



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

ELLEN RODRIGUES DE SOUZA REIS

**ALOCÇÃO OTIMIZADA DE VOLUNTÁRIOS EM PROGRAMA DE
RESTABELECIMENTO DE LAÇOS FAMILIARES POR UMA ONG INTERNACIONAL**

São José dos Campos

2024

ELLEN RODRIGUES DE SOUZA REIS

**ALOCÇÃO OTIMIZADA DE VOLUNTÁRIOS EM PROGRAMA DE
RESTABELECIMENTO DE LAÇOS FAMILIARES POR UMA ONG INTERNACIONAL**

Trabalho de graduação apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp.

Orientador: Dr. Irineu de Brito Junior

São José dos Campos

2024

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2024]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Reis, Ellen Rodrigues de Souza

Alocação otimizada de voluntários em programa de restabelecimento de laços familiares por uma ONG internacional / Ellen Rodrigues de Souza Reis. - São José dos Campos : [s.n.], 2024.
47 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2024.

Orientador: Irineu De Brito Junior.

1. Otimização. 2. Alocação. 3. Voluntários. 4. Solver. 5. Modelagem. I. De Brito Junior, Irineu, orient. II. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - UNESP. IV. Universidade Estadual Paulista (UNESP). V. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP com adaptações - STATI, STRAUD e DTI do ICT/UNESP.

Renata Aparecida Couto Martins CRB-8/8376

BANCA EXAMINADORA

Dr. Irineu Brito Junior (orientador)

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

Departamento de Engenharia Ambiental (DEA/ICT)

Ricardo Gabbay de Souza

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

Departamento de Engenharia Ambiental (DEA/ICT)

Marcus Vinícius do Nascimento

Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATEC)

São José dos Campos, 20 de Maio de 2024.

RESUMO

RODRIGUES DE SOUZA REIS, Ellen. **Alocação otimizada de voluntários em programa de restabelecimento de laços familiares por uma ONG internacional**. 2024. Trabalho de graduação (Bacharel em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2024.

A alocação de pessoas é um processo crítico em diversas áreas de aplicação. No que se refere a serviços voluntários, esta gestão se torna ainda mais complexa, por considerar não apenas as exigências do supervisor, mas, também, as preferências do candidato. Caso estas não sejam incluídas no gerenciamento, a satisfação dos colaboradores é reduzida e, consequentemente, a rotatividade dos trabalhadores é aumentada. Na gestão de emergências e situações pós-crise, o tempo constitui um fator de criticidade, de modo que a alocação dos voluntários deva atender à urgência de resposta. A restituição de laços familiares é um conjunto de serviços de apoio em situação pós-desastre, que envolvem o fornecimento do contato entre pessoas separadas por conflitos armados, políticos, catástrofes naturais, dentre outros. Mesmo que apresentando um perfil díspar do trabalho mercantil, o serviço de voluntariado também tem foco na minimização dos custos. Para atendimento da otimização enfatizada, os algoritmos heurísticos surgem como uma ferramenta útil. A ação deles unifica a otimização e a eficiência tecnológica, de modo que a modelagem da força de trabalho auxilie no agendamento de voluntários. Dessa forma, tanto os fatores de motivação dos voluntários são atendidos, como o tempo enquanto limitação. O *Solver*, um suplemento do Excel MS, contribui significativamente para a exequibilidade do agendamento, tendo em vista sua gratuidade e facilidade de uso, ao passo que não exige do usuário conhecimentos em linguagem computacional. Da formulação do modelo, torna-se possível, no entanto, perceber limitações com relação ao programa – que apresenta dificuldade na execução de comandos relacionados às alocações máximas por turno. Da otimização, foi possível gerar um cronograma de alocação respeitando as restrições de cargas máxima e mínima, assim como gênero dos voluntários a trabalhar nos turnos. As variações na quantidade de trabalhadores designados se relacionam, principalmente, à restrição de gênero imposta, assim como a disponibilidade dos voluntários.

Palavras-chave: otimização; alocação; voluntários; *Solver*; modelagem.

ABSTRACT

RODRIGUES DE SOUZA REIS, Ellen. **Optimized volunteer allocation in a family reunification program by an international NGO**. 2024. Undergraduate thesis (Environmental Engineering Degree) – São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology, São José dos Campos, 2024.

Allocation of people is a critical step in lot of fields of application. Regarding volunteer services, the management becomes even more complex, as it considers not only the supervisor's requirements but also the candidates' preferences. If the management does not include the volunteers' desires, employee satisfaction is reduced, and consequently, the staff turnover is increased. In emergency management and post-crisis situations, time is a critical factor, so the allocation of volunteers must meet the urgency of response. Family reunification is a set of support services in post-disaster situations, involving the supply of contact between people separated by conflicts, natural disasters, etc. Despite having a disparate profile from mercantile work, volunteer services also focus on cost minimization. To achieve the emphasized optimization, heuristic algorithms emerge as a useful tool. Their action unifies optimization and technological efficiency, so that workforce modeling assists in volunteer scheduling. In this way, both volunteer motivation factors and time constraints are addressed. Solver, an MS Excel tool, significantly contributes to the feasibility of scheduling, given its free availability and user-friendly interface, while not requiring the user to have knowledge of computer programming languages. From the formulation of the model, it becomes possible, however, to perceive limitations in relation to the program – which presents difficulties in executing commands related to maximum allocations per shift. From the optimization, it was possible to generate an allocation schedule respecting the maximum and minimum load restrictions, as well as the gender of volunteers working on shifts. Variations in the number of assigned workers are mainly related to the gender restriction imposed, as well as the availability of volunteers.

Keywords: optimization; allocation; volunteers; Solver; modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo da matriz Solução (V_{ij} - células C4:N24).....	27
Figura 2 – Célula Objetivo.....	28
Figura 3– Função objetivo via <i>Solver</i>	28
Figura 4– Restrição de binaridade da solução no <i>Solver</i>	29
Figura 5– Definição das cargas máxima e mínima por voluntário.	29
Figura 6– Restrição de cargas máxima e mínima no <i>Solver</i> (equação 3 e 4).....	30
Figura 7– Cálculo do gênero dos voluntários por turno.....	31
Figura 8– Equação 5 via <i>Solver</i>	31
Figura 9– Matriz Disponibilidade (d_{ij}).	32
Figura 10– Restrição da disponibilidade dos voluntários.	32
Figura 11– Resultado da designação das variáveis.....	36
Figura 12– Resultado da função objetivo e porcentagem ocupada.....	36
Figura 13– Voluntários sem cumprimento da carga máxima semanal.	37
Figura 14– Matriz Ociosidade com ênfase nos voluntários que não cumpriram carga máxima semanal.	37
Figura 15– Análise de atendimento da demanda.	38
Figura 16 - Análise das disponibilidades.	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 Motivação dos voluntários.....	14
2.2 Gerenciamento de voluntários	16
2.3 Crise e gestão de crise	17
2.4 Pesquisa Operacional.....	18
2.5 Problemas de Timetabling.....	20
3 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	22
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
4.1 Utilização do Solver Excel®	26
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Entende-se, por “voluntariado”, a dedicação de tempo ao auxílio de organizações, indivíduos ou grupos (Wilson, 2000). Sabendo disso, percebe-se a atividade como uma ação pró-social, por oferecer ao voluntário um retorno a partir do beneficiamento de terceiros (PENNER, 2005). No entanto, as vantagens do serviço não são recebidas apenas pelo voluntário, mas, também, pelas organizações, cuja manutenção de projetos passa a ser impulsionada, legitimando-as (CALDANA et al., 2012). Sendo o trabalho voluntário díspar do tradicional pela ausência de compensação monetária, a gerência desse serviço deve ser pensada de forma dedicada (RODRIGUES et al., 2014). Ainda assim, a literatura não apresenta quantidade satisfatória de investigações sobre o gerenciamento focado em retenção dos voluntários e na promoção das atividades da organização beneficiada (POWER; NEDVETSKAYA, 2022; PIATAK; CARMAN, 2023).

Abordagens sobre o gerenciamento de voluntários destacam a definição de indicadores de sucesso, dentre os quais citam-se: eficiência, eficácia e efetividade (DOMENEGHETTI, 2001). O primeiro elemento se relaciona à potencialização dos recursos utilizados, o segundo, ao cumprimento das metas e o terceiro, atingimento da meta de acordo com necessidades da organização. Desse modo, para otimização dos processos, foco das organizações de operações humanitárias (FALASCA; ZOBEL, 2012), deve-se direcionar esforços para aprimorar essas características. Além disso, parte crucial da gestão de voluntários corresponde ao seu recrutamento e à sua seleção (MERRILL, 2003), etapas que incluem, por exemplo, a designação de tarefas aos colaboradores e definição de seus horários de trabalho.

A atribuição de tarefas a voluntários é um problema de alocação de recursos (LASSITER et al., 2015), de modo que, sem uma gestão adequada, os voluntários se mostrem um complexo problema no gerenciamento de desastres, podendo ameaçar a continuidade da organização (FALASCA; ZOBEL, 2012). Para garantia da qualidade do serviço prestado e compreensão dos mecanismos envolvidos na execução da atividade, é imprescindível que o gestor supervisione de forma constante e direta (ABROKWAH et al., 2023).

Um recurso fundamental para a atuação de uma organização humanitária é a sua base de voluntários (LASSITER et al., 2015). Dentre os processos presentes nessa, tem-se o de “logística humanitária”, corresponde às operações focadas no planejamento, implementação e supervisão eficazes de suprimentos para resposta à ocorrência de calamidades em uma comunidade (THOMAS & MIZUSHIMA, 2005). Os voluntários, por sua vez, podem contribuir com uma gama de tarefas, apresentando como vantagem desde a fácil mobilização pensada na resposta imediata a emergências

até o aumento da capacidade operacional (BUTT et al., 2021). No gerenciamento de desastres, a logística humanitária é a disciplina de maior relevância (HEZAM et al., 2021).

A resolução da Agenda 2030 define os trabalhadores voluntários como um dos maiores *stakeholders* para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (AMARAL et al., 2023). Ainda, o retorno em “capital social” advindo de serviços de voluntariado propicia maior equidade na distribuição de recursos a uma sociedade a partir da implementação de políticas públicas – as quais passam a ser melhor acessadas pela comunidade (CAHIGAS et al., 2023; SANTOS; NUNES, 2016). Assim, torna-se possível correlacionar o gerenciamento de voluntários ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 10, referente à “Redução de Desigualdades”. Esta relação é enfatizada pela própria Organização das Nações Unidas (ONU) que, em 2019, estabeleceu o tema do Dia Internacional do Voluntário como sendo o “Voluntário para um Futuro Inclusivo”, destacando a contribuição dos voluntários para a construção de sociedades mais igualitárias e para com o ODS 10, reduzindo a desigualdade dentro dos países (ONU, 2019).

A logística humanitária, assim como a empresarial, tem ênfase na eficiência e minimização dos custos. Sendo assim, fundamentos da logística empresarial constituem base para o desenvolvimento da humanitária (CHANDES; PACHÉ, 2010). A criticidade das ocorrências relacionadas à logística humanitária faz com que a prestação de serviços deva ocorrer de forma imediata, pensando nas vítimas dos desastres (TAREI et al., 2024).

A atribuição de tempo para a prestação de serviços também é percebida nas organizações quando considerada a tomada de decisão no serviço voluntário, apresentando necessidades específicas (ESCALLON-BARRIOS et al., 2024). Isso porque, a distribuição da força de trabalho de organizações sem fins lucrativos se mostra mais incerta e complexa quando em comparação com as formas tradicionais de trabalho (XUE et al., 2024). Dentre os motivos, cita-se a disponibilidade daqueles que se voluntariam, tendo em vista a ocupação deles - profissional e pessoalmente (SOUTHBY et al., 2019).

A otimização entra como um recurso favorável na gestão de organizações, pois permite, nas operações, a maximização ou minimização dos custos e, conseqüentemente, do lucro (PELLICANO et al., 2024). No campo da otimização, os algoritmos heurísticos são uma importante ferramenta para resolução de modelos completos de programação matemática, sendo uma alternativa útil por unificar a otimização e a eficiência tecnológica (TAOUKTSIS; ZIKOPOULOS, 2024).

Do conhecimento dos benefícios providenciados pela modelagem de otimização nos problemas de tomada de decisão, a modelagem da força de trabalho surge para auxiliar as plataformas de auto agendamento dos voluntários (RODRÍGUEZ-ESPÍNDOLA et al., 2023; ESCALLON-BARRIOS et al., 2024).

Problemas de *Timetabling* (TT), são tidos na literatura há mais de seis décadas, compondo temática relevante dentro da área de pesquisa operacional (KHEIRI; KEEDWELL, 2017). *Timetabling* consiste na geração de quadro de horas, ou alocação/escalonamento de horários. Está associada à demanda de otimização e que se relaciona a vivências práticas tais como transporte e cursos de instituições de ensino (DEMIRO, 2022). Os problemas de TT, portanto, mostram-se de grande valia e, quando solucionados, auxiliam diversos obstáculos percebidos pela comunidade. A designação de tarefa é um tipo de problema de Programação Linear em que são alocados recursos humanos para execução de atividades a partir de um dado objetivo (MARQUES et al., 2011).

A solução de problema de TT, caso realizada manualmente, torna-se dispendiosa e, além de requerer extensa horas-homem trabalhadas, abre margem para soluções inviáveis. Com isso, a otimização envolvendo modelos operacionais automatizados tem ganhado relativo destaque (ZENG; HU, 2022). O *Solver*, ferramenta de extensão do Excel, consiste em um importante recurso para realização de simulações utilizando *spreadsheets*. Por isso, apresenta como uma de suas vantagens a disposição facilitada dos dados apresentados (BRITO et al., 2014).

O agendamento de força de trabalho é observado na literatura não apenas em operações humanitárias e sistemas de emergência, sendo aplicável, também, a *call centers*, transportes e no ramo da saúde. Estes estudos estão voltados em sua maioria ao planejamento centralizado, no qual a mão de obra é atribuída às atividades com a necessidade de se maximizar ou minimizar determinado objetivo organizacional (ESCALLON-BARRIOS et al., 2024).

Destaca-se a importância de se considerar também as preferências dos candidatos quanto às tarefas que estes realizarão, a fim de se diminuir a rotatividade dos voluntários nas organizações e manter a satisfação deles no longo prazo - fatores consideravelmente relevantes no campo do voluntariado (ESCALLON-BARRIOS et al., 2024). Abualkhair et al. (2020) abordam a influência das estratégias de alocação de voluntários nos indicadores de sucesso de uma organização, estratégias essas que impactam, por exemplo, o nível de serviço e a taxa de espera.

Este trabalho fundamenta-se na necessária continuidade dos estudos voltados à distribuição de recursos com base em objetivos organizacionais, como destacado por Blanck e Bandeira (2015), que apontam a otimização como “objeto de busca permanente dos gestores”. Visa-se, portanto, explorar estratégias de agendamento da mão de obra voluntária, com base nas necessidades estabelecidas pela organização orientada.

Este estudo pretende otimizar a produtividade de uma Organização Não Governamental (ONG) internacional de ajuda humanitária em seu programa de Restabelecimento de Laços Familiares. Para isso, é estabelecido como objetivo único a maximização do número de voluntários a trabalhar nos turnos durante uma semana. Assim, este projeto desenvolve um modelo de otimização

multicritério para agendamento de tarefas, conforme a solicitação. A modelagem será conduzida a partir do suplemento *Solver* MS Excel e se baseia nos requisitos apresentados pela ONG, a qual estabelece as restrições a serem consideradas para a alocação dos colaboradores. Os critérios consideram o gênero dos voluntários assim como o cumprimento de horas semanais para que se cumpra com a política de participação da organização. Além disso, a disponibilidade dos voluntários é considerada para a criação do cronograma. São examinados os resultados, de modo a se avaliar a aplicabilidade do modelo com base no atendimento das necessidades estabelecidas pela ONG. Os objetivos e condução do modelo podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias que estimulem os serviços voluntários e da literatura relacionada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para gerenciamento de trabalhos voluntários, é necessário explorar a definição deste serviço, não existindo, no entanto, um conceito único (LASSITER et al., 2015; PACIAROTTI et al., 2018). Este fato se dá, por exemplo, devido às diferenças existentes entre os serviços de voluntariado percebidas de acordo com a região na qual estes são desenvolvidos, tendo em vista a influência de fatores políticos, socioeconômicos, demográficos e culturais (SHARIFI et al., 2024). A atividade é percebida no Brasil já entre os primeiros grupos colonizadores, no ano de 1543, através da inauguração da Santa Casa (NACCACHE et al., 2021). No entanto, o atraso da organização deste setor por centros gerenciais - datada por volta de 1990 - pode ser apontada como um dos fatores pelos quais as abordagens teóricas sobre o gerenciamento de voluntários sejam ainda consideradas recentes no país (DOHME, 2001).

Pode-se discorrer sobre o entendimento de voluntariado a partir das definições trazidas por Salamon e Sokolowski (2016), os quais entendem o papel do voluntariado como a responsabilidade de prover serviços sem expectativa de retornos financeiros, considerando apenas o beneficiamento de pessoas para além do domicílio ou família do voluntário. Shin e Kleiner (2003) vão além, abrangendo as compensações percebidas pelo trabalho voluntário, que incluem, além do desenvolvimento do próprio prestador, beneficiamento da organização envolvida e da comunidade em que ela se insere. Isso porque os autores evidenciam a maior coesão da sociedade quando da providência de serviços voluntários. Assim, díspar às formas tradicionais de trabalho, em que se constrói um perfil impessoal e mecanicista, o serviço em questão se mostra como fonte de realização. A Organização das Nações Unidas (ONU), por sua vez, entende trabalho voluntário como dedicação não remunerada a atividades por interesse próprio do voluntário - em tarefas organizadas ou não (CORULLÓN; MEDEIROS FILHO, 2002). Já Penner (2002) entende que o serviço voluntário exige planejamento comportamental e vínculos de longo prazo.

Ainda que o trabalho voluntário não tenha vínculo mercantil, é comprovada a associação entre o voluntariado e o desenvolvimento econômico de um país. Sampson (2006) estima que, em 1998, a partir das horas trabalhadas de forma voluntária, com um total equivalente ao trabalhado por 109 milhões de indivíduos nos Estados Unidos em um trabalho integral, um retorno de centenas de milhares de milhões de dólares tenha ocorrido (AINSWORTH, 2020). O desenvolvimento destas ações por empresas também colabora para construção de uma imagem positiva, maior ligação com seus funcionários e, conseqüentemente, aumento dos lucros. Wilson et al., (2020) concluem que a realização de trabalhos voluntários durante a graduação intensifica o rendimento dos trabalhadores

em suas experiências profissionais iniciais e nas remunerações recebidas. O retorno aos postos de trabalhos após pausas também é acelerado quando da realização de voluntariado pelo proletário.

Não apenas, o serviço voluntário possui retorno no chamado “capital social” (CAHIGAS et al., 2023). O conceito se relaciona com os recursos disponibilizados a uma sociedade a partir de suas conexões interpessoais. Dentre os benefícios, citam-se o desempenho das políticas públicas, cujos serviços passam a ser melhor acessados pela população (SANTOS; NUNES, 2016).

Millora (2020) ressalta a prestação de serviços voluntários como uma forma de encaminhamento para o alcance dos objetivos estabelecidos pela Agenda de Desenvolvimento Sustentável de 2030 ao passo que amplia esforços coletivos e individuais. A execução da Agenda deve ocorrer pela integração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nas estratégias corporativas e no desenvolvimento de novos modelos de negócios (ROSATI; FARIA, 2018). Sendo assim, o incentivo às formas não tradicionais de trabalho pode ser colocado como uma importante ferramenta para o alcance do desenvolvimento sustentável.

No Brasil, a grande intersecção entre as esferas pública, privada e religiosa - resultado do processo de colonização - interfere no perfil do trabalho voluntário. Como consequência, a origem deste serviço se deu muito vinculada a ações de caridade cristã, estabelecidas por grupos católicos (LIMA; BARELI, 2011). Sposatti (2002), citado por Pegado (2012), afirma: “(...) Dessa forma, o trabalho voluntário fica secularmente atrelado à igreja e a classe rica ancorado na filosofia do cristianismo obedecendo às encíclicas papais”.

A Declaração Universal do Voluntariado, aprovada em 1990 e requisitada pela *Internacional Association for Volunteer Effort* (IAVE), consiste em um bom guia com relação à definição de voluntário (SOUZA, 2008). Esta estabelece que o voluntariado é um serviço automotivado, realizado em conjunto a outros prestadores e a fim de estimular o envolvimento comunitário. Ainda, destaca a importância para a economia, ao passo que contribui para a geração de emprego e renda.

A partir da década de 90, a intensificação da prestação voluntária de serviços fez com que, em 1998, fosse promulgada a chamada “Lei do Voluntariado”, de número 9.608 (BRASIL, 1998). A lei foi sancionada em 18 de fevereiro de 1998 pelo então presidente Fernando Henrique Cardoso e define (com as alterações no Artigo Primeiro da Lei 13.297 de 2016):

Art. 1º Considera-se serviço voluntário, para os fins desta Lei, a atividade não remunerada prestada por pessoa física a entidade pública de qualquer natureza ou a instituição privada de fins não lucrativos que tenha objetivos cívicos, culturais, educacionais, científicos, recreativos ou de assistência à pessoa (...).

Art. 2º - O serviço voluntário será exercido mediante a celebração de Termo de Adesão entre a entidade, pública ou privada, e o prestador do serviço voluntário, dele devendo constar o objeto e as condições de seu exercício.

Art. 3º - O prestador de serviço voluntário poderá ser ressarcido pelas despesas que comprovadamente realizar no desempenho das atividades voluntárias.

Ainda que seja colocada a criação da lei como um instrumento estimulador do voluntariado no país, percebe-se a ausência de mecanismos propulsores do serviço na legislação, estando limitada apenas à definição do trabalho voluntário (PEGADO, 2012). A promulgação colaborou, no entanto, para a padronização do serviço - podendo ser indicado como um primeiro passo para a gestão do voluntariado (GOMES; 2013). Ainda, apesar de sua importância, a Lei não é divulgada de forma suficiente, de modo que mais da metade (55%) dos voluntários não tenha conhecimento sobre ela - estando esse dado diretamente associado ao grau de escolaridade e à renda do colaborador (NACCACHE et al., 2021).

Sendo o voluntariado um serviço não remunerado e sem compensações extrínsecas, a permanência dos voluntários é dificultada. Os obstáculos se contrapõem aos motivos da prestação de serviço, exigindo uma gestão dedicada exclusivamente a esta forma de trabalho (SAKSIDA et al., 2017).

2.1 Motivação dos voluntários

A retenção de voluntários nas entidades é um importante tópico na literatura, ainda que inexplorado (JOSEPH; CAROLISSEN, 2021). Dentre os motivos, pode-se citar a dificuldade apresentada no cumprimento destes requisitos, que se estabelecem como principal desafio, por exemplo, nos serviços voluntários prestados a eventos (SENEVIRATHNA et al., 2023). Dentre as causas apontadas para evasão de voluntários, citam-se os obstáculos relacionados à motivação e percepção do voluntário quanto aos serviços que virão a ser prestados (KIM et al., 2019).

Devido às adversidades, os itens de influência sobre a motivação do voluntariado têm sido foco de pesquisas de investigação (KWADZO, 2021; SENEVIRATHNA et al., 2023; NEELY et al., 2022). Escallon-Barrios et al., (2024) abordam a importância da motivação como fator de gerenciamento, relacionando o agendamento das tarefas com as preferências e comportamentos dos voluntários. Ressalta-se o entendimento neste estudo de motivação enquanto fator determinante da duração do trabalho desempenhado e resultado da relação agente-ambiente (LATHAM; PINDER, 2005). Dentre os desafios, citam-se a percepção da tarefa desenvolvida como similar à de um posto de trabalho, gestão ineficaz do voluntário e não coerência entre as tarefas atribuídas ao voluntário e as expectativas sobre o cargo pelo voluntário.

No voluntariado, as vontades daquele que presta o serviço devem ser consideradas e as tarefas recebidas modeladas com base nisso para além de nas capacidades do indivíduo. Isto porque, não

sendo uma forma tradicional de trabalho, a inexistência de remuneração afeta a satisfação e permanência do executante (FALASCA; ZOBEL, 2012).

O Manual da VOAHR (2016) também cita *feedbacks* e sessões de reconhecimento como fundamentais para motivação dos prestadores de serviço voluntário (LOPES, 2020). Tsai et al., (2024) destacam a influência positiva sobre as equipes a partir da apreciação por parte dos líderes e supervisores – evidenciando a necessidade de reconhecimento dos voluntários. Wilson (1996) vincula este desejo à formação da Pirâmide de Maslow que, em suas camadas superiores, relaciona-se à sensação de pertencimento, auto estima e realização. A própria atribuição do serviço de voluntariado como um atrativo para recrutadores em processos seletivos profissionais faz com que os voluntários almejem por esta troca com seus superiores. Dessa forma, podem ser percebidos os incentivos não altruístas dos voluntários que, diversas vezes, têm interesse pela função devido ao beneficiamento próprio (KIM et al., 2019).

A motivação do voluntariado vai além da autorrealização e considera, também, a adequação pessoa-organização (P-O). Entende-se este conceito como a conformidade entre os atributos da organização para qual um indivíduo trabalha e as características apresentadas por ele (KRISTOF, 1996). O ajuste pessoa-organização se relaciona com a taxa de rotatividade dos voluntários de uma organização, a qual é inversamente proporcional à adequação P-O, tendo em vista que um baixo nível dela gera a intenção de abandono da organização pelo fim de sua atratividade. Este desinteresse pode surgir, por exemplo, da sensação de incompetência na realização das tarefas, de modo que o voluntário perca o sentimento de compatibilidade e conforto dentro da organização para qual trabalha (KIM et al., 2007).

Falasca e Zobel (2012) também inserem a correspondência entre as vontades dos voluntários e as tarefas delegadas como um dos principais fatores da gestão de voluntariado. Ünal e Turgut (2015) definem como fatores de correspondência que compõem a adequação P-O: valores, cultura, necessidades e orientação. Clary, Snyder e Worth (2003), por sua vez, definem os componentes do ajuste P-O como facilitadores e obstáculos, fazendo parte do primeiro grupo: valor, autoaperfeiçoamento, compreensão, carreira, relações interpessoais e autoproteção. A visão dos executantes do trabalho voluntário como uma ocupação paralela ao serviço remunerado, não como beneficência, colabora para que a organização seja tida também como provedora de capacitação - sendo encarregada do treinamento dos voluntários e da responsabilidade pelos resultados e produtividade. O programa de formação dos voluntários, então, deve corresponder às carências dos prestadores de serviço e considerar a cultura da organização e da sociedade à qual o voluntário pertence (FALASCA; ZOBEL, 2012; PIRANI et al., 2022).

2.2 Gerenciamento de voluntários

Sabendo que a cultura da organização tem relação direta com os resultados esperados pela entidade, o objetivo/valor dela passa a integrar o escopo de seu gerenciamento (GOMES, 2013;). Dohme (2001) estabelece a gestão da força de trabalho dos voluntários como parte do papel da organização - responsável, também, pelos valores que compõem a entidade e a forma como são cumpridos. Ainda assim, as investigações relacionadas à gestão de voluntariado e os fatores que a influenciam ainda são limitadas (POWER; NEDVETSKAYA, 2022). Ridder et al., (2012) corroboram, abordando a escassez de arquiteturas da gestão de pessoas apesar de sua importância. O gerenciamento de recursos humanos é parte da estratégia de uma organização e permite o desenvolvimento dos integrantes dela.

A gestão, quando da grande quantidade de voluntários, é prejudicada e não recebe o investimento necessário na literatura, ainda que seja um dos principais obstáculos percebidos no gerenciamento das organizações. Como detalhado anteriormente, a permanência dos voluntários na organização tem relação com a forma de gerenciamento dela. A própria participação dos voluntários é afetada pela gestão do ambiente em que se executam as atividades (PACIAROTTI et al., 2018).

Domeneghetti (2001) estabelece gerenciamento como sendo a orientação de uma organização ou departamento para a definição de metas associadas a uma finalidade específica. A autora define as funções gerenciais, sendo quatro: Planejamento, Organização, Direção e Controle. A primeira se relaciona à rotina de trabalho e às diretrizes de tomada de decisão para atingimento dos objetivos do setor, os quais variam com a missão da organização assim como o público para o qual a mesma trabalha. A organização, por sua vez, consiste na atribuição de tarefas para cada um dos voluntários integrantes. A direção compreende as ações tomadas pelo responsável da gestão na organização, que deve trabalhar a retenção e participação dos voluntários, colaborando para a motivação desses. Por fim, o controle consiste nas na análise dos indicadores de sucesso da iniciativa, pela comparação entre os objetivos previamente definidos e os resultados alcançados. Ressalta-se que estas funções da administração devem ser complementadas por um destaque no pessoal e uma visão sistêmica em cada estágio citado - além das ações relacionadas ao reconhecimento dos serviços prestados e ao apoio dos gestores.

Beckhauser e Domingues (2017) também definem as atividades que devem ser contempladas pela gestão do voluntariado. Segundo os autores, são três: Recrutamento, Execução e Término. A primeira é constituída pelas atividades voltadas ao compartilhamento do trabalho desempenhado, a fim de aumentar a atratividade apresentada pela organização. O processo de seleção dos voluntários, termo de adesão da sua aprovação e integração do executante também estão inclusos na atividade. De

forma geral, compreende as tarefas que se relacionam diretamente à captação e retenção inicial dos participantes do serviço. Domeneghetti (2001) também ressalta a importância de um plano estruturado para a admissão de voluntários pela organização. A execução, por sua vez, envolve desde a atribuição de tarefas para cada um dos prestadores, até o treinamento para a realização dessas e o fornecimento de *feedback* para os colaboradores. Phillips e Hackett., (2011), definem como um dos principais desafios às tarefas de recuperação, após desmoronamento em Barbados em 2007, a ausência de definição clara quanto às funções de cada um dos voluntários envolvidos. O Término, que consiste no encerramento do vínculo voluntário-organização, também é colocado como etapa fundamental do gerenciamento eficaz da entidade, que deve promover o remanejamento do voluntário para outras funções - ou renovar o contrato dele - assim como o reconhecimento dos benefícios trazidos pelo serviço desempenhado.

A *Association of Volunteers Bueraus* também recomenda um plano específico de gestão do serviço, tendo indicado a necessidade de estabelecimento e revisão de metas a curto e longo prazo, assim como definição de métodos de recrutamento, alocação e supervisão das atividades (BARROS, 2007).

2.3 Crise e gestão de crise

Um recurso fundamental para a atuação de organizações voltadas à resposta a desastres é a sua base de voluntários (LASSITER et al., 2015). De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), desastre consiste em todo o evento que impacta nas condições normais de uma sociedade ou território, de modo que as alterações percebidas ultrapassem a capacidade de ajustamento deste mesmo ambiente, a qual varia de acordo com os recursos e condições previamente apresentados pelo grupo afetado – como vulnerabilidades e recursos (*Institucional Strategy for Disaster Reduction*, 2009). Van Wassenhove (2006) corrobora, estabelecendo desastre como toda a alteração no sistema que o afeta fisicamente e interfere em suas metas e prioridades.

Os desastres podem ser divididos entre duas classes: naturais, relacionados a eventos do meio ambiente - como inundações e terremotos - e antrópicos, com causa associada à ação humana, envolvendo, por exemplo, conflitos armados (LASSITER et al., 2015).

Ao ser excedida a capacidade de autoajuste de um local, é estabelecido um cenário de emergência social, tendo em vista a necessidade de reorganização da sociedade impactada, que deve, a partir disso, mitigar as desigualdades acentuadas pela ocorrência. A resposta a estas alterações, visando a proteção e reparo dos danos causados aos grupos menos favorecidos, é a gestão de crise (GONÇALVES; PISCO, 2023).

Altay e Green (2006), estabelecem quatro etapas para o Gerenciamento de Operações de Desastre (DOM): mitigação, preparação, resposta e recuperação. Dentre as ações de resposta, fase de influência notória dos voluntários, citam-se as de restabelecimento - voltadas ao retorno à normalidade das condições apresentadas pelo local atingido pelo evento indesejado. São aquelas que alteram o ambiente durante sua implementação apenas, não havendo mudanças estruturais definitivas, apenas provisórias. Esta etapa, que se dá, geralmente, logo após a ocorrência do imprevisto, é a mais urgente na operação humanitária, tendo sua extensão influência direta da magnitude do desastre (RABIEI et al.,2023).

Krogh e Lo (2023) definem que, para atendimento das necessidades percebidas no pós-desastre imediato, a mão de obra voluntária compõe uma fonte de recursos fundamental para prosseguimento das operações de desastre. Os autores ressaltam que os voluntários são um recurso crítico que viabiliza uma resposta em mais curto prazo e que atende às demandas variáveis apresentadas pela fase de resposta da emergência.

Gonçalves e Pisco (2023) definem que a gestão de crise apresenta três principais metas, sendo: redução das perdas pelo evento; assistência do pessoal afetado e recuperação rápida e duradoura do sistema interferido. Percebe-se, dessa forma, a pressão do tempo como um ponto crítico no gerenciamento, interferindo, conseqüentemente, no perfil do serviço voluntário prestado (AINSWORTH, 2020). O tempo também é um fator limitante para a tomada de decisão pelos gestores da emergência. A alocação de voluntários deve obedecer à urgência de resposta, de modo a se relacionar tanto à coleta de dados relacionados à preferência e capacidades dos voluntários, como também à qualidade da etapa de atribuição de serviços (FALASCA; ZOBEL, 2012).

2.4 Pesquisa Operacional

Com surgimento durante a Segunda Guerra Mundial, a Pesquisa Operacional (PO) se formou como uma área voltada à solução de problemas de logística e tática militar (SOARES et al.,2023). Sua aplicação, portanto, se dá a problemas reais e é voltada à análise de decisões, por meio de diversas técnicas de modelagem matemática (GOLDBARG, 2005).

Sendo sua aplicação voltada principalmente à alocação de recursos limitados, a pesquisa operacional otimiza as produções, colaborando para a redução do tempo envolvido nos processos executados por uma organização (GASPAR et al.,2018). Esta metodologia consiste na decisão multicritério em que se objetiva a otimização de dada variável, isto é, sua maximização ou minimização (SOARES et al., 2023). Estudos apontam a aplicação da PO como suporte decisório no setor financeiro já deste 1950 (LYRIO et al., 2015). Sua aplicação hoje é ampla, sendo percebida em

áreas como construção civil, saúde, transporte de cargas, sustentabilidade, dentre outros (ROSA et al., 2023; SHAHRIN et al., 2024; BEKTAS et al., 2019; GONZALEZ et al., 2018).

A PO é a modelagem de fenômenos que, se estáticos, são tidos como determinísticos. Neles, os componentes são pré-estabelecidos e aleatoriedades não são admitidas. Problemas dinâmicos, por sua vez, são classificados como estocásticos e os elementos que os compõem apresentam uma probabilidade de ocorrência em certo modo – não sendo constantes conhecidas (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Dos modelos quantitativos usados na PO, a Programação Matemática (PM) é um dos principais (BRUNIERA, 2018). A técnica mais difundida de pesquisa operacional é a chamada Programação Linear (RODRIGUES et al., 2014). Assim, é utilizada quando função objetivo e restrições definidas são expressões lineares. As restrições do modelo são determinações que devem ser respeitadas, sendo um sistema composto por igualdades ou desigualdades (MARINS, 2011). A função objetivo é a função linear das variáveis decisórias, que são aquelas que se podem alterar para a definição do ponto ótimo visado. As variáveis de decisão, por sua vez, são definidas com base nas restrições aplicáveis, que são a região de soluções viáveis para o problema (LOPES et al., 2015).

Diversas são as vertentes da Programação Linear. Dentre elas, tem-se a Programação Linear Inteira (PLI), que se estabelece quando as variáveis podem assumir apenas valores discretos, e não contínuos (GOLDBARG; LUNA, 2005). A PLI, por sua vez, pode ser classificada de acordo com a presença de todas as suas variáveis sendo inteiras (PLI Pura - PLIP); apenas parte delas o sendo (PLI Mista - PLIM); contendo apenas variáveis binárias (PLI Binária - PLIB) ou, então, tendo algumas delas sendo binárias (PLI Binária Mista - PLIBM).

Goldbarg e Luna (2005) definem as etapas para aplicação da metodologia PO, sendo elas: formulação da problemática, construção da modelagem; execução das análises, implementação da solução e, por fim, utilização dela. Na primeira etapa, segundo Hillier e Lieberman (2013), as variáveis a serem resolvidas e as restrições associadas ao problema devem ser esclarecidas. Assim, a construção do modelo deve ser uma simplificação do problema e pode passar por alterações no processo de acordo com as revisões e análises de resultados (PELLICANÒ et al., 2024). A execução das análises compreende a interpretação dos resultados para definir se representam a realidade e a implementação do modelo, a tomada de decisão voltada ao cumprimento das metas fornecidas na solução ótima (LOPES et al., 2015).

Goldbarg e Luna (2005) definem heurística como técnica computacional para determinação de uma solução a partir da avaliação das demais estabelecidas - podendo não haver o alcance, necessariamente, da solução ótima, mas sim de uma próxima a esta. Um método heurístico, deste modo, consiste em um algoritmo que, a cada interação executada, busca a melhor solução para o

problema específico (ROLA, 2021). Um algoritmo, vale ressaltar, é entendido como uma sequência operacional que irá estabelecer as variáveis decisórias (PELLICANÒ et al., 2024).

2.5 Problemas de *Timetabling*

Para gerenciamento eficiente e bom planejamento da força de trabalho, faz-se necessária a construção de modelos para o dimensionamento de trabalhadores (FREITAS et al., 2021). Colin (2007) define o problema de designação como um problema de PL voltado à definição de responsáveis pela execução de atividades estabelecidas. Freire e Braga (2017) ressaltam que problemas de designação têm relação com qualquer tipo de recursos - não necessariamente humano - como períodos, máquinas e locais.

Os problemas de *Timetabling* (TT) são aqueles em que deve haver a designação de componentes com base em restrições pré-estabelecidas, respeitando a limitação finita de tempo e otimizando o objetivo almejado (YAN; GOVERDE, 2019). Dessa forma, TT é tido como uma classe de problemas de agendamento. Wren (1996) traz uma definição satisfatória de *Timetabling*, colocando como um problema em que ocorre a alocação de recursos sujeitos a restrições em uma quantia limitada de intervalos de tempos a fim de atender ao conjunto de objetivos estabelecidos.

A alocação de tarefas consiste, por sua vez, em um processo de otimização do tipo TT, em que há a determinação de serviços para trabalhadores, considerando a carga de trabalho de cada um deles (CHENG; CHU, 2011). O agendamento deve considerar as tarefas requisitadas pela organização assim como a força de trabalho disponibilizada (ESCALLON-BARRIOS et al., 2024). A alocação ótima, seguindo as definições do agendamento, fornece ainda a maximização de variáveis - como rendimento, eficiência, dentre outros - ou a minimização delas - custos e tempo necessário, por exemplo.

Vale ressaltar, o envolvimento das preferências do trabalhador na tomada de decisão do agendamento é fundamental para que os objetivos da organização sejam de fato otimizados, sendo impulsionada a produtividade da instituição (ALSHEDDY; TSANG, 2011). Por fim, ressalta-se a diferença na atribuição de trabalho voluntário (VLA) quando em comparação quando à atribuição em trabalhos tradicionais (TLA), como apresentado por Sampson (2006).

O envolvimento dos requisitos apresentados pelos voluntários compreende o chamado Agendamento Preferencial Centralizado, sendo a tomada de decisão realizada por um supervisor e pautada na disponibilidade do servidor (ESCALLON-BARRIOS et al., 2024). Esta metodologia é a considerada nos estudos envolvendo a alocação de voluntários, como exemplificado na literatura por Falasca et al., (2011). Os autores criaram uma planilha de alocação a fim de reduzir a quantidade de

turnos sem ocupação e minimizar as atribuições indesejadas em uma organização sul-americana. O mesmo é utilizado por Gordon e Erut (2004), quando estabelecem uma alocação em planilha para agendamento de voluntários em um festival de Edmonton, com objetivo de reduzir ao máximo os voluntários excedentes.

3 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Este estudo surgiu da necessidade expressa por um representante de uma ONG Internacional focada na assistência humanitária pós situação de crise. A organização presta serviços de Reestabelecimento de Laços Familiares (RLF), uma ação protetiva voltada à providência e continuidade do contato entre as pessoas separadas por conflitos armados, calamidades naturais e migração. Basicamente, o auxílio se dá por meio de serviços de acesso à *Internet* e chamadas telefônicas interterritoriais nos pontos de conectividade, os quais são espalhados localmente de forma estratégica e considerando a incidência de imigrantes, por exemplo.

Atualmente, a gestão de voluntários nesta organização se dá de forma qualitativa. Assim, da necessidade de prestação de serviços, a alocação do voluntário é realizada de modo aleatório, pela escolha do supervisor responsável - respeitando a disponibilidade expressa por cada um dos colaboradores. Como consequência, perceberam-se obstáculos no cumprimento da política de serviço voluntário da ONG - que estabelece, dentre outros, cargas semanais máximas e mínimas por trabalhador.

Com isso, tem-se a necessidade de otimização de sua gestão, passando a ser quantitativa ao invés de qualitativa. A forma de gestão necessária deve ser viável de se utilizar semanalmente, considerando a atualização dos dados apresentados pelos voluntários de acordo com as preferências deles. Além disso, deve haver rapidez na solução, tendo em vista que os serviços prestados têm o tempo como ponto de pressão.

Para condução do modelo, consideraram-se os objetivos apresentados pelo representante da organização contatada. O contato se deu virtualmente, por mediação do orientador Irineu de Brito Junior. Para apresentação da problemática e esclarecimento das restrições do modelo, foram conduzidas duas reuniões virtuais com o time da ONG, nas datas 11 de Agosto e 15 de Dezembro de 2023.

O objetivo apresentado é único e consiste na maximização do número total de voluntários alocados em turnos durante a semana. Tal condição é típica dos problemas de agendamento de força de trabalho, tendo em vista a necessidade de atendimento às condições apresentadas pela organização em um intervalo de tempo com base em um conjunto de voluntários (ESCALLON-BARRIOS et al., 2024).

Os turnos de trabalho da ONG são divididos entre os períodos da manhã e da tarde, sendo disponibilizados os dias de segunda a sexta-feira. Cada turno tem duração de 5 horas, sendo o matinal das 9h às 13h e o da tarde das 13h às 17h. No que se refere às restrições estabelecidas pela ONG para com o voluntário, citam-se como requisitos para sua adesão:

- a) Carga semanal máxima de 20 horas por trabalhador (4 turnos);
- b) Realização de tarefas por no mínimo 1 turno a cada 7 dias por voluntário;
- c) Além disso, tendo em vista questões de segurança, a ONG tem como requisito a presença masculina no turno de, no mínimo, mesma quantidade que de mulheres.

Na etapa de recrutamento, tem-se a candidatura dos voluntários através do preenchimento de um formulário no qual deve ser informada a disponibilidade do indivíduo, que deve especificar em quais períodos da manhã e da tarde poderá compor um turno completo.

O envio de voluntários se dá de acordo com a necessidade definida pelos gestores – de acordo com a demanda apresentada pelo ponto de conectividade considerado. Assim, cada um dos turnos deve cumprir com a quantidade de voluntários exigidos pela ONG.

Com base no estabelecido por Mineiro et al., (2022), busca-se desenvolver uma pesquisa quantitativa envolvendo programação linear como metodologia. A análise é quantitativa por fazer uso de instrumentos matemáticos para controle de dados. A partir da literatura apresentada, define-se o modelo matemático a ser construído como heurístico do tipo Programação Linear Inteira Binária - como detalhado adiante.

Este estudo segue a metodologia básica das pesquisas operacionais, sendo iniciada pela definição da problemática a ser solucionada e os critérios envolvidos. Esta etapa envolve desde a definição do objetivo, como as restrições aplicáveis e os atores envolvidos.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Do entendimento do problema, parte-se para a sua formulação, considerando as características anteriormente descritas.

Para entendimento das variáveis e parâmetros utilizados no modelo, os mesmos são detalhados na tabela abaixo e utilizados adiante.

Tabela 1 – Conjuntos, parâmetros e variáveis do modelo.

Conjuntos de Índices	
I	Voluntários ($i \in I$).
J	Turnos de trabalho ($j \in J$).
Variáveis de Decisão	
V_{ij}	Binário que assume valor 1 se o voluntário 'i' for atribuído à realização da tarefa no turno 'j'. Caso contrário, a variável retorna 0.
F_{ij}	Matriz binária que retorna 1 caso haja voluntários do gênero feminino alocados no turno. Caso contrário, o elemento assume valor 0.
M_{ij}	Matriz binária que retorna 1 caso haja voluntários do gênero masculino alocados no turno. Caso contrário, o elemento assume valor 0.
Parâmetros Determinísticos	
n_j	Necessidade mínima de voluntários a serem alocados em cada turno.
s_j	Necessidade máxima de voluntários a serem alocados em cada turno.
d_{ij}	Binário que assume valor 0 se o voluntário não tiver disponibilidade para atuação no turno e assume 1 se tiver (matriz disponibilidade).
o_{ij}	Binário que assume valor 1 se a disponibilidade do voluntário não tiver sido aproveitada no turno e 0 caso a disponibilidade tenha sido aproveitada ou seja inexistente (matriz ociosidade).
w_i	Binário que retorna 1 caso o voluntário 'i' seja do gênero feminino. Caso contrário, o elemento assume valor 0.
h_i	Binário que retorna 1 caso o voluntário 'i' seja do gênero masculino. Caso contrário, o elemento assume valor 0.

Fonte: elaborado pelo Autor.

Iniciou-se pela definição do objetivo de otimização - sendo uma função linear das variáveis de decisão. Como exposto, a meta da organização é a maximização da designação de tarefas a

voluntários durante os turnos de uma semana. Desse modo, como expresso pela equação 1, foi criada uma função $f(V_{11}, \dots, V_{nt})$ em que se maximizou a soma dos valores individuais de V_{ij} (solução), sendo esta uma matriz $n \times 10$ – tendo em vista a existência de 10 turnos na semana - cujos elementos são a designação ou não de um voluntário.

O somatório da equação retorna a soma de alocações realizadas no conjunto dos turnos. Sabendo que a quantidade de colaboradores varia de acordo com as candidaturas recebidas, definem-se ‘n’ voluntários e dez turnos, já que cada dia útil da semana contém duas jornadas (manhã e tarde). Dessa forma, a função objetivo é:

$$\text{Maximizar } f(V_{11}, \dots, V_{nt}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{10} (V_{ij}) \quad (1)$$

A variável V_{ij} é uma função de F_{ij} e M_{ij} , sabendo que o número de voluntários considera tanto os de gênero feminino como masculino. Assim:

$$V_{ij} = F_{ij} + M_{ij} \quad (2)$$

No que se refere às restrições apresentadas pela organização, matematicamente, são expressas respectivamente por:

$$\sum_{j=1}^{10} V_{ij} \leq 4, \forall i \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{10} V_{ij} \geq 1, \forall i \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n F_{ij} \leq \sum_{i=1}^n M_{ij} \forall j \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n V_{ij} \geq n_j, \forall j \quad (6)$$

$$V_{ij} \leq d_{ij} \forall i \forall j \quad (7)$$

$$V_{ij} = \text{binário} \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n V_{ij} \leq s_j, \forall j \quad (9)$$

Em que a equação 3 estabelece o limite máximo de 20 horas (4 turnos) semanais desempenhadas por voluntário e a equação 4 o limite mínimo de participação de 1 turno por parte de cada colaborador durante a semana. Já a equação 5 estabelece a necessidade da presença de homens, pelo menos, em mesma quantidade da alocação de voluntários do gênero feminino.

Na equação 6, n_j corresponde ao parâmetro da necessidade mínima de voluntários no turno, definido manualmente pela gestão – não sendo influenciado pelos resultados da modelagem. Considerando esta restrição, garante-se que haja voluntários suficientes para atendimento da demanda da ONG em cada período de serviços.

A equação 7, por sua vez, limita a solução para que esta esteja de acordo com a disponibilidade do voluntário (d_{ij}). Assim, caso este não possa atuar em dado turno, sua disponibilidade é expressa por 0 e, conseqüentemente, a atribuição de tarefa (V_{ij}) também. A equação 8 garante a binaridade discutida.

Ainda que não seja uma restrição expressa pela gestão da ONG, fez-se a criação de um parâmetro para definição de número máximo de voluntários por turnos, s_j , de modo que o número de alocações em cada um dos períodos seja maior igual a n_j e inferior ou igual a s_j – expresso pela equação 9.

4.1 Utilização do *Solver* Excel®

Após a construção do modelo matemático, fez-se a implementação dele. Para isso, instalou-se a extensão *Solver* Excel®, sendo esta uma ferramenta que permite a determinação de uma solução ótima para a célula de destino estabelecida. Sua utilidade se dá no fato de que a otimização linear não é viável manualmente, tendo em vista a extensa quantidade de equações no sistema.

O suplemento permite resolução de problemas envolvendo PL com *Simplex*, muito útil na solução de PL. Além da variedade de metodologias, a extensão apresenta como vantagem sua fácil exequibilidade, tendo em vista não ser necessário envolvimento com lógicas de programação para seu exercício (SOARES et al., 2023). Por isso, mesmo que existentes formas mais modernas de modelagem, a exigência de conhecimento quanto à geração de códigos se mostra como um fator limitante para utilização de outras ferramentas. Além disso, linguagens de modelagem especializadas tendem, segundo Kruk (2018), a exigir do usuário soluções improvisadas que conectem o modelo ao restante de sua aplicação.

O *Solver* é disponibilizado na seção “Dados” do Excel e quando indisponível, pode ser adquirido gratuitamente. O primeiro passo para sua utilização é a indicação das células nas quais as variáveis decisórias serão inseridas. A partir do modelo matemático, entende-se que essas variáveis

são os binários que indicam a alocação ou não de um voluntário no turno. Por isso, fez-se a criação de uma planilha no Microsoft Excel® contendo a matriz da alocação estabelecida pelo modelo (solução - Figura 1).

O quadro considera nas colunas: nome do voluntário (para o estudo, sendo considerado “Voluntário i”, onde “i” equivale ao número do voluntário), gênero do trabalhador (onde “F” indica mulheres e “M”, homens) e turnos. Estes são dispostos no quadro de modo que cada um deles seja representado por um algarismo de 2 a 6 (indicando os dias da semana, de segunda a sexta-feira) e a letra “M” ou “T” – se o período de trabalho é o da manhã ou o da tarde, respectivamente. Assim, o preenchimento dos elementos das matrizes equivale à carga horária alocada de acordo com os intervalos.

Figura 1 - Modelo da matriz Solução (Vij - células C4:N24).

	Sexo	2M	2T	3M	3T	4M	4T	5M	5T	6M	6T
Voluntário 1	F										
Voluntário 2	M										
Voluntário 3	M										
Voluntário 4	F										
Voluntário 5	F										
Voluntário 6	M										
Voluntário 7	F										
Voluntário 8	M										
Voluntário 9	M										
Voluntário 10	F										
Voluntário 11	F										
Voluntário 12	M										
Voluntário 13	F										
Voluntário 14	M										
Voluntário 15	M										
Voluntário 16	F										
Voluntário 17	F										
Voluntário 18	M										
Voluntário 19	F										
Voluntário 20	M										

Fonte: elaborado pelo autor.

Para a função objetivo, sabendo que maximiza a quantidade de designações de trabalho durante uma semana, é criada uma célula (Y6) de somatório de cada elemento da matriz Vij exposta na Figura 1. Para o somatório, é usada a função do Excel SOMA, considerando as células E5:N24, que correspondem aos elementos da matriz, como na Figura 2. Assim, ela retorna o número de alocações de voluntários considerando cada um dos turnos, já que da ausência deles, o elemento na matriz solução é zero.

Figura 2 – Célula Objetivo.

	Sexo	2M	2T	3M	3T	4M	4T	5M	5T	6M	6T
Voluntário 1	F	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Voluntário 2	M	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Voluntário 3	M	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Voluntário 4	F	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Voluntário 5	F	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Voluntário 6	M	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
Voluntário 7	F	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Voluntário 8	M	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Voluntário 9	M	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Voluntário 10	F	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Voluntário 11	F	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Voluntário 12	M	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
Voluntário 13	F	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Voluntário 14	M	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Voluntário 15	M	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Voluntário 16	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Voluntário 17	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Voluntário 18	M	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Voluntário 19	F	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
Voluntário 20	M	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Objetivo

=SOMA(E5:N24)

Turnos Disponíveis ocupados (%)

60,19

Fonte: elaborado pelo Autor.

Na configuração da PL, é setado o objetivo de maximização da célula, como ilustrado pela Figura 3. Assim, a célula de destino passa a ser Y6, e o sentido da otimização é definido como de maximização (“máx.”). O *Solver* apresenta, além de maximização, a opção de minimizar a célula, assim como de encontrar valores para as células de decisão que fazem da célula objetivo o mais próxima possível de um determinado número (através da opção “valor de”).

Figura 3– Função objetivo via *Solver*.

Definir Objetivo:

Para: ☒ Máx. ☐ Mín. ☐ Valor de:

Alterando Células Variáveis:

Fonte: elaborado pelo autor.

Para a binaridade da matriz apresentada pela Figura 1, é necessário estabelecer tal restrição no *Solver*. Para isso, não é necessária alteração das células, apenas condicionamento delas na extensão conforme Figura 4. A extensão apresenta um campo onde são expostas as restrições às quais o modelo está sujeito. Assim, para criação de limitações, basta selecionar a opção “Adicionar” vinculada à seção e referenciar as células – selecionando a variável condicionada, a relação e o valor que restringe a célula.

Figura 4– Restrição de binaridade da solução no Solver.

Fonte: elaborado pelo autor.

Na planilha, os coeficientes das restrições devem ser posicionados à esquerda e os valores constantes devem ficar à direita nas equações. Sabendo disso, após criação da matriz solução, foram geradas colunas/vetores referentes às limitações de carga horária semanal conforme equações 3 e 4 (nas colunas Q:S e U:W, respectivamente - Figura 5).

Cada elemento das colunas Q e U corresponde à carga (em número de turnos) trabalhada por cada um dos indivíduos, sendo, portanto, o somatório de turnos ocupados por voluntário. Assim, Q5 retorna a soma das células E5:N5, Q6, das células E6:N6 e assim por diante – sendo os elementos em E:N os binários que indicam a ocupação ou não em um turno pelo trabalhador. Para isso, faz-se uso da função SOMA, como exposto pela Figura 5. As colunas S e W, por sua vez, contêm os parâmetros de carga máxima e mínima – equivalentes a 4 turnos e 1 turno, respectivamente – definidos de forma manual, não tendo relação com demais células da planilha utilizada.

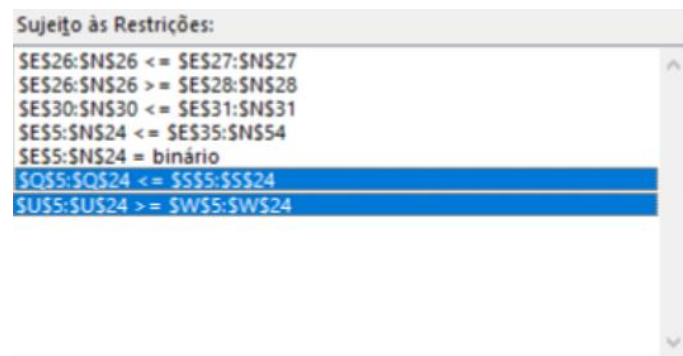
Figura 5– Definição das cargas máxima e mínima por voluntário.

	Sexo	2M	2T	3M	3T	4M	4T	5M	5T	6M	6T			CARGA MÁXIMA		CARGA MÍNIMA
Voluntário 1	F	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	V1	=SOMA(F5:O5)	4	2 >=	1
Voluntário 2	M	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	V2	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 3	M	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	V3	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 4	F	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	V4	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 5	F	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	V5	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 6	M	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	V6	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 7	F	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	V7	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 8	M	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	V8	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 9	M	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	V9	3 <=	4	3 >=	1
Voluntário 10	F	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	V10	2 <=	4	2 >=	1
Voluntário 11	F	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	V11	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 12	M	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	V12	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 13	F	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	V13	2 <=	4	2 >=	1
Voluntário 14	M	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	V14	3 <=	4	3 >=	1
Voluntário 15	M	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	V15	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 16	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	V16	2 <=	4	2 >=	1
Voluntário 17	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	V17	2 <=	4	2 >=	1
Voluntário 18	M	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	V18	3 <=	4	3 >=	1
Voluntário 19	F	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	V19	4 <=	4	4 >=	1
Voluntário 20	M	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	V20	2 <=	4	2 >=	1

Fonte: elaborado pelo autor.

As restrições no Solver ilustradas pelos vetores “CARGA MÁXIMA” e “CARGA MÍNIMA” (colunas Q:S e U:W), por sua vez, são expressas como na Figura 6. É inserida uma inequação, onde a coluna Q (somatório das alocações de cada um dos voluntários) deve ser menor ou igual a 4 (carga máxima, coluna S) e a coluna U (também somatório das alocações), maior ou igual a 1 (carga mínima, coluna W).

Figura 6– Restrição de cargas máxima e mínima no *Solver* (equação 3 e 4).



Fonte: elaborado pelo autor.

No caso da equação 5, de restrição do gênero dos voluntários, foram criados na planilha dois vetores - ‘F’ e ‘M’ - com a função SOMARPRODUTO (Figura 7) condicionada ao gênero do voluntário. Dessa forma, a célula contabiliza a quantidade de pessoas do gênero feminino e do gênero masculino em cada um dos períodos. O retorno da fórmula se baseia no produto entre alocação (que possui valor 0 ou 1, representado na fórmula pela seleção de uma coluna, entre as linhas 5:24,) e ocorrência do gênero buscado (retorna 0 ou 1 da presença ou não do gênero, pelos trechos =”F” ou =”M” com relação à seleção D5:D24). Assim, cada um dos vetores contabiliza a quantidade de pessoas do respectivo gênero que foram alocadas em dado turno.

Figura 7– Cálculo do gênero dos voluntários por turno.

	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Sexo	2M	2T	3M	3T	4M	4T	5M	5T	6M	6T
Voluntário 1	F	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Voluntário 2	M	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Voluntário 3	M	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Voluntário 4	F	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Voluntário 5	F	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Voluntário 6	M	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
Voluntário 7	F	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Voluntário 8	M	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Voluntário 9	M	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Voluntário 10	F	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Voluntário 11	F	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Voluntário 12	M	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
Voluntário 13	F	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Voluntário 14	M	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Voluntário 15	M	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Voluntário 16	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Voluntário 17	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Voluntário 18	M	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Voluntário 19	F	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
Voluntário 20	M	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	F	3	1	3	3	3	3	5	5	1	3
	M	3	3	3	3	4	3	5	5	3	3

Fonte: elaborado pelo autor.

No *Solver*, a restrição que define que a quantidade de homens deve, no mínimo, equivaler à de mulheres é configurado como na Figura 8, em que a linha 30 se refere à contagem de mulheres e a linha 31 à de homens.

Figura 8– Equação 5 via *Solver*.

Sujeito às Restrições:	
SE\$26:\$N\$26	<= SE\$27:\$N\$27
SE\$26:\$N\$26	>= SE\$28:\$N\$28
SE\$30:\$N\$30	<= SE\$31:\$N\$31
SE\$5:\$N\$24	<= SE\$35:\$N\$54
SE\$5:\$N\$24	= binário
\$Q\$5:\$Q\$24	<= \$S\$5:\$S\$24
\$U\$5:\$U\$24	>= \$W\$5:\$W\$24

Fonte: elaborado pelo autor.

Outra restrição, sabendo que a forma de alocação é baseada na disponibilidade dos voluntários, é o horário em que estes podem atuar na ONG. Assim, é criada uma matriz dij de mesmas dimensões que a matriz solução. Nela, os gestores preenchem a disponibilidade dos voluntários com

base nas informações apresentadas por eles. A matriz é binária e 1 corresponde à disponibilidade do indivíduo e 0 à indisponibilidade, como na Figura 9.

Figura 9– Matriz Disponibilidade (dij).

Disponibilidade		2M	2T	3M	3T	4M	4T	5M	5T	6M	6T
Voluntário 1	F	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Voluntário 2	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voluntário 3	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voluntário 4	F	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Voluntário 5	F	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
Voluntário 6	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voluntário 7	F	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Voluntário 8	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voluntário 9	M	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Voluntário 10	F	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Voluntário 11	F	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Voluntário 12	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voluntário 13	F	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Voluntário 14	M	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Voluntário 15	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voluntário 16	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Voluntário 17	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Voluntário 18	M	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Voluntário 19	F	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
Voluntário 20	M	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, com base na equação 7, fez-se a restrição no *Solver*, de modo que a matriz solução (V_{ij}) seja menor ou igual à matriz parâmetro de disponibilidade (d_{ij}). Os valores não podem exceder a matriz d_{ij} pois precisam respeitar a disponibilidade do voluntário, mas os elementos da solução podem ser menores por permitir que um voluntário não necessariamente trabalhe em todos os turnos em que tem disponibilidade, tendo em vista a carga máxima por voluntários. A Figura 10 expressa a condição.

Figura 10– Restrição da disponibilidade dos voluntários.

Fonte: elaborado pelo autor.

Para análise dos resultados, foi criado um quadro de Ociosidade (o_{ij}), que corresponde aos turnos em que o Voluntário i , mesmo que disponível, não está trabalhando para a organização. A matriz é formada pela diferença entre a matriz V_{ij} (solução do modelo) e d_{ij} .

Assim, a solução do problema consiste na atribuição de voluntários a cada bloco de tempo (turno) considerando, ainda, a preferência/disponibilidade informada por cada um deles.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para análise dos resultados, foi formulado um modelo com base em parâmetros específicos apresentados pela organização envolvida. Esta necessidade se baseou na demanda de uma organização internacional sem fins lucrativos que conta com o suporte de voluntários para prestação de serviços. As atividades realizadas são de apoio em situação de pós-desastre, relacionadas à providência e continuidade do contato entre as pessoas separadas por conflitos armados, calamidades naturais e migração. A restituição das conexões familiares se baseia principal, mas não unicamente, na coleta e tratamento de informações dos desaparecidos. As ações também podem se dar a fim de prevenir a separação dos familiares, oferecendo serviços de acesso à *Internet* e chamadas telefônicas interterritoriais, busca dos desaparecidos, orientação quanto ao acesso a serviços de regularização migratória, dentre outros.

Os dados fornecidos pela organização permitem a formulação de um agendamento Preferencial Centralizado, sabendo que a disponibilidade dos voluntários é considerada no processo. A organização faz uso do preenchimento de planilhas para gerenciamento de voluntários, com candidatura *online*, em que os voluntários informam em caixas de texto livre os horários em que podem atuar.

Assim, a matriz de disponibilidade (d_{ij}) é formada manualmente pela gestão a partir das informações fornecidas pelos voluntários no preenchimento de formulários. Esta etapa pode ser facilitada, por exemplo, pela mudança no formato dos questionários usados para recrutamento. Da substituição de campos de texto livre por questões de seleção múltipla, torna-se possível a automatização da criação de d_{ij} .

Seguindo as etapas de Pesquisa Operacional, tendo sido formulado o modelo exposto, partiu-se para sua validação. Para isso, foram utilizados dados fornecidos pela Organização contatada, tais como número médio de voluntários contidos por semana e a disponibilidade expressa por colaboradores. Como detalhado anteriormente, fez-se uso da ferramenta Solver do MS Excel, por método Simplex, tendo em vista que o modelo apresentado é linear.

Foi considerada a configuração expressa pela tabela 2 para os estudos:

Tabela 2 – Disponibilidade e gênero dos voluntários da ONG.

Voluntário	Gênero	Disponibilidade
01	F	Segunda-feira e quinta-feira, ambos apenas de manhã.
02	M	Disponibilidade para atuação em todos os turnos.
03	M	Disponibilidade para atuação em todos os turnos.

04	F	Terça-feira e quinta-feira, ambos o dia todo.
05	F	Segunda-feira de manhã, terça-feira dia todo, quarta-feira à tarde, quinta-feira o dia todo e sexta-feira à tarde.
06	M	Disponibilidade para atuação em todos os turnos.
07	F	Quarta-feira e quinta-feira, ambos o dia todo.
08	M	Disponibilidade para atuação em todos os turnos.
09	M	Quarta-feira à tarde, quinta-feira o dia todo.
10	F	Quarta-feira e quinta-feira, ambos apenas à tarde.
11	F	Disponibilidade para atuação em todas as manhãs.
12	M	Disponibilidade para atuação em todos os turnos.
13	F	Terça de manhã e quinta-feira de manhã.
14	M	Quarta-feira, quinta-feira e sexta-feira, todos à tarde.
15	M	Disponibilidade para atuação em todos os turnos.
16	F	Quinta-feira sexta-feira, ambos à tarde.
17	F	Quinta-feira sexta-feira, ambos à tarde.
18	M	Terça-feira, quarta-feira e sexta-feira, todos de manhã.
19	F	Segunda-feira; terça-feira à tarde; quarta-feira de manhã. quinta-feira à tarde e sexta-feira o dia todo.
20	M	Terça-feira e quinta-feira, ambos de manhã.

Fonte: elaborado pelo autor.

De posse das informações previamente discutidas e definida necessidade mínima equivalente a 4 para cada um dos turnos (de forma arbitrária, de acordo com a base de dados fornecida pela ONG), é possível a alocação de voluntários para cada um dos turnos. Solicitada a solução do modelo ao Excel com inclusão de s_j enquanto restrição, percebe-se que a execução se torna dispendiosa e, portanto, inviável. Desconsiderada tal restrição, tendo apenas n_j enquanto parâmetro para limitação do número de funcionários por turno, a simulação exigiu aproximadamente 1.23 segundos para solução do cronograma e apontamento de ociosidades. A Figura 11 apresenta o resultado das variáveis do problema de acordo com o estabelecido. A função objetivo, por sua vez, retornou um valor de 65 turnos trabalhados, de 108 disponibilizados pelos voluntários (60%) – Figura 12.

Figura 11– Resultado da designação das variáveis

	Sexo	2M	2T	3M	3T	4M	4T	5M	5T	6M	6T
Voluntário 1	F	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Voluntário 2	M	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Voluntário 3	M	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Voluntário 4	F	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Voluntário 5	F	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Voluntário 6	M	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
Voluntário 7	F	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Voluntário 8	M	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Voluntário 9	M	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Voluntário 10	F	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Voluntário 11	F	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Voluntário 12	M	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
Voluntário 13	F	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Voluntário 14	M	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Voluntário 15	M	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Voluntário 16	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Voluntário 17	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Voluntário 18	M	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Voluntário 19	F	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
Voluntário 20	M	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Fonte: elaborado pelo autor

Figura 12– Resultado da função objetivo e porcentagem ocupada.

Objetivo	
65	máx
Turnos Disponíveis ocupados (%)	
60,19	

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir dos resultados gerados, é interessante analisar a carga de trabalho de cada voluntário. Como observado na Figura 13, os voluntários 1,9,10,13,14,16,17,18 e 20 não cumpriram a carga máxima estipulada de 4 turnos na semana. Ainda assim, da análise da matriz de ociosidade disponibilizada na Figura 14, a qual retorna a diferença entre disponibilidade e utilização de cada voluntário, percebe-se que nenhum destes trabalhadores deixa de realizar atividades tendo horário disponível. Sendo assim, a oferta é equivalente à demanda e não há forma de se alocar estes mesmos indivíduos de modo a tê-los cumprindo 4 turnos semanais – a disponibilidade que apresentam é inferior a 4.

Figura 13– Voluntários sem cumprimento da carga máxima semanal.

	Sexo	2M	2T	3M	3T	4M	4T	5M	5T	6M	6T			CARGA MÁXIMA
Voluntário 1	F	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	V1	2 <=	4
Voluntário 2	M	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	V2	4 <=	4
Voluntário 3	M	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	V3	4 <=	4
Voluntário 4	F	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	V4	4 <=	4
Voluntário 5	F	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	V5	4 <=	4
Voluntário 6	M	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	V6	4 <=	4
Voluntário 7	F	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	V7	4 <=	4
Voluntário 8	M	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	V8	4 <=	4
Voluntário 9	M	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	V9	3 <=	4
Voluntário 10	F	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	V10	2 <=	4
Voluntário 11	F	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	V11	4 <=	4
Voluntário 12	M	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	V12	4 <=	4
Voluntário 13	F	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	V13	2 <=	4
Voluntário 14	M	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	V14	3 <=	4
Voluntário 15	M	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	V15	4 <=	4
Voluntário 16	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	V16	2 <=	4
Voluntário 17	F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	V17	2 <=	4
Voluntário 18	M	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	V18	3 <=	4
Voluntário 19	F	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	V19	4 <=	4
Voluntário 20	M	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	V20	2 <=	4

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 14– Matriz Ociosidade com ênfase nos voluntários que não cumpriram carga máxima semanal.

Ociosidade		2M	2T	3M	3T	4M	4T	5M	5T	6M	6T
Voluntário 1	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voluntário 2	M	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0
Voluntário 3	M	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0
Voluntário 4	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voluntário 5	F	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
Voluntário 6	M	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Voluntário 7	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voluntário 8	M	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
Voluntário 9	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voluntário 10	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voluntário 11	F	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Voluntário 12	M	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
Voluntário 13	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voluntário 14	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voluntário 15	M	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
Voluntário 16	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voluntário 17	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voluntário 18	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voluntário 19	F	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Voluntário 20	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: elaborado pelo autor.

Dessa forma, há o atendimento de toda a demanda esperada, mas 39.8 % de capacidade produtiva não é desfrutada (relação ociosidade/disponibilidade). Da análise do cumprimento dos turnos, nota-se que todos eles contêm número de funcionários trabalhando em atendimento à necessidade mínima, como determinado pela restrição e comprovado na Figura 15.

Os turnos referentes a segunda-feira pela tarde (2T) e sexta-feira pela manhã (6M) são os que apresentam o número de voluntários alocados correspondente à necessidade mínima definida pela gestão, não ultrapassando o valor de 4 trabalhadores. Ainda assim, quando analisadas as disponibilidades, percebe-se que há, respectivamente, 7 e 9 voluntários disponíveis para atuar nestes turnos. Da figura 16, percebe-se que o turno com menor disponibilidade é o 2T, seguido pelos turnos 3T e 6M – com mesma quantidade de voluntários livres. Ainda que estes contenham mesma disponibilidade total, o período de terça-feira pela tarde conta com 6 alocações, enquanto que o de sexta-feira pela manhã, 4 (figura 15). Daí, conclui-se que a restrição de designações em 6M se deve à quantidade reduzida de mulheres presentes – sendo a segunda menor, após o turno de segunda-feira pela tarde.

Figura 15– Análise de atendimento da demanda.

	Sexo	2M	2T	3M	3T	4M	4T	5M	5T	6M	6T
TOTAL Voluntários		6	4	6	6	7	6	10	10	4	6
Necessidade mínima		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 16 - Análise das disponibilidades.

	2M	2T	3M	3T	4M	4T	5M	5T	6M	6T
F disponível	4	1	4	3	3	3	6	7	2	4
M disponível	6	6	8	6	7	8	8	8	7	7
Total disponível	10	7	12	9	10	11	14	15	9	11

Fonte: elaborado pelo autor.

Como pode ser observado, os turnos com maior quantidade de voluntários alocados correspondem ao de quinta-feira pela manhã e pela tarde. Um ponto de discussão consiste no fato de que todos os voluntários com disponibilidade reduzida (< 3 turnos) apresentam horário livre para atuação durante algum período de quinta-feira.

Do Cálculo do desvio padrão do total de voluntários de cada turno, através da função do Excel “VAR.P”, encontra-se um resultado de 3,85. Assim, percebe-se relativa equidade entre os voluntários

de cada intervalo, devendo ser ponto de análise pela gestão da organização, que deve analisar a aplicação de medidas voltadas aos estímulos de ocupação de turnos nos demais dias.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo abordou, de modo introdutório, temáticas relacionadas à regulamentação do serviço voluntário no país e métricas de programação linear de designação, a fim de possibilitar a otimização da alocação de voluntários em turnos de uma organização internacional sem fins lucrativos.

Foram percebidas oportunidades no que se refere à forma de recrutamento dos trabalhadores, a qual deve ser reformulada para atender mais facilmente à designação otimizada. Como exemplo, cita-se a possibilidade de automatização do preenchimento da matriz de disponibilidade dos servidores - que não foi possível tendo em vista ao modo como é realizada a pesquisa atualmente.

Além disso, é possível repensar a forma como as candidaturas são realizadas, tendo em vista que certas restrições - como, por exemplo, carga mínima de trabalho - devem ser compatíveis com os dados fornecidos pelos usuários. Outra limitação percebida, referente à aplicação do algoritmo, consiste na limitação superior de voluntários por turno. Foi testada a restrição, mesmo que não sendo parte da política da ONG contatada, porém o *Solver* apresenta dificuldades em sua solução. Com isso, a extensão do Excel passa a exigir tempo excessivo para solução do problema e se torna inviável, ainda mais no que se refere à situação de pós-desastre.

Ainda, destaca-se que o potencial do modelo apresentado depende das informações apresentadas pelos gestores da organização, que devem sempre atualizar os requisitos procurados a fim de que o modelo contemple as necessidades da ONG. Outra oportunidade percebida é a de treinamento dos gestores para utilização do algoritmo, além da captação de percepções quanto à exequibilidade e facilidade do programa.

Apesar das oportunidades de melhoria, percebe-se que o modelo formulado atende às necessidades apresentadas pela organização, sendo aperfeiçoado o seu cronograma semanal de modo a ser maximizado o número de turnos trabalhados no período estabelecido e adquirido perfil quantitativo pela alocação dos colaboradores.

REFERÊNCIAS

- ABROKWAH, E; RACHAYEETA, P; AFFUM-OSEI, E; YEBOAH, G; AGYARE, C; BOADI, E. A. Engaging in unpaid jobs out of free will: an attribution theory perspective on the effects of supervisor support attributions on volunteers' service quality. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 74, p. 01-10, set. 2023.
- AINSWORTH, J. Feelings of ownership and volunteering: examining psychological ownership as a volunteering motivation for nonprofit service organizations. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 52, p. 01-08, jan. 2020.
- ALSHEDDY, A; TSANG, E.P. Empowerment scheduling for a field workforce. **Journal of Scheduling**, v. 14, n. 6, p. 639-654, 2011.
- ALSOUSSI, A; SHBIKAT, N; MAKHAMREH, S; ALLAN, B. Toward more ethically oriented humanitarian logistics operations: an exploratory research. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 106, mar. 2024.
- ALTAY, N; GREEN, W.G. OR/MS research in disaster operations management. **European Journal of Operational Research**, v. 175, n. 1, p. 475-493, nov. 2006.
- AMARAL, L.V; ALBERTON, A; LYRA, R.F. Atuação local, impacto global: ações de voluntariado empresarial cooperativo em convergência com os ODS. **Revista Observatório de La Economia Latino Americana**: Curitiba, v. 21, n. 8, p. 10285-10305, 2023.
- BECKHAUSER, S. P. R; DOMINGUES, M. J. C. S. A profissionalização da gestão do voluntariado: um estudo de caso do departamento de voluntários do Hospital Israelita Albert Einstein. **Saúde e Sociedade**, v. 26, n. 4, p. 1026–1043, dez. 2017.
- BEKTAS, T; EHMKE, J.F; PSARAFTIS, H.N. PUCHINGER, J. The role of operational research in green freight transportation. **European Journal of Operational Research**, v. 247, n. 03, p. 807-823, maio 2019.
- BLANCK, M; BANDEIRA, D. L. Análise da capacidade operacional de um centro cirúrgico: modelagem matemática aplicada ao dimensionamento e alocação de recursos. **REGE - Revista de Gestão**, v. 22, n. 4, p. 565-583, dez. 2015.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 9.608, de 18 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre o serviço voluntário e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 1998.
- BRITO, T.O; BEZERRA, D.S; MOREIRA, C.R.M; SOLLIM, I.G; SANTOS, Y.B.I. **Aplicação da programação linear para alocação otimizada de recursos em uma indústria de processamento de fibras de coco**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 34., 2014, Curitiba. Anais do XXXIV ENEGEP. Curitiba: ABEPRO, 2014. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STP_200_131_25602.pdf. Acesso em: 21 abr. 2024.
- BARROS, Cláudia Márcia Santos. **Manual de procedimentos e gestão do voluntariado**: mesa Brasil SESC. 1. ed. Rio de Janeiro: SESC, 2007. 60 p.

BRUNIERA, Bruna. **Otimização linear e aplicação no problema de transporte e designação de tarefas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

BUTT, F.L. et al., Volunteer task recommender in humanitarian supply chain for effective disaster management. In: GAO, H. et al.,. **Intelligent processing practices and tools for e-commerce, data, information and knowledge**. 1. ed. Londres: EAI/Springer Innovations in Communication and Computing, 2022. p. 21-44.

CALDANA, A.C.F; SOUZA, L.B; CAMILOTO, C. M. Sentidos das ações voluntárias: desafios e limites para a organização do trabalho. **Psicologia & Sociedade**, v. 24, n. 01, p. 170-177, 2012.

CAHIGAS, M.M.L; PRASETYO, Y.T; PERSADA, S.F; NADLIFATIN, R. Filipinos' intention to participate in 2022 Leyte Landslide response volunteer opportunities: the role of understanding the 2022 Leyte Landslide, social capital, altruistic concern, and theory of planned behavior. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 84, jan. 2023.

CHANDES, J.; PACHÉ, G. Investigating humanitarian logistics issues: from operations management to strategic action, **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21 n. 3, p. 320-340, 2010.

CHENG, H.; CHU, X. Task assignment with multiskilled employees and multiple modes for product development projects. **International Journal Advanced Manufacturing Technology**, v. 61, n. 1, out. 2011.

CLARY, E. G., SNYDER, M; WORTH, K. **The volunteer organization environment: key dimensions and distinctions**. Washington: Aspen Institute, 2003.

CNAAN, R. A; CASCIO, T. Performance and commitment: issues in management of volunteers in human service organizations. **Journal of Social Service Research**, v. 24, n. 3/4, p. 1-37, 1998.

COLIN, Emerson. **Pesquisa operacional**: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 528 p.

CORULLÓN, M.B.G; MEDEIROS FILHO, B. **Voluntariado na empresa**: gestão eficiente da participação cidadã. 1. ed. São Paulo: Peirópolis, 2002. 148 p.

CUSKELLY, G; TAYLOR, T; HOYE, R; DARCY, S. Volunteer management practices and volunteer retention: a human resource management approach. **Sport Management Review**, v. 9, n. 2, p. 141-163, set. 2006.

DA SILVA, T.C.L; STEINER, M.T.A; CARNIERI, C; SILVA, A.C.L. Determinação de escalas de plantão para militares considerando preferências e hierarquia. **Pesquisa Operacional**, v. 24, n. 3. p. 373-391, dez. 2024.

DEMIRO, M.P.S. **Alocação otimizada de horários acadêmicos com disponibilidade restrita de professores usando algoritmos genéticos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

DOHME, Vania D'Angelo. **Voluntariado - equipes produtivas**: como liderar ou fazer parte de uma delas. São Paulo: Editora Mackenzie, 2001.

DOMENEGHETTI, Ana Maria. **Voluntariado**: gestão do trabalho voluntário em organizações sem fins lucrativos. São Paulo: Esfera, 2001. 184 p.

ESCALLON-BARRIOS, M; NOHAM, R; SMILOWITZ, K. Dual mode scheduling in volunteer management. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 92, p. 1-16, abr. 2024.

FALASCA, M; ZOBEL, C. An optimization model for volunteer assignments in humanitarian organizations. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 46, n. 4, p. 250-260, dez. 2012.

FALASCA, M; ZOBEL, C; RAGSDALE, C. Helping a small development organization manage volunteers more efficiently. **Interfaces**, v. 41, n. 03, p. 254-262, 2011.

FERRAREZI, E. Capital social: conceitos e contribuições às políticas públicas. **Revista do Serviço Público**, n. 04, p. 07-22, dez. 2003.

FREIRE, F.O; FRAGA, T.B. **Modelagem e solução do problema de designação de equipes de manutenção na Compesa**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 37., 2017, Joinville. Anais do XXXVII ENEGEP. Joinville: ABEPRO, 2017. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_243_410_34763.pdf. Acesso em: 21 abr. 2024.

FREITAS, H.S; SERRANO, A.L.M; FERREIRA, L.O.G. Alocação da força de trabalho em uma amostra do poder executivo brasileiro: levantamento dos custos e avaliação. **Revista do Serviço Público (RSP)**, Brasília, v. 72, n. 01, p. 163-199, mar. 2021.

GASPAR, G.O; SANTOS, Y.B.I; COSTA, E.C.B. **Desenvolvimento de um modelo matemático para a otimização quantitativa da mão de obra na construção civil**: estudo de caso em uma empresa do setor de pré-moldados. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 38., 2018, Alagoas. Anais do XXXVIII ENEGEP. Alagoas: ABEPRO, 2018. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_263_509_35852.pdf. Acesso em: 21 abr. 2024.

GOLDBARG, M.C; LUNA, H.P.L. **Otimização combinatória e programação linear**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 517p.

GOMES; N.G. Gestão do voluntariado em organizações do terceiro setor. **Revista Diálogos Interdisciplinares**, São Paulo, v. 02, n. 02, p. 127-163, set. 2013.

GONÇALVES, A; PISCO, F. **Guia voluntariado de emergência social**. 1. ed. Porto: Pista Mágica, 2023. 42 p.

GONZALEZ, E.D.R.S; ZHU, J; ZANONI, S; MACULAN, N. Trends in operational research approaches for sustainability. **European Journal of Operational Research**, v. 269, n. 01, p. 01-01., ago. 2018.

GORDON, L; ERKUT, E. Improving volunteer scheduling for the Edmonton Folk Festival. **Interfaces**, v. 34, n. 5, p. 367-376, out. 2004.

HEZAM, I.M; NAYEEM, M.K; LEE, G.M. A systematic literature review on mathematical models of humanitarian logistics. **Symmetry**, v. 13, n. 11, p. 1-35, 2021.

HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. **Introduction to operations research**. 9. ed. Nova York: McGraw-Hill, Inc., 2013. 1047 p.

Institucional Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). **Terminology on Disaster Risk Reduction**. 2009. Disponível em: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ge/GE_isdr_terminology_2009_eng.pdf. Acesso em: 21 abr. 2024.

JOSEPH, B.M; CAROLISSEN, R. Volunteer leadership: a silent factor in student volunteer retention. **Journal of Community Psychology**, v. 50, n. 7, p. 3006-3022, 2022.

JUNIOR, D.B.S; FRANCA, S.L.B. Aplicabilidade da ferramenta Solver para o aumento da margem mark-up: estudo de caso em uma empresa de vestuário. **Sodebras**, Belo Horizonte, v. 12, n. 135, p. 241-246, mar. 2017.

KHEIRE, A; KEEDWELL, E. A hidden Markov model approach to the problem of heuristic selection in hyper-heuristics with a case study in high school timetabling problems. **Evolutionary Computation**, v. 25, n. 03, p. 473-501, 2017.

KIM, B.J; KIM, M.H; LEE, J. Congruence matters: volunteer motivation, value internalization, and retention. **Journal of Organizational Psychology**, v. 19, n. 5, 2019.

KIM, M; CHELLADURAI, P; TRAIL, G.T. Um modelo de retenção voluntária no esporte juvenil. **Jornal de Gestão Esportiva**, v. 21, n. 2, p. 151–171, 2007.

KRISTOF, A. L. Person-organization fit: an integrative review of its conceptualizations, measurement and implications. **Personnel Psychology**, v. 49, n. 1, p. 1–49, 1996.

KROGH, A.H; LO, C. Managing spontaneous volunteers during emergency response: the role of trust. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 97, p. 01-10, out. 2023.

KRUK, Serge. **Practical python AI projects: mathematical models of optimization problems with Google OR-Tools**. 1. ed. Rochester: Apress, 2018. 287p.

KWADZO, M. Factors determining individuals' participation in volunteer work: a study of the Cape Coast metropolis in the central region of Ghana. **Heliyon**, v. 7, n. 8, p. 01-07, agos. 2021.

LASSITER, K; KHADEMI, A; TAAFFE, K.M. A robust optimization approach to volunteer management in humanitarian crises. **International Journal of Production Economics**, v. 163, p. 97-111, maio 2015.

LATHAM, G. P.; PINDER, C. C. Work motivation theory and research at the dawn of the twenty-first century. **Annual Reviews Psychology**, v. 56, pp. 485-516, 2005.

LIMA, A.J.F.S; BARELI, P. A importância social do desenvolvimento do trabalho voluntário. **Ciências Gerenciais**, Londrina, v. 14, n. 20, p. 173-174, jul./dez. 2010.

LOPES, A.L.M; GALVÃO, A.L.M.V; FOGAÇA, M. **Pesquisa operacional: livro didático**. 1º ed. Palhoça: Unisul Virtual, 2015. 204 p.

LOPES, Eduardo Alvim Braga de Souza. **Práticas de gestão de voluntários**: um estudo de caso sobre a U.DREAM - uma organização de voluntários. 2020. 98 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Humanos) - Universidade Católica Portuguesa, Porto.

LYRIO, M.V.L; PRATES, W; LIMA, M.V.A; LUNKES, R.J. Análise da implementação de uma estratégia de investimento em ações baseada em um instrumento de apoio à decisão. **Contaduría y Administración**, v. 60, n. 01, p. 113-143, mar. 2015

MARINS, Fernando Augusto Silva. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. 176 p.

MARQUES, A.B; RODRIGUES, R; PRIKLADNICKI, R; CONTE.T. **Alocação de tarefas em projetos de desenvolvimento distribuído de software**: análise das soluções existentes. In: Workshop de Desenvolvimento Distribuído de Software, 5., 2011, São Paulo. Anais. São Paulo: WDDS, 2011. Disponível em: <http://www.sesos-wdes.icmc.usp.br/pdf/wdds/2011/2011-WDDS-01.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2024.

MERRILL, Mary V. Moving beyond the volunteer management system. **The Journal of Volunteer Administration**, v. 21, n. 3, 2003.

MILLORA, Chris. **Volunteering practices in the twenty-first century**. 1º ed. Londres: Strategic Agenda, 2020. 24p.

MINEIRO, M; SILVA, M. A. A; FERREIRA, L. G. Pesquisa qualitativa e quantitativa: imbricação de múltiplos e complexos fatores das abordagens investigativas. **Revista Momento – diálogos em educação**, v. 31, n. 3, p. 201-218, 2022.

NACCACHE, S.M.L; CARMO, K.A; SOUZA, F.P. **Voluntariado no Brasil**: duas décadas de transformação. 1.ed. São Paulo: Datafolha, 2021. 183 p.

NEELY, A.R; LENGNICK-HALL, M.L; EVANS, M.D. A process model of volunteer motivation. **Human Resource Management Review**, v. 32, n. 04, dez. 2022.

Dia internacional destaca contribuição de voluntários na redução da desigualdade no mundo. **ONU News**, 05 de dez. de 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/12/1696781>. Acesso em: 01 jun. 2024.

PACIAROTTI, C; CESARONI, A; BEVILACQUA, M. The management of spontaneous volunteers: a successful model from a flood emergency in Italy. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 31, p. 260-274, out. 2018.

PEGADO, Francisco Helder Loureiro. **Aplicabilidade da lei do serviço voluntário no terceiro setor**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

ROCHA, Enza Rafaela Valverde. **Logística humanitária**: uma revisão sistemática da literatura com contribuições recentes aplicadas à COVID-19. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2021.

PENNER.L. A; DOVIDIO, J. F; PILIAVIN, J. A; SCHROEDER, D. A. Prosocial behavior: multilevel perspectives. **Annual Review of Psychology**, v. 56, n. 1, p. 365–392, 2005.

PENNER, Louis. A. Volunteerism and social problems: making things better or worse? **Journal of Social Issues**, v. 60, n. 3, p. 645-666, 2004.

PELLICANO, D.S; TROUILLET, B; GATTUSO, D; MERZOUKI, R. Performance of a freight platform equipped with automated handling units: analysis thought an optimization model. **Transportation Research Procedia**, v. 78, p. 135-142, 2024.

PHILLIPS, J; HACKETT, K.R. Psychosocial responses to a disaster in the Caribbean: a case study of a Barbados cave-in. **Journal of Eastern Caribbean Studies**, v. 36, p. 1-33, 2011.

PIATAK, J.S; CARMAN, J.G. Unpacking the volunteer experience: the influence of volunteer management on retention and promotion of the organization. **Journal of Public and Nonprofit Affairs**, v. 9, n. 3, p. 278-296, 2023.

PINHEIRO, M.D; PEREIRA, F.C; RISSARDI, J.L; SCHWANZ, M.V; GÓES, J.L.N. Uma aplicação da programação linear para designação de acadêmicos em equipes de apoio a organização de eventos acadêmicos: o caso EEPa-ENPEPRO. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 3, n. 4, p. 189-202, out. 2015.

PIRANI, D et al., The challenges of health volunteers management in COVID 19 pandemic in Iran. **Journal of Health Organization and Management**, v. 36, n. 07, p. 933-949, 2022.

POWER, G; NEDVETSKAYA, O. An empirical exploration of volunteer management theory and practice: considerations for sport events in a “Post-COVID-19” world. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 4, 2022.

RABIEI, P; ARIAS-ARANDA, D; STANTCHEV, V. Introducing a novel multi-objective optimization model for volunteer assignment in the post-disaster phase: combining fuzzy inference systems with NSGA-II and NRGa. **Expert Systems with Applications**, v. 226, p. 01-15, set. 2023.

RIDDER, H.-G; PIENING, E. P; BALUCH, A. M. The third way reconfigured: how and why nonprofit organizations are shifting their human resource management. **VOLUNTAS: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations**, v. 23, n. 3, p. 605–635, set. 2011.

ROCHA, Enza Rafaela Valverde. **Logística humanitária: uma revisão sistemática da literatura com contribuições recentes aplicadas à COVID-19**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2021.

RODRIGUES, L. H.; et al. **Pesquisa operacional - programação linear passo a passo: do entendimento do problema à interpretação da solução**. 1. ed. São Leopoldo: Unisinos, 2014. 160 p.

RODRIGUES, K.M; JUNIOR, V.M; CRUZ, J.A.W. Trabalho voluntário e seu gerenciamento: desafios para um hospital comunitário. **Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde**, v. 1, n. 04, p. 306-323, agos. 2014.

RODRÍGUEZ-ESPÍNDOLA, O; AHMADI, H; GASTÉLUM-CHAVIRA, D; AHUMADA-VALENZUELA, O; CHOWDHURY, S; DEY, P.K; ALBORES, P. Humanitarian logistics optimization models: an investigation of decision-maker involvement and directions to promote implementation. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 89, out. 2023.

ROLA, Fernanda Silva Cerceau. **Algoritmo simulated annealing aplicado à resolução do problema de roteamento de veículos com coleta e entrega simultânea, frota heterogênea e janela de tempo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

ROSA, A.C; HAMMAD, A.W.A; BOER, D; Haddad, A. Use of operational research techniques for concrete mix design: a systematic review. **Heliyon**, v. 9, n. 4, abr. 2023.

ROSATI, F; FARIA, L.G.D. Business contribution to the sustainable development agenda: organizational factors related to early adoption of SDG reporting corporate social responsibility and environmental management, v. 26, n. 03, p. 588-597, nov. 2018.

SAKSIDA, T.; ALFES, K; Shantz, A. Volunteer role mastery and commitment: can HRM make a difference? **International Journal of Human Resources Management**, v. 28, n. 14, p. 2062-2084, 2017.

SALAMON, L. M; SOKOLOWSKI, S. W. Beyond nonprofits: reconceptualizing the third sector. **Voluntas**, v. 27, n. 4, 2016.

SAMPSON, S.E. Optimization of volunteer labor assignments. **Journal of Operations Management**, v. 24, n. 4, p. 363-377, jun. 2006.

SANTOS, E.R; NUNES, M.F. Capital social e políticas públicas: um estudo comparado no Vale do Rio dos Sinos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 01, p. 129-149, jan./fev. 2016.

SENEVIRATHNA, L; JIN, X; MA, E. An examination of event volunteer's motivation, self-efficacy and empowerment on volunteer outcomes. **Journal of Hospitality and Tourism Management**, v. 57, p. 01-12, dez. 2023

SHARIFI, S; KHORZOUGH, K.B; RAHMATI, M. The relationship between volunteering and cognitive performance in older adults: a systematic review. **Geriatric Nursing**, v. 55, p. 89-86, fev. 2024.

SHAHNIN, L; NOWRIN, I; AFRIN, S; RAHAMAN, Z; AL HASAN, M, SAIF-UR-HAMAN. Monitoring and evaluation practices and operational research during public health emergencies in southeast Asia region (2012–2022): a systematic review, **The Lancet Regional Health - Southeast Asia**, v. 21, fev. 2024.

SHIN, S; KLEINER, B.H. How to manage unpaid volunteers in organizations. **Management Research News**, v. 26, n. 2/4, p. 1-63, 2003.

SILVA, Luiza de Castro Ferreira. **Gestão da logística humanitária**: proposta de um referencial teórico. 2011. 177 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SOARES, G.M; ALVES, F.I.A.B; SOUZA, J.L. Gestão de pessoas: desenvolvimento de algoritmo para alocação de tarefas de auditoria. **Future Studies Research Journal**, v. 15, n. 1, p. 01-28, jun. 2023.

SOUTHBY, K; SOUTH, J; BAGNALL, A. A rapid review of barriers to volunteering for potentially disadvantaged groups and implications for health inequalities. **Voluntas**, v. 30, p. 907-920, 2019.

SOUZA, Silvana Aparecida de. **Educação, trabalho voluntário e responsabilidade social da empresa: “Amigos da escola” e outras formas de participação**. 2008. 304 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

TAOUKTSIS, X; ZIKOPOULOS, C.A decision-making tool for the determination of the distribution center location in a humanitarian logistics network. **Expert Systems with Applications**, v. 238, p. 1-17, mar. 2024.

TAREI, P. K; GUMTE, K.M; PATNAIK, J; OKTARI, R.S. Analysing barriers to humanitarian logistics for distributing relief aid in pre- and post-disaster situations. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 104, p. 01-19, abr. 2024.

THOMAS, A; MIZUSHIMA, M. Logistic training: necessity or luxury? **Forced Migration Review**, v. 22 p. 60-62, jan. 2005.

TSAI, A.CY; NEWSTEAD, T; LEWIS, G; CHUAH, S. Sustaining emergency volunteer workforces: exploring the interplay between leader behavior and volunteer satisfaction. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 107, 2024.

ÜNAL, Z.M; TURGUT, T. The buzzword: employee engagement. Does person- organization fit contribute to employee engagement? **Iranian Journal of Management Studies (IJMS)**, v. 08, n. 02, p. 157-179, abr 2015.

VAN WASSENHOVE, L.N. Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. **The Journal of the Operational Research Society**, v. 57, n. 5, p. 475, 2006.

WILSON, A.; PIMM, G., The tyranny of the volunteer: the care and feeding of voluntary workforces. **Management Decision**, v. 34, n. 4, p. 24-40, 1996.

WILSON, J., MANTOVAN, N; SAUER, R.M. The economic benefits of volunteering and social class. **Social Science Research**, v. 85, jan. 2020.

WILSON, J. Volunteering. **Annual Review of Sociology**, v. 26, n. 1, p. 215- 240, 2000.

WREN, A. Scheduling, timetabling and rostering: a special relationship? Practice and theory of automated timetabling. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 1153, p. 46-75, 1996.

XUE, P; FEI, L; DING, W. A volunteer allocation optimization model in response to major natural disasters based on improved Dempster–Shafer theory. **Expert Systems with Applications**, v. 236, p. 1-16, fev. 2024.

YAN, F; GOVERDE, R. Combined line planning and train timetabling for strongly heterogeneous railway lines with direct connections. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 127, p. 20-46, set. 2019.

ZENG, J; HU, Z. Automated operational modal analysis using variational Gaussian mixture model. **Engineering Structures**, v. 273, 2022.