



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE PESSOAL: ESTUDO DE CASO EM UM HOSPITAL DA MESORREGIÃO DO ALTO PARANAÍBA

FABRÍCIA SILVA LIMA - fabricia.lima@ufv.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV – CAMPUS RIO PARANAÍBA

GEOVANNA MOREIRA LICIO - geovanna.licio@ufv.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV – CAMPUS RIO PARANAÍBA

LAÍS GONÇALVES VIANA – lais.viana@ufv.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV – CAMPUS RIO PARANAÍBA

HELEN VITALINE DE CASTRO SANTOS - helen.castro@ufv.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV – CAMPUS RIO PARANAÍBA

THIAGO HENRIQUE NOGUEIRA - thiagoh.nogueira@ufv.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV – CAMPUS RIO PARANAÍBA

ÁREA: 3. PESQUISA OPERACIONAL
SUBÁREA: 3.1 - MODELAGEM, SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO

RESUMO: *HOSPITAIS ENFRENTAM DESAFIOS SIGNIFICATIVOS NA ALOCAÇÃO DE PESSOAL EM SEUS DIVERSOS SETORES, DEVIDO AO GRANDE VOLUME DE DADOS A SEREM CONSIDERADOS, COMO TURNOS DE TRABALHO, ESPECIALIZAÇÃO DOS PROFISSIONAIS E GRADE HORÁRIA. ESTE ESTUDO TEM COMO OBJETIVO CONFRONTAR A ALOCAÇÃO DE ENFERMEIROS PROPOSTA POR UM HOSPITAL DA MESORREGIÃO DO ALTO PARANAÍBA COM UMA ALOCAÇÃO GERADA PELO ALGORITMO RVND (RANDOM VARIABLE NEIGHBORHOOD DESCENT) E A HEURÍSTICA DE BUSCA LOCAL. O INTUITO É ALOCAR OS TRABALHADORES DE MANEIRA A ATENDER SATISFATORIAMENTE A DEMANDA DOS PACIENTES. A ANÁLISE DOS DADOS FORNECIDOS PELO HOSPITAL E PROCESSADOS PELO SOFTWARE PERMITIU IDENTIFICAR A SOLUÇÃO MAIS EFICIENTE PARA A ALOCAÇÃO DE TRABALHADORES, CONSIDERANDO A AFINIDADE ENTRE OS COLABORADORES E A OTIMIZAÇÃO DOS RECURSOS DISPONÍVEIS.*

PALAVRAS-CHAVES: *HOSPITAL, OTIMIZAÇÃO, ILS -RVN*

1. INTRODUÇÃO

As instituições de saúde possuem maior complexidade comparadas às outras empresas (DE OLIVEIRA, 2019). Gonçalves e Aché (1999) complementam que esta complexidade se dá devido aos diversos processos e procedimentos da organização, uma vez que o setor administrativo e de assistência médica devem estar interligados, para a maximização e precisão nos atendimentos aos pacientes. Para que os atendimentos ocorram com eficiência e precisão é necessário que ocorra uma alocação precisa dos trabalhadores conforme as restrições impostas pela organização, sendo elas as normas trabalhistas, os direitos contratuais e a demanda de cada posto de trabalho (DE CARVALHO; OLIVEIRA; CAMARGO, 2003). De Sá Pereira e De Carvalho (2022) enfatizam ainda que o setor clínico engloba profissionais capacitados de diversas áreas e sub-áreas, tendo assim um dos principais desafios para as organizações, uma vez que é necessário o gerenciamento correto dos profissionais, das escalas e turnos de trabalho, para atender a demanda com eficiência.

Ademais, para manter as organizações hospitalares é necessário um meio de faturamento, podendo ser através do poder público, sem fins lucrativos, privado e parcerias com convênios (RAMOS, 2018). Qual (2021) cita que o setor público de saúde do Brasil, Sistema Único de Saúde (SUS), adere a parceria com hospitais particulares e filantrópicos para o atendimento de pacientes de determinadas especialidades, uma vez que não há um hospital exclusivamente do SUS. O ministério da saúde cita que o SUS é considerado o maior sistema de saúde do mundo, atendendo mais de 190 milhões de pessoas por ano de forma gratuita, ao contrário da assistência médica privada que é cobrado um valor para a utilização dos serviços sendo diretamente ou indiretamente através de planos e seguros de saúde (ATENÇÃO, 2022).

Diante disso, a utilização de tecnologias e programas se faz mais presentes aos gestores hospitalares visando a obtenção de informações confiáveis sobre as melhores decisões na solução de problemas, de modo a garantir a qualidade do atendimento aos pacientes e otimização dos recursos (MARTINS, 2020). Para isto é necessário a utilização de heurísticas, um conjunto de regras e métodos que buscam a descoberta, investigação e a solução de problemas onde é conhecido como otimização (BUENO, 2009). Dentre os diversos modelos de otimização tem-se a otimização combinatória que para Brasileiro, Da Paz e De Oliveira (2011), é um campo da matemática aplicada, que possui o objetivo de encontrar os máximos e mínimos de variáveis discretas para tomada de decisão Vesselinova et al. (2020) complementa que a otimização possui a finalidade de solucionar problemas através da criação de algoritmos, para diferentes abordagens.

Dentre essas abordagens, se destacam os setores de transporte, cadeia de suprimentos, finanças, programação e hospitalar (BENGIO; LODI; PROUVOST, 2021). Se tratando do setor hospitalar, a otimização utilizada para a programação de pessoal traz diversos benefícios como o aumento da eficiência dos funcionários, diminuição do tempo de ociosidade, rotatividade e dos custos operacionais do hospital, fornecendo uma melhor experiência para os pacientes (FENG et al., 2021). Dias (2015) utilizou a otimização combinatória em seu estudo de proposição e elaboração e avaliação de um modelo matemático de modo que as escalas de trabalho foram obtidas de forma a atender as demandas de cada setor. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a área de saúde é composta por cerca de 3,5 milhões de trabalhadores, sendo que cerca de 50% destes trabalhadores atuam na área de enfermagem.

Portanto, o objetivo do trabalho consiste em propor melhorias de um modelo de programação linear inteira mista de um hospital do setor farmacêutico para a aplicação no setor de enfermagem, a fim de confrontar a alocação de pessoal proposta por um hospital da mesorregião do Alto Paranaíba com a alocação propostas pelo algoritmo RVND e a Heurística

de Busca Local. Assim, o problema de pesquisa se dá pela compreensão da alocação de recursos humanos em hospitais através da otimização combinatória, uma vez que se trata de uma análise com grande volume de dados. O presente trabalho foi estruturado da seguinte forma: na primeira seção contém a introdução, a segunda seção aponta o referencial teórico sobre o assunto, na terceira seção é apresentado o modelo matemático, seguido dos resultados e discussões obtidos. Já a quinta seção apresentará a conclusão do artigo, e por fim, as referências utilizadas para o embasamento de todo o estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Otimização Combinatória no Setor Hospitalar

As técnicas de otimização tem a finalidade de direcionar e planejar o gerenciamento de recursos (IMMORLICA et al., 2004). Bebendo (2019) ressalta que os problemas de otimização busca uma resposta contida em um conjunto de dados, onde se tem a resposta mais adequada. Assim, a escolha do método de resolução do problema se faz de extrema importância, uma vez que determinará a qualidade da solução e o tempo gasto para encontrá-la (FERNANDES, 2022). Portanto, para a realização de uma solução ótima de alocação de pessoal (Personnel Scheduling) é viável a utilização da otimização combinatória uma vez que aborda modelos matemáticos de Pesquisa Operacional levando em consideração as restrições impostas no modelo. (CHU; CHEN; HO, 2006; e.g. Van Den Bergh, 2013).

Contudo, considerando um alto volume de restrições a compilação manual destes modelos podem ser complicadas, uma vez que engloba diversos fatores como, a preferência do empregado, normas e particularidades da instituição, leis trabalhistas e turnos de profissionais com diferentes qualificações (ROSETTI; CARQUI et al, 2009; SOUZA, 2011). Por isso, o uso de Sistemas de informação se faz necessário excluindo os fatores subjetivos que consequentemente aumentam a confiabilidade da solução (ROCHA; PRATA; DA SILVA NETO, 2018). Nogueira (2008) enfatiza que para as organizações prestadoras de serviço, como o caso de hotéis, agências e hospitais, a gestão dos recursos tem impacto diretamente na satisfação do cliente.

Logo, este modelo pode facilitar a obtenção da função objetivo ótima (F.O) para a elaboração de turnos e escalas de trabalho em hospitais, com a finalidade de arranjar os profissionais de modo a atender as necessidades de cada paciente (PAGLIARI, 2020). Portela (2017) alega que dentro do setor hospitalar tem se o setor de enfermagem onde demanda de profissionais 24 horas por dia nos 7 dias da semana, onde é garantido através da elaboração dos turnos e escalas dos colaboradores (PORTELA, 2017). Bebendo (2019) expõe que o escalonamento de pessoal é um desafio rotineiro para os chefes ou gerentes da enfermagem visto que o serviço prestado busca promover a qualidade e segurança do atendimento ao cliente.

Consequentemente uma escala deficiente no setor da enfermagem pode resultar em consequências negativas como a falta de justificativa no trabalho, adoecimentos físicos e mentais, conflitos internos, sobrecarga de trabalho e erro na prestação de serviço, onde pode colocar a vida do paciente em risco (COSTA; MORITA; MARTINEZ, 2000; KERETZKY et al., 2009; SOUZA et al., 2011). Portanto, pesquisas de alocação de pessoa no setor de enfermagem se faz de grande valia, conforme os pontos destacados acima, em vista disso o presente estudo busca reconstruir um modelo matemático a fim de atender as demandas do setor de enfermagem, através do algoritmo RVND e a Heurística de Busca Local. Uma vez que este algoritmo busca a solução ótima através do confronto entre as instâncias, ou seja, a partir dos dados fornecidos.

2.2 Busca Local Iterada e RVND

Segundo Coelho et al. (2022), a Busca Local Iterada ou Iterated Local Searché (ILS) é uma metaheurística que através de um processo iterativo gera uma cadeia de soluções, possuindo o objetivo de encontrar as melhores soluções possíveis na busca, explorando regiões. Essa exploração do espaço se dá por meio do processo de geração inicial da solução, método de busca local, método de perturbação e critério de aceitação, onde primeiro é aplicado uma busca local sobre uma solução inicial para alcançar a melhor solução, em seguida é aplicada a perturbação com intuito de sair do ótimo local e explorar novas regiões, posteriormente uma nova busca local é aplicada na perturbação para verificar se o ótimo local é melhor que a solução (FREITAS; DE SÁ; SOUZA, 2022).

Os autores ainda afirmam que as perturbações consistem em conjunto de modificações realizadas no ótimo local a fim de gerar soluções distantes do mesmo, adotando a ideia de que caso a busca local não seja eficiente na geração de melhores ótimos locais, deve-se aumentar as perturbações. Desse método, surge a combinação com outro método da busca local, Descida de Vizinhança Variável Aleatória ou Random Variable Neighborhood Descent (RVND) que consiste na seleção aleatória de uma vizinhança variável não explorada dentre várias outras vizinhanças e caso haja falha da vizinhança em encontrar a solução de melhor custo, ela é removida das demais (PINTO et al., 2021).

O RVND possui inúmeros sub-algoritmos, apresentando um alto comportamento exploratório e alta probabilidade de ficar preso em ótimos locais (GOKALP; UGUR, 2020). Neste sentido, os métodos se complementam surgindo a hibridização ILS-RVND, trazendo bons resultados comparados com a aplicação individual de ambos (PLOUVIER; OCHI, 2022). Kramer, Subramanian e Pena (2012) afirmam que o ILS-RVND dispõe de procedimentos para soluções iniciais, de busca local e perturbações, contribuindo para a diversificação do espaço de busca. Através do método, todas as vizinhanças são utilizadas, a cada iteração, em diferentes sequências, ocasionando a redução da convergência precoce do algoritmo (JARDIM; DE CARVALHO, 2018).

Uma das principais vantagens apresentadas pelo algoritmo é a pequena quantidade de parâmetros a serem calibrados, facilitando a obtenção das soluções com maior rapidez e eficiência (TAVARES; DE OLIVEIRA MOREIRA, 2020). De Carvalho et al. (2017) enfatiza que o método ILS-RVND se destaca das demais heurísticas, pela maior probabilidade de encontrar soluções de boa qualidade em menor tempo. Vários estudos utilizam o método ILS-RVND para resolução de problemas, devido a sua flexibilidade, simplicidade e a sua eficiência no desempenho computacional (KRAMER; SUBRAMANIAN; PENNA, 2012).

2.3 Aplicação de Métodos de Otimização no Setor de Enfermagem

Penna e Subramanian (2013), propõem a heurística ILS-RVND para o problema de roteamento de veículos de frotas heterogêneas, minimizando o custo total da rota. Santos e Arroyo (2015) propõem o método ILS-RVND para um problema de sequenciamento de tarefas em máquinas paralelas, considerando o desgaste das máquinas e a consequência do aumento do tempo para execução das tarefas. O objetivo do Chaib (2016) é a aplicação da Busca Tabu para a criação das escalas de trabalho em um posto de gasolina, a fim de verificar a quantidade de funcionários necessários para atender a demanda.

Kirmes e Santolin (2016) propõem melhoria na distribuição de trabalho dos técnicos de enfermagem nos dois postos de saúde da empresa siderúrgica ArcelorMittal, através de um método de programação linear inteira mista. Outra abordagem baseada foi a De Carvalho et al. (2017) sobre a combinação de inúmeras pesquisas locais paralelas ILS-RVND e

Relacionamento de Caminhos, para o problema de localização do hub de alocação único. Bedendo (2019) utiliza um algoritmo genético para o problema de reescalonamento de enfermeiros.

Um estudo aborda a introdução de um projeto de algoritmos de configuração automática, utilizando ILS, para que a ferramenta seja usada em trabalhos futuros com problemas de otimização combinatória (TAVARES; DE OLIVEIRA MOREIRA, 2020). Ainda Rosa (2021) retrata um problema de Roteamento de Unidades Móveis de Mamografia introduzindo os métodos IGS e RVND, para otimizar as rotas. O trabalho de Nascimento (2022) e o presente artigo possuem um problema semelhante sobre o escalonamento de enfermeiros de um hospital considerando a demanda. Por fim, Souza et al. (2022) trata-se da alocação de pessoal no setor farmacêutico, assemelhando-o ao presente estudo.

Em vista disso, a proposta do presente trabalho se assemelha com os trabalhos apresentados. Penna e Subramanian (2013) e o presente trabalho, concordam na aplicação do mesmo método, ILS-RVND, porém se diferenciam no problema. Do mesmo modo acontece com Santos e Arroyo (2015) e o trabalho proposto, utilizam do mesmo algoritmo, em problemas diferentes. Chaib (2016) e o presente trabalho se assemelham pela criação de escalas de trabalhos, mas diferem no setor aplicado e no algoritmo utilizado. Enquanto Kirmes e Santolin (2016) e a presente proposta se identificam com o mesmo problema de escala no setor de enfermagem, propõem modelos diferentes para a solução.

De Carvalho et al. (2017), apresenta um problema diferente aplicando o mesmo método do presente trabalho. Em contrapartida, Bedendo (2019) trata-se do mesmo problema de escala de enfermeiros, aplicando um método diferente. Tavares e De Oliveira Moreira (2020), utiliza o método ILS, composto na hibridização ILS-RVND aplicada no trabalho proposto. Da mesma forma acontece com método proposto por Rosa (2021), onde utiliza o RVND, composto na hibridização ILS-RVND. Por fim, o trabalho de Nascimento (2022), possui o problema mais semelhante ao apresentado contribuindo para o estudo, retratando o problema de escalonamento no setor de enfermagem de um hospital, considerando os turnos e a demanda dos pacientes, em que é aplicado o método Simulated Annealing. Que difere do método proposto pelo presente trabalho e Souza et al. (2022), que apresenta o modelo matemático aplicado no setor farmacêutico, com restrições estratégicas de alocação de pessoas, que serão consideradas para embasamento do modelo do presente estudo.

3. MODELO E MÉTODO

3.1 Descrição do Problema

O presente trabalho possui enfoque em propor melhorias de um modelo de programação linear inteira mista de um hospital do setor farmacêutico para o setor de enfermagem de um hospital da mesorregião do Alto Paranaíba. Além de confrontar a alocação de pessoal proposta pelo hospital no setor de enfermagem através do método ILS-RVND. O setor do hospital a ser estudado será o de enfermagem, técnico de enfermagem e higienização devido a grande demanda de pacientes a serem atendidos pelos colaboradores durante o processo. Além dos desafios enfrentados como ausência de mão de obra especializada, instabilidade dos quadros clínicos dos pacientes, atividades não planejadas, gerando sobrecarga de trabalho, absenteísmo, fadiga e impactam diretamente nas escalas dos turnos de trabalho do setor.

Este setor é composto por profissionais com diversas qualificações de modo a atender a demanda do hospital. Logo no hospital há diversos turnos de trabalho como os turnos administrativos que trabalham somente em dias úteis e plantonistas que trabalham em regime

de 12 horas e folga 36. O setor de enfermagem é composto por 6 enfermeiras, sendo 2 enfermeiro administrativo e 4 plantonistas, com 2 plantonistas diurnos e 2 noturnos. Já o setor técnico de enfermagem é composto por 21 técnicos sendo 20 plantonistas, com 12 plantonistas diurnos, 8 plantonistas noturnos e 1 administrativo e por fim, o setor de higienização, que é composto por 12 colaboradores, sendo distribuídos na cozinha, lavanderia, limpeza, sendo composta por 9 plantonistas e 3 que realizam o horários administrativo. Há os colaboradores em horários administrativos devido a demanda maior de pacientes em horários comerciais, assim, o estudo levará em consideração somente os trabalhadores plantonistas, podendo ser diurno ou noturno, com 12 horas cada nos sete dias da semana, todos os meses.

Considerando um mês atípico não será considerado a escala de férias no problema, e será proposto a alocação de uma escala equilibrada de trabalho, considerando as habilidades e requisitos de cada gestor da área, para atuar no setor de enfermagem e higienização. Desse modo, serão considerados no trabalho as escalas por turnos, onde um funcionário contratado para um plantão diurno, não pode ser alocado em um plantão noturno, e vice-versa; as escalas de intervalos que definem as folgas sobre os turnos de trabalho;

Outro ponto a ser considerado são as alocações no qual trabalhador só pode ser alocado a no máximo um turno e um plantão; as permanências onde o funcionário deverá permanecer nela até o final do período contratado; o setor de enfermagem engloba os enfermeiros e técnicos de enfermagem e o setor de higienização engloba lavanderia, limpeza e cozinha. Os profissionais do setor de enfermagem podem cobrir até dois subsectores ao contrário do setor de higienização onde um funcionário realiza todas as atividades propostas do setor; a cobertura ideal em que o setor de enfermagem e higienização possui uma demanda mínima obrigatória de profissionais para não sobrecarregar a equipe. Por último a prioridade, onde é atribuído um score para cada funcionário de acordo com suas habilidades, em que é calculado como uma média da percepção do trabalhador e da pessoa responsável pela geração das escalas

Neste contexto, o objetivo de estudo se dá pelo propósito descritivo, segundo Prodanov e Freitas (2013), os dados trabalhados nessas pesquisas retratam elementos da realidade a serem melhorados. A abordagem qualitativa nas pesquisas envolve a obtenção de dados descritivos para interpretação da realidade de forma direta e subjetiva, já a abordagem quantitativa mensura numericamente os significados dos fenômenos estudados, traduzindo as opiniões em números (SCHNEIDER; FUJII; CORAZZA, 2017). Desse modo, neste presente trabalho será aplicado a abordagem quali-quantitativa. Para aplicação das escalas, será utilizado a ferramenta Visual Studio e a linguagem em Python.

3.2 Aplicação do Método ILS-RVND

O algoritmo aplicado para a solução do problema foi a metaheurística Iterated Local Search (ILS), com método de busca local Random Variable Neighborhood Descent (RVND), além da heurística gulosa para encontrar a solução inicial. Primeiramente o algoritmo recebe como entrada um conjunto de dados referentes às escalas, alocação e custo do problema a ser resolvido. A função "construir_solucao_inicial", cria uma solução inicial através de uma heurística construtiva gulosa, selecionando repetidamente a melhor escala da lista de escalas disponíveis com base em sua avaliação. Essa seleção é feita até que todas as escalas sejam avaliadas e adicionadas à solução.

Dentro dessa função, é inicializada a variável "solução" como uma lista vazia, e depois a variável "escala" recebe o resultado da função "lista_de_escala" aplicada ao problema. Logo depois, é feito um loop para percorrer cada elemento do conjunto escalas, em seguida calcula a avaliação da escala atual utilizando a função "função_avaliação_escala" que recebe uma escala como entrada e retorna um valor numérico que representa a avaliação ou qualidade da escala

em relação ao problema e verifica se a avaliação atual é menor que a melhor avaliação encontrada até o momento. Atualiza a variável "melhor_escala" com a escala atual e a variável "melhor_avaliacao" com a avaliação atual. Adiciona a melhor escala encontrada à solução e remove a melhor escala encontrada da lista de escalas e no final retorna a solução construída.

Em seguida, função "ILS_RVND" que recebe o problema como entrada, depois inicializa a variável "solução_atual" com uma solução inicial gerada pela função "gerar_solucão_inicial", a variável "melhor_solução" com a solução atual e a variável "iteração" com zero. Logo após, é feito um laço de repetição, onde é chamada a função "RVND". Esta função, "RVND", recebe uma solução e o problema como entrada, e a variável "vizinhanças" recebe o resultado da função "criar_vizinhanças" em que a vizinhança é de troca (swap) onde um elemento é removido de sua posição atual e inserido em uma nova posição na solução aplicada ao problema. Depois, inicializa a variável "melhor_vizinhança" com a solução atual e a variável "melhor_avaliação" com a avaliação da solução atual.

Em seguida, inicia-se um loop que percorre cada vizinhança na lista de vizinhanças, aplica a vizinhança atual à solução e armazena o resultado em "solução_vizinhança". Calcula a avaliação da "solução_vizinhança" utilizando a função de avaliação. Posteriormente, verifica se a avaliação da "solução_vizinhança" é menor que a "melhor_avaliação" encontrada até o momento. Atualiza a "melhor_vizinhança" com a "solução_vizinhança" e "melhor_avaliação" com a "solução_vizinhança". Ao final da função "RVND", o loop de vizinhança retorna a melhor vizinhança encontrada.

Dentro da função "ILS_RVND", após a variável "solução_vizinhança" receber o resultado da aplicação da função "RVND" na solução atual e no problema, é feita a chamada da função "busca_local". Essa função, no início recebe uma solução e o problema como entrada, depois inicializa a variável "melhor_vizinho" com a solução atual e a variável "melhor_avaliação" com a avaliação da solução atual. Em seguida, gera um laço de repetição e uma lista de vizinhos a partir da solução atual e do problema, armazenando na variável "vizinhos", percorrendo cada vizinho na lista de vizinhos.

Logo após, é feito o cálculo da avaliação do vizinho atual utilizando a função de avaliação, verificando se a avaliação do vizinho é menor que a "melhor_avaliação" encontrada até o momento. Atualiza o "melhor_vizinho" com o vizinho atual e a "melhor_avaliação" com a avaliação do vizinho atual, verifica se a "melhor_avaliação" é menor que a avaliação da solução atual. Atualiza a solução atual com o "melhor_vizinho" encontrado, caso a melhora tenha parado de ocorrer, interrompe a busca local e retorna a solução atual.

Após isso, na função principal "ILS_RVND", a variável "solução_vizinhança" recebe o resultado da aplicação da função "busca_local" na "solução_vizinhança" atual e no problema. Por fim, é chamada a função "perturbação", a fim de explorar diferentes soluções. Nesta função, recebe uma solução e o problema como entrada e é aplicado um operador de perturbação à solução atual, gerando uma solução perturbada e por último, retorna a solução perturbada. Posteriormente, na função "ILS_RVND", verifica se a avaliação da "solução_atual" é menor que a avaliação da "melhor_solução". Atualiza a "melhor_solução" com a "solução_atual", pois uma melhora foi encontrada e retorna a melhor solução encontrada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a aplicação do modelo matemático descrito anteriormente foi realizado um código em Python e utilizado o software Visual Studio. Conforme descrito no problema (3.1) serão considerados os 34 plantonistas, com diversas especialidades e demandas conforme o quadro abaixo.

QUADRO 1 - Demanda de colaboradores por especialidade

Especialidade	Índice do Plantão	Demanda de colaboradores Segunda - Sexta	Demanda de colaboradores Sábado e domingo
Enfermeiro diurno	Par	2	1
Enfermeiro noturno	Ímpar	1	1
TE diurno	Par	6	6
TE Noturno:	Ímpar	4	4
Limpeza	Par	2	2
Cozinha	Par	2	1
Lavanderia	Par	2	1

Fonte: Autoras (2024)

Esta demanda de colaboradores foi realizada através de uma planilha disponibilizada pela coordenadora do hospital, e brainstorms entre os autores e a mesma. Atualmente a alocação de pessoal é feita de forma manual através da enfermeira responsável técnica (RT), a qual possui experiência sobre o setor de trabalho dos colaboradores, contudo é demandado cerca de 4 horas do tempo da enfermeira visto que a mesma busca levantar manualmente possíveis demandas, restrições e atritos pelos colaboradores. Assim o quadro , representa a escala proposta pela enfermeira RT, sendo que cada linha corresponde a colaborador em cada coluna ao dia do mês.

QUADRO 2 - Escala Real do Hospital

	Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	CARGA HORÁRIA
SETOR	colaborador	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	
LIMPEZA	1	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	2	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	3	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	4	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	5	D	D	F	F	D	D	F	D	F	F	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	ADM
	6	D	D	F	F	D	D	F	D	F	F	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	ADM
COZINHA	7	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	8	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	9	D	D	F	F	D	D	F	D	F	F	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	ADM
LAVANDERIA	10	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	11	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	12	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
TÉCNICAS DE ENFERMAGEM	13	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	14	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	15	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	16	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	17	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	18	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	19	D	D	F	F	D	D	F	D	F	F	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	ADM
	20	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	21	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	22	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	23	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	24	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	25	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	26	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	12/36
	27	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	12/36
	28	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	12/36
	29	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	12/36
	30	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	12/36
	31	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	12/36
	32	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	12/26
	33	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	12/36

ENFERMEIROS	34	D	D	F	F	D	D	D	F	D	F	F	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	D	D	D	ADM	
	35	D	D	F	F	D	D	D	F	D	F	F	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	F	F	D	D	ADM
	36	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	12/36
	37	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	12/36
	38	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	12/36
	39	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F

Fonte: Modificado pelas autoras (2024)

Com base no quadro 1 e quadro 2 temos que a única variabilidade de acordo com a demanda e a alocação são os trabalhadores administrativos. Logo o parâmetro de afinidade se faz de extrema valia, uma vez que a mesma será utilizada como fator decisivo para alocação, visto que não há uma variável de folga para os colaboradores. Com a elaboração do código foi obtido o quadro 3, apresentado abaixo.

QUADRO 3 - Escala Proposta

	Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	CARGA HORÁRIA
Sector	Colaborador	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	
LIMP EZA	1	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36
	2	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36
	3	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36
	4	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36
	5	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	ADM
	6	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	ADM
COZINHA	7	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36
	8	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36
	9	D	D	F	F	D	D	F	D	F	F	D	D	F	D	F	F	D	D	F	D	F	F	D	D	F	D	F	F	D	D	ADM
LAVANDERIA	10	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	ADM
	11	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36
	12	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36
TÉCNICAS DE ENFERMAGEM	13	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36
	14	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36
	15	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36
	16	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36
	17	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36
	18	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36
	19	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36

	20	D	D		F	F	D	D	D	F	D	F	F	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	D	ADM
	21	D	N		F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36
	22	N	F		D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36	
	23	N	F		D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36	
	24	N	F		D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36	
	25	D	N		F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36	
	26	N	F		D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36	
	27	D	N		F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36	
	28	N	F		D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36	
	29	D	N		F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36	
	30	D	N		F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36	
	31	N	F		D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36	
	32	D	N		F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36	
	33	N	F		D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/26	
ENFERMEIROS	34	D	D		F	F	D	D	D	F	D	F	F	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	ADM	
	35	D	D		F	F	D	D	D	F	D	F	F	D	D	D	D	F	F	D	D	D	D	ADM	
	36	N	F		D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36	
	37	D	N		F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	12/36	
	38	N	F		D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36	
	39	N	F		D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	N	F	D	12/36	

Fonte: Modificado pelas autoras

Contudo o código em python não levou em consideração a aptidão do trabalhador, assim foi possível visualizar que os trabalhadores foram alocados nos turnos diurnos e noturnos e que não foi considerado o volume de folgas necessárias. Assim o código não se tornou viável, não otimizando o tempo de elaboração da enfermeira RT. Um dos principais fatores para essa alteração se deu devido à consideração de afinidades dos colaboradores, uma vez que foi apontado pela gerente que havia diferenças interpessoais entre os colaboradores.

4. CONCLUSÃO

Neste estudo de caso foi proposto um modelo matemático, a fim de otimizar e buscar os valores ótimos da alocação de pessoal plantonistas do setor de enfermagem e higienização de um hospital na mesma região do Alto Paranaíba. O modelo elaborado permite a alteração do volume de dados inseridos nos conjuntos e parâmetros, de modo que outras organizações possam se basear no modelo matemático. O modelo matemático proposto foi testado e comparado com o modelo manual fornecido pelo hospital, onde não foram obtidos resultados satisfatórios. Para trabalhos futuros, seria interessante trabalhar com mais de 1 hospital, realizar o levantamento de demandas dos demais setores interligados como farmácia, levantar a capacidade máxima devido aos recursos disponíveis. Também seria interessante analisar a demanda do hospital e identificar qual seria o volume necessário de colaboradores por turnos

ou até mesmo mais restrições, a fim de identificar um modelo mais eficiente para a alocação de pessoal.

REFERÊNCIAS

ATENÇÃO Primária e Atenção Especializada: Conheça os níveis de assistência do maior sistema público de saúde do mundo. Ministério da saúde, 2022. Disponível em: <<https://aps.saude.gov.br/noticia/16496>>. Acesso em: 05 de abril de 2023.

BEDENDO, Gustavo Borelli. Investigação de um novo algoritmo genético para o problema de reescalonamento de enfermeiros. 2019.

BENGIO, Yoshua; LODI, Andrea; PROUVOST, Antoine. Machine learning for combinatorial optimization: a methodological tour d'horizon. European Journal of Operational Research, v. 290, n. 2, p. 405-421, 2021.

BRASILEIRO, EXÉRCITO; DA PAZ, HALLISON OLIVEIRA; DE OLIVEIRA, THIAGO LIMA. SIMULAÇÃO E CONTROLE DE UM DISCO VOADOR UTILIZANDO OTIMIZAÇÃO COMBINATÓRIA, 2011.

BUENO, Fabrício. Métodos Heurísticos Teoria e Implementações. 2009. Disponível em <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/b/b7/Tutorial_m%C3%A9todos_heur%C3%ADsticos.pdf>

CHAIB, Lucas de Toledo. Criando escalas de horário para um posto de gasolina utilizando um modelo matemático. 2016.

CHU, S.-C.; CHEN, Y.-T.; HO, J.-H. Timetable Scheduling Using Particle Swarm Optimization First International Conference on Innovative Computing, Information and Control - Volume I (ICIC'06). Anais...IEEE, 1 out. 2006.

COELHO, Paulo Arthur Sens et al. Heurísticas para o problema de roteamento de veículos elétricos. 2022.

DE CARVALHO, Rodrigo et al. A parallel heuristics for the single allocation hub location problem. IEEE Latin America Transactions, v. 15, n. 7, p. 1278-1285, 2017.

DE CARVALHO, Carlos Roberto Venâncio; OLIVEIRA, Claudia Rochael; CAMARGO, Ricardo Saraiva. Um Modelo De Programação Linear Inteira Mista Para A Localização De Armazéns E A Distribuição De Produtos Siderúrgicos. 2003.

DE OLIVEIRA, Viviane Ferraz et al. Faturamento hospitalar: identificação dos pontos de melhoria para a otimização dos processos. 2019.

DE SÁ PEREIRA, Étnny Coêlho; DE CARVALHO GUIMARÃES, Jairo. GESTÃO HOSPITALAR. Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN), v. 6, n. 1, 2022.

DIAS, Kelly Cristina Ferreira. Proposição de um modelo matemático para elaboração e avaliação do quadro de lotação em uma instituição hospitalar com o uso de otimização combinatória. 2015.

FENG, Defan et al. Data-driven hospital personnel scheduling optimization through patients prediction. CCF Transactions on Pervasive Computing and Interaction, v. 3, p. 40-56, 2021.

FERNANDES, Islame Felipe da Costa. Hybridizing metaheuristics for multi-and many-objective problems in a multi-agent architecture. 2022.

FREITAS, Nayane Carvalho; DE SÁ, Elisangela Martins; SOUZA, Marcone Jamilson Freitas. Algoritmo ILS aplicado ao problema de localização de concentradores com custo fixo e economia de escala variável. ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM PESQUISA, v. 1, n. 1, p. 12-27, 2022.

GOKALP, Osman; UGUR, Aybars. A multi-start ILS–RVND algorithm with adaptive solution acceptance for the CVRP. Soft Computing, v. 24, n. 4, p. 2941-2953, 2020.

IMMORLICA, N. et al. On the costs and benefits of procrastination: approximation algorithms for stochastic combinatorial optimization problems. p. 691–700, 11 jan. 2004.

JARDIM, Rafael Dutra; DE CARVALHO, Rodrigo. SCAP-Software web para o problema de alocação de salas. 2018.

KIRMES, Luan Silva; SANTOLIN, Maristela Cólá. MELHORIA DA CAPACIDADE DE ATENDIMENTO EM POSTOS DE SAÚDE OCUPACIONAL DA EMPRESA ARCELORMITTAL TUBARÃO A PARTIR DA PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA MISTA.

KRAMER, R. H. F. R.; SUBRAMANIAN, S.; PENNA, Puca Huachi Vaz. Problema de roteamento de veículos assimétrico com frota heterogênea limitada: um estudo de caso em uma indústria de bebidas. Anais do XVI CLAIO/XLIV SBPO, p. 2102-2113, 2012.

MARTINS, Maria Manuela Ferreira Pereira da Silva et al. Tecnologias utilizadas por enfermeiros gestores em hospitais portugueses. Revista Gaúcha de Enfermagem, v. 41, 2020.

NASCIMENTO, Lucas Henrique Russo do. Resolução do problema de escalonamento de enfermeiros utilizando simulated annealing. 2022.

PAGLIARI, Suélen. Método para determinar a escala de trabalho de profissionais de enfermagem em uma instituição hospitalar. 2020.

PENNA, Puca Huachi Vaz; SUBRAMANIAN, Anand; OCHI, Luiz Satoru. An iterated local search heuristic for the heterogeneous fleet vehicle routing problem. Journal of Heuristics, v. 19, n. 2, p. 201-232, 2013.

PINTO, Altair Jussadir da Silva et al. Um algoritmo ILS–RVND para o problema de escalonamento do tipo flow shop de permutação com tempo de conclusão total como medida de desempenho. 2021.

PLOUVIER, Luciano Ferreira; OCHI, Luiz Satoru. Segmento de Logística Reversa e Transportes no Contexto de Cidades e Regiões Inteligentes: Literatura e Proposta. In: Anais do III Workshop Brasileiro de Cidades Inteligentes. SBC, 2022. p. 159-167.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

QUAL a importância da participação do setor privado no SUS?. Nexxto, 2021. Disponível em: <<https://nexxto.com/qual-a-importancia-da-participacao-do-setor-privado-no-sus/#:~:text=Em%20geral%2C%20a%20participa%C3%A7%C3%A3o%20do,e%20pagos%20com%20recursos%20p%C3%ABlicos>>. Acesso em: 8, abril de 2023.

RAMOS, Fernando Maciel et al. Relação entre indicadores de qualidade e econômicos: um estudo em uma rede de hospitais do terceiro setor do Sul do Brasil. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 26, p. 453-461, 2018.

ROCHA, Marcelo Lisboa; PRATA, David Nadler; DA SILVA NETO, Antônio J. MODELAGEM MATEMÁTICA E SOLUÇÃO EXATA DO PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE ESCALAS MÉDICAS. XXI Encontro Nacional de Modelagem Computacional e IX Encontro de Ciência e Tecnologia de Materiais, 2018.

ROSA, Patrick Moreira. Roteamento de unidades móveis de mamografia em Minas Gerais. 2021.

SANTOS, Vívian Ludimila Aguiar; ARROYO, José Elias Claudio. Sequenciamento de tarefas em máquinas paralelas considerando desgastes dependentes da sequência. XLVII SBPO, Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, p. 2572-2583, 2015.

SCHNEIDER, Eduarda Maria; FUJII, Rosângela Araújo Xavier; CORAZZA, Maria Júlia. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 5, n. 9, p. 569-584, 2017.

SOUZA, E. et al. UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA MISTA PARA ALOCAÇÃO DE PESSOAL: UM ESTUDO DE CASO EM UM HOSPITAL DO AGRESTE PERNAMBUCANO. In: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2022, Juiz de Fora. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2022. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbpo/sbpo-2022/trabalhos/um-modelo-de-programacao-linear-inteira-mista-para-alocacao-de-pessoal-um-estudo?lang=pt-br>> Acesso em: 29 Maio. 2023.

TAVARES, Lorena Kerollen Botelho; DE OLIVEIRA MOREIRA, Mayron César. UMA INTRODUÇÃO À CONFIGURAÇÃO AUTOMÁTICA DE ALGORITMOS. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, v. 12, p. 1-13, 2020.

VAN DEN BERGH, J.; BELIEN, J.; DEBRUECKER, P.; DEMEULEMEERSTER, E.; DEBOECK, L.. Personnel scheduling: A literature review. *European Journal of Operational Research*, v. 226, n. 3, p. 367-385, 2012.

VESSELINOVA, Natalia et al. Learning combinatorial optimization on graphs: A survey with applications to networking. *IEEE Access*, v. 8, p. 120388-120416, 2020.