAP | MÉDIA ATEND. "PREF." | MÉDIA VIOLAÇ. "Ñ PREF" |
|----------|-------------|-----------|-------------------------|---------------------------|
| 154045 | 294,64 | 0,00% | 1.432 | 0 |
| 155035 | 209,60 | 0,00% | 1.435 | 1 |
| 156025 | 134,24 | 0,00% | 1.455 | 1 |
| 157015 | 198,53 | 0,00% | 1.461 | 0 |
| 203050 | 304,38 | 0,00% | 1.759 | 0 |
| 204040 | 191,99 | 0,00% | 1.765 | 0 |
| 205030 | 180,17 | 0,00% | 1.768 | 2 |
| 206020 | 299,98 | 0,00% | 1.769 | 0 |
| 207010 | 333,23 | 0,01% | 1.764 | 0 |
| 255025 | 2.297,92 | 0,01% | 1.979 | 0 |

FONTE: A autora (2020).

Na Seleção 2, aplicando o filtro por cenário com média de violação de “não preferência” igual a 0 restaram 13 cenários; e após a seleção dos cenários com os 10 melhores atendimentos de preferências, restaram apenas 10 cenários, sendo desnecessário, também, fazer a seleção por tempo, de acordo com a TABELA 12.

TABELA 12 - RESULTADO DA SELEÇÃO 2 – SEGUNDA TENTATIVA

| CENÁRIOS | MÉDIA TEMPO | MÉDIA GAP | MÉDIA ATEND. "PREF." | MÉDIA VIOLAÇ. "Ñ PREF" |
|----------|-------------|-----------|-------------------------|---------------------------|
| 205030 | 180,17 | 0,00% | 1.768 | 0 |
| 206020 | 299,98 | 0,00% | 1.769 | 0 |
| 255025 | 2297,92 | 0,01% | 1.979 | 0 |
| 256015 | 1562,43 | 0,02% | 1.974 | 0 |
| 265024 | 2737,02 | 0,06% | 1.988 | 0 |
| 266014 | 2404,97 | 0,02% | 2.000 | 0 |
| 275023 | 3088,93 | 0,05% | 2.002 | 0 |
| 276013 | 3472,99 | 0,03% | 1.996 | 0 |
| 285022 | 3584,72 | 0,03% | 2.034 | 0 |
| 286012 | 3101,00 | 0,05% | 2.032 | 0 |

FONTE: A autora (2020).

Apenas os cenários 205030 e 206020 estão presentes no resultado das duas seleções, de modo que foram os escolhidos como os melhores cenários para a gestão das escalas de serviços para Controladores de Tráfego Aéreo.

Os resultados de todas as instâncias dos dois melhores cenários são apresentados na TABELA 13.

TABELA 13 – RESULTADOS DE TODAS AS INSTÂNCIAS DOS MELHORES CENÁRIOS

| INSTÂNCIA | 205030_0 | 205030_1 | 205030_2 | 205030_3 | 205030_4 | 205030_5 | 205030_6 | 205030_7 | 205030_8 | 205030_9 | 206020_0 | 206020_1 | 206020_2 | 206020_3 | 206020_4 | 206020_5 | 206020_6 | 206020_7 | 206020_8 | 206020_9 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| FUNÇÃO OBJETIVO | 102218,87 | 104935,71 | 103436,12 | 102414,28 | 103293,68 | 100334,33 | 101999,57 | 104913,48 | 103462,95 | 103784,52 | 100035,48 | 102117,38 | 102271,88 | 104945,78 | 103320,97 | 98137,14 | 104824,18 | 102702,88 | 103735,95 | 101774,66 |
| TEMPO | 107,29 | 412,54 | 130,83 | 213,80 | 228,40 | 314,49 | 124,74 | 31,17 | 123,35 | 115,13 | 164,45 | 150,85 | 700,95 | 150,86 | 101,58 | 485,42 | 197,34 | 701,56 | 139,42 | 207,38 |
| GAP | 0,00% | 0,01% | 0,00% | 0,01% | 0,01% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,01% | 0,00% | 0,01% | 0,01% | 0,01% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,01% | 0,00% | 0,00% |
| TOTAL DE INDISPONIBILIDADE NO MÊS | 118 | 134 | 159 | 126 | 148 | 109 | 141 | 60 | 136 | 109 | 181 | 131 | 173 | 71 | 107 | 172 | 117 | 169 | 112 | 119 |
| TOTAL DE DESIGNAÇÃO EM "PREFERÊNCIA" | 1740 | 1778 | 1786 | 1767 | 1747 | 1732 | 1759 | 1826 | 1760 | 1787 | 1730 | 1780 | 1770 | 1799 | 1820 | 1714 | 1769 | 1756 | 1786 | 1762 |
| OPERADOR COM MAIOR ATENDIMENTO DE PREFERÊNCIA | 19 | 19 | 19 | 18 | 19 | 18 | 19 | 18 | 19 | 19 | 19 | 19 | 20 | 19 | 19 | 20 | 19 | 19 | 19 | 20 |
| OPERADOR COM MENOR ATENDIMENTO DE PREFERÊNCIA | 5 | 9 | 7 | 8 | 4 | 7 | 4 | 7 | 7 | 6 | 5 | 5 | 6 | 9 | 9 | 6 | 7 | 6 | 8 | 8 |
| TOTAL DE DESIGNAÇÃO EM "INDIFERENÇA" | 388 | 351 | 344 | 363 | 383 | 356 | 371 | 294 | 370 | 343 | 399 | 350 | 352 | 331 | 310 | 416 | 361 | 374 | 344 | 368 |
| OPERADOR COM MAIOR DESIGNAÇÃO EM "INDIFERENÇA" | 10 | 11 | 11 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 | 9 | 9 | 9 | 8 | 10 | 9 | 10 | 11 | 10 |
| OPERADOR COM MENOR DESIGNAÇÃO EM "INDIFERENÇA" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL DE DESIGNAÇÃO EM "NÃO PREFERÊNCIA" | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OPERADOR COM MAIOR VIOLAÇÃO DE NÃO PREFERÊNCIA | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OPERADOR COM MENOR VIOLAÇÃO DE NÃO PREFERÊNCIA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

FONTE: A autora (2020).

Nos dois cenários escolhidos, os operadores devem indicar 42 opções de turnos em que preferem trabalhar no mês, o que equivale a aproximadamente 2

indicações de turno para cada designação em média. O que difere os dois cenários é a indicação de turnos em que gostariam de não trabalhar. No primeiro cenário, os controladores devem indicar 63 turnos nos quais não querem trabalhar; enquanto que no segundo cenário, esta indicação se restringe a 42 turnos. Com essas quantidades de “não preferências” é possível, por exemplo, que o operador escolha de 6 a 9 dias inteiros, de 21 a 31 manhãs ou noites, ou de 14 a 21 tardes livres no mês, bem como qualquer outra combinação que julgar adequada às suas preferências.

A média de tempo para processamento das instâncias referentes aos cenários escolhidos varia de 3 a 5 minutos, tempo considerado muito bom, levando-se em consideração a complexidade e o tamanho do modelo.

Com relação ao critério de atendimento de “preferências” e/ou não violação de “não preferências”, os dois cenários obtiveram resultados praticamente iguais, com média de atendimento de 1.768,2 e 1.768,6 e média de designação de 0,4 e 0,1 em desconformidade com indicações de “não preferência”. Isso quer dizer que 83% das designações nestes cenários atendem às preferências dos trabalhadores, fazendo com que o nível de satisfação com relação ao horário de trabalho se eleve. Em contrapartida, as violações significam que de todas as 10 instâncias do cenário 205030, apenas 4 designações, de um total de 2130, violaram a “não preferência” (menos de 0,02% das designações), enquanto que das 10 instâncias do outro cenário, houve apenas uma designação em turno para o qual um operador preferia não trabalhar (menos de 0,005% das alocações).

Tendo em vista que todas as instâncias de ambos os cenários encontraram a solução ótima, conseqüentemente, não apresentaram *gap* na FO.

Mediante os resultados das 20 instâncias dos melhores cenários, pode-se perceber que as 5 violações de “não preferências” aconteceram sempre em dia anterior a um período de indisponibilidade superior a 6 dias. Isto se deu em decorrência da combinação de dois fatores: primeiramente, o conjunto de restrição (11) determina que em um período de 7 dias corridos, o operador deve ser designado para pelo menos um turno; e, como no dia anterior a um período de indisponibilidade o operador pode ser designado apenas para os 5 primeiros turnos, coincidentemente nos casos analisados, os operadores não indicaram nenhum destes turnos como preferência para trabalhar, cabendo ao modelo designar entre “não preferências” ou “indiferenças”.

As “indiferenças” indicadas pelos operadores nestes casos se deram em turnos de serviços administrativos, cuja demanda é por apenas um operador por turno e a designação de cada operador deve se restringir a uma por mês; ou no turno de “Reforço Tarde”, cuja designação é penalizada na FO por ser devida vantagem financeira, restando assim poucas opções para o modelo cumprir com a restrição de folga máxima, sendo, portanto, mais interessante para o modelo violar a “não preferência”.

Violações em decorrência desta combinação de fatores podem ser evitadas por meio de ajustes, tal como a determinação para o operador indicar um turno de preferência no dia anterior a períodos de indisponibilidade superior a 6 dias ou de flexibilizar a restrição (11) nos dias que antecedem tais indisponibilidades.

Com a finalidade de verificar a qualidade de solução do modelo, fez-se uma análise mais aprofundada na solução de uma instância de cada cenário, sendo escolhido para tal as instâncias 205030_0 e 206020_0.

Os resultados encontrados demonstram a similaridade dos cenários, conforme a seguir:

- a) a instância 205030_0 apresentou folga média de 12,38 dias livres por mês, sendo que a folga mínima foi de 8 dias (especialmente para operadores com indisponibilidades no período) e a folga máxima foi de 15 dias, sendo necessário, para tanto, designar de 3 a 4 vezes o operador para as jornadas duplas permitida (“Controle Manhã” e “Controle Pernoite” ou (“Controle Manhã” e “Pernoite Administrativo”), o que pode ser uma estratégia escolhida pelo profissional para que aumente a quantidade de dias livres no mês. A instância 206020_0 apresentou folga média pouco menor, no valor de 11,8 dias livres por mês, e folga mínima de 6 dias, enquanto que a folga máxima foi também de 15 dias. Considera-se, de maneira geral, que uma média de 12 dias de folga por mês é bastante adequada, sendo este valor superior à folga média de trabalhadores com horários fixos de trabalho que varia de 4 a 10 dias por mês, dependendo do regime de trabalho e da quantidade de finais de semana existentes no mês de referência. A folga média aumentada contribui para que haja maior tempo para dormir, melhoria do bem-estar no trabalho, melhoria da saúde geral e melhores condições para participar de atividades de lazer, segundo Hakola, Paukkonen e Pohjonen (2010);

- b) os profissionais têm a possibilidade de programar até 6 dias corridos de folga no mês, caso a combinação de dias indicados como “não preferência” não viole nenhuma restrição que contrarie essa programação. Entretanto, para que isto aconteça, as folgas entre os demais dias de trabalho têm de ser reduzidas para que sejam atendidas as restrições de quantidades mínimas de serviço no mês. Cabe ao operador verificar se prefere folgas mais bem distribuídas para descansos periódicos ou períodos maiores de folga para programar atividades que demandem de mais tempo, por exemplo uma viagem. Nas instâncias em análise, o maior período consecutivo de folga foi de 5 dias (5 ocorrências em cada instância) seguindo de 32 ocorrências de 4 dias livres consecutivos na instância 205030_0 e de 21 ocorrências do mesmo tipo na instância 206020_0. Considerando que escalas de trabalho bem elaboradas podem minimizar a ocorrência de falhas durante a jornada e que os períodos de descanso entre os turnos são adequados para uma boa recuperação do profissional, a gestão individual sobre os dias de folga entre os turnos pode permitir aos empregados equilibrar as demandas de trabalho e tempo com a família melhorando a capacidade de lidar com altas cargas de trabalho (JOU, KUO e TANG, 2013);
- c) na instância 205030_0, a menor porcentagem de atendimento de preferências por tipo de turno foi de 77% para turnos de “Controle Tarde” e “Reforço Tarde”. Os turnos “Controle Manhã” e “Controle Pernoite” apresentaram, respectivamente, atendimentos de 81% e 90%; na outra instância analisada, o menor atendimento de preferência foi para o turno “Controle Manhã” com 78%, enquanto que os turnos da tarde apresentaram atendimento de 80% e o turnos “Controle Pernoite” teve um atendimento de 86%. Em ambas as instâncias o atendimento de preferências por turnos de serviços administrativos foi de 100%. Esse resultado demonstra que quanto maior a demanda por profissionais, menores são as chances de atendimento de preferências em comparação com os turnos com demandas inferiores – turnos de serviços administrativos têm demanda por 1 profissional por turno e turnos de “Controle Pernoite” precisam de 13 profissionais, enquanto que “Controle Manhã” tem demanda por 25 Controladores e os turnos de controle da

tarde, por 30. Isto pode ter ocorrido em decorrência de o programa gerador de instâncias não conseguir reproduzir as preferências humanas, uma vez que se o profissional sabe que só pode ser designado para um turno do tipo administrativo por mês, esse profissional indica poucos turnos deste tipo como preferência e usa a maior parte de suas possibilidades com turnos que efetivamente têm mais chance de haver a designação. Esta especificidade não foi considerada na programação para geração de instâncias e, em decorrência disto, as “preferências” foram dispostas proporcionalmente entre os turnos existentes. Desta forma, imagina-se que os atendimentos de preferências com dados coletados em situações reais sejam maiores nestes turnos, aumentando, conseqüentemente, o atendimento geral de preferências;

- d) considerando os intervalos de descanso entre dois turnos consecutivos, as piores combinações permitidas pelo modelo são as designações em um mesmo dia para “Controle Manhã” e “Controle Pernoite” (MP) ou “Pernoite Adm” (MPa), com intervalo de apenas 7 a 8,5 horas, seguido da combinação “Controle Tarde” e “Controle Manhã” (TM) ou “Manhã Adm” (TMa) do dia seguinte, com intervalos de 9,5 a 10 horas. As combinações MP e MPa acontecem num total de 118 vezes em uma instância e de 116 vezes na outra, tendo em média 4 operadores designados para essa sequência de serviços por dia. As combinações TM e TMa ocorrem em maior quantidade, porém não em valor significativo, havendo em média 5,4 e 5,7 operadores com esta sequência de designação por dia. Conseqüentemente, combinações de sequência com menores intervalos para descanso ocorreram, nestas instâncias, em menos de 10 operadores por dia, equivalente a menos de 8% da equipe de trabalho. Neste sentido, esta pode ser considerada uma escala com carga e intervalos bem administrados, sendo possível minimizar a ocorrência de falhas durante a jornada de trabalho (NOCE, 2010).

Por fim, como exemplo do resultado operacional do modelo de designação, tem-se a FIGURA 2 e a FIGURA 3 com os desenhos parciais das soluções das instâncias 205030_0 e 206020_0, respectivamente.

FIGURA 2 - DESENHO PARCIAL DA SOLUÇÃO DA INSTÂNCIA 205030_0

| DIA | OPERADOR 1 a 10 | | | | | | | | | | (...) | OPERADOR 111 a 120 | | | | | | | | | |
|-----|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | OPERADOR 1 | OPERADOR 2 | OPERADOR 3 | OPERADOR 4 | OPERADOR 5 | OPERADOR 6 | OPERADOR 7 | OPERADOR 8 | OPERADOR 9 | OPERADOR 10 | | OPERADOR 111 | OPERADOR 112 | OPERADOR 113 | OPERADOR 114 | OPERADOR 115 | OPERADOR 116 | OPERADOR 117 | OPERADOR 118 | OPERADOR 119 | OPERADOR 120 |
| 1 | | | 3 | 3 | 3 | | | 6 | | 6 | 3 | | | | 1 | 1/6 | | 3 | | 3 | |
| 2 | 3 | 6 | 3 | | | | 3 | | 1 | | | 3 | | 1/6 | | 1 | | 3 | | | |
| 3 | 3 | | | | 3 | | 1/6 | 3 | 1/6 | 6 | 1 | 1 | | 3 | 3 | 1/6 | | | | | |
| 4 | 6 | 1/6 | 1 | | 3 | 3 | | | | | 1 | | 5 | 1 | 3 | 5 | | 6 | 1 | 3 | |
| 5 | | | 3 | | 3 | | | | 3 | | | 3 | 3 | 3 | | 3 | | 1 | | | |
| 6 | | | | 1/6 | 6 | | | | 3 | | | 3 | 3 | | 1 | 3 | 1 | 1 | | 3 | |
| 7 | | 6 | 1 | | | 3 | 6 | 3 | 1 | 3 | | 1 | | 5 | | 3 | | 3 | 6 | | |
| 8 | 6 | | | | | 1 | | 3 | 6 | | 3 | 3 | | 3 | 1/6 | | 3 | 1 | | 5 | |
| 9 | | 3 | | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | | | | | 1 | 6 | | 1/6 | | 3 | 3 | | |
| 10 | | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | | | | | | | | | | 1/6 | 3 | 4 | | |
| 11 | 1 | 3 | 6 | 1 | | | 1/6 | | | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | | 3 | | 3 | | | |
| 12 | 1 | 3 | | | | 1 | | | 3 | 3 | 5 | | 5 | 3 | 1 | 1 | 3 | | 6 | 1 | |
| 13 | 1 | 3 | 1/6 | 3 | | | 6 | 1 | 1 | 1/6 | | | 1 | 3 | | 6 | 7 | 1 | | | |
| 14 | 3 | | | | 6 | 1/6 | | 6 | 1/6 | | 1 | 3 | 4 | | | | | 1 | 3 | | |
| 15 | | 3 | 3 | 1 | | | | | | 6 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 3 | 1 | 1/6 | | 1 | |
| 16 | | 3 | | | 3 | 6 | 3 | 3 | | | 3 | 1/6 | | | | | 6 | | | | |
| 17 | 1 | | 6 | 6 | | | 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | 1 | 6 | 1/7 | 3 | | 3 | | |
| 18 | 1 | 1 | | | 1 | 3 | 3 | 1 | | 3 | | | 3 | 3 | | | 5 | | 6 | 5 | |
| 19 | | 3 | | | 1/6 | 1 | | 3 | 1/6 | 3 | 6 | 1 | | | 4 | 3 | 5 | | | 3 | |
| 20 | 1/6 | 1 | 3 | 3 | | 3 | 1 | 3 | | 3 | | | | 3 | | | | 3 | 1 | 6 | |
| 21 | | | 1 | 3 | 1 | 6 | 3 | | | | 3 | 1 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | |
| 22 | 6 | | | 3 | | | | | | | 5 | | 3 | 3 | 3 | | | 1/7 | 3 | | |
| 23 | | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | | | | 3 | 1 | |
| 24 | 3 | 1/6 | | 6 | 6 | 3 | 3 | 6 | | | 1 | 3 | 3 | | 5 | 1 | 3 | | | 5 | |
| 25 | 3 | | 1 | | | 6 | | | 3 | 1 | 4 | 5 | 6 | 2 | | 1 | | 1 | | | |
| 26 | | | 1 | 1 | 3 | | | | | | 3 | 3 | | | 3 | 6 | | 1 | 2 | 5 | |
| 27 | 3 | | 6 | | | 1 | 1 | 1/6 | 3 | 1 | | 6 | 1 | | | | | 6 | 5 | 3 | |
| 28 | 3 | | | 1/6 | | | | | 3 | 3 | | | | | 1 | 3 | 3 | | 6 | 1 | |
| 29 | 1 | 3 | 3 | | 3 | 1 | 3 | | 3 | | | | | | | | | 3 | | 3 | |
| 30 | 3 | | | 3 | 1 | | | 1 | | 1 | 1/6 | 4 | 1 | 6 | 1 | | | | 1 | 1 | |

Legenda:

*Numeração indica o turno de trabalho, conforme TABELA 3.

| | |
|--|---|
| | Turno(s) indicado(s) pelo operador como "Preferência" por trabalhar |
| | Um turno indicado como "Preferência" e outro como "Indiferença" |
| | Turno(s) indicado(s) pelo operador como "Indiferença" por trabalhar |
| | Indisponibilidade para o serviço |

FONTE: A autora (2020).

FIGURA 3 - DESENHO PARCIAL DA SOLUÇÃO DA INSTÂNCIA 206020_0

| DIA | OPERADOR 1 | | | | | | | | | | (...) | OPERADOR 111 | | | | | | | | | |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | OPERADOR 1 | OPERADOR 2 | OPERADOR 3 | OPERADOR 4 | OPERADOR 5 | OPERADOR 6 | OPERADOR 7 | OPERADOR 8 | OPERADOR 9 | OPERADOR 10 | | OPERADOR 111 | OPERADOR 112 | OPERADOR 113 | OPERADOR 114 | OPERADOR 115 | OPERADOR 116 | OPERADOR 117 | OPERADOR 118 | OPERADOR 119 | OPERADOR 120 |
| 1 | | 3 | 3 | | 1 | 1 | | 3 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 6 | |
| 2 | 1 | | | 3 | 3 | | 3 | 3 | 6 | 3 | | 6 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| 3 | | 1 | 3 | | | 1 | 1 | | | 3 | | 3 | 3 | 1/6 | | 3 | | | | | |
| 4 | | 6 | 1/6 | 1 | 6 | | 1 | 1 | 6 | 3 | | 1 | | | 1 | 3 | 1 | 1 | 5 | | |
| 5 | 3 | | | 3 | | | | 3 | | 6 | | 3 | | 3 | 1 | 7 | 6 | | | | |
| 6 | | 6 | | 1/6 | | 3 | 1 | 6 | 3 | | | 3 | 6 | 1 | | 1 | | | | | |
| 7 | 3 | | 3 | | 1 | 1/6 | 3 | | 1 | | | 1 | | 1 | 3 | | 6 | 1 | 5 | | |
| 8 | 3 | 1 | | | 3 | | 1 | 6 | 1 | 3 | | | 3 | | 7 | | | | 3 | | |
| 9 | 3 | | 1 | 3 | 3 | | | | 1/6 | 3 | | 1 | 1 | 3 | | 6 | 1 | 1 | 7 | | |
| 10 | | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | 1 | | 1 | | 1 | 3 | | | | | 1/7 | | | |
| 11 | 1 | 6 | | 3 | 3 | 1 | | 1 | 3 | 3 | | 3 | | 3 | 6 | 3 | 3 | | | | |
| 12 | 3 | | 1 | | | 3 | 1 | | | 3 | | 1 | | | 1 | 1 | | 5 | 1 | | |
| 13 | 6 | 3 | | 3 | | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 | | 3 | 4 | | 5 | 3 | | 3 | 3 | | |
| 14 | | 3 | 1 | 6 | 1/6 | | | | 1 | | | 6 | | 1 | 3 | | 1/6 | | | | |
| 15 | 1/6 | | 1 | | | 6 | | 1 | | 6 | | 3 | 3 | 1 | | 6 | | 1 | | | |
| 16 | | | 3 | 1 | | | 1/6 | 1 | 3 | | | 1 | 1 | | 3 | | 1/6 | 3 | 1 | | |
| 17 | 3 | 3 | 1 | 3 | | 3 | | 1 | 1 | 1 | | 3 | 6 | 3 | 4 | 5 | 1 | | 3 | 3 | |
| 18 | | 3 | 1 | 3 | | 1 | | | | | | | | 6 | 3 | 3 | 3 | 1 | | 6 | |
| 19 | | 3 | 6 | 3 | | | | 1 | 1 | 1/6 | | 1 | 1 | | 6 | 3 | | 3 | 5 | | |
| 20 | 3 | 1 | | | 3 | 3 | | 1 | | | | 6 | 3 | 5 | | 1 | 3 | 3 | | 1 | |
| 21 | | 3 | 3 | 3 | 1/6 | 1 | | | 1 | 6 | | 5 | 6 | | 5 | 5 | 1 | 1 | 3 | | |
| 22 | 1 | | | | | 1 | | | | | | 5 | | | 6 | 3 | | 1/6 | 3 | | |
| 23 | 1 | | 1 | 3 | 3 | 6 | 3 | 3 | 3 | | | 3 | | | | 1 | | | 6 | | |
| 24 | 6 | 1/6 | 6 | 1/6 | 3 | | | | 3 | 3 | | 7 | 1/6 | | 3 | 6 | | | | | |
| 25 | | | | | | 1 | | 1 | 3 | | | | | 1 | 4 | | | 1 | 3 | 3 | |
| 26 | 1 | | 1 | | 3 | 1 | | 3 | | | | 6 | 1 | 1/7 | 3 | | 2 | 1 | | 3 | |
| 27 | 1/6 | 3 | | | 3 | 6 | | 6 | 6 | | | | | | | 1 | 3 | | | | |
| 28 | | 1 | 1/6 | 1/6 | 1/6 | | | | | 1 | | 3 | 1 | | | 3 | 6 | 3 | 1 | | |
| 29 | 3 | 1 | | | | 3 | 3 | 1 | | 3 | | | 3 | | 6 | | | 6 | 1 | | |
| 30 | 1 | 3 | | | 1 | | 1 | 3 | 1 | 1 | | | 3 | | 1/6 | 6 | 3 | | | | |

Legenda:

*Numeração indica o turno de trabalho, conforme TABELA 3.

| | |
|--|---|
| | Turno(s) indicado(s) pelo operador como "Preferência" por trabalhar |
| | Um turno indicado como "Preferência" e outro como "Indiferença" |
| | Turno(s) indicado(s) pelo operador como "Indiferença" por trabalhar |
| | Indisponibilidade para o serviço |

FONTE: A autora (2020).

Nota-se que, em ambas as instâncias, os operadores de menor peso (quanto menor o índice do operador, menor o seu peso em relação aos demais) têm mais designações em turnos para os quais indicaram ser indiferentes quanto à designação, enquanto que os trabalhadores com maior peso foram designados em mais turnos para os quais indicaram preferir trabalhar, sendo exatamente esse o comportamento esperado do modelo quando se definiu na FO, expressão (01) do modelo, que as designações devem atender as preferências dos operadores, considerando seu peso em relação aos demais, havendo prioridade para os mais experientes e com maior tempo de serviço.

Os resultados apresentados demonstram a efetividade do modelo em propor uma designação adequada das escalas de serviço para Controladores de Tráfego Aéreo, bem como características encontradas em dois cenários de políticas de declaração de preferências, que foram considerados os melhores dentre os avaliados, que podem ser adotados pelos órgãos de controle a fim de que haja um aumento na satisfação com o trabalho e uma melhoria na qualidade de vida dos profissionais.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs um modelo matemático de programação inteira e mista para a designação de Controladores de Tráfego Aéreo buscando maximizar o atendimento das preferências declaradas pelos profissionais ao mesmo tempo em que, atendendo a todas as condições laborais relativas a esta atividade, minimiza o custo extra com designações em um turno com jornada estendida. Por meio das soluções encontradas pelo modelo, foi possível analisar 160 cenários de gestão com diversas combinações entre declarações de “preferências, de “não preferências” e de “indiferenças” pelas designações nos inúmeros turnos possíveis dentro do horizonte de planejamento.

Dentre os cenários analisados, por meio da definição de critérios de exclusão e de escolha, foi possível definir os dois melhores cenários para a gestão desse tipo de escala e diversas constatações foram feitas mediante uma avaliação mais aprofundada nas soluções destes cenários, tal como a identificação de causas para padrões de soluções encontrados e possíveis alternativas para aperfeiçoar o modelo, fazendo com que as soluções sejam melhores dos que as já encontradas. Os cenários escolhidos como melhores foram o 205030 e o 206020 que possibilitam que os profissionais indiquem, dentre as possibilidades, 20% de preferências e 20 ou 30% de “não preferências”, estando ambos bastante adequados para casos de designações reais de trabalho.

Também se constatou que o modelo proposto tem a capacidade de gerar boas soluções para melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores em vários aspectos relacionados à saúde mental e física; apresentando potencial para minimizar a fadiga do trabalhador por meio de designações mais equilibradas, permitindo maior tempo de recuperação entre os turnos; permitindo que o trabalhador gerencie períodos de folga quando julgar necessário para equilibrar as demandas do trabalho com atividades de lazer; e, por fim, atendendo grande parte das preferências indicadas pelos trabalhadores, aumentando a satisfação do profissional com o horário de trabalho.

Embora com pequenas diferenças em comparação com os trabalhos de Stojadinovic (2014) e Stojadinovic (2015), este trabalho apresentou soluções ótimas ou quase ótimas para instâncias maiores do que as mencionadas naqueles.

Durante as fases de testes computacionais, observou-se em um conjunto de cenários que, provavelmente devido ao fenômeno de ciclagem, o tempo limite foi atingido na maioria das instâncias. Como sugestão para trabalhos futuros, cabem estudos buscando identificar neste modelo porque este comportamento existiu.

O problema de designação de escalas de serviço pode ser abordado por meio do problema tradicional de Máquinas Paralelas, uma vez que os operadores podem ser considerados máquinas dispostas em paralelo (por possuírem as mesmas capacidades técnicas) que devem processar as tarefas de Controle de Tráfego Aéreo. A verificação da efetividade desta abordagem de solução fica também como sugestão para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **NOTÍCIAS**, 2018. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/noticias/tarifa-aerea-media-cai-para-r-357-em-2017-menor-valor-da-serie-historica-desde-2011>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **NOTÍCIAS**, 2019a. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/noticias/2019/tarifa-aerea-domestica-sobe-1-em-2018-na-comparacao-com-ano-anterior>>. Acesso em: 06 nov. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Relatório Anual de Segurança Operacional**, 2019b. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/RASO_2018_v4.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2019.

AVRAMIDIS, A.N.; CHAN, W.; GENDREAU, M.; ECUYER, P.; PISACANE, O. Optimizing daily agent scheduling in a multiskill call center. **European Journal of Operational Research**, v. 200, p. 822-832, 2010.

BERGH, J.V., BELIEN, J., BRUECKER, P., DEMEULEMEESTER, E., BOECK, L. Personnel Scheduling: A Literature Review. **European Journal of Operational Research**, v. 226, p. 367-385, 2013.

BRASIL. Lei nº 11.320, de 06 de julho de 2006. Fixa os efetivos do Comando da Aeronáutica em tempo de paz e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 nov. 2013.

BAKER, K.R. Workforce allocation in cyclical scheduling problems: a survey. **Operational Research Quarterly**, v. 27, p. 155-167, 1976.

BULCK, D.V.; GOOSSENS, D.; SCHONBERGER, J.; GUAJARDO, M. RobinX: A three-field classification and unified data format for round-robin sports timetabling. **European Journal of Operational Research**, v. 280, p. 568-580, 2020.

BURKE, E.K.; KINGSTON, J.H.; WERRA, D. Applications to timetabling. In: GROSS, J.; YELLEN, J (Ed.). **The handbook of graph theory**. Londres: Chapman Hall/CRC, 2004, p. 445-474.

CHANG, Y.-H.; YANG, H.-H.; HSU, W.-J. Effects of work shifts on fatigue levels of air traffic controllers. **Journal of Air Transport Management**, v. 76, p. 1-9, 2019.

CHU, J.C.; KORSESTHAKARN, K.; HSU, Y.-T.; WU, H.-Y. Models and a solution algorithm for planning transfer synchronization of bus timetables. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 131, p. 247-266, 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **ANAC divulga levantamento do preço das passagens aéreas**. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/imprensa/noticia/anac-levantamento-passagens-aereas>> Acesso em: 01 ago. 2018.

CONNISS, R., Rostering Air Traffic Controllers. **Electronic Notes in Discrete Mathematics**, v. 67, p. 57-62, 2018.

DAR-NIMROD, I.; RAWN, C.D.; LEHMAN, D.; SCHWARTZ, B. **The Maximization Paradox: The costs of seeking alternatives**. *Personality and Individual Differences*, v. 46, p. 631-635, 2009.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). Capacidade de Setor ATC. **Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 100-17**, Rio de Janeiro, 2014.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). Quem Somos: Espaço Aéreo Brasileiro. Disponível em: <<https://www.decea.gov.br/?i=quem-somos&p=espaco-aereo-brasileiro>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). Regras do Ar. **Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-12**, Rio de Janeiro, 2016.

ERNST, A.T.; JIANG, H.; KRISHNAMOORTHY, M.; SIER, D. Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. **European Journal of Operational Research**, v. 153, p. 3-27; 2004.

FREITAS, A.M.; PORTUGUEZ, M.W.; RUSSOMANO, T.; FREITAS, M.; SILVELLO, S.L.S.; COSTA, J.C. Effects of an alternating work shift on air traffic controllers and the relationship with excessive daytime sleepiness and stress. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 75, p. 711-717, 2017.

FRESSATO, A.A., LOCH, G.V., SOUZA, A.S., PÉCORA, J.E.J. Modelo Matemático para a escala de trabalho de anestesistas do Hospital Universitário da UFPR. **XXXVIII Congresso Ibero-Latino-Americano de Métodos Computacionais em Engenharia**, Florianópolis, 5-8 de novembro, 2017.

HAKOLA, T., PAUKKONEN, M., POHJONEN, T. Less Quick Returns — Greater Well-being. **Industrial Health**, v. 48, p. 390-394, 2010.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). **IATA Annual Review 2019**, 2019. Disponível em: <<https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/iata-annual-review-2019.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2019.

JOSEFSSON, B., POLISHCHUK, T., POLISHCHUK, V., SCHMIDT, C. Scheduling Air Traffic Controllers at a Remote Tower Center. **36th Digital Avionics Systems Conference**, 2017.

JOU, R.-C.; KUO, C.-W.; TANG, M.-L. A study of job stress and turnover tendency among air traffic controllers: The mediating effects of job satisfaction. **Transportation Research Part E**, v. 57, p. 95-104, 2013.

KASIRZADEH, A.; SADDOUNE, M.; SOUMIS, F. Airline crew scheduling: models, algorithms and data sets. **EURO Journal on Transportation and Logistics**, v. 6, p. 111-137, 2017.

LEE, H.J., SON, K.-L., BANG, Y.R., JEON, H.J., LEE, K., & YOON, I.-Y. The association between shift work-related sleep complaints and shift work intolerance. **Sleep and Biological Rhythms**, v. 17, p. 3-10, 2018.

LESIUK, T. The effect of preferred music listening on stress levels of air traffic controllers. **The Arts in Psychotherapy**, v. 35, p. 1-10, 2008.

MARCOLINO, A.V., SIQUEIRA, J.C.F., BARROSO, B.I.L. Efeitos do trabalho em turnos nos controladores de tráfego aéreo: uma revisão sistemática baseada no método PRISMA. **Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar**, v. 23, n. 2, p. 393-402, 2015.

MIGUEL, P.A.C. (coord.) **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012

MURTY, K.G. **Linear Programming**. John Wiley & Sons, New York, 1983, 482 p.

NOCE, F.A. **A influência dos turnos de trabalho na tomada de decisão dos militares controladores de tráfego aéreo**. 107 f. (Doutorado em Ciências). Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2010.

PARK, H.A., SUH, B.A., LEE, S.-J. Shift work and depressive symptoms: the mediating effect of vitamin D and sleep quality. **Chronobiology International**, v. 36, p. 689-697, 2019.

RANGEL, A.L., ÉVORA, Y.D.M. Elaboração automática da escala periódica de trabalho dos profissionais de enfermagem por meio de um software específico. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 9, n. 1, p. 17-30, 2007.

RAHIMIAN, E.; AKARTUNALI, K.; LEVINE, J. A hybrid integer and constraint programming approach to solve nurse rostering problems. **Computers & Operations Research**, v. 82, p. 83-94, 2017.

RIBAS, V.R.; ALMEIDA, C.A.V; MARTINS, H.A.L.; ALVES, C.F.O.; ALVES, M.J.P.C.; CARNEIRO, S.M.O.; RIBAS, V.R.; VASCONCELOS, C.A.C.; SOUGEY, E.B.; CASTRO, R.M. Brazilian air traffic controllers exhibit excessive sleepiness. **Dementia & Neuropsychologia**, v. 5, p. 209-215, 2011.

ROBBINS, T.R.; HARRISON, T.P. A stochastic programming model for scheduling call center with global Service Level Agreements. **European Journal of Operational Research**, v. 207, p. 1608-1619, 2010.

SAVINIEC, L.; SANTOS, M.O.; COSTA, A.M. Parallel local search algorithms for high school timetabling problems. **European Journal of Operational Research**, v. 265, p. 81-98, 2018.

SCHWARTZ, B. **The paradox of Choice: why more is less**. New York: Harper Perennial, 2004.

STOJADINOVIC, M. Air Traffic Controller Shift Scheduling by Reduction to CSP, SAT and SAT-Related Problems. In: SULLIVAN, B. (Ed.). **Principles and Practice of Constraint Programming: 20th International Conference**. Lyon, 8-12 September, 2014.

STOJADINOVIC, M. Hybrid of Hill Climbing and SAT Solving for Air Traffic Controller Shift Scheduling. **Journal of Information Technology and Applications**, v. 5, p. 81-87, 2015.

TELLO, F., MATEOS, A., JIMÉNEZ-MARTÍNS, A., SUÁREZ, A. The Air Traffic Controller work-shift scheduling problem in Spain from a Multiobjective Perspective: a Metaheuristic and regular Expression-based approach. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2018, p. 1-15, 2018

TOUITOU, Y., REINBERG, A., TOUITOU, D. Association between light and night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: Health impacts and mechanisms of circadian disruption. **Life Sciences**, v. 173, p. 94-106 mar. 2017.

APÊNDICE 1 – TABELA RESUMO DE RESULTADOS ENCONTRADOS

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 050095_0 | -51.823,02 | 54,48 | 0,00% |
| 050095_1 | -45.306,69 | 42,43 | 0,01% |
| 050095_2 | -51.570,86 | 33,79 | 0,01% |
| 050095_3 | -52.144,64 | 213,43 | 0,00% |
| 050095_4 | -47.550,26 | 96,52 | 0,00% |
| 050095_5 | -50.949,42 | 72,63 | 0,00% |
| 050095_6 | -47.354,12 | 175,03 | 0,00% |
| 050095_7 | -48.524,75 | 189,40 | 0,00% |
| 050095_8 | -49.923,14 | 50,26 | 0,01% |
| 050095_9 | -48.695,25 | 126,60 | 0,00% |
| 051085_0 | -7.960,33 | 205,42 | 0,00% |
| 051085_1 | -7.802,88 | 325,73 | 0,00% |
| 051085_2 | -5.945,85 | 276,74 | 0,01% |
| 051085_3 | -6.849,03 | 198,51 | 0,00% |
| 051085_4 | -4.866,69 | 176,76 | 0,00% |
| 051085_5 | -6.779,23 | 129,78 | 0,00% |
| 051085_6 | -8.368,99 | 457,20 | 0,00% |
| 051085_7 | -7.610,84 | 176,92 | 0,00% |
| 051085_8 | -11.395,57 | 288,16 | 0,00% |
| 051085_9 | -132,15 | 117,87 | 0,00% |
| 052075_0 | 21.204,75 | 256,98 | 0,01% |
| 052075_1 | 22.282,81 | 67,11 | 0,00% |
| 052075_2 | 22.025,50 | 97,19 | 0,01% |
| 052075_3 | 28.057,72 | 34,83 | 0,00% |
| 052075_4 | 21.966,45 | 87,65 | 0,00% |
| 052075_5 | 25.836,76 | 88,98 | 0,00% |
| 052075_6 | 21.421,38 | 189,10 | 0,01% |
| 052075_7 | 25.411,68 | 338,14 | 0,01% |
| 052075_8 | 23.241,01 | 3.600,54 | 0,04% |
| 052075_9 | 18.661,24 | 1.914,87 | 0,01% |
| 053065_0 | 32.572,46 | 360,53 | 0,00% |
| 053065_1 | 34.984,63 | 329,17 | 0,01% |
| 053065_2 | 32.569,19 | 228,53 | 0,00% |
| 053065_3 | 34.147,08 | 709,53 | 0,00% |
| 053065_4 | 34.842,21 | 2.042,67 | 0,00% |
| 053065_5 | 34.586,54 | 1.162,00 | 0,01% |
| 053065_6 | 32.726,93 | 2.526,07 | 0,00% |
| 053065_7 | 33.145,73 | 241,45 | 0,00% |
| 053065_8 | 34.664,27 | 1.091,16 | 0,01% |
| 053065_9 | 33.913,20 | 490,18 | 0,00% |
| 054055_0 | 35.272,90 | 157,83 | 0,00% |
| 054055_1 | 34.402,01 | 89,72 | 0,00% |
| 054055_2 | 36.265,77 | 84,45 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 054055_3 | 36.005,70 | 102,89 | 0,00% |
| 054055_4 | 34.765,44 | 292,75 | 0,00% |
| 054055_5 | 37.560,48 | 85,72 | 0,00% |
| 054055_6 | 34.358,81 | 126,95 | 0,00% |
| 054055_7 | 34.825,16 | 100,53 | 0,00% |
| 054055_8 | 34.434,68 | 34,18 | 0,00% |
| 054055_9 | 33.751,65 | 183,95 | 0,00% |
| 055045_0 | 36.048,99 | 71,12 | 0,00% |
| 055045_1 | 35.216,68 | 79,80 | 0,00% |
| 055045_2 | 37.491,56 | 103,70 | 0,00% |
| 055045_3 | 34.263,58 | 213,49 | 0,00% |
| 055045_4 | 34.860,20 | 96,37 | 0,00% |
| 055045_5 | 32.904,46 | 137,46 | 0,00% |
| 055045_6 | 36.396,02 | 90,38 | 0,00% |
| 055045_7 | 33.960,39 | 58,52 | 0,00% |
| 055045_8 | 33.363,01 | 74,84 | 0,00% |
| 055045_9 | 33.176,21 | 73,12 | 0,00% |
| 056035_0 | 32.460,38 | 117,91 | 0,00% |
| 056035_1 | 35.423,09 | 39,43 | 0,00% |
| 056035_2 | 35.147,66 | 183,73 | 0,00% |
| 056035_3 | 34.603,70 | 545,93 | 0,00% |
| 056035_4 | 35.780,35 | 54,21 | 0,00% |
| 056035_5 | 36.290,92 | 76,65 | 0,00% |
| 056035_6 | 34.026,04 | 111,92 | 0,00% |
| 056035_7 | 35.634,67 | 89,01 | 0,00% |
| 056035_8 | 34.960,75 | 112,80 | 0,00% |
| 056035_9 | 35.166,36 | 59,43 | 0,00% |
| 057025_0 | 35.161,92 | 72,67 | 0,00% |
| 057025_1 | 36.023,00 | 72,77 | 0,00% |
| 057025_2 | 35.536,28 | 70,40 | 0,00% |
| 057025_3 | 34.487,70 | 60,15 | 0,00% |
| 057025_4 | 35.102,27 | 66,90 | 0,00% |
| 057025_5 | 34.824,23 | 71,61 | 0,00% |
| 057025_6 | 33.602,73 | 85,25 | 0,00% |
| 057025_7 | 36.037,80 | 79,58 | 0,00% |
| 057025_8 | 34.724,11 | 82,05 | 0,00% |
| 057025_9 | 34.957,35 | 76,64 | 0,00% |
| 058015_0 | 35.288,94 | 118,63 | 0,00% |
| 058015_1 | 32.358,70 | 102,51 | 0,00% |
| 058015_2 | 38.562,27 | 81,01 | 0,00% |
| 058015_3 | 36.530,94 | 110,60 | 0,00% |
| 058015_4 | 36.085,97 | 55,60 | 0,00% |
| 058015_5 | 34.160,83 | 81,84 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 058015_6 | 34.039,15 | 209,53 | 0,00% |
| 058015_7 | 34.039,15 | 208,73 | 0,00% |
| 058015_8 | 33.833,31 | 94,32 | 0,00% |
| 058015_9 | 35.612,86 | 91,27 | 0,00% |
| 059005_0 | 34.680,81 | 116,03 | 0,00% |
| 059005_1 | 35.394,54 | 67,25 | 0,00% |
| 059005_2 | 38.105,84 | 75,76 | 0,00% |
| 059005_3 | 34.860,01 | 69,19 | 0,00% |
| 059005_4 | 35.676,39 | 103,28 | 0,00% |
| 059005_5 | 34.574,86 | 71,94 | 0,00% |
| 059005_6 | 34.982,65 | 49,05 | 0,00% |
| 059005_7 | 34.779,16 | 84,02 | 0,00% |
| 059005_8 | 36.500,79 | 58,39 | 0,00% |
| 059005_9 | 36.609,02 | 101,35 | 0,00% |
| 100090_0 | 4.310,37 | 87,65 | 0,00% |
| 100090_1 | 8.816,49 | 337,95 | 0,00% |
| 100090_2 | 9.966,06 | 135,13 | 0,00% |
| 100090_3 | 5.235,29 | 229,11 | 0,00% |
| 100090_4 | 6.881,43 | 912,55 | 0,00% |
| 100090_5 | 7.142,67 | 207,03 | 0,00% |
| 100090_6 | 7.942,80 | 175,98 | 0,00% |
| 100090_7 | 8.189,03 | 315,47 | 0,00% |
| 100090_8 | 10.042,75 | 147,26 | 0,00% |
| 100090_9 | 2.542,89 | 173,42 | 0,00% |
| 101080_0 | 42.965,93 | 160,46 | 0,01% |
| 101080_1 | 41.489,27 | 90,30 | 0,01% |
| 101080_2 | 47.757,19 | 136,34 | 0,00% |
| 101080_3 | 44.760,53 | 94,85 | 0,01% |
| 101080_4 | 39.421,26 | 50,93 | 0,00% |
| 101080_5 | 37.901,05 | 134,54 | 0,01% |
| 101080_6 | 44.501,34 | 161,95 | 0,01% |
| 101080_7 | 44.768,93 | 69,75 | 0,00% |
| 101080_8 | 43.551,55 | 102,66 | 0,00% |
| 101080_9 | 43.739,92 | 137,89 | 0,00% |
| 102070_0 | 59.820,59 | 325,70 | 0,01% |
| 102070_1 | 60.432,97 | 1.337,20 | 0,01% |
| 102070_2 | 55.729,57 | 791,38 | 0,01% |
| 102070_3 | 58.989,60 | 673,70 | 0,01% |
| 102070_4 | 55.107,13 | 3.600,24 | 0,07% |
| 102070_5 | 57.644,58 | 1.472,18 | 0,01% |
| 102070_6 | 58.266,38 | 3.600,18 | 0,04% |
| 102070_7 | 58.504,12 | 99,92 | 0,01% |
| 102070_8 | 55.293,30 | 3.600,18 | 0,13% |
| 102070_9 | 61.090,70 | 3.600,17 | 0,01% |
| 103060_0 | 63.639,16 | 225,06 | 0,00% |
| 103060_1 | 63.161,54 | 42,22 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 103060_2 | 66.198,64 | 272,30 | 0,01% |
| 103060_3 | 63.159,00 | 883,04 | 0,01% |
| 103060_4 | 62.334,26 | 414,43 | 0,00% |
| 103060_5 | 63.292,18 | 164,71 | 0,00% |
| 103060_6 | 63.656,17 | 169,33 | 0,00% |
| 103060_7 | 61.833,64 | 372,13 | 0,01% |
| 103060_8 | 62.342,85 | 70,46 | 0,00% |
| 103060_9 | 64.309,50 | 392,30 | 0,00% |
| 104050_0 | 61.572,40 | 206,97 | 0,00% |
| 104050_1 | 64.343,80 | 108,87 | 0,01% |
| 104050_2 | 62.608,76 | 129,10 | 0,00% |
| 104050_3 | 63.410,39 | 316,40 | 0,00% |
| 104050_4 | 61.954,51 | 133,72 | 0,00% |
| 104050_5 | 62.160,52 | 229,49 | 0,00% |
| 104050_6 | 61.240,83 | 63,56 | 0,00% |
| 104050_7 | 62.222,70 | 116,39 | 0,01% |
| 104050_8 | 62.230,42 | 3.447,44 | 0,00% |
| 104050_9 | 63.592,85 | 216,86 | 0,00% |
| 105040_0 | 62.702,97 | 148,31 | 0,00% |
| 105040_1 | 59.829,47 | 300,77 | 0,00% |
| 105040_2 | 62.760,92 | 655,29 | 0,00% |
| 105040_3 | 63.683,11 | 107,83 | 0,00% |
| 105040_4 | 64.434,73 | 3.600,48 | 0,02% |
| 105040_5 | 62.120,04 | 102,59 | 0,00% |
| 105040_6 | 63.457,43 | 166,93 | 0,00% |
| 105040_7 | 61.348,03 | 232,99 | 0,00% |
| 105040_8 | 60.652,74 | 180,70 | 0,00% |
| 105040_9 | 62.111,65 | 267,37 | 0,01% |
| 106030_0 | 62.441,99 | 514,80 | 0,00% |
| 106030_1 | 62.795,28 | 194,81 | 0,00% |
| 106030_2 | 63.200,18 | 110,33 | 0,01% |
| 106030_3 | 62.501,07 | 292,53 | 0,00% |
| 106030_4 | 65.432,38 | 185,64 | 0,00% |
| 106030_5 | 61.178,29 | 176,52 | 0,00% |
| 106030_6 | 60.650,30 | 923,20 | 0,01% |
| 106030_7 | 65.621,10 | 239,96 | 0,00% |
| 106030_8 | 61.703,08 | 90,81 | 0,01% |
| 106030_9 | 65.087,75 | 32,65 | 0,00% |
| 107020_0 | 63.171,11 | 237,10 | 0,00% |
| 107020_1 | 65.271,20 | 131,82 | 0,00% |
| 107020_2 | 61.712,41 | 922,45 | 0,00% |
| 107020_3 | 66.800,44 | 140,92 | 0,00% |
| 107020_4 | 63.567,15 | 88,59 | 0,00% |
| 107020_5 | 63.021,07 | 99,78 | 0,00% |
| 107020_6 | 65.711,86 | 86,64 | 0,00% |
| 107020_7 | 58.761,45 | 122,16 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 107020_8 | 60.317,40 | 183,34 | 0,00% |
| 107020_9 | 64.090,88 | 132,91 | 0,00% |
| 108010_0 | 60.970,69 | 162,15 | 0,00% |
| 108010_1 | 61.862,81 | 81,69 | 0,01% |
| 108010_2 | 61.949,89 | 192,40 | 0,01% |
| 108010_3 | 61.433,02 | 340,96 | 0,00% |
| 108010_4 | 67.375,70 | 88,87 | 0,01% |
| 108010_5 | 60.678,58 | 156,62 | 0,00% |
| 108010_6 | 58.639,26 | 456,63 | 0,00% |
| 108010_7 | 68.659,58 | 142,60 | 0,01% |
| 108010_8 | 62.953,21 | 112,04 | 0,00% |
| 108010_9 | 63.907,87 | 3.600,43 | 0,03% |
| 150085_0 | 53.581,69 | 127,97 | 0,00% |
| 150085_1 | 52.245,23 | 80,47 | 0,00% |
| 150085_2 | 52.376,18 | 30,79 | 0,01% |
| 150085_3 | 46.867,69 | 50,64 | 0,00% |
| 150085_4 | 51.929,09 | 48,16 | 0,00% |
| 150085_5 | 54.768,36 | 29,49 | 0,00% |
| 150085_6 | 53.422,21 | 22,53 | 0,00% |
| 150085_7 | 53.493,02 | 33,50 | 0,00% |
| 150085_8 | 50.318,83 | 54,86 | 0,00% |
| 150085_9 | 46.232,70 | 101,73 | 0,00% |
| 151075_0 | 73.357,22 | 362,14 | 0,00% |
| 151075_1 | 75.391,28 | 838,72 | 0,00% |
| 151075_2 | 77.333,69 | 2.529,37 | 0,01% |
| 151075_3 | 78.550,89 | 800,05 | 0,01% |
| 151075_4 | 77.153,79 | 103,22 | 0,00% |
| 151075_5 | 78.941,28 | 1.842,53 | 0,01% |
| 151075_6 | 76.830,55 | 911,80 | 0,00% |
| 151075_7 | 73.251,06 | 930,46 | 0,00% |
| 151075_8 | 74.646,84 | 108,44 | 0,00% |
| 151075_9 | 71.815,58 | 942,12 | 0,01% |
| 152065_0 | 83.724,75 | 778,27 | 0,01% |
| 152065_1 | 82.591,82 | 3.600,60 | 0,01% |
| 152065_2 | 82.234,62 | 165,45 | 0,01% |
| 152065_3 | 80.035,99 | 181,77 | 0,00% |
| 152065_4 | 84.741,05 | 531,00 | 0,00% |
| 152065_5 | 82.718,16 | 292,10 | 0,01% |
| 152065_6 | 82.514,92 | 71,97 | 0,00% |
| 152065_7 | 83.660,01 | 1.993,72 | 0,01% |
| 152065_8 | 82.828,31 | 890,32 | 0,01% |
| 152065_9 | 79.075,93 | 198,97 | 0,00% |
| 153055_0 | 82.371,96 | 185,50 | 0,00% |
| 153055_1 | 87.627,45 | 189,86 | 0,00% |
| 153055_2 | 82.949,69 | 501,73 | 0,01% |
| 153055_3 | 81.834,00 | 165,46 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 153055_4 | 80.278,31 | 986,70 | 0,01% |
| 153055_5 | 80.278,31 | 1.009,94 | 0,01% |
| 153055_6 | 84.719,40 | 207,52 | 0,00% |
| 153055_7 | 81.587,36 | 3.600,45 | 0,07% |
| 153055_8 | 81.712,47 | 3.600,51 | 0,02% |
| 153055_9 | 81.712,47 | 3.600,41 | 0,02% |
| 154045_0 | 82.187,07 | 178,61 | 0,00% |
| 154045_1 | 82.423,56 | 70,62 | 0,01% |
| 154045_2 | 83.980,94 | 281,13 | 0,00% |
| 154045_3 | 81.793,74 | 810,03 | 0,00% |
| 154045_4 | 81.793,74 | 813,45 | 0,00% |
| 154045_5 | 82.765,75 | 265,40 | 0,01% |
| 154045_6 | 82.103,00 | 81,89 | 0,00% |
| 154045_7 | 82.556,66 | 107,88 | 0,00% |
| 154045_8 | 83.660,61 | 210,31 | 0,00% |
| 154045_9 | 82.979,90 | 127,10 | 0,00% |
| 155035_0 | 82.577,00 | 309,08 | 0,00% |
| 155035_1 | 84.410,11 | 95,10 | 0,01% |
| 155035_2 | 82.503,91 | 239,74 | 0,01% |
| 155035_3 | 83.123,92 | 202,74 | 0,00% |
| 155035_4 | 85.424,81 | 150,24 | 0,00% |
| 155035_5 | 80.759,21 | 172,13 | 0,00% |
| 155035_6 | 81.350,61 | 329,34 | 0,00% |
| 155035_7 | 84.007,96 | 103,61 | 0,01% |
| 155035_8 | 82.337,86 | 233,77 | 0,00% |
| 155035_9 | 86.118,36 | 260,29 | 0,00% |
| 156025_0 | 86.205,28 | 48,71 | 0,00% |
| 156025_1 | 82.875,69 | 77,32 | 0,00% |
| 156025_2 | 83.108,34 | 111,27 | 0,00% |
| 156025_3 | 85.868,51 | 120,76 | 0,01% |
| 156025_4 | 85.868,51 | 123,76 | 0,01% |
| 156025_5 | 81.836,04 | 50,24 | 0,01% |
| 156025_6 | 82.956,23 | 130,92 | 0,00% |
| 156025_7 | 84.005,77 | 236,56 | 0,00% |
| 156025_8 | 81.321,65 | 233,94 | 0,00% |
| 156025_9 | 84.920,01 | 208,89 | 0,01% |
| 157015_0 | 86.001,22 | 133,58 | 0,00% |
| 157015_1 | 86.500,88 | 813,25 | 0,00% |
| 157015_2 | 85.361,01 | 98,30 | 0,00% |
| 157015_3 | 81.592,14 | 243,86 | 0,00% |
| 157015_4 | 84.189,36 | 140,56 | 0,00% |
| 157015_5 | 85.652,65 | 197,62 | 0,00% |
| 157015_6 | 83.828,93 | 65,84 | 0,00% |
| 157015_7 | 83.735,96 | 45,53 | 0,01% |
| 157015_8 | 83.735,96 | 45,79 | 0,01% |
| 157015_9 | 83.886,73 | 201,00 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 158005_0 | 80.723,54 | 333,58 | 0,01% |
| 158005_1 | 83.119,31 | 130,06 | 0,01% |
| 158005_2 | 83.119,31 | 128,65 | 0,01% |
| 158005_3 | 83.655,11 | 195,97 | 0,00% |
| 158005_4 | 80.975,92 | 334,68 | 0,00% |
| 158005_5 | 83.152,81 | 220,12 | 0,00% |
| 158005_6 | 85.053,68 | 156,11 | 0,00% |
| 158005_7 | 84.485,49 | 64,92 | 0,00% |
| 158005_8 | 84.831,66 | 129,86 | 0,00% |
| 158005_9 | 84.665,11 | 30,33 | 0,01% |
| 200080_0 | 85.730,69 | 278,13 | 0,01% |
| 200080_1 | 89.570,47 | 212,84 | 0,00% |
| 200080_2 | 91.471,64 | 44,12 | 0,01% |
| 200080_3 | 97.224,21 | 91,82 | 0,00% |
| 200080_4 | 90.502,62 | 40,42 | 0,00% |
| 200080_5 | 84.991,06 | 142,65 | 0,00% |
| 200080_6 | 88.647,00 | 152,79 | 0,00% |
| 200080_7 | 84.792,57 | 57,65 | 0,00% |
| 200080_8 | 89.651,43 | 549,98 | 0,01% |
| 200080_9 | 93.245,98 | 124,10 | 0,01% |
| 201070_0 | 98.077,94 | 2.670,64 | 0,01% |
| 201070_1 | 103.000,69 | 326,72 | 0,01% |
| 201070_2 | 101.750,33 | 505,73 | 0,00% |
| 201070_3 | 100.647,69 | 188,11 | 0,01% |
| 201070_4 | 101.326,13 | 264,19 | 0,00% |
| 201070_5 | 98.065,26 | 540,57 | 0,01% |
| 201070_6 | 99.389,08 | 717,25 | 0,00% |
| 201070_7 | 100.346,46 | 973,12 | 0,00% |
| 201070_8 | 100.229,65 | 1.570,87 | 0,01% |
| 201070_9 | 98.023,45 | 836,32 | 0,01% |
| 202060_0 | 104.727,47 | 155,17 | 0,00% |
| 202060_1 | 102.103,40 | 260,74 | 0,00% |
| 202060_2 | 104.219,07 | 94,67 | 0,00% |
| 202060_3 | 103.627,47 | 180,05 | 0,00% |
| 202060_4 | 103.442,43 | 1.953,25 | 0,01% |
| 202060_5 | 102.670,65 | 220,63 | 0,00% |
| 202060_6 | 102.538,26 | 251,74 | 0,01% |
| 202060_7 | 106.225,03 | 131,01 | 0,01% |
| 202060_8 | 104.175,81 | 158,23 | 0,01% |
| 202060_9 | 104.240,80 | 363,27 | 0,01% |
| 203050_0 | 105.475,73 | 105,22 | 0,00% |
| 203050_1 | 104.857,21 | 584,26 | 0,01% |
| 203050_2 | 102.584,93 | 410,95 | 0,00% |
| 203050_3 | 103.415,01 | 130,53 | 0,00% |
| 203050_4 | 104.899,38 | 651,94 | 0,01% |
| 203050_5 | 100.751,27 | 193,44 | 0,01% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 203050_6 | 101.353,72 | 115,10 | 0,00% |
| 203050_7 | 102.766,49 | 198,77 | 0,01% |
| 203050_8 | 102.083,07 | 359,80 | 0,00% |
| 203050_9 | 103.314,85 | 293,80 | 0,00% |
| 204040_0 | 100.092,49 | 195,15 | 0,00% |
| 204040_1 | 104.302,69 | 249,95 | 0,00% |
| 204040_2 | 102.649,21 | 187,53 | 0,00% |
| 204040_3 | 101.964,79 | 297,89 | 0,00% |
| 204040_4 | 99.680,51 | 567,68 | 0,01% |
| 204040_5 | 102.439,62 | 41,41 | 0,00% |
| 204040_6 | 102.496,01 | 66,62 | 0,00% |
| 204040_7 | 100.700,07 | 129,56 | 0,01% |
| 204040_8 | 104.154,18 | 131,10 | 0,01% |
| 204040_9 | 102.164,05 | 52,96 | 0,00% |
| 205030_0 | 102.218,87 | 107,29 | 0,00% |
| 205030_1 | 104.935,71 | 412,54 | 0,01% |
| 205030_2 | 103.436,12 | 130,83 | 0,00% |
| 205030_3 | 102.414,28 | 213,80 | 0,01% |
| 205030_4 | 103.293,68 | 228,40 | 0,01% |
| 205030_5 | 100.334,33 | 314,49 | 0,00% |
| 205030_6 | 101.999,57 | 124,74 | 0,00% |
| 205030_7 | 104.913,48 | 31,17 | 0,00% |
| 205030_8 | 103.462,95 | 123,35 | 0,00% |
| 205030_9 | 103.784,52 | 115,13 | 0,01% |
| 206020_0 | 100.035,48 | 164,45 | 0,00% |
| 206020_1 | 102.117,38 | 150,85 | 0,01% |
| 206020_2 | 102.271,88 | 700,95 | 0,01% |
| 206020_3 | 104.945,78 | 150,86 | 0,01% |
| 206020_4 | 103.320,97 | 101,58 | 0,00% |
| 206020_5 | 98.137,14 | 485,42 | 0,00% |
| 206020_6 | 104.824,18 | 197,34 | 0,00% |
| 206020_7 | 102.702,88 | 701,56 | 0,01% |
| 206020_8 | 103.735,95 | 139,42 | 0,00% |
| 206020_9 | 101.774,66 | 207,38 | 0,00% |
| 207010_0 | 101.832,81 | 499,98 | 0,01% |
| 207010_1 | 102.529,61 | 270,67 | 0,00% |
| 207010_2 | 103.966,89 | 139,63 | 0,01% |
| 207010_3 | 103.467,98 | 290,76 | 0,00% |
| 207010_4 | 104.053,86 | 77,90 | 0,00% |
| 207010_5 | 102.395,88 | 118,08 | 0,00% |
| 207010_6 | 101.935,56 | 118,80 | 0,01% |
| 207010_7 | 99.104,65 | 1.230,46 | 0,01% |
| 207010_8 | 102.151,68 | 472,33 | 0,00% |
| 207010_9 | 104.033,12 | 113,65 | 0,01% |
| 250075_0 | 108.609,57 | 546,82 | 0,00% |
| 250075_1 | 108.609,57 | 594,37 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 250075_2 | 111.222,91 | 868,41 | 0,01% |
| 250075_3 | 109.006,29 | 671,00 | 0,00% |
| 250075_4 | 107.720,18 | 2.806,97 | 0,01% |
| 250075_5 | 110.777,82 | 279,91 | 0,00% |
| 250075_6 | 113.710,00 | 3.600,16 | 0,05% |
| 250075_7 | 107.834,80 | 390,91 | 0,00% |
| 250075_8 | 108.859,29 | 2.223,44 | 0,00% |
| 250075_9 | 110.330,37 | 300,09 | 0,00% |
| 251065_0 | 114.877,30 | 3.600,17 | 0,04% |
| 251065_1 | 116.366,55 | 3.600,51 | 0,01% |
| 251065_2 | 112.590,34 | 2.693,94 | 0,01% |
| 251065_3 | 112.210,86 | 1.104,37 | 0,01% |
| 251065_4 | 115.597,02 | 1.182,89 | 0,01% |
| 251065_5 | 113.687,61 | 329,03 | 0,01% |
| 251065_6 | 115.818,79 | 2.766,89 | 0,01% |
| 251065_7 | 116.203,14 | 2.772,68 | 0,01% |
| 251065_8 | 115.469,38 | 2.336,64 | 0,01% |
| 251065_9 | 112.997,78 | 1.147,87 | 0,01% |
| 252055_0 | 114.360,72 | 1.535,14 | 0,01% |
| 252055_1 | 113.812,97 | 3.600,47 | 0,01% |
| 252055_2 | 115.464,36 | 3.600,15 | 0,03% |
| 252055_3 | 113.938,95 | 3.131,64 | 0,00% |
| 252055_4 | 110.083,66 | 3.600,17 | 0,04% |
| 252055_5 | 115.899,34 | 1.203,85 | 0,01% |
| 252055_6 | 115.649,64 | 3.600,20 | 0,17% |
| 252055_7 | 116.947,94 | 3.600,22 | 0,11% |
| 252055_8 | 117.175,92 | 3.600,23 | 0,02% |
| 252055_9 | 115.458,07 | 3.600,20 | 0,02% |
| 253045_0 | 114.542,06 | 3.600,40 | 0,02% |
| 253045_1 | 113.044,00 | 3.600,28 | 0,02% |
| 253045_2 | 116.740,75 | 2.782,80 | 0,01% |
| 253045_3 | 114.615,46 | 1.207,58 | 0,00% |
| 253045_4 | 115.801,55 | 3.600,40 | 0,02% |
| 253045_5 | 116.564,60 | 1.647,32 | 0,01% |
| 253045_6 | 112.197,36 | 682,34 | 0,01% |
| 253045_7 | 117.138,49 | 3.600,15 | 0,01% |
| 253045_8 | 117.004,24 | 1.844,30 | 0,01% |
| 253045_9 | 116.793,22 | 3.600,25 | 0,06% |
| 254035_0 | 114.998,51 | 2.410,58 | 0,01% |
| 254035_1 | 114.152,25 | 1.280,72 | 0,01% |
| 254035_2 | 112.609,59 | 607,52 | 0,01% |
| 254035_3 | 117.757,42 | 3.600,16 | 0,02% |
| 254035_4 | 115.115,13 | 3.600,37 | 0,02% |
| 254035_5 | 115.227,07 | 944,22 | 0,01% |
| 254035_6 | 117.698,32 | 2.443,70 | 0,01% |
| 254035_7 | 116.782,16 | 3.600,44 | 0,03% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 254035_8 | 111.494,09 | 998,55 | 0,00% |
| 254035_9 | 113.255,17 | 3.600,45 | 0,03% |
| 255025_0 | 116.026,67 | 2.935,04 | 0,01% |
| 255025_1 | 114.694,47 | 3.600,49 | 0,03% |
| 255025_2 | 114.973,07 | 1.884,31 | 0,01% |
| 255025_3 | 117.281,14 | 945,79 | 0,01% |
| 255025_4 | 113.232,83 | 3.600,48 | 0,03% |
| 255025_5 | 116.180,94 | 3.600,54 | 0,01% |
| 255025_6 | 115.339,20 | 771,05 | 0,00% |
| 255025_7 | 115.339,20 | 776,08 | 0,00% |
| 255025_8 | 112.520,51 | 1.265,04 | 0,01% |
| 255025_9 | 116.075,76 | 3.600,37 | 0,01% |
| 256015_0 | 118.415,97 | 3.600,22 | 0,02% |
| 256015_1 | 113.397,93 | 3.600,16 | 0,02% |
| 256015_2 | 113.726,76 | 1.169,41 | 0,01% |
| 256015_3 | 116.930,91 | 652,29 | 0,01% |
| 256015_4 | 114.925,78 | 414,02 | 0,01% |
| 256015_5 | 115.197,06 | 1.003,99 | 0,00% |
| 256015_6 | 116.094,33 | 3.600,16 | 0,07% |
| 256015_7 | 115.835,21 | 770,47 | 0,01% |
| 256015_8 | 112.215,95 | 363,18 | 0,01% |
| 256015_9 | 115.190,93 | 450,39 | 0,01% |
| 257005_0 | 114.215,57 | 189,29 | 0,01% |
| 257005_1 | 115.384,77 | 269,37 | 0,01% |
| 257005_2 | 115.743,03 | 2.009,92 | 0,01% |
| 257005_3 | 117.722,56 | 3.600,19 | 0,06% |
| 257005_4 | 116.754,21 | 3.600,50 | 0,02% |
| 257005_5 | 117.018,39 | 628,92 | 0,01% |
| 257005_6 | 113.511,58 | 316,58 | 0,01% |
| 257005_7 | 113.450,36 | 3.600,38 | 0,03% |
| 257005_8 | 115.501,64 | 401,56 | 0,01% |
| 257005_9 | 114.712,97 | 3.600,47 | 0,02% |
| 260074_0 | 110.450,54 | 514,05 | 0,01% |
| 260074_1 | 114.144,60 | 3.600,23 | 0,02% |
| 260074_2 | 114.141,83 | 656,52 | 0,00% |
| 260074_3 | 115.873,49 | 320,95 | 0,00% |
| 260074_4 | 112.942,67 | 3.600,23 | 0,19% |
| 260074_5 | 112.805,16 | 552,48 | 0,01% |
| 260074_6 | 109.442,57 | 1.129,30 | 0,01% |
| 260074_7 | 106.487,51 | 906,07 | 0,00% |
| 260074_8 | 109.399,62 | 1.415,53 | 0,00% |
| 260074_9 | 111.654,24 | 3.600,24 | 0,02% |
| 261064_0 | 118.318,63 | 3.600,15 | 0,26% |
| 261064_1 | 114.620,72 | 3.600,17 | 0,15% |
| 261064_2 | 116.192,96 | 3.600,15 | 0,06% |
| 261064_3 | 115.073,77 | 3.600,23 | 0,11% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 261064_4 | 119.811,81 | 3.600,29 | 0,20% |
| 261064_5 | 115.509,78 | 1.772,58 | 0,01% |
| 261064_6 | 116.716,71 | 3.600,51 | 0,03% |
| 261064_7 | 114.845,88 | 2.271,75 | 0,01% |
| 261064_8 | 117.892,42 | 2.976,88 | 0,01% |
| 261064_9 | 114.261,11 | 3.471,58 | 0,01% |
| 262054_0 | 116.842,28 | 3.600,46 | 0,04% |
| 262054_1 | 117.355,60 | 3.600,18 | 0,03% |
| 262054_2 | 116.236,42 | 3.600,14 | 0,47% |
| 262054_3 | 113.710,99 | 3.600,16 | 0,14% |
| 262054_4 | 116.841,67 | 834,70 | 0,01% |
| 262054_5 | 118.000,90 | 2.213,38 | 0,01% |
| 262054_6 | 115.086,73 | 1.246,81 | 0,01% |
| 262054_7 | 117.441,42 | 2.451,54 | 0,01% |
| 262054_8 | 117.730,05 | 3.600,23 | 0,01% |
| 262054_9 | 113.674,97 | 3.600,14 | 0,29% |
| 263044_0 | 115.619,42 | 3.600,15 | 0,06% |
| 263044_1 | 119.486,64 | 1.170,39 | 0,00% |
| 263044_2 | 115.205,34 | 945,60 | 0,01% |
| 263044_3 | 120.564,74 | 756,63 | 0,01% |
| 263044_4 | 114.730,62 | 3.600,23 | 0,02% |
| 263044_5 | 114.765,35 | 3.600,56 | 0,02% |
| 263044_6 | 116.503,90 | 3.600,28 | 0,04% |
| 263044_7 | 117.500,32 | 3.600,14 | 0,04% |
| 263044_8 | 119.016,32 | 3.600,21 | 0,04% |
| 263044_9 | 117.013,15 | 3.600,24 | 0,02% |
| 264034_0 | 117.514,63 | 642,22 | 0,00% |
| 264034_1 | 115.641,43 | 3.600,14 | 0,06% |
| 264034_2 | 118.451,81 | 3.600,17 | 0,09% |
| 264034_3 | 113.537,44 | 3.600,42 | 0,05% |
| 264034_4 | 114.738,04 | 3.600,08 | 0,08% |
| 264034_5 | 118.584,50 | 3.600,22 | 0,04% |
| 264034_6 | 114.209,79 | 3.600,15 | 0,09% |
| 264034_7 | 116.800,04 | 2.755,05 | 0,01% |
| 264034_8 | 118.976,72 | 3.600,27 | 0,03% |
| 264034_9 | 120.304,60 | 3.600,27 | 0,02% |
| 265024_0 | 116.373,19 | 3.600,45 | 0,02% |
| 265024_1 | 116.854,45 | 3.600,15 | 0,28% |
| 265024_2 | 116.851,08 | 2.595,72 | 0,00% |
| 265024_3 | 115.114,36 | 1.517,93 | 0,01% |
| 265024_4 | 117.053,36 | 3.600,24 | 0,04% |
| 265024_5 | 115.570,29 | 989,40 | 0,01% |
| 265024_6 | 112.564,34 | 3.600,53 | 0,07% |
| 265024_7 | 114.788,70 | 3.600,14 | 0,05% |
| 265024_8 | 118.253,74 | 3.600,18 | 0,12% |
| 265024_9 | 117.816,10 | 665,46 | 0,01% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 266014_0 | 116.373,90 | 3.600,44 | 0,03% |
| 266014_1 | 117.167,27 | 354,53 | 0,01% |
| 266014_2 | 115.702,70 | 1.505,71 | 0,01% |
| 266014_3 | 116.557,23 | 978,34 | 0,00% |
| 266014_4 | 116.011,45 | 3.600,31 | 0,05% |
| 266014_5 | 118.167,76 | 3.600,43 | 0,03% |
| 266014_6 | 116.092,74 | 3.600,20 | 0,05% |
| 266014_7 | 120.124,51 | 3.600,43 | 0,03% |
| 266014_8 | 114.537,93 | 2.653,61 | 0,01% |
| 266014_9 | 117.420,54 | 555,74 | 0,01% |
| 267004_0 | 117.971,87 | 821,17 | 0,01% |
| 267004_1 | 115.503,25 | 1.696,11 | 0,01% |
| 267004_2 | 116.597,07 | 1.010,91 | 0,01% |
| 267004_3 | 116.597,07 | 1.021,47 | 0,01% |
| 267004_4 | 116.843,77 | 2.367,81 | 0,01% |
| 267004_5 | 116.349,91 | 3.600,16 | 0,06% |
| 267004_6 | 119.255,88 | 3.600,17 | 0,02% |
| 267004_7 | 119.394,39 | 3.600,15 | 0,13% |
| 267004_8 | 117.766,15 | 3.082,15 | 0,00% |
| 267004_9 | 116.112,53 | 1.254,08 | 0,01% |
| 270073_0 | 112.366,62 | 3.600,18 | 0,01% |
| 270073_1 | 110.084,36 | 966,98 | 0,00% |
| 270073_2 | 114.379,13 | 3.600,19 | 0,02% |
| 270073_3 | 116.358,00 | 3.600,22 | 0,06% |
| 270073_4 | 110.319,10 | 3.600,13 | 0,01% |
| 270073_5 | 115.676,02 | 3.600,15 | 0,09% |
| 270073_6 | 107.923,98 | 3.601,39 | 0,10% |
| 270073_7 | 113.133,23 | 3.601,89 | 0,09% |
| 270073_8 | 115.919,69 | 3.188,57 | 0,01% |
| 270073_9 | 114.880,12 | 3.600,22 | 0,03% |
| 271063_0 | 116.432,18 | 3.600,44 | 0,01% |
| 271063_1 | 115.137,58 | 3.061,27 | 0,01% |
| 271063_2 | 118.739,02 | 3.600,17 | 0,09% |
| 271063_3 | 118.642,61 | 3.600,16 | 0,29% |
| 271063_4 | 117.083,73 | 3.600,16 | 0,11% |
| 271063_5 | 118.389,09 | 3.600,15 | 0,31% |
| 271063_6 | 116.123,79 | 2.080,90 | 0,01% |
| 271063_7 | 118.667,62 | 3.600,06 | 0,22% |
| 271063_8 | 116.936,73 | 663,81 | 0,01% |
| 271063_9 | 118.811,35 | 3.600,15 | 0,12% |
| 272053_0 | 119.733,40 | 3.600,18 | 0,15% |
| 272053_1 | 118.512,70 | 3.600,24 | 0,12% |
| 272053_2 | 116.473,72 | 1.175,16 | 0,01% |
| 272053_3 | 118.171,03 | 1.091,93 | 0,01% |
| 272053_4 | 117.172,45 | 3.600,15 | 0,24% |
| 272053_5 | 116.276,37 | 1.722,44 | 0,01% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 272053_6 | 117.765,08 | 3.600,13 | 0,04% |
| 272053_7 | 117.170,77 | 3.600,19 | 0,31% |
| 272053_8 | 119.864,23 | 3.601,43 | 0,12% |
| 272053_9 | 118.328,97 | 1.781,17 | 0,00% |
| 273043_0 | 118.718,03 | 3.600,50 | 0,02% |
| 273043_1 | 118.521,03 | 3.600,20 | 0,04% |
| 273043_2 | 118.866,64 | 3.600,13 | 0,12% |
| 273043_3 | 118.442,08 | 3.600,15 | 0,04% |
| 273043_4 | 115.795,24 | 3.600,27 | 0,05% |
| 273043_5 | 116.083,40 | 3.600,18 | 0,08% |
| 273043_6 | 120.775,58 | 3.600,28 | 0,03% |
| 273043_7 | 116.862,17 | 3.600,17 | 0,01% |
| 273043_8 | 119.123,18 | 3.600,49 | 0,01% |
| 273043_9 | 121.643,72 | 3.600,18 | 0,02% |
| 274033_0 | 120.812,59 | 3.600,16 | 0,40% |
| 274033_1 | 118.029,12 | 3.194,54 | 0,01% |
| 274033_2 | 121.628,02 | 3.600,43 | 0,03% |
| 274033_3 | 117.727,27 | 1.994,45 | 0,01% |
| 274033_4 | 113.998,71 | 3.600,15 | 0,02% |
| 274033_5 | 118.076,59 | 3.600,17 | 0,05% |
| 274033_6 | 119.386,73 | 3.600,17 | 0,06% |
| 274033_7 | 119.010,62 | 3.600,42 | 0,03% |
| 274033_8 | 116.466,61 | 3.600,19 | 0,04% |
| 274033_9 | 118.207,64 | 1.028,17 | 0,01% |
| 275023_0 | 117.165,45 | 3.600,40 | 0,02% |
| 275023_1 | 118.863,19 | 2.467,35 | 0,00% |
| 275023_2 | 119.095,18 | 3.600,13 | 0,24% |
| 275023_3 | 114.907,62 | 3.600,18 | 0,04% |
| 275023_4 | 115.697,66 | 3.600,18 | 0,02% |
| 275023_5 | 119.234,33 | 3.600,17 | 0,02% |
| 275023_6 | 118.582,89 | 2.887,24 | 0,00% |
| 275023_7 | 118.635,82 | 3.394,16 | 0,01% |
| 275023_8 | 118.364,47 | 3.600,11 | 0,15% |
| 275023_9 | 119.402,65 | 539,35 | 0,01% |
| 276013_0 | 121.157,25 | 3.600,19 | 0,02% |
| 276013_1 | 119.608,17 | 3.600,17 | 0,04% |
| 276013_2 | 117.204,55 | 3.600,20 | 0,04% |
| 276013_3 | 118.651,45 | 2.327,68 | 0,01% |
| 276013_4 | 117.669,20 | 3.600,20 | 0,04% |
| 276013_5 | 114.669,45 | 3.600,35 | 0,01% |
| 276013_6 | 118.125,11 | 3.600,19 | 0,02% |
| 276013_7 | 116.692,71 | 3.600,42 | 0,02% |
| 276013_8 | 118.988,69 | 3.600,24 | 0,02% |
| 276013_9 | 120.685,05 | 3.600,24 | 0,11% |
| 277003_0 | 117.156,32 | 1.928,19 | 0,01% |
| 277003_1 | 116.136,83 | 808,19 | 0,01% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 277003_2 | 119.554,58 | 3.600,24 | 0,03% |
| 277003_3 | 114.559,48 | 3.600,40 | 0,02% |
| 277003_4 | 120.267,74 | 3.600,31 | 0,01% |
| 277003_5 | 120.326,53 | 3.600,19 | 0,04% |
| 277003_6 | 121.018,42 | 3.600,18 | 0,02% |
| 277003_7 | 120.397,97 | 2.013,33 | 0,00% |
| 277003_8 | 118.909,12 | 3.600,21 | 0,02% |
| 277003_9 | 117.783,09 | 1.178,63 | 0,01% |
| 280072_0 | 117.274,04 | 1.634,41 | 0,01% |
| 280072_1 | 113.464,40 | 1.547,09 | 0,01% |
| 280072_2 | 117.051,95 | 3.600,18 | 0,04% |
| 280072_3 | 111.330,74 | 3.600,16 | 0,09% |
| 280072_4 | 115.164,90 | 3.600,28 | 0,06% |
| 280072_5 | 115.448,99 | 3.600,17 | 0,05% |
| 280072_6 | 115.772,85 | 3.600,17 | 0,04% |
| 280072_7 | 110.856,08 | 3.600,28 | 0,11% |
| 280072_8 | 116.483,23 | 3.600,13 | 0,08% |
| 280072_9 | 118.357,66 | 3.600,21 | 0,30% |
| 281062_0 | 118.444,19 | 3.600,17 | 0,39% |
| 281062_1 | 119.903,33 | 3.600,15 | 0,35% |
| 281062_2 | 119.057,51 | 3.600,17 | 0,06% |
| 281062_3 | 118.927,09 | 3.600,17 | 0,09% |
| 281062_4 | 120.155,20 | 3.600,18 | 0,04% |
| 281062_5 | 119.093,45 | 3.600,18 | 0,11% |
| 281062_6 | 120.585,57 | 3.600,15 | 0,02% |
| 281062_7 | 119.171,96 | 3.600,17 | 0,31% |
| 281062_8 | 118.431,81 | 3.600,13 | 0,17% |
| 281062_9 | 120.784,31 | 1.782,84 | 0,01% |
| 282052_0 | 119.670,22 | 2.091,22 | 0,01% |
| 282052_1 | 122.374,94 | 3.600,16 | 0,08% |
| 282052_2 | 120.587,02 | 3.573,60 | 0,00% |
| 282052_3 | 119.928,78 | 3.600,15 | 0,02% |
| 282052_4 | 120.305,38 | 3.600,15 | 0,07% |
| 282052_5 | 119.500,23 | 1.955,86 | 0,01% |
| 282052_6 | 118.616,60 | 2.517,02 | 0,00% |
| 282052_7 | 119.655,34 | 3.600,30 | 0,10% |
| 282052_8 | 117.802,26 | 1.676,52 | 0,01% |
| 282052_9 | 121.243,83 | 3.600,17 | 0,06% |
| 283042_0 | 118.685,94 | 3.600,19 | 0,04% |
| 283042_1 | 120.600,67 | 2.628,77 | 0,00% |
| 283042_2 | 122.367,22 | 3.600,17 | 0,14% |
| 283042_3 | 118.617,96 | 3.601,22 | 0,01% |
| 283042_4 | 120.675,97 | 3.600,13 | 0,02% |
| 283042_5 | 116.147,68 | 3.600,19 | 0,02% |
| 283042_6 | 117.307,40 | 3.600,15 | 0,08% |
| 283042_7 | 119.083,70 | 3.600,16 | 0,04% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 283042_8 | 121.043,04 | 1.304,92 | 0,00% |
| 283042_9 | 119.673,24 | 3.600,19 | 0,07% |
| 284032_0 | 121.873,46 | 3.600,18 | 0,04% |
| 284032_1 | 121.145,66 | 3.600,50 | 0,03% |
| 284032_2 | 122.137,04 | 2.497,18 | 0,01% |
| 284032_3 | 118.604,74 | 3.600,16 | 0,46% |
| 284032_4 | 120.721,05 | 3.454,57 | 0,01% |
| 284032_5 | 119.916,59 | 3.600,16 | 0,07% |
| 284032_6 | 121.182,21 | 1.547,80 | 0,01% |
| 284032_7 | 119.102,34 | 3.600,24 | 0,04% |
| 284032_8 | 120.119,49 | 3.600,12 | 0,03% |
| 284032_9 | 120.730,00 | 3.600,28 | 0,03% |
| 285022_0 | 122.682,16 | 3.600,17 | 0,06% |
| 285022_1 | 121.044,83 | 3.600,15 | 0,07% |
| 285022_2 | 120.910,13 | 3.600,17 | 0,03% |
| 285022_3 | 117.878,20 | 3.445,45 | 0,00% |
| 285022_4 | 118.125,77 | 3.600,25 | 0,03% |
| 285022_5 | 120.922,74 | 3.600,14 | 0,04% |
| 285022_6 | 122.330,79 | 3.600,10 | 0,05% |
| 285022_7 | 118.618,09 | 3.600,18 | 0,03% |
| 285022_8 | 122.546,45 | 3.600,19 | 0,01% |
| 285022_9 | 117.625,72 | 3.600,35 | 0,01% |
| 286012_0 | 121.004,11 | 3.600,15 | 0,18% |
| 286012_1 | 123.618,30 | 3.600,40 | 0,09% |
| 286012_2 | 121.044,74 | 1.036,57 | 0,01% |
| 286012_3 | 120.881,23 | 3.600,47 | 0,01% |
| 286012_4 | 119.013,50 | 3.600,21 | 0,04% |
| 286012_5 | 117.681,65 | 3.600,16 | 0,03% |
| 286012_6 | 119.950,23 | 3.600,22 | 0,03% |
| 286012_7 | 119.295,89 | 1.448,24 | 0,00% |
| 286012_8 | 121.687,19 | 3.600,10 | 0,10% |
| 286012_9 | 119.990,22 | 3.323,46 | 0,01% |
| 287002_0 | 122.031,81 | 3.600,18 | 0,05% |
| 287002_1 | 122.162,24 | 3.600,19 | 0,05% |
| 287002_2 | 122.374,60 | 3.600,25 | 0,02% |
| 287002_3 | 119.330,00 | 3.600,17 | 0,20% |
| 287002_4 | 121.633,11 | 3.600,16 | 0,24% |
| 287002_5 | 121.394,09 | 3.600,45 | 0,05% |
| 287002_6 | 118.966,83 | 3.600,14 | 0,01% |
| 287002_7 | 121.251,36 | 2.473,93 | 0,01% |
| 287002_8 | 118.036,30 | 3.600,26 | 0,03% |
| 287002_9 | 119.298,72 | 3.600,45 | 0,04% |
| 290071_0 | 117.974,77 | 3.600,40 | 0,08% |
| 290071_1 | 121.454,73 | 3.600,16 | 0,05% |
| 290071_2 | 117.631,35 | 3.600,21 | 0,02% |
| 290071_3 | 115.553,50 | 3.600,13 | 0,01% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 290071_4 | 115.982,73 | 3.600,25 | 0,23% |
| 290071_5 | 118.324,65 | 514,82 | 0,00% |
| 290071_6 | 110.556,05 | 3.600,13 | 0,08% |
| 290071_7 | 115.765,74 | 3.601,61 | 0,09% |
| 290071_8 | 118.924,66 | 3.600,15 | 0,33% |
| 290071_9 | 119.618,47 | 3.600,43 | 0,04% |
| 291061_0 | 122.771,31 | 3.600,15 | 0,01% |
| 291061_1 | 121.090,25 | 3.600,21 | 0,01% |
| 291061_2 | 121.542,53 | 3.600,15 | 0,01% |
| 291061_3 | 120.994,82 | 3.600,16 | 0,18% |
| 291061_4 | 121.234,33 | 3.600,18 | 0,02% |
| 291061_5 | 123.161,53 | 3.600,25 | 0,01% |
| 291061_6 | 121.020,25 | 2.011,30 | 0,01% |
| 291061_7 | 121.936,08 | 1.892,52 | 0,00% |
| 291061_8 | 119.519,76 | 3.600,12 | 0,14% |
| 291061_9 | 122.708,75 | 2.176,12 | 0,01% |
| 292051_0 | 122.393,93 | 3.031,09 | 0,00% |
| 292051_1 | 120.958,37 | 3.600,15 | 0,10% |
| 292051_2 | 121.109,11 | 3.600,17 | 0,06% |
| 292051_3 | 119.327,10 | 3.600,15 | 0,06% |
| 292051_4 | 119.483,43 | 3.600,41 | 0,03% |
| 292051_5 | 120.218,99 | 3.600,21 | 0,01% |
| 292051_6 | 122.392,93 | 3.600,14 | 0,09% |
| 292051_7 | 120.629,13 | 3.600,17 | 0,08% |
| 292051_8 | 119.605,09 | 3.600,11 | 0,66% |
| 292051_9 | 120.218,49 | 2.055,17 | 0,01% |
| 293041_0 | 121.080,70 | 1.830,52 | 0,00% |
| 293041_1 | 120.502,19 | 3.600,20 | 0,15% |
| 293041_2 | 124.242,69 | 2.423,30 | 0,01% |
| 293041_3 | 119.505,61 | 3.600,14 | 0,07% |
| 293041_4 | 124.133,61 | 1.913,52 | 0,01% |
| 293041_5 | 124.070,78 | 3.600,45 | 0,02% |
| 293041_6 | 121.650,04 | 1.171,58 | 0,01% |
| 293041_7 | 120.691,68 | 3.601,03 | 0,07% |
| 293041_8 | 120.165,06 | 2.533,84 | 0,00% |
| 293041_9 | 120.718,72 | 3.600,16 | 0,02% |
| 294031_0 | 121.772,94 | 3.600,20 | 0,21% |
| 294031_1 | 124.337,82 | 3.600,17 | 0,05% |
| 294031_2 | 123.519,65 | 1.084,61 | 0,00% |
| 294031_3 | 120.055,81 | 948,20 | 0,00% |
| 294031_4 | 120.442,33 | 3.600,27 | 0,07% |
| 294031_5 | 122.890,36 | 3.601,27 | 0,03% |
| 294031_6 | 121.811,14 | 3.600,13 | 0,06% |
| 294031_7 | 121.211,88 | 3.600,64 | 0,03% |
| 294031_8 | 122.624,23 | 3.600,23 | 0,05% |
| 294031_9 | 122.477,93 | 3.600,14 | 0,05% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 295021_0 | 122.385,14 | 3.600,39 | 0,03% |
| 295021_1 | 122.370,64 | 3.600,47 | 0,04% |
| 295021_2 | 119.727,20 | 3.600,13 | 0,16% |
| 295021_3 | 120.428,91 | 3.600,50 | 0,09% |
| 295021_4 | 121.181,98 | 580,70 | 0,00% |
| 295021_5 | 119.605,93 | 3.600,14 | 0,05% |
| 295021_6 | 119.485,09 | 3.600,16 | 0,03% |
| 295021_7 | 122.437,99 | 3.600,53 | 0,02% |
| 295021_8 | 120.844,85 | 3.600,25 | 0,02% |
| 295021_9 | 119.238,09 | 3.600,26 | 0,09% |
| 296011_0 | 121.101,77 | 3.600,18 | 0,03% |
| 296011_1 | 121.969,08 | 3.600,31 | 0,04% |
| 296011_2 | 123.376,83 | 3.600,15 | 0,03% |
| 296011_3 | 123.001,47 | 3.600,18 | 0,02% |
| 296011_4 | 122.888,79 | 923,11 | 0,01% |
| 296011_5 | 123.351,36 | 3.600,17 | 0,07% |
| 296011_6 | 119.647,24 | 3.600,14 | 0,02% |
| 296011_7 | 121.224,92 | 3.600,17 | 0,05% |
| 296011_8 | 121.076,63 | 3.600,46 | 0,04% |
| 296011_9 | 122.525,13 | 1.456,88 | 0,00% |
| 297001_0 | 120.523,77 | 3.600,14 | 0,14% |
| 297001_1 | 122.622,49 | 2.406,47 | 0,00% |
| 297001_2 | 123.984,17 | 3.600,19 | 0,05% |
| 297001_3 | 122.690,61 | 3.600,44 | 0,02% |
| 297001_4 | 122.690,61 | 3.600,45 | 0,02% |
| 297001_5 | 123.211,45 | 3.600,30 | 0,01% |
| 297001_6 | 123.211,45 | 3.600,31 | 0,01% |
| 297001_7 | 122.394,00 | 3.600,17 | 0,03% |
| 297001_8 | 122.394,00 | 3.600,17 | 0,03% |
| 297001_9 | 123.557,63 | 3.600,16 | 0,02% |
| 300070_0 | 118.188,84 | 3.600,43 | 0,04% |
| 300070_1 | 120.027,32 | 3.600,17 | 0,10% |
| 300070_2 | 116.411,77 | 3.199,06 | 0,00% |
| 300070_3 | 123.741,10 | 3.600,56 | 0,02% |
| 300070_4 | 122.823,94 | 3.600,34 | 0,10% |
| 300070_5 | 121.279,54 | 3.600,40 | 0,05% |
| 300070_6 | 122.015,76 | 3.600,48 | 0,02% |
| 300070_7 | 119.839,06 | 3.600,17 | 0,03% |
| 300070_8 | 121.671,86 | 1.315,04 | 0,01% |
| 300070_9 | 120.565,84 | 3.600,13 | 0,16% |
| 301060_0 | 122.019,46 | 3.600,47 | 0,02% |
| 301060_1 | 123.651,97 | 1.348,14 | 0,00% |
| 301060_2 | 121.499,23 | 3.299,23 | 0,01% |
| 301060_3 | 122.647,22 | 3.600,16 | 0,03% |
| 301060_4 | 123.862,52 | 3.600,42 | 0,02% |
| 301060_5 | 121.690,68 | 3.600,14 | 0,35% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 301060_6 | 121.990,32 | 3.600,44 | 0,04% |
| 301060_7 | 122.171,43 | 925,70 | 0,01% |
| 301060_8 | 124.728,53 | 1.278,82 | 0,01% |
| 301060_9 | 122.518,91 | 3.234,55 | 0,00% |
| 302050_0 | 121.477,60 | 3.600,15 | 0,02% |
| 302050_1 | 126.610,53 | 268,49 | 0,00% |
| 302050_2 | 123.828,28 | 1.717,87 | 0,01% |
| 302050_3 | 125.276,98 | 2.849,74 | 0,01% |
| 302050_4 | 122.609,59 | 1.771,49 | 0,00% |
| 302050_5 | 123.102,94 | 3.600,46 | 0,05% |
| 302050_6 | 122.810,18 | 3.600,14 | 0,09% |
| 302050_7 | 122.655,15 | 3.600,48 | 0,02% |
| 302050_8 | 119.945,21 | 3.600,13 | 0,08% |
| 302050_9 | 124.293,81 | 3.600,19 | 0,06% |
| 303040_0 | 124.820,65 | 3.600,20 | 0,05% |
| 303040_1 | 125.669,67 | 294,88 | 0,01% |
| 303040_2 | 124.211,54 | 3.600,51 | 0,07% |
| 303040_3 | 125.562,32 | 3.600,17 | 0,10% |
| 303040_4 | 123.290,45 | 3.600,33 | 0,03% |
| 303040_5 | 125.211,67 | 3.600,16 | 0,08% |
| 303040_6 | 123.027,60 | 3.600,31 | 0,03% |
| 303040_7 | 125.109,10 | 2.182,70 | 0,00% |
| 303040_8 | 122.415,54 | 3.600,21 | 0,03% |
| 303040_9 | 120.332,07 | 3.600,17 | 0,02% |
| 304030_0 | 121.173,10 | 3.600,23 | 0,06% |
| 304030_1 | 123.165,66 | 2.576,92 | 0,01% |
| 304030_2 | 123.111,19 | 3.600,52 | 0,05% |
| 304030_3 | 122.738,34 | 3.600,13 | 0,21% |
| 304030_4 | 123.105,79 | 3.600,13 | 0,04% |
| 304030_5 | 123.297,13 | 3.600,17 | 0,11% |
| 304030_6 | 122.183,98 | 1.274,01 | 0,01% |
| 304030_7 | 124.681,39 | 720,76 | 0,00% |
| 304030_8 | 123.573,26 | 3.600,49 | 0,02% |
| 304030_9 | 123.955,16 | 3.600,18 | 0,05% |
| 305020_0 | 122.618,86 | 1.325,14 | 0,01% |
| 305020_1 | 125.032,80 | 3.600,22 | 0,02% |
| 305020_2 | 124.321,57 | 3.600,38 | 0,04% |
| 305020_3 | 123.863,50 | 3.600,22 | 0,06% |
| 305020_4 | 124.013,43 | 3.600,45 | 0,03% |
| 305020_5 | 121.689,68 | 3.600,29 | 0,04% |
| 305020_6 | 123.526,75 | 2.069,85 | 0,00% |
| 305020_7 | 123.877,58 | 466,43 | 0,00% |
| 305020_8 | 123.611,27 | 627,02 | 0,00% |
| 305020_9 | 123.283,09 | 3.600,18 | 0,06% |
| 306010_0 | 120.254,41 | 3.600,17 | 0,55% |
| 306010_1 | 124.303,92 | 3.600,17 | 0,04% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 306010_2 | 122.671,64 | 3.600,41 | 0,02% |
| 306010_3 | 121.603,65 | 3.600,20 | 0,03% |
| 306010_4 | 123.462,85 | 3.600,44 | 0,02% |
| 306010_5 | 122.219,58 | 860,09 | 0,00% |
| 306010_6 | 121.784,79 | 3.600,22 | 0,05% |
| 306010_7 | 123.379,31 | 3.600,19 | 0,05% |
| 306010_8 | 123.744,15 | 3.600,25 | 0,02% |
| 306010_9 | 126.430,91 | 3.600,44 | 0,03% |
| 310069_0 | 121.492,80 | 3.600,26 | 0,13% |
| 310069_1 | 123.292,14 | 2.917,41 | 0,00% |
| 310069_2 | 119.216,76 | 3.600,55 | 0,02% |
| 310069_3 | 123.172,65 | 3.600,40 | 0,04% |
| 310069_4 | 118.230,73 | 3.600,15 | 0,04% |
| 310069_5 | 126.235,93 | 233,08 | 0,00% |
| 310069_6 | 124.406,87 | 3.600,19 | 0,03% |
| 310069_7 | 124.281,37 | 325,03 | 0,00% |
| 310069_8 | 125.141,66 | 3.600,16 | 0,07% |
| 310069_9 | 124.141,52 | 281,17 | 0,00% |
| 311059_0 | 123.893,66 | 3.600,17 | 0,04% |
| 311059_1 | 125.447,51 | 731,28 | 0,01% |
| 311059_2 | 125.094,71 | 774,93 | 0,00% |
| 311059_3 | 124.271,19 | 434,62 | 0,00% |
| 311059_4 | 124.382,94 | 370,18 | 0,01% |
| 311059_5 | 122.705,61 | 499,28 | 0,00% |
| 311059_6 | 124.985,91 | 421,04 | 0,01% |
| 311059_7 | 123.785,21 | 1.591,25 | 0,00% |
| 311059_8 | 124.197,40 | 3.600,15 | 0,01% |
| 311059_9 | 121.045,30 | 3.600,45 | 0,09% |
| 312049_0 | 126.505,68 | 3.600,42 | 0,02% |
| 312049_1 | 123.581,05 | 848,38 | 0,00% |
| 312049_2 | 125.942,45 | 350,31 | 0,00% |
| 312049_3 | 124.633,69 | 3.600,17 | 0,02% |
| 312049_4 | 123.371,76 | 3.600,14 | 0,02% |
| 312049_5 | 125.400,24 | 3.600,44 | 0,01% |
| 312049_6 | 123.878,65 | 3.600,47 | 0,02% |
| 312049_7 | 121.451,65 | 3.600,19 | 0,04% |
| 312049_8 | 125.531,24 | 3.600,38 | 0,03% |
| 312049_9 | 124.556,31 | 3.600,13 | 0,10% |
| 313039_0 | 123.810,48 | 1.912,12 | 0,01% |
| 313039_1 | 124.467,30 | 3.600,47 | 0,03% |
| 313039_2 | 124.497,07 | 3.600,30 | 0,07% |
| 313039_3 | 122.515,42 | 3.600,51 | 0,01% |
| 313039_4 | 123.880,09 | 492,41 | 0,00% |
| 313039_5 | 123.100,62 | 3.600,21 | 0,01% |
| 313039_6 | 122.113,95 | 1.917,35 | 0,01% |
| 313039_7 | 122.212,43 | 3.600,24 | 0,02% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 313039_8 | 121.708,09 | 3.600,18 | 0,04% |
| 313039_9 | 125.990,54 | 452,26 | 0,00% |
| 314029_0 | 124.942,08 | 3.600,47 | 0,04% |
| 314029_1 | 124.217,06 | 3.600,18 | 0,03% |
| 314029_2 | 125.377,10 | 3.600,46 | 0,04% |
| 314029_3 | 123.555,09 | 3.600,47 | 0,02% |
| 314029_4 | 125.376,32 | 460,64 | 0,00% |
| 314029_5 | 123.619,04 | 3.600,27 | 0,14% |
| 314029_6 | 125.237,97 | 681,09 | 0,01% |
| 314029_7 | 123.992,56 | 854,12 | 0,00% |
| 314029_8 | 124.464,93 | 3.600,38 | 0,04% |
| 314029_9 | 123.940,00 | 3.600,17 | 0,02% |
| 315019_0 | 127.575,93 | 270,88 | 0,01% |
| 315019_1 | 121.635,78 | 3.600,44 | 0,04% |
| 315019_2 | 122.798,07 | 3.600,14 | 0,04% |
| 315019_3 | 126.030,68 | 3.600,43 | 0,03% |
| 315019_4 | 126.376,98 | 3.600,13 | 0,02% |
| 315019_5 | 120.966,08 | 3.600,31 | 0,04% |
| 315019_6 | 125.153,70 | 3.600,19 | 0,03% |
| 315019_7 | 123.406,34 | 3.600,44 | 0,03% |
| 315019_8 | 125.407,84 | 401,02 | 0,00% |
| 315019_9 | 125.276,99 | 3.600,34 | 0,03% |
| 316009_0 | 123.494,06 | 816,11 | 0,00% |
| 316009_1 | 124.885,47 | 3.600,44 | 0,03% |
| 316009_2 | 124.330,83 | 1.619,68 | 0,00% |
| 316009_3 | 124.330,83 | 1.620,62 | 0,00% |
| 316009_4 | 124.631,37 | 3.600,43 | 0,03% |
| 316009_5 | 124.647,49 | 1.288,85 | 0,00% |
| 316009_6 | 123.818,90 | 3.600,13 | 0,24% |
| 316009_7 | 125.089,10 | 3.600,24 | 0,02% |
| 316009_8 | 123.269,46 | 828,80 | 0,01% |
| 316009_9 | 125.580,45 | 271,30 | 0,00% |
| 320068_0 | 123.452,30 | 1.221,21 | 0,00% |
| 320068_1 | 123.000,86 | 3.600,27 | 0,02% |
| 320068_2 | 124.684,75 | 805,35 | 0,01% |
| 320068_3 | 124.635,23 | 3.600,18 | 0,05% |
| 320068_4 | 122.482,70 | 3.600,46 | 0,06% |
| 320068_5 | 121.394,39 | 3.600,11 | 0,10% |
| 320068_6 | 121.958,30 | 3.600,46 | 0,15% |
| 320068_7 | 122.886,35 | 3.600,17 | 0,19% |
| 320068_8 | 121.868,21 | 3.600,18 | 0,16% |
| 320068_9 | 123.087,70 | 1.536,72 | 0,00% |
| 321058_0 | 125.183,06 | 2.406,98 | 0,01% |
| 321058_1 | 125.232,14 | 533,19 | 0,00% |
| 321058_2 | 123.274,24 | 3.600,14 | 0,07% |
| 321058_3 | 125.503,46 | 316,77 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 321058_4 | 125.782,30 | 225,82 | 0,01% |
| 321058_5 | 122.811,69 | 3.600,21 | 0,02% |
| 321058_6 | 122.770,90 | 1.446,07 | 0,01% |
| 321058_7 | 126.311,38 | 1.738,72 | 0,01% |
| 321058_8 | 124.338,97 | 1.302,75 | 0,00% |
| 321058_9 | 124.946,95 | 3.600,55 | 0,05% |
| 322048_0 | 126.508,36 | 1.010,75 | 0,00% |
| 322048_1 | 126.363,20 | 1.027,45 | 0,01% |
| 322048_2 | 126.357,01 | 578,18 | 0,00% |
| 322048_3 | 122.182,00 | 3.600,14 | 0,16% |
| 322048_4 | 123.771,95 | 3.600,38 | 0,03% |
| 322048_5 | 126.014,79 | 3.600,38 | 0,03% |
| 322048_6 | 123.692,51 | 3.600,40 | 0,02% |
| 322048_7 | 124.282,98 | 436,75 | 0,00% |
| 322048_8 | 126.036,52 | 3.600,45 | 0,01% |
| 322048_9 | 126.458,63 | 238,96 | 0,00% |
| 323038_0 | 125.513,26 | 2.029,19 | 0,00% |
| 323038_1 | 125.117,90 | 3.600,51 | 0,02% |
| 323038_2 | 124.056,27 | 482,85 | 0,00% |
| 323038_3 | 125.700,07 | 260,81 | 0,00% |
| 323038_4 | 125.343,09 | 524,82 | 0,00% |
| 323038_5 | 124.448,96 | 3.600,25 | 0,01% |
| 323038_6 | 124.460,74 | 3.600,40 | 0,01% |
| 323038_7 | 126.273,00 | 352,71 | 0,01% |
| 323038_8 | 124.752,04 | 287,31 | 0,00% |
| 323038_9 | 123.793,09 | 3.600,48 | 0,03% |
| 324028_0 | 124.644,08 | 1.560,34 | 0,01% |
| 324028_1 | 125.935,20 | 325,78 | 0,00% |
| 324028_2 | 125.808,00 | 3.600,43 | 0,04% |
| 324028_3 | 126.347,71 | 3.600,27 | 0,04% |
| 324028_4 | 124.268,15 | 767,92 | 0,01% |
| 324028_5 | 126.188,08 | 3.600,40 | 0,02% |
| 324028_6 | 124.950,18 | 3.600,36 | 0,01% |
| 324028_7 | 126.173,54 | 3.600,35 | 0,15% |
| 324028_8 | 126.332,17 | 3.600,46 | 0,01% |
| 324028_9 | 127.302,29 | 3.600,22 | 0,02% |
| 325018_0 | 125.017,37 | 590,39 | 0,00% |
| 325018_1 | 125.802,77 | 345,75 | 0,00% |
| 325018_2 | 125.282,90 | 3.600,45 | 0,02% |
| 325018_3 | 123.922,16 | 3.600,44 | 0,02% |
| 325018_4 | 125.044,74 | 416,16 | 0,00% |
| 325018_5 | 126.530,78 | 3.600,43 | 0,06% |
| 325018_6 | 126.296,98 | 379,80 | 0,00% |
| 325018_7 | 126.393,25 | 3.600,14 | 0,03% |
| 325018_8 | 125.746,70 | 3.600,37 | 0,02% |
| 325018_9 | 125.295,70 | 3.600,43 | 0,02% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 326008_0 | 126.957,75 | 1.009,85 | 0,01% |
| 326008_1 | 125.502,60 | 3.600,21 | 0,05% |
| 326008_2 | 126.271,21 | 239,80 | 0,00% |
| 326008_3 | 126.757,39 | 3.600,45 | 0,02% |
| 326008_4 | 124.669,50 | 2.138,80 | 0,01% |
| 326008_5 | 125.163,99 | 3.600,32 | 0,04% |
| 326008_6 | 125.420,91 | 3.600,38 | 0,07% |
| 326008_7 | 125.073,68 | 3.600,41 | 0,04% |
| 326008_8 | 126.718,67 | 3.600,44 | 0,02% |
| 326008_9 | 123.547,18 | 3.600,43 | 0,02% |
| 330067_0 | 125.891,53 | 3.600,18 | 0,06% |
| 330067_1 | 124.220,29 | 661,09 | 0,00% |
| 330067_2 | 124.912,48 | 3.600,33 | 0,07% |
| 330067_3 | 126.576,99 | 3.600,37 | 0,04% |
| 330067_4 | 124.368,94 | 3.600,40 | 0,05% |
| 330067_5 | 125.583,55 | 468,65 | 0,00% |
| 330067_6 | 120.187,14 | 3.600,33 | 0,02% |
| 330067_7 | 125.829,18 | 3.600,50 | 0,11% |
| 330067_8 | 125.787,79 | 3.600,35 | 0,10% |
| 330067_9 | 126.243,74 | 3.600,36 | 0,07% |
| 331057_0 | 124.930,00 | 492,87 | 0,00% |
| 331057_1 | 126.772,06 | 3.600,46 | 0,03% |
| 331057_2 | 126.080,11 | 3.600,57 | 0,02% |
| 331057_3 | 126.235,25 | 379,56 | 0,00% |
| 331057_4 | 125.270,18 | 565,78 | 0,00% |
| 331057_5 | 125.193,48 | 3.600,42 | 0,01% |
| 331057_6 | 125.738,96 | 1.175,12 | 0,01% |
| 331057_7 | 125.578,57 | 286,65 | 0,00% |
| 331057_8 | 128.647,48 | 116,46 | 0,01% |
| 331057_9 | 126.360,96 | 3.600,40 | 0,05% |
| 332047_0 | 126.713,36 | 3.600,46 | 0,01% |
| 332047_1 | 125.761,38 | 3.600,18 | 0,03% |
| 332047_2 | 126.010,11 | 2.169,89 | 0,00% |
| 332047_3 | 125.743,49 | 933,43 | 0,01% |
| 332047_4 | 125.729,51 | 405,04 | 0,00% |
| 332047_5 | 126.933,77 | 845,24 | 0,01% |
| 332047_6 | 126.468,72 | 405,27 | 0,01% |
| 332047_7 | 125.723,26 | 3.600,36 | 0,04% |
| 332047_8 | 124.803,50 | 270,08 | 0,00% |
| 332047_9 | 126.013,01 | 298,71 | 0,00% |
| 333037_0 | 125.370,96 | 3.600,49 | 0,02% |
| 333037_1 | 125.540,63 | 341,80 | 0,00% |
| 333037_2 | 124.146,56 | 3.601,02 | 0,04% |
| 333037_3 | 126.461,84 | 225,09 | 0,00% |
| 333037_4 | 123.955,26 | 3.600,17 | 0,06% |
| 333037_5 | 125.752,65 | 3.600,19 | 0,04% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 333037_6 | 127.253,53 | 3.600,38 | 0,02% |
| 333037_7 | 126.314,84 | 3.600,47 | 0,07% |
| 333037_8 | 126.461,14 | 430,81 | 0,00% |
| 333037_9 | 126.264,40 | 1.339,60 | 0,00% |
| 334027_0 | 125.031,44 | 3.600,45 | 0,06% |
| 334027_1 | 126.770,17 | 204,81 | 0,00% |
| 334027_2 | 125.386,55 | 3.600,18 | 0,05% |
| 334027_3 | 125.306,23 | 267,98 | 0,00% |
| 334027_4 | 125.229,69 | 3.600,43 | 0,01% |
| 334027_5 | 125.131,10 | 3.600,41 | 0,04% |
| 334027_6 | 125.260,88 | 3.600,42 | 0,01% |
| 334027_7 | 123.883,03 | 3.600,35 | 0,05% |
| 334027_8 | 126.879,37 | 1.015,05 | 0,01% |
| 334027_9 | 125.442,11 | 2.140,72 | 0,01% |
| 335017_0 | 125.015,20 | 3.600,47 | 0,07% |
| 335017_1 | 125.471,88 | 939,67 | 0,01% |
| 335017_2 | 124.023,76 | 3.600,24 | 0,10% |
| 335017_3 | 125.305,75 | 3.600,17 | 0,05% |
| 335017_4 | 124.371,29 | 712,78 | 0,00% |
| 335017_5 | 126.757,69 | 259,67 | 0,00% |
| 335017_6 | 127.494,13 | 1.175,48 | 0,01% |
| 335017_7 | 127.010,82 | 3.600,36 | 0,04% |
| 335017_8 | 126.081,75 | 1.038,95 | 0,01% |
| 335017_9 | 127.128,91 | 466,66 | 0,00% |
| 336007_0 | 125.063,73 | 350,86 | 0,00% |
| 336007_1 | 127.039,95 | 492,21 | 0,00% |
| 336007_2 | 125.871,48 | 3.600,18 | 0,08% |
| 336007_3 | 124.859,89 | 277,61 | 0,00% |
| 336007_4 | 125.458,78 | 3.600,47 | 0,03% |
| 336007_5 | 124.763,48 | 245,63 | 0,00% |
| 336007_6 | 126.426,65 | 1.181,12 | 0,00% |
| 336007_7 | 126.870,31 | 841,31 | 0,01% |
| 336007_8 | 124.262,58 | 3.600,36 | 0,06% |
| 336007_9 | 125.221,46 | 726,53 | 0,00% |
| 340066_0 | 126.540,97 | 3.600,50 | 0,06% |
| 340066_1 | 126.001,67 | 774,98 | 0,00% |
| 340066_2 | 123.263,42 | 3.600,19 | 0,04% |
| 340066_3 | 127.589,39 | 154,43 | 0,01% |
| 340066_4 | 122.649,16 | 3.600,42 | 0,07% |
| 340066_5 | 124.269,84 | 1.548,72 | 0,00% |
| 340066_6 | 124.302,25 | 385,10 | 0,00% |
| 340066_7 | 124.225,66 | 1.228,33 | 0,00% |
| 340066_8 | 124.703,50 | 295,89 | 0,00% |
| 340066_9 | 124.604,39 | 2.709,86 | 0,01% |
| 341056_0 | 126.694,69 | 793,08 | 0,00% |
| 341056_1 | 126.671,56 | 1.470,36 | 0,01% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 341056_2 | 127.648,18 | 668,27 | 0,01% |
| 341056_3 | 125.998,70 | 492,59 | 0,00% |
| 341056_4 | 125.738,74 | 301,72 | 0,00% |
| 341056_5 | 125.090,19 | 585,83 | 0,00% |
| 341056_6 | 126.100,76 | 555,24 | 0,00% |
| 341056_7 | 124.273,18 | 761,20 | 0,00% |
| 341056_8 | 124.474,54 | 2.726,31 | 0,01% |
| 341056_9 | 127.397,14 | 223,71 | 0,00% |
| 342046_0 | 126.985,93 | 613,05 | 0,00% |
| 342046_1 | 125.093,27 | 3.600,44 | 0,02% |
| 342046_2 | 126.136,94 | 3.600,51 | 0,02% |
| 342046_3 | 124.878,89 | 1.284,00 | 0,01% |
| 342046_4 | 126.424,88 | 205,01 | 0,01% |
| 342046_5 | 125.375,22 | 3.600,34 | 0,03% |
| 342046_6 | 125.928,20 | 2.157,87 | 0,01% |
| 342046_7 | 126.442,86 | 3.600,47 | 0,01% |
| 342046_8 | 126.992,50 | 251,14 | 0,01% |
| 342046_9 | 126.891,37 | 3.600,45 | 0,03% |
| 343036_0 | 124.543,48 | 2.790,40 | 0,00% |
| 343036_1 | 127.413,91 | 482,65 | 0,01% |
| 343036_2 | 124.197,96 | 3.600,46 | 0,04% |
| 343036_3 | 125.203,78 | 3.600,40 | 0,02% |
| 343036_4 | 127.347,20 | 3.600,48 | 0,06% |
| 343036_5 | 126.040,33 | 495,43 | 0,00% |
| 343036_6 | 127.138,91 | 280,33 | 0,00% |
| 343036_7 | 127.253,21 | 48,21 | 0,00% |
| 343036_8 | 126.535,19 | 2.017,60 | 0,00% |
| 343036_9 | 124.605,20 | 3.600,39 | 0,03% |
| 344026_0 | 126.748,65 | 284,44 | 0,00% |
| 344026_1 | 125.337,19 | 3.600,59 | 0,03% |
| 344026_2 | 125.512,54 | 400,97 | 0,00% |
| 344026_3 | 126.840,36 | 189,91 | 0,00% |
| 344026_4 | 127.264,84 | 3.600,39 | 0,02% |
| 344026_5 | 125.245,88 | 3.600,45 | 0,03% |
| 344026_6 | 126.011,07 | 382,11 | 0,00% |
| 344026_7 | 127.734,63 | 3.600,43 | 0,03% |
| 344026_8 | 125.381,31 | 341,61 | 0,00% |
| 344026_9 | 126.308,60 | 3.600,37 | 0,08% |
| 345016_0 | 125.125,65 | 3.600,50 | 0,05% |
| 345016_1 | 124.152,60 | 3.600,13 | 0,16% |
| 345016_2 | 126.728,97 | 3.600,44 | 0,03% |
| 345016_3 | 126.249,77 | 282,44 | 0,01% |
| 345016_4 | 122.669,96 | 3.600,45 | 0,03% |
| 345016_5 | 125.160,24 | 3.600,53 | 0,02% |
| 345016_6 | 125.967,90 | 252,86 | 0,01% |
| 345016_7 | 125.460,13 | 3.600,41 | 0,03% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 345016_8 | 125.118,63 | 3.600,45 | 0,04% |
| 345016_9 | 127.209,14 | 238,41 | 0,01% |
| 346006_0 | 126.275,05 | 503,72 | 0,00% |
| 346006_1 | 126.275,05 | 472,66 | 0,00% |
| 346006_2 | 126.608,14 | 554,99 | 0,00% |
| 346006_3 | 127.370,05 | 3.600,37 | 0,01% |
| 346006_4 | 127.427,87 | 211,47 | 0,01% |
| 346006_5 | 126.112,05 | 231,66 | 0,00% |
| 346006_6 | 127.676,26 | 422,42 | 0,00% |
| 346006_7 | 125.774,78 | 355,66 | 0,00% |
| 346006_8 | 127.762,24 | 644,02 | 0,00% |
| 346006_9 | 126.161,80 | 3.600,38 | 0,03% |
| 350065_0 | 126.751,52 | 3.600,39 | 0,11% |
| 350065_1 | 123.803,69 | 3.233,42 | 0,00% |
| 350065_2 | 126.605,56 | 474,96 | 0,00% |
| 350065_3 | 125.548,47 | 3.600,48 | 0,06% |
| 350065_4 | 125.926,55 | 3.600,35 | 0,16% |
| 350065_5 | 124.988,74 | 222,03 | 0,00% |
| 350065_6 | 125.068,49 | 3.600,37 | 0,07% |
| 350065_7 | 127.303,73 | 480,30 | 0,01% |
| 350065_8 | 127.094,94 | 208,68 | 0,00% |
| 350065_9 | 127.458,81 | 3.600,44 | 0,04% |
| 351055_0 | 127.191,03 | 3.600,47 | 0,01% |
| 351055_1 | 127.035,82 | 197,22 | 0,01% |
| 351055_2 | 127.598,96 | 82,15 | 0,00% |
| 351055_3 | 127.254,87 | 298,01 | 0,00% |
| 351055_4 | 126.647,13 | 323,11 | 0,00% |
| 351055_5 | 126.490,55 | 230,81 | 0,01% |
| 351055_6 | 125.738,83 | 929,49 | 0,01% |
| 351055_7 | 127.333,37 | 270,82 | 0,00% |
| 351055_8 | 127.125,80 | 3.600,34 | 0,05% |
| 351055_9 | 125.731,84 | 241,34 | 0,00% |
| 352045_0 | 126.581,23 | 3.600,52 | 0,05% |
| 352045_1 | 126.666,72 | 3.600,45 | 0,06% |
| 352045_2 | 127.259,12 | 387,03 | 0,00% |
| 352045_3 | 126.461,14 | 3.600,41 | 0,03% |
| 352045_4 | 127.956,25 | 201,61 | 0,01% |
| 352045_5 | 125.773,44 | 183,68 | 0,01% |
| 352045_6 | 126.693,64 | 379,32 | 0,00% |
| 352045_7 | 125.966,02 | 3.600,34 | 0,06% |
| 352045_8 | 126.728,65 | 248,28 | 0,00% |
| 352045_9 | 126.670,60 | 531,04 | 0,00% |
| 353035_0 | 127.148,36 | 42,37 | 0,00% |
| 353035_1 | 127.453,44 | 395,15 | 0,00% |
| 353035_2 | 125.965,05 | 390,05 | 0,00% |
| 353035_3 | 127.527,46 | 3.600,46 | 0,03% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 353035_4 | 127.518,45 | 873,03 | 0,01% |
| 353035_5 | 125.891,96 | 171,60 | 0,00% |
| 353035_6 | 126.958,56 | 364,10 | 0,00% |
| 353035_7 | 127.008,96 | 206,63 | 0,00% |
| 353035_8 | 126.592,12 | 3.600,39 | 0,03% |
| 353035_9 | 126.592,12 | 3.600,49 | 0,03% |
| 354025_0 | 126.573,46 | 3.600,39 | 0,02% |
| 354025_1 | 127.157,50 | 109,80 | 0,00% |
| 354025_2 | 126.868,95 | 110,28 | 0,00% |
| 354025_3 | 127.115,07 | 283,17 | 0,00% |
| 354025_4 | 126.691,74 | 214,45 | 0,01% |
| 354025_5 | 127.690,00 | 158,93 | 0,00% |
| 354025_6 | 125.715,84 | 3.600,49 | 0,02% |
| 354025_7 | 127.183,81 | 325,69 | 0,00% |
| 354025_8 | 126.408,77 | 226,47 | 0,00% |
| 354025_9 | 128.045,70 | 237,28 | 0,01% |
| 355015_0 | 126.570,61 | 220,60 | 0,00% |
| 355015_1 | 125.366,20 | 3.600,57 | 0,01% |
| 355015_2 | 127.089,84 | 3.600,41 | 0,04% |
| 355015_3 | 125.760,00 | 700,29 | 0,00% |
| 355015_4 | 126.163,43 | 292,15 | 0,00% |
| 355015_5 | 126.888,64 | 712,29 | 0,00% |
| 355015_6 | 125.456,56 | 3.600,40 | 0,02% |
| 355015_7 | 126.959,85 | 358,53 | 0,01% |
| 355015_8 | 126.557,91 | 3.274,73 | 0,00% |
| 355015_9 | 126.816,44 | 448,84 | 0,01% |
| 356005_0 | 126.950,97 | 327,33 | 0,00% |
| 356005_1 | 127.845,10 | 2.318,42 | 0,01% |
| 356005_2 | 125.727,70 | 724,40 | 0,00% |
| 356005_3 | 127.303,00 | 3.600,48 | 0,03% |
| 356005_4 | 127.168,02 | 156,74 | 0,00% |
| 356005_5 | 127.168,02 | 154,34 | 0,00% |
| 356005_6 | 127.252,45 | 289,37 | 0,00% |
| 356005_7 | 126.845,54 | 397,79 | 0,00% |
| 356005_8 | 127.176,67 | 204,57 | 0,01% |
| 356005_9 | 126.725,75 | 189,26 | 0,00% |
| 400060_0 | 126.807,99 | 132,35 | 0,00% |
| 400060_1 | 126.895,37 | 111,22 | 0,00% |
| 400060_2 | 127.435,51 | 53,06 | 0,00% |
| 400060_3 | 127.932,34 | 129,88 | 0,00% |
| 400060_4 | 127.681,46 | 223,85 | 0,01% |
| 400060_5 | 126.561,72 | 169,56 | 0,00% |
| 400060_6 | 127.057,16 | 84,61 | 0,00% |
| 400060_7 | 128.725,57 | 372,34 | 0,01% |
| 400060_8 | 126.958,33 | 203,83 | 0,00% |
| 400060_9 | 127.431,81 | 124,64 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 401050_0 | 127.102,99 | 158,57 | 0,00% |
| 401050_1 | 128.479,71 | 152,25 | 0,00% |
| 401050_2 | 126.310,53 | 180,86 | 0,00% |
| 401050_3 | 127.308,50 | 168,65 | 0,00% |
| 401050_4 | 127.477,75 | 84,88 | 0,01% |
| 401050_5 | 127.288,29 | 129,90 | 0,00% |
| 401050_6 | 128.224,48 | 206,45 | 0,00% |
| 401050_7 | 128.220,33 | 82,47 | 0,00% |
| 401050_8 | 128.238,88 | 125,75 | 0,00% |
| 401050_9 | 127.370,58 | 174,42 | 0,00% |
| 402040_0 | 127.692,55 | 73,23 | 0,00% |
| 402040_1 | 126.799,72 | 173,40 | 0,00% |
| 402040_2 | 127.440,50 | 113,26 | 0,00% |
| 402040_3 | 128.333,01 | 97,36 | 0,00% |
| 402040_4 | 126.949,65 | 154,12 | 0,00% |
| 402040_5 | 127.217,85 | 100,89 | 0,00% |
| 402040_6 | 127.136,12 | 251,58 | 0,00% |
| 402040_7 | 128.509,10 | 648,88 | 0,00% |
| 402040_8 | 127.387,24 | 168,96 | 0,00% |
| 402040_9 | 128.496,84 | 123,75 | 0,01% |
| 403030_0 | 128.598,59 | 3.600,45 | 0,01% |
| 403030_1 | 128.494,61 | 214,39 | 0,00% |
| 403030_2 | 127.737,40 | 211,24 | 0,01% |
| 403030_3 | 127.454,21 | 140,08 | 0,00% |
| 403030_4 | 126.328,73 | 156,89 | 0,00% |
| 403030_5 | 127.201,34 | 60,95 | 0,00% |
| 403030_6 | 126.509,86 | 153,10 | 0,00% |
| 403030_7 | 127.512,81 | 147,78 | 0,01% |
| 403030_8 | 127.584,53 | 152,24 | 0,00% |
| 403030_9 | 127.871,61 | 275,42 | 0,00% |
| 404020_0 | 128.418,23 | 109,06 | 0,00% |
| 404020_1 | 127.483,17 | 149,24 | 0,00% |
| 404020_2 | 127.224,15 | 231,66 | 0,00% |
| 404020_3 | 128.963,77 | 123,58 | 0,00% |
| 404020_4 | 127.142,64 | 190,74 | 0,00% |
| 404020_5 | 127.362,73 | 3.600,39 | 0,02% |
| 404020_6 | 126.387,43 | 3.600,49 | 0,04% |
| 404020_7 | 127.116,94 | 214,68 | 0,00% |
| 404020_8 | 125.854,72 | 212,05 | 0,00% |
| 404020_9 | 128.489,60 | 3.600,39 | 0,02% |
| 405010_0 | 127.433,30 | 69,12 | 0,00% |
| 405010_1 | 126.955,75 | 143,13 | 0,00% |
| 405010_2 | 127.651,88 | 349,71 | 0,00% |
| 405010_3 | 128.109,79 | 75,48 | 0,00% |
| 405010_4 | 127.077,85 | 97,73 | 0,00% |
| 405010_5 | 128.712,66 | 41,21 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 405010_6 | 128.000,25 | 86,22 | 0,00% |
| 405010_7 | 128.952,47 | 91,07 | 0,00% |
| 405010_8 | 128.253,75 | 70,17 | 0,00% |
| 405010_9 | 129.087,86 | 103,86 | 0,01% |
| 450055_0 | 127.551,28 | 111,97 | 0,00% |
| 450055_1 | 127.525,95 | 100,55 | 0,00% |
| 450055_2 | 128.471,70 | 118,32 | 0,00% |
| 450055_3 | 127.661,99 | 89,54 | 0,00% |
| 450055_4 | 127.625,19 | 92,28 | 0,00% |
| 450055_5 | 128.765,45 | 51,37 | 0,00% |
| 450055_6 | 126.613,19 | 206,64 | 0,00% |
| 450055_7 | 128.799,72 | 124,76 | 0,00% |
| 450055_8 | 128.781,06 | 132,49 | 0,00% |
| 450055_9 | 128.450,11 | 99,64 | 0,00% |
| 451045_0 | 127.360,82 | 57,32 | 0,00% |
| 451045_1 | 126.697,88 | 159,03 | 0,00% |
| 451045_2 | 127.497,07 | 79,92 | 0,00% |
| 451045_3 | 127.796,69 | 68,46 | 0,00% |
| 451045_4 | 129.378,77 | 76,88 | 0,00% |
| 451045_5 | 128.338,39 | 152,54 | 0,00% |
| 451045_6 | 129.419,47 | 36,93 | 0,00% |
| 451045_7 | 128.441,58 | 60,84 | 0,00% |
| 451045_8 | 128.047,54 | 81,16 | 0,01% |
| 451045_9 | 128.374,09 | 72,80 | 0,00% |
| 452035_0 | 127.992,05 | 79,91 | 0,00% |
| 452035_1 | 128.842,98 | 125,05 | 0,00% |
| 452035_2 | 127.815,95 | 160,35 | 0,00% |
| 452035_3 | 127.075,86 | 138,66 | 0,00% |
| 452035_4 | 127.359,33 | 266,87 | 0,00% |
| 452035_5 | 128.442,44 | 117,76 | 0,00% |
| 452035_6 | 127.751,32 | 139,52 | 0,00% |
| 452035_7 | 126.793,14 | 228,98 | 0,00% |
| 452035_8 | 127.364,76 | 150,86 | 0,00% |
| 452035_9 | 127.465,97 | 99,57 | 0,00% |
| 453025_0 | 127.176,52 | 76,18 | 0,00% |
| 453025_1 | 129.379,64 | 122,07 | 0,00% |
| 453025_2 | 129.086,38 | 134,42 | 0,00% |
| 453025_3 | 127.759,93 | 94,82 | 0,00% |
| 453025_4 | 127.547,86 | 31,77 | 0,00% |
| 453025_5 | 128.454,15 | 78,61 | 0,00% |
| 453025_6 | 129.433,89 | 48,17 | 0,00% |
| 453025_7 | 128.001,79 | 164,07 | 0,00% |
| 453025_8 | 127.671,93 | 91,73 | 0,00% |
| 453025_9 | 128.676,75 | 87,39 | 0,00% |
| 454015_0 | 126.908,45 | 364,23 | 0,00% |
| 454015_1 | 126.843,25 | 91,01 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 454015_2 | 127.065,61 | 102,61 | 0,00% |
| 454015_3 | 127.193,65 | 145,55 | 0,00% |
| 454015_4 | 127.904,77 | 40,31 | 0,00% |
| 454015_5 | 126.685,11 | 99,17 | 0,00% |
| 454015_6 | 127.273,46 | 85,52 | 0,01% |
| 454015_7 | 127.368,81 | 143,50 | 0,01% |
| 454015_8 | 127.753,99 | 116,89 | 0,00% |
| 454015_9 | 128.682,29 | 188,49 | 0,00% |
| 455005_0 | 128.372,29 | 82,17 | 0,00% |
| 455005_1 | 126.746,54 | 90,14 | 0,00% |
| 455005_2 | 128.219,68 | 36,19 | 0,00% |
| 455005_3 | 128.495,66 | 87,80 | 0,00% |
| 455005_4 | 126.998,67 | 75,01 | 0,00% |
| 455005_5 | 127.989,07 | 41,96 | 0,00% |
| 455005_6 | 128.371,78 | 79,64 | 0,00% |
| 455005_7 | 127.317,08 | 99,02 | 0,00% |
| 455005_8 | 127.482,50 | 90,34 | 0,00% |
| 455005_9 | 127.553,22 | 76,25 | 0,00% |
| 500050_0 | 126.910,15 | 198,95 | 0,00% |
| 500050_1 | 126.368,53 | 84,59 | 0,00% |
| 500050_2 | 126.905,18 | 141,68 | 0,00% |
| 500050_3 | 127.838,65 | 89,68 | 0,00% |
| 500050_4 | 127.779,64 | 113,63 | 0,00% |
| 500050_5 | 126.755,96 | 85,06 | 0,00% |
| 500050_6 | 128.332,85 | 194,08 | 0,00% |
| 500050_7 | 127.662,28 | 60,23 | 0,01% |
| 500050_8 | 127.572,91 | 99,75 | 0,00% |
| 500050_9 | 127.733,81 | 72,10 | 0,00% |
| 501040_0 | 127.078,03 | 96,94 | 0,00% |
| 501040_1 | 127.788,60 | 117,97 | 0,00% |
| 501040_2 | 127.087,03 | 170,03 | 0,01% |
| 501040_3 | 127.803,28 | 80,43 | 0,00% |
| 501040_4 | 128.293,77 | 120,98 | 0,00% |
| 501040_5 | 128.222,24 | 72,32 | 0,00% |
| 501040_6 | 126.877,33 | 105,09 | 0,00% |
| 501040_7 | 126.872,49 | 137,15 | 0,01% |
| 501040_8 | 128.585,97 | 234,77 | 0,00% |
| 501040_9 | 129.464,60 | 124,21 | 0,00% |
| 502030_0 | 128.053,89 | 40,42 | 0,00% |
| 502030_1 | 126.665,15 | 77,39 | 0,00% |
| 502030_2 | 126.918,19 | 108,16 | 0,00% |
| 502030_3 | 127.673,16 | 86,99 | 0,00% |
| 502030_4 | 127.081,76 | 83,66 | 0,00% |
| 502030_5 | 128.638,87 | 66,79 | 0,00% |
| 502030_6 | 127.349,19 | 171,93 | 0,00% |
| 502030_7 | 129.344,28 | 47,37 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 502030_8 | 129.237,46 | 67,87 | 0,00% |
| 502030_9 | 127.188,50 | 146,83 | 0,00% |
| 503020_0 | 127.897,81 | 133,83 | 0,00% |
| 503020_1 | 127.535,28 | 76,30 | 0,00% |
| 503020_2 | 128.420,47 | 142,25 | 0,00% |
| 503020_3 | 128.142,69 | 75,48 | 0,00% |
| 503020_4 | 127.294,58 | 81,50 | 0,00% |
| 503020_5 | 127.305,01 | 157,43 | 0,00% |
| 503020_6 | 128.324,07 | 115,32 | 0,00% |
| 503020_7 | 128.539,54 | 85,96 | 0,00% |
| 503020_8 | 127.572,01 | 87,65 | 0,00% |
| 503020_9 | 126.737,66 | 98,42 | 0,00% |
| 504010_0 | 127.959,34 | 93,46 | 0,00% |
| 504010_1 | 127.648,18 | 80,90 | 0,00% |
| 504010_2 | 128.585,59 | 92,48 | 0,00% |
| 504010_3 | 127.742,68 | 83,45 | 0,00% |
| 504010_4 | 128.137,37 | 82,82 | 0,00% |
| 504010_5 | 126.795,98 | 94,38 | 0,00% |
| 504010_6 | 126.672,82 | 99,59 | 0,00% |
| 504010_7 | 129.431,35 | 48,89 | 0,00% |
| 504010_8 | 128.956,06 | 78,75 | 0,00% |
| 504010_9 | 127.946,21 | 110,77 | 0,01% |
| 550045_0 | 128.344,74 | 115,74 | 0,01% |
| 550045_1 | 127.382,21 | 247,26 | 0,00% |
| 550045_2 | 128.288,63 | 100,37 | 0,01% |
| 550045_3 | 128.150,56 | 138,59 | 0,00% |
| 550045_4 | 128.338,77 | 51,02 | 0,00% |
| 550045_5 | 127.816,14 | 60,65 | 0,00% |
| 550045_6 | 126.744,96 | 528,04 | 0,01% |
| 550045_7 | 128.030,67 | 100,42 | 0,00% |
| 550045_8 | 128.193,54 | 205,58 | 0,00% |
| 550045_9 | 129.055,22 | 152,49 | 0,00% |
| 551035_0 | 127.644,87 | 45,81 | 0,00% |
| 551035_1 | 126.709,37 | 76,53 | 0,00% |
| 551035_2 | 128.419,22 | 170,67 | 0,00% |
| 551035_3 | 128.308,19 | 101,40 | 0,01% |
| 551035_4 | 126.723,69 | 322,53 | 0,00% |
| 551035_5 | 128.138,43 | 82,47 | 0,00% |
| 551035_6 | 127.147,37 | 132,96 | 0,00% |
| 551035_7 | 128.143,61 | 132,58 | 0,00% |
| 551035_8 | 128.231,91 | 206,89 | 0,00% |
| 551035_9 | 128.011,13 | 45,88 | 0,00% |
| 552025_0 | 127.996,42 | 61,18 | 0,00% |
| 552025_1 | 127.899,80 | 76,49 | 0,00% |
| 552025_2 | 127.176,15 | 140,44 | 0,00% |
| 552025_3 | 129.422,64 | 159,44 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 552025_4 | 125.589,31 | 123,83 | 0,01% |
| 552025_5 | 125.843,41 | 117,85 | 0,00% |
| 552025_6 | 128.281,07 | 113,16 | 0,00% |
| 552025_7 | 128.454,37 | 69,92 | 0,00% |
| 552025_8 | 127.167,74 | 195,04 | 0,00% |
| 552025_9 | 128.460,26 | 130,34 | 0,00% |
| 553015_0 | 127.164,83 | 101,30 | 0,00% |
| 553015_1 | 128.002,63 | 111,31 | 0,00% |
| 553015_2 | 127.727,38 | 102,46 | 0,00% |
| 553015_3 | 127.621,61 | 338,04 | 0,00% |
| 553015_4 | 127.707,47 | 96,64 | 0,00% |
| 553015_5 | 127.974,18 | 109,70 | 0,00% |
| 553015_6 | 128.087,80 | 88,27 | 0,00% |
| 553015_7 | 127.339,54 | 89,20 | 0,00% |
| 553015_8 | 127.537,28 | 86,79 | 0,00% |
| 553015_9 | 128.192,57 | 43,65 | 0,00% |
| 554005_0 | 127.869,41 | 86,14 | 0,00% |
| 554005_1 | 127.950,88 | 97,22 | 0,01% |
| 554005_2 | 128.099,36 | 95,13 | 0,01% |
| 554005_3 | 127.165,16 | 100,89 | 0,00% |
| 554005_4 | 128.960,48 | 72,89 | 0,00% |
| 554005_5 | 127.485,49 | 81,45 | 0,00% |
| 554005_6 | 128.002,44 | 84,87 | 0,00% |
| 554005_7 | 127.685,62 | 93,35 | 0,00% |
| 554005_8 | 126.928,63 | 101,41 | 0,00% |
| 554005_9 | 127.391,66 | 106,07 | 0,00% |
| 600040_0 | 127.899,65 | 92,70 | 0,00% |
| 600040_1 | 127.970,68 | 92,02 | 0,00% |
| 600040_2 | 127.907,98 | 154,61 | 0,00% |
| 600040_3 | 126.716,55 | 124,90 | 0,00% |
| 600040_4 | 129.328,52 | 156,89 | 0,00% |
| 600040_5 | 128.178,67 | 100,32 | 0,00% |
| 600040_6 | 126.947,93 | 146,78 | 0,00% |
| 600040_7 | 128.787,00 | 119,40 | 0,00% |
| 600040_8 | 128.459,35 | 97,79 | 0,00% |
| 600040_9 | 127.914,58 | 112,86 | 0,00% |
| 601030_0 | 128.368,02 | 60,67 | 0,00% |
| 601030_1 | 127.634,33 | 126,67 | 0,01% |
| 601030_2 | 129.133,82 | 132,68 | 0,00% |
| 601030_3 | 128.053,12 | 83,82 | 0,00% |
| 601030_4 | 127.144,65 | 176,83 | 0,00% |
| 601030_5 | 128.702,51 | 68,85 | 0,00% |
| 601030_6 | 128.186,89 | 101,59 | 0,00% |
| 601030_7 | 127.487,52 | 120,47 | 0,00% |
| 601030_8 | 127.650,23 | 130,55 | 0,00% |
| 601030_9 | 128.384,10 | 189,39 | 0,01% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 602020_0 | 128.090,52 | 65,51 | 0,00% |
| 602020_1 | 128.299,16 | 129,58 | 0,00% |
| 602020_2 | 128.492,81 | 247,28 | 0,00% |
| 602020_3 | 128.483,52 | 106,09 | 0,00% |
| 602020_4 | 127.738,49 | 98,15 | 0,00% |
| 602020_5 | 127.943,25 | 88,15 | 0,00% |
| 602020_6 | 127.609,71 | 70,41 | 0,00% |
| 602020_7 | 128.678,08 | 84,49 | 0,00% |
| 602020_8 | 127.881,35 | 114,77 | 0,00% |
| 602020_9 | 126.837,09 | 122,18 | 0,00% |
| 603010_0 | 127.252,62 | 69,45 | 0,00% |
| 603010_1 | 127.485,20 | 189,86 | 0,00% |
| 603010_2 | 127.114,46 | 96,66 | 0,00% |
| 603010_3 | 128.132,25 | 140,91 | 0,00% |
| 603010_4 | 128.637,10 | 82,77 | 0,01% |
| 603010_5 | 127.990,79 | 40,96 | 0,00% |
| 603010_6 | 128.061,05 | 67,68 | 0,00% |
| 603010_7 | 127.793,51 | 119,09 | 0,00% |
| 603010_8 | 128.167,72 | 86,42 | 0,00% |
| 603010_9 | 127.393,42 | 48,68 | 0,00% |
| 650035_0 | 127.366,43 | 338,13 | 0,00% |
| 650035_1 | 128.325,17 | 180,42 | 0,00% |
| 650035_2 | 127.266,80 | 389,28 | 0,00% |
| 650035_3 | 127.651,59 | 95,09 | 0,00% |
| 650035_4 | 127.687,21 | 440,76 | 0,00% |
| 650035_5 | 127.272,95 | 332,26 | 0,00% |
| 650035_6 | 128.110,51 | 103,40 | 0,00% |
| 650035_7 | 128.066,43 | 140,42 | 0,00% |
| 650035_8 | 128.340,00 | 113,54 | 0,00% |
| 650035_9 | 127.060,20 | 196,84 | 0,01% |
| 651025_0 | 127.389,07 | 602,78 | 0,01% |
| 651025_1 | 127.107,41 | 189,76 | 0,01% |
| 651025_2 | 127.213,91 | 128,16 | 0,00% |
| 651025_3 | 127.684,55 | 558,45 | 0,00% |
| 651025_4 | 128.629,31 | 105,25 | 0,00% |
| 651025_5 | 125.885,03 | 106,00 | 0,00% |
| 651025_6 | 129.784,73 | 83,80 | 0,00% |
| 651025_7 | 129.039,47 | 49,78 | 0,00% |
| 651025_8 | 127.247,96 | 329,00 | 0,01% |
| 651025_9 | 128.161,96 | 144,39 | 0,00% |
| 652015_0 | 128.190,64 | 75,23 | 0,00% |
| 652015_1 | 127.783,36 | 479,51 | 0,00% |
| 652015_2 | 128.506,16 | 108,23 | 0,00% |
| 652015_3 | 127.757,44 | 69,47 | 0,00% |
| 652015_4 | 127.335,05 | 305,91 | 0,00% |
| 652015_5 | 127.148,10 | 136,74 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 652015_6 | 127.726,04 | 399,88 | 0,00% |
| 652015_7 | 128.564,90 | 89,78 | 0,00% |
| 652015_8 | 128.223,29 | 173,88 | 0,00% |
| 652015_9 | 129.637,62 | 296,51 | 0,00% |
| 653005_0 | 127.167,33 | 93,05 | 0,00% |
| 653005_1 | 126.110,20 | 153,56 | 0,00% |
| 653005_2 | 127.703,53 | 117,07 | 0,00% |
| 653005_3 | 128.054,12 | 84,83 | 0,01% |
| 653005_4 | 127.821,36 | 404,20 | 0,01% |
| 653005_5 | 128.696,62 | 171,17 | 0,00% |
| 653005_6 | 127.374,74 | 109,84 | 0,00% |
| 653005_7 | 128.399,52 | 335,57 | 0,00% |
| 653005_8 | 129.836,54 | 51,16 | 0,00% |
| 653005_9 | 127.170,28 | 56,07 | 0,01% |
| 700030_0 | 126.557,46 | 288,52 | 0,00% |
| 700030_1 | 128.995,78 | 379,38 | 0,00% |
| 700030_2 | 127.643,15 | 108,89 | 0,01% |
| 700030_3 | 127.829,70 | 120,30 | 0,00% |
| 700030_4 | 128.056,51 | 454,54 | 0,00% |
| 700030_5 | 127.444,80 | 146,73 | 0,00% |
| 700030_6 | 128.144,41 | 210,74 | 0,00% |
| 700030_7 | 127.069,80 | 119,55 | 0,00% |
| 700030_8 | 127.593,67 | 546,12 | 0,01% |
| 700030_9 | 129.164,73 | 95,91 | 0,00% |
| 701020_0 | 128.658,71 | 54,40 | 0,00% |
| 701020_1 | 127.894,29 | 132,77 | 0,00% |
| 701020_2 | 127.894,86 | 70,49 | 0,01% |
| 701020_3 | 127.503,36 | 153,80 | 0,00% |
| 701020_4 | 127.633,57 | 115,13 | 0,01% |
| 701020_5 | 127.802,42 | 66,32 | 0,00% |
| 701020_6 | 128.388,99 | 89,30 | 0,00% |
| 701020_7 | 128.000,24 | 124,87 | 0,00% |
| 701020_8 | 127.232,28 | 65,16 | 0,00% |
| 701020_9 | 127.547,54 | 93,16 | 0,00% |
| 702010_0 | 127.429,66 | 331,73 | 0,01% |
| 702010_1 | 127.964,45 | 142,55 | 0,00% |
| 702010_2 | 128.063,85 | 108,69 | 0,00% |
| 702010_3 | 128.058,98 | 83,71 | 0,01% |
| 702010_4 | 126.565,23 | 109,94 | 0,00% |
| 702010_5 | 128.114,85 | 92,58 | 0,00% |
| 702010_6 | 128.332,56 | 126,38 | 0,01% |
| 702010_7 | 127.677,19 | 94,05 | 0,00% |
| 702010_8 | 127.832,74 | 317,76 | 0,00% |
| 702010_9 | 127.444,85 | 114,67 | 0,00% |
| 750025_0 | 127.714,38 | 148,69 | 0,00% |
| 750025_1 | 128.082,48 | 110,55 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 750025_2 | 129.445,42 | 53,89 | 0,00% |
| 750025_3 | 126.778,63 | 115,25 | 0,00% |
| 750025_4 | 129.382,71 | 70,43 | 0,00% |
| 750025_5 | 128.255,02 | 49,73 | 0,01% |
| 750025_6 | 127.134,81 | 171,34 | 0,00% |
| 750025_7 | 127.842,07 | 93,87 | 0,00% |
| 750025_8 | 129.263,80 | 485,06 | 0,00% |
| 750025_9 | 126.828,32 | 333,79 | 0,00% |
| 751015_0 | 127.374,60 | 149,16 | 0,00% |
| 751015_1 | 128.549,17 | 68,04 | 0,00% |
| 751015_2 | 128.699,25 | 156,34 | 0,00% |
| 751015_3 | 127.135,63 | 372,05 | 0,00% |
| 751015_4 | 128.962,46 | 87,97 | 0,00% |
| 751015_5 | 127.465,78 | 344,04 | 0,01% |
| 751015_6 | 126.853,63 | 170,01 | 0,00% |
| 751015_7 | 127.529,81 | 104,95 | 0,00% |
| 751015_8 | 127.014,22 | 103,37 | 0,01% |
| 751015_9 | 127.610,10 | 124,96 | 0,00% |
| 752005_0 | 128.207,64 | 131,26 | 0,01% |
| 752005_1 | 127.245,12 | 540,86 | 0,00% |
| 752005_2 | 128.381,55 | 110,30 | 0,00% |
| 752005_3 | 129.242,09 | 232,90 | 0,01% |
| 752005_4 | 127.790,92 | 164,24 | 0,00% |
| 752005_5 | 128.184,23 | 92,66 | 0,00% |
| 752005_6 | 128.100,78 | 120,38 | 0,00% |
| 752005_7 | 128.115,69 | 111,78 | 0,00% |
| 752005_8 | 127.346,90 | 159,02 | 0,00% |
| 752005_9 | 128.143,45 | 81,12 | 0,01% |
| 800020_0 | 126.649,15 | 102,33 | 0,01% |
| 800020_1 | 129.097,33 | 142,59 | 0,00% |
| 800020_2 | 127.721,70 | 76,86 | 0,01% |
| 800020_3 | 129.936,44 | 451,13 | 0,00% |
| 800020_4 | 127.763,29 | 398,88 | 0,00% |
| 800020_5 | 127.576,76 | 107,90 | 0,01% |
| 800020_6 | 126.685,53 | 109,09 | 0,01% |
| 800020_7 | 127.144,31 | 374,72 | 0,00% |
| 800020_8 | 127.659,65 | 342,83 | 0,00% |
| 800020_9 | 128.623,13 | 91,10 | 0,00% |
| 801010_0 | 128.707,57 | 56,64 | 0,00% |
| 801010_1 | 127.430,18 | 429,53 | 0,00% |
| 801010_2 | 128.346,63 | 102,38 | 0,00% |
| 801010_3 | 127.314,66 | 528,95 | 0,00% |
| 801010_4 | 126.768,03 | 89,39 | 0,01% |
| 801010_5 | 127.992,25 | 179,49 | 0,00% |
| 801010_6 | 127.167,90 | 95,53 | 0,01% |
| 801010_7 | 127.534,93 | 64,05 | 0,01% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 801010_8 | 127.560,84 | 342,04 | 0,00% |
| 801010_9 | 129.190,75 | 92,00 | 0,00% |
| 850015_0 | 126.830,60 | 88,59 | 0,00% |
| 850015_1 | 129.357,90 | 86,48 | 0,00% |
| 850015_2 | 127.319,21 | 117,20 | 0,01% |
| 850015_3 | 127.615,20 | 116,43 | 0,00% |
| 850015_4 | 127.876,07 | 87,00 | 0,00% |
| 850015_5 | 127.445,31 | 88,64 | 0,00% |
| 850015_6 | 127.787,28 | 73,07 | 0,00% |
| 850015_7 | 127.865,27 | 97,29 | 0,00% |
| 850015_8 | 129.070,35 | 77,26 | 0,00% |
| 850015_9 | 126.977,79 | 66,92 | 0,00% |
| 851005_0 | 128.295,60 | 107,37 | 0,00% |
| 851005_1 | 128.374,85 | 330,33 | 0,00% |
| 851005_2 | 127.815,77 | 489,74 | 0,00% |
| 851005_3 | 127.262,03 | 108,16 | 0,00% |
| 851005_4 | 129.129,86 | 59,49 | 0,00% |
| 851005_5 | 129.310,47 | 118,71 | 0,00% |
| 851005_6 | 127.513,77 | 389,01 | 0,00% |
| 851005_7 | 126.777,47 | 131,02 | 0,01% |
| 851005_8 | 128.937,84 | 104,81 | 0,00% |

| INSTÂNCIA | FUNÇÃO OBJETIVO | TEMPO (s) | GAP (%) |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
| 851005_9 | 127.648,68 | 110,22 | 0,00% |
| 900010_0 | 128.167,81 | 53,90 | 0,00% |
| 900010_1 | 126.519,88 | 119,41 | 0,00% |
| 900010_2 | 128.382,99 | 424,52 | 0,00% |
| 900010_3 | 127.895,96 | 320,04 | 0,00% |
| 900010_4 | 127.999,58 | 93,46 | 0,00% |
| 900010_5 | 127.659,33 | 362,47 | 0,00% |
| 900010_6 | 128.094,24 | 87,41 | 0,00% |
| 900010_7 | 127.091,46 | 106,70 | 0,00% |
| 900010_8 | 128.050,39 | 119,39 | 0,00% |
| 900010_9 | 128.770,12 | 562,16 | 0,00% |
| 950005_0 | 127.475,84 | 90,27 | 0,00% |
| 950005_1 | 128.255,98 | 81,04 | 0,00% |
| 950005_2 | 129.023,77 | 117,60 | 0,00% |
| 950005_3 | 127.829,41 | 114,96 | 0,00% |
| 950005_4 | 128.071,68 | 112,89 | 0,00% |
| 950005_5 | 128.013,46 | 317,46 | 0,00% |
| 950005_6 | 127.501,76 | 381,80 | 0,00% |
| 950005_7 | 127.872,96 | 103,19 | 0,00% |
| 950005_8 | 127.067,32 | 501,38 | 0,00% |
| 950005_9 | 128.893,43 | 64,99 | 0,01% |