

Ministério da Educação  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas  
Departamento de Engenharia de Produção, Administração e Economia

ANTONIO AUGUSTO FERREIRA DE CASTRO

# Alocação Otimizada de Recursos Humanos em Projetos: Um Modelo Matemático para Seleção e Atribuição

Ouro Preto  
2024

Antonio Augusto Ferreira de Castro

## Alocação Otimizada de Recursos Humanos em Projetos: Um Modelo Matemático para Seleção e Atribuição

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Produção.

Universidade Federal de Ouro Preto

Orientador: Prof. Dr. Helton Cristiano Gomes  
Coorientador: Profa. Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães

Ouro Preto  
2024



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Antônio Augusto Ferreira de Castro**

### **Alocação Otimizada de Recursos Humanos em Projetos: um Modelo Matemático para Seleção e Atribuição**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 09 de julho de 2024.

#### Membros da banca

Doutor - Helton Cristiano Gomes - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto  
Doutora - Irce Fernandes Gomes Guimarães - Coorientadora - Universidade Federal de Ouro Preto  
Mestranda PPGEP - Larissa Aparecida Lopes de Souza - Universidade Federal de Ouro Preto

Helton Cristiano Gomes, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 15/07/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Helton Cristiano Gomes, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 16/07/2024, às 10:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0739142** e o código CRC **03F9D92A**.

Dedico este trabalho à minha mãe, Renata, cujo amor incondicional e apoio constante foram minha rocha durante toda a jornada acadêmica. À Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), que proporcionou o ambiente propício para meu crescimento intelectual e aprendizado. Agradeço a todos os meus amigos, colegas e professores que compartilharam seus conhecimentos e experiências comigo ao longo do caminho. Este trabalho é dedicado a vocês, em reconhecimento de sua influência positiva em minha vida.

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o dom da vida, proteção, saúde, sabedoria e força para superar minhas dificuldades. Aos meus professores e orientadores pela orientação, confiança e apoio ao longo da minha jornada.

Agradeço também a minha mãe, Renata, minha maior fonte de inspiração e por ser a pessoa em que eu me inspiro e sigo os passos, por ser a pessoa que me ensinou o significado de bondade e compaixão.

Agradeço também aos meus finados e queridos avós, Delvair e José da Luz pelo cuidado, carinho e apoio.

Agradeço a UFOP, por me proporcionar os meios para que eu me tornasse a pessoa e o profissional que sou hoje, ressalto o orgulho que tenho em ter feito parte da história desta grande instituição além da enorme admiração pelos profissionais que passaram por ela.

Agradeço também à Larissa, pelo apoio e parceria no desenvolvimento do trabalho.

Agradeço aos professores Irce e Helton que me orientaram durante a graduação, agradeço pela paciência, companheirismo, profissionalismo e a confiança que depositaram em mim.

*“Procurai suportar com ânimo tudo aquilo que precisa ser feito.”*

*Sócrates*

## Resumo

Dentre os problemas enfrentados por organizações de diversos segmentos, a formação de equipes para desenvolver projetos é um dos mais desafiadores. A falta de competências específicas, interesses e afinidade entre os membros pode prejudicar a fluidez e o sucesso dos projetos. Elevados gastos com treinamento e capacitação motivam as empresas a investirem em ferramentas que auxiliem na formação de equipes.

Neste trabalho, propõe-se elaborar e analisar um modelo matemático inovador, utilizando Programação Linear e conceitos de Pesquisa Operacional, para auxiliar na formação de times para projetos. Este modelo considera parâmetros essenciais como habilidades, interesses e afinidades entre os candidatos. Além disso, será analisado o impacto de restrições relacionadas às competências e preferências individuais de cada candidato.

O foco no team building é central para este estudo. Team building vai além da simples composição de grupos de trabalho; trata-se de construir equipes coesas, motivadas e eficientes. Uma equipe bem estruturada não só aumenta a produtividade, mas também melhora a satisfação no ambiente de trabalho e reduz a rotatividade. Com o modelo proposto, espera-se facilitar a criação de equipes harmoniosas e de alto desempenho, promovendo um ambiente colaborativo e inovador.

Este trabalho oferece uma abordagem prática e científica para a formação de equipes, visando maximizar o potencial humano dentro das organizações e contribuir significativamente para o sucesso dos projetos.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática, Programação Linear, Pesquisa Operacional, Team Building.

# Abstract

Among the challenges faced by organizations across various sectors, team formation for project development is one of the most significant. The lack of specific skills, interest, and affinity among team members can hinder the smooth execution and success of projects. High costs associated with training and development drive companies to invest in tools that assist in team formation.

In this work, we propose to develop and analyze an innovative mathematical model, utilizing Linear Programming and Operational Research concepts, to aid in the formation of project teams. This model takes into account essential parameters such as skills, interests, and affinities among candidates. Additionally, the impact of constraints related to individual skills and preferences will be analyzed.

The focus on team building is central to this study. Team building goes beyond merely assembling workgroups; it involves creating cohesive, motivated, and efficient teams. A well-structured team not only boosts productivity but also enhances job satisfaction and reduces turnover. With the proposed model, we aim to facilitate the creation of harmonious and high-performing teams, fostering a collaborative and innovative environment. This work offers a practical and scientific approach to team formation, aiming to maximize human potential within organizations and significantly contribute to the success of projects.

**Keywords:** Mathematical Modeling, Linear Programming, Operations Research, Team Building.



## Lista de tabelas

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Resultados . . . . .                        | 20 |
| Tabela 2 – Máximo de alocações por candidato . . . . . | 22 |
| Tabela 3 – Interesse Mínimo . . . . .                  | 23 |
| Tabela 4 – Aptidões Requisitadas . . . . .             | 23 |
| Tabela 5 – Aptidão mínima . . . . .                    | 23 |
| Tabela 6 – Afinidade entre candidatos . . . . .        | 24 |
| Tabela 7 – Grau de Interesse . . . . .                 | 24 |
| Tabela 8 – Potencial mínimo do projeto . . . . .       | 24 |
| Tabela 9 – Potencial de execução . . . . .             | 25 |
| Tabela 10 – Solução . . . . .                          | 26 |

# Sumário

|       |                                                   |    |
|-------|---------------------------------------------------|----|
|       | Lista de tabelas . . . . .                        | 7  |
| 1     | INTRODUÇÃO . . . . .                              | 9  |
| 1.1   | Objetivos . . . . .                               | 9  |
| 1.1.1 | Objetivos Específicos . . . . .                   | 9  |
| 1.2   | Resultados Esperados . . . . .                    | 10 |
| 1.3   | Conclusão . . . . .                               | 10 |
| 2     | REFERENCIAL TEÓRICO . . . . .                     | 11 |
| 2.1   | Team Building . . . . .                           | 11 |
| 2.2   | Gestão de Recursos Humanos em Projetos . . . . .  | 11 |
| 2.2.1 | Team Building e a Redução de Conflitos . . . . .  | 12 |
| 2.3   | Programação não linear . . . . .                  | 13 |
| 2.4   | Programação Linear . . . . .                      | 14 |
| 3     | METODOLOGIA . . . . .                             | 15 |
| 3.0.1 | Modelo de PNL . . . . .                           | 15 |
| 3.0.2 | Linearização do modelo de PNL . . . . .           | 17 |
| 4     | APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS . . . . . | 19 |
| 4.1   | Instâncias . . . . .                              | 19 |
| 4.2   | Instância Exemplo . . . . .                       | 21 |
| 4.2.1 | Solução da Instância . . . . .                    | 25 |
| 5     | CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .       | 27 |
|       | REFERÊNCIAS . . . . .                             | 28 |

# 1 Introdução

Segundo Chiavenato (2008), um dos maiores problemas enfrentados por empresas dos mais diversos segmentos refere-se à formação de equipes eficazes. A dificuldade em encontrar indivíduos com o perfil ideal para determinadas posições, aliada ao baixo desempenho de alguns colaboradores, pode gerar prejuízos significativos e custo extras, comprometendo a fluidez e o sucesso dos projetos. Diante dessas dificuldades, torna-se essencial analisar as competências e os agentes motivadores de cada indivíduo, utilizando ferramentas que possibilitem a melhor alocação de pessoas em projetos e tarefas.

A raiz desse problema está na discrepância entre as habilidades necessárias e as disponíveis, além de questões relacionadas à motivação e compatibilidade entre os membros das equipes. Muitas vezes, as empresas não dispõem de métodos eficazes para avaliar e correlacionar habilidades, interesses e afinidades, resultando em equipes mal formadas e com baixo desempenho. O processo tradicional de formação de equipes, baseado em critérios subjetivos e informais, não é suficiente para garantir a eficiência e a coesão necessárias para o sucesso dos projetos.

Para resolver esse problema, este trabalho propõe a elaboração e análise de um modelo matemático utilizando Programação Linear e conceitos de Pesquisa Operacional, visando otimizar a formação de equipes. A proposta inclui o desenvolvimento de uma ferramenta que considera parâmetros essenciais como competências, afinidades e interesses dos indivíduos, permitindo uma alocação ótima dos recursos humanos em projetos e tarefas. Este processo, conhecido como Team Building, busca construir equipes coesas, motivadas e eficientes.

## 1.1 Objetivos

A pesquisa tem como objetivo geral desenvolver um modelo matemático abrangente que otimize a formação de equipes, garantindo uma alocação precisa baseada nas competências individuais dos candidatos.

### 1.1.1 Objetivos Específicos

- **Identificação de Recursos:** Identificar e avaliar recursos tecnológicos e metodológicos destinados à captação de talentos e à formação de equipes.
- **Correlação de Habilidades:** Estabelecer uma correlação eficiente entre as habilidades individuais e as necessidades dos projetos, considerando também afinidades e interesses.

- **Análise de Variáveis:** Identificar e analisar variáveis e principais impulsionadores que influenciam diretamente o desempenho das equipes em relação às metas específicas.
- **Teste de Ferramenta:** Avaliar e testar a ferramenta proposta em ambientes controlados para verificar sua eficácia na formação de equipes.
- **Insights Cruciais:** Fornecer insights cruciais que subsidiem uma formação mais eficaz de equipes, valorizando as habilidades individuais dos candidatos e a afinidade entre eles.

## 1.2 Resultados Esperados

Com este estudo, espera-se encontrar uma solução que:

- Otimize a alocação de indivíduos em projetos e tarefas, maximizando a eficiência e a produtividade das equipes.
- Reduza os custos associados ao treinamento e à formação de equipes.
- Melhore a satisfação e a motivação dos membros da equipe, resultando em um ambiente de trabalho mais harmonioso e colaborativo.
- Forneça uma base científica e metodológica para a formação de equipes, aplicável a diversos setores e tipos de projetos.

## 1.3 Conclusão

A formação de equipes é um dos pilares para o sucesso dos projetos em qualquer organização. Desenvolver um modelo matemático para otimizar esse processo, utilizando Programação Linear e Pesquisa Operacional, promete não apenas resolver os problemas atuais de alocação de recursos humanos, mas também contribuir significativamente para o sucesso dos projetos e a satisfação dos colaboradores. Ao fornecer uma abordagem prática e científica para o Team Building, este trabalho visa criar equipes de alto desempenho que possam enfrentar desafios do mercado de maneira eficaz e eficiente.

## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Team Building

Segundo Dyer e Dyer (2012), *team building* é um processo de motivação que busca gerar um sentimento de inclusão ao grupo, criando um espírito de equipe e fazendo com que haja uma melhoria nas relações em um ambiente laboral. De acordo com os autores, a questão não é como fazer com que todas as equipes sejam iguais, mas como desenvolver processos que permitem que essas diferentes unidades trabalhem juntas de maneira eficaz.

A composição de equipes de maneiras diversificadas contribui para uma melhor alocação de indivíduos de acordo com suas competências e relações interpessoais. Uma vez que aspectos como personalidade, habilidades e competências são analisadas durante a composição das equipes.

O *team building* visa alinhar as competências das equipes com os objetivos da empresa, para que haja um maior rendimento durante a execução das tarefas. Porém, as atividades do *team building* também levam em consideração o clima organizacional, sendo consideradas ferramentas que visam estimular a motivação dos colaboradores. Segundo Alves (2012), a comunicação deve ocupar sempre um lugar de destaque em qualquer organização, visto que permite que as interações com o meio se processem, assegurando a circulação de informação e a compreensão e coesão necessárias ao bom funcionamento da organização.

### 2.2 Gestão de Recursos Humanos em Projetos

A gestão de recursos humanos desempenham um papel crucial na identificação, recrutamento e seleção de certas pessoas para projetos. Escolher membros com as habilidades adequadas é essencial para o desempenho eficaz do projeto. Segundo Gomes (2000), o processo de recrutamento, seleção de pessoal e formação de equipe pode ser visto como uma sequência de barreiras que demanda tempo e altos investimentos como apresentado na Figura 1, na qual pode-se observar diversas etapas a serem seguidas desde a triagem inicial, até o processo de seleção, sendo a rejeição ou aprovação do candidato. A Figura 1 ilustra um processo convencional de recrutamento e seleção de pessoal.

O treinamento é um dos principais processos para a gestão de recursos humanos, uma vez que está ligado à educação para o trabalho. Segundo Marques (2016), treinar implica despertar dons, aptidões e capacidades que, na maioria das vezes, encontram-se latentes.

A alocação de recursos humanos visa distribuir de maneira eficiente as competências apresentadas pelos colaboradores, levando em conta as demandas dos projetos disponíveis na organização e considerando experiências prévias, habilidades pessoais e relacionamentos interpessoais.

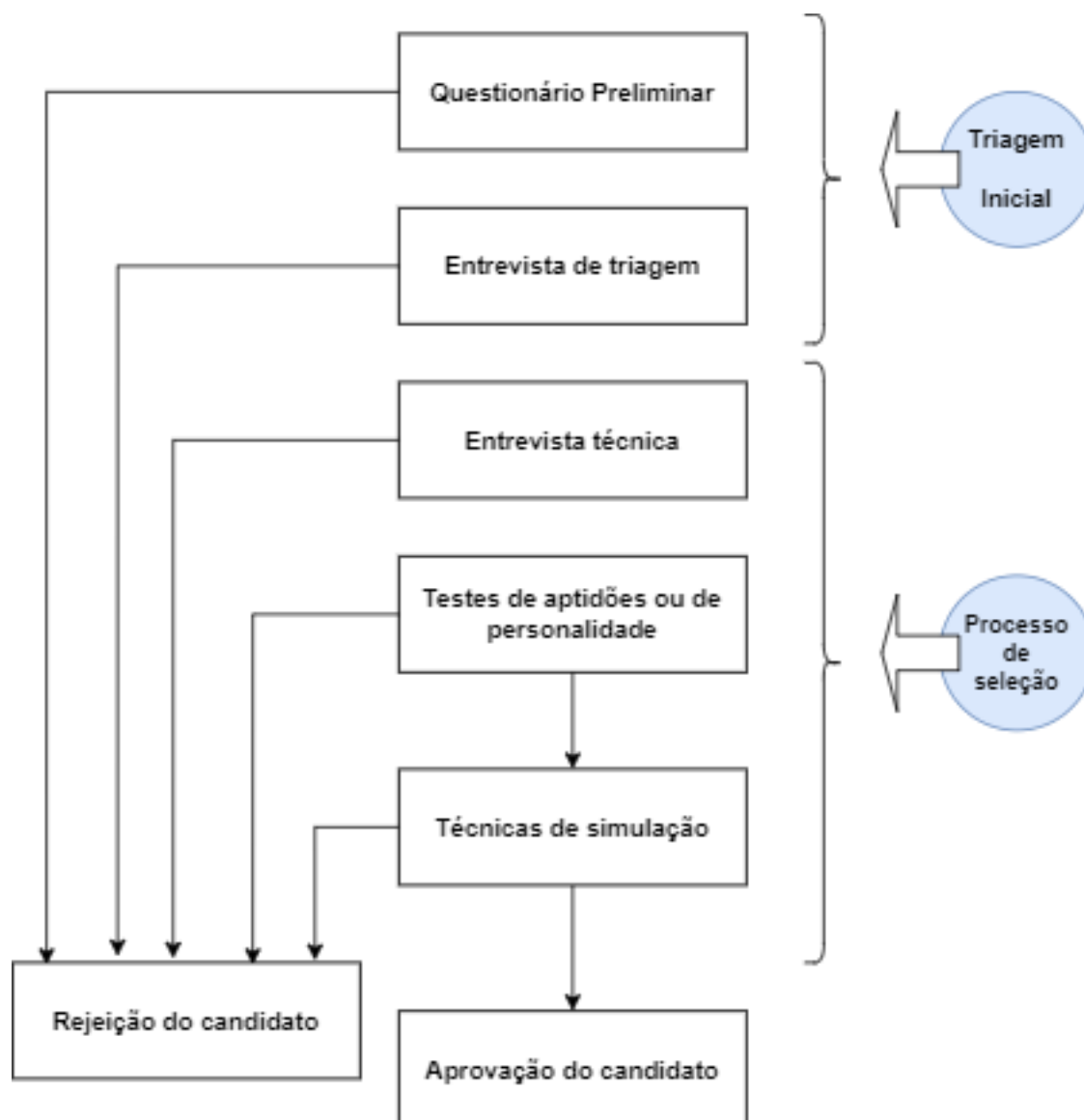


Figura 1 – Chiavenato (1994)

Em resumo, a alocação de recursos humanos é um processo que visa gerenciar da melhor maneira esse recurso, extraindo o máximo da capacidade de cada colaborador e maximizando, assim, os resultados em prol da organização, gerando assim maiores lucros e melhor competitividade no mercado.

### 2.2.1 Team Building e a Redução de Conflitos

A pesquisa operacional é um campo interdisciplinar que abrange uma grande variedade de técnicas e métodos para tomar decisões eficazes em situações complexas. Entre essas técnicas, destacam-se a Programação Não Linear (PNL) e a Programação Linear (PL), que são ferramentas poderosas para a modelagem e resolução de problemas de otimização em diversas áreas.

O vínculo entre *team building* e PNL e PL é uma prática essencial em meios corpo-

rativos para a promoção da colaboração, coesão e o desempenho eficaz das equipes de trabalho. Na busca por melhores resultados, muitas organizações recorrem à pesquisa operacional para o processo de tomada de decisão.

A Programação Não Linear (PNL) é útil na formação de equipes, pois permite otimizar problemas que envolvem variáveis não lineares, como alocação de recursos em projetos de equipe, considerando limitações de tempo e custo. Por exemplo, ao planejar atividades de *team building*, é essencial maximizar a eficácia dos recursos disponíveis, como tempo e dinheiro, enquanto se minimiza o conflito e se promove a colaboração entre os membros da equipe.

Um grupo de pessoas trabalhando juntas para benefício mútuo é essencial para o bom rendimento de uma empresa, projeto ou qualquer atividade que envolva pessoas. Equipes esportivas são um bom exemplo de como o trabalho em equipe é necessário para se obter bons resultados. Segundo House (2013), o trabalho em equipe não vem naturalmente, e pode ser inibido por fatores como capacidade de socialização, individualismo, segregação de habilidades, segregação de funções, inexperiência e incapacidade para lidar com mudanças.

Para (DYER; DYER, 2012) uma forma de se compreender o conflito é vê-lo como o resultado de uma violação das expectativas, no qual sempre que uma pessoa viola as expectativas de outra, reações negativas virão como resultado. Tendo como base esse pensamento é possível concluir que as expectativas com relação aos projetos e as equipes estejam bem claras para o entendimento de todos os membros.

Existem uma série de atitudes que podem impactar nas relações entre membros de uma equipe, podendo ser entre colegas de trabalho ou então a relação entre gestor e colaborador, uma vez que diversos fatores como falta de autonomia, atrasos nas entregas, não compartilhar recursos ou atrasos injustificados sejam exemplos de ocorrências que afetam a confiança e conseqüentemente levando a conflitos na equipe.

### 2.3 Programação não linear

A programação não linear (PNL) abrange a resolução de problemas de otimização que envolvem funções objetivo e/ou restrições não lineares. Este processo visa minimizar ou maximizar uma função objetivo sujeita a uma variedade de restrições, apresentadas na forma de igualdades ou desigualdades, sendo a função objetivo e/ou, pelo menos, uma restrição não linear.

Conforme abordado por Hillier e Lieberman (2013) os problemas de PNL se manifestam de diversas formas e formatos, não permitindo a aplicação de um único algoritmo universal para resolver essa gama de desafios distintos. No âmbito da otimização para problemas não lineares, dois tipos principais se destacam.

O primeiro tipo, denominado *Otimização Irrestrita*, concentra-se simplesmente em maximizar ou minimizar uma função objetivo. Por outro lado, o segundo tipo, conhecido

como *Otimização linearmente restrita*, conforme definido por Hillier e Lieberman (2013), implica na minimização ou maximização de uma função objetivo não linear, sujeita a restrições lineares e/ou não lineares.

Esta distinção revela a complexidade e a diversidade inerentes à programação não linear, destacando a importância de métodos específicos e adaptativos para abordar eficientemente essa classe de problemas. Ao explorar exemplos práticos e detalhes sobre os algoritmos empregados, é possível aprimorar a compreensão e aplicabilidade desses conceitos no contexto da otimização.

Ao abordar problemas de otimização complexos, é muito comum encontrar modelos que envolvem funções não lineares, tornando a resolução desses problemas desafiadora. No entanto, é possível simplificar a resolução desses modelos por meio de técnicas de linearização. Esta abordagem consiste em aproximar uma função não linear por uma função linear. Essa linearização é benéfica pois permite que seja possível o uso de técnicas bem estabelecidas da Programação Linear (PL) na resolução de problemas que originalmente seriam considerados não lineares.

A linearização é uma estratégia valiosa que pode ser aplicada facilmente para a resolução de problemas complexos. Ao linearizar um modelo PNL as relações não lineares são transformadas em lineares, o que simplifica significativamente o processo de resolução.

A capacidade de linearizar modelos PNL não somente simplifica a resolução de problemas complexos, mas também amplia o conjunto de métodos de resolução disponíveis, proporcionando uma abordagem mais abrangente e eficaz para lidar com questões de otimização em diversas áreas de aplicação.

## 2.4 Programação Linear

É crucial destacar que a programação linear (PL) não é, em si, um método específico, mas sim uma abordagem abrangente para resolver uma classe específica de problemas de otimização. Segundo Hillier e Lieberman (2013), qualquer problema cujo modelo matemático se ajuste ao formato genérico da PL é considerado um problema desse tipo. Assim, a PL utiliza um modelo matemático para representar e resolver o problema em questão. A característica fundamental da PL é a linearidade, o que implica que todas as funções matemáticas presentes no modelo são necessariamente lineares. Em termos simples, a PL é uma técnica aplicada para otimizar problemas que visam maximizar ou minimizar uma função linear, sujeita a um conjunto de restrições lineares. Este enfoque tornou-se um dos mais amplamente empregados na área da Pesquisa Operacional.

Além disso, é relevante enfatizar que, embora a PL forneça uma estrutura eficaz para resolver problemas específicos, ela não é uma técnica única ou exclusiva. Existem diversas abordagens e métodos disponíveis na literatura para lidar com diferentes contextos e complexidades, destacando a necessidade de uma seleção criteriosa e adaptativa de técnicas com base nas características específicas de cada problema.



## 3 Metodologia

### 3.0.1 Modelo de PNL

A pesquisa tem como natureza aplicada, ou seja foca na obtenção de novos conhecimentos. Inicialmente, procedeu-se à avaliação de ferramentas de otimização por meio da aplicação de parâmetros gerados aleatoriamente, simulando assim um processo de seleção de indivíduos para tarefas específicas. Os parâmetros envolvem desde as competências dos participantes, seu grau de afinidade com colegas de equipe e o grau de interesse pelo projeto disponível.

O estudo tem como abordagem o método quali-quantitativo, uma vez que trabalhar a pesquisa visa quantificar dados qualitativos.

A pesquisa tem objetivos exploratórios pois descreve um novo tipo de conhecimento que pode ser aplicado na prática. As técnicas e o modelo proposto no estudo podem ser aplicadas em qualquer setor que necessite da alocação ótima de pessoas para determinadas tarefas.

A escolha criteriosa de ferramentas e parâmetros para o processo de seleção de candidatos foi embasada em extensas pesquisas bibliográficas, análises documentais e estudo de campo. Essa abordagem visa garantir que o modelo desenvolvido demonstre eficácia na alocação otimizada de membros em uma equipe de trabalho.

Inicialmente, propôs-se um modelo de PNL para a alocação de candidatos em projetos, incluindo a função objetivo e uma restrição não linear. O modelo, fundamentado no clássico problema de alocação, tem como objetivo otimizar a composição de equipes para projetos, levando em conta as competências, afinidades e interesses dos candidatos. A escolha da abordagem PNL se revela estratégica para lidar com o desafio complexo da alocação eficiente de recursos humanos.

Na elaboração do modelo foi necessário quantificar alguns parâmetros de entrada que, originalmente, são qualitativos. Para isso foram criadas escalas de valores para representar níveis para esses parâmetros. O modelo matemático de PNL desenvolvido possui os seguintes parâmetros de entrada:

- $n$ : número de candidatos;
- $m$ : número de projetos;
- $r$ : número de requisitos necessários para o desenvolvimento dos projetos;
- $apt\_req_{ij}$ : valor do requisito  $k$  para o candidato  $i$ .

Parâmetro com valor entre 0 e 5, no qual 0 determina que o candidato  $i$  não apresenta o requisito  $k$  e 5 que ele apresenta a capacidade máxima para o requisito;

- $afin_{ij}$ : afinidade entre os candidatos  $i$  e  $j$ .

Parametro com valor 0 ou 1, no qual 0 determina que os candidatos  $i$  e  $j$  não apresentam afinidade e 1 que apresentam;

- $grau\_int_{ij}$ : grau interesse do candidato  $i$  pelo projeto  $j$ .

Parâmetro com valor entre 0 e 5, onde 0 determina que o candidato  $i$  não possui interesse pelo projeto  $j$  e 5 que o candidato possui interesse máximo;

- $apt\_req_{jk}$ : valor mínimo desejado do requisito  $k$  para o projeto  $j$ .

Parâmetro com valor entre 0 e 5. Quanto maior seu valor, mais desejável é o requisito  $k$  para o projeto  $j$ . O valor 0 determina que o requisito  $k$  não é necessário para o projeto  $j$ ;

- $L_i$ : número máximo de projetos que o candidato  $i$  pode participar;

- $min\_eqp_j$ : número mínimo de componentes desejado para o projeto  $j$ ;

- $max\_eqp_j$ : número máximo de componentes desejado para o projeto  $j$ ;

- $I_j$ : grau de interesse mínimo para alocar um candidato ao projeto  $j$ ;

- $d_j$ : duração (tempo) prevista para a execução do projeto  $j$ ;

- $cd_{ij}$ : potencial de execução (em unidades de tempo) do candidato  $i$  para o projeto  $j$ .

O conjunto de variáveis de decisão binárias do modelo de PNL é:  $x_{ij}$  é igual a 1 se o candidato  $i$  for alocado ao projeto  $j$  e 0, caso contrário. O modelo é composto pela função objetivo (Equação(1)) e pelas restrições (2) a (9)), descritas a seguir:

$$\textbf{Maximizar} \text{ Requisitos} = \sum_{j=1}^m \left( \sum_{k=1}^r \left( \frac{\sum_{i=1}^n \frac{apt\_req_{ik} \cdot X_{ik}}{n}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \right) \right) \quad (1)$$

**s.a.**

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \geq min\_eqp_j \quad \forall j= 1, ..., n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq max\_eqp_j \quad \forall j= 1, ..., n \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq L_i \quad \forall j= 1, ..., n \quad (4)$$

$$\forall i= 1, ..., n$$

$$\begin{aligned}
& apt\_req_{ik} \geq apt\_min_{jk} x_{ij} & \forall j = 1, \dots, n \quad (5) \\
& & \forall k = 1, \dots, n \\
& & \forall j = 1, \dots, n \\
& x_{ij} x_{ji} \leq af_{inl} & \forall j = 1, \dots, n \quad (6) \\
& & \forall l = 1, \dots, n \\
& & \forall j = 1, \dots, n \\
& grau\_int_{ij} \leq I_j X_{ij} & \forall i = 1, \dots, n \quad (7) \\
& cd_{ij} x_{ij} \leq d_j & \forall j = 1, \dots, n \quad (8) \\
& & \forall i = 1, \dots, n \\
& x_{ij} \in 0, 1 & \forall i = 1, \dots, n \quad (9) \\
& & \forall j = 1, \dots, n
\end{aligned}$$

A FO (1) visa maximizar o somatório das médias dos valores dos requisitos dos candidatos alocados aos projetos. As restrições (2) e (3) asseguram que as equipes dos projetos sejam compostas por, no mínimo, *min\_eqp* e, no máximo, *max\_eqp* candidatos, respectivamente. O conjunto de restrições (4) garantem que cada candidato *i* seja alocado em, no máximo, *L(i)* projetos. Sendo assim, candidatos podem ser alocados em mais de um projeto, bem como não ser alocado a nenhum projeto. As restrições (5) asseguram que, para um candidato ser alocado a um projeto, os valores de seus requisitos devem atender aos valores mínimos desejados. As restrições (6) permitem que dois candidatos sejam alocados ao mesmo projeto somente se apresentarem afinidade. Já as restrições (7) permitem que somente candidatos com um mesmo nível de interesse mínimo *I<sub>j</sub>* pelo projeto *j* seja alocado a ele. As restrições (8) garantem que só sejam alocados a um projeto candidatos que tenham potencial para executá-lo dentro de sua duração prevista. Por fim, as restrições (9) asseguram a integralidade e não-negatividade das variáveis de decisão. Conforme descrito, a função objetivo (1) e a restrição (6) atribuem a não-linearidade ao modelo. pois apresentam, respectivamente, divisão e multiplicação de variáveis de decisão.

### 3.0.2 Linearização do modelo de PNL

A linearização de modelos matemáticos não lineares é frequentemente necessária em determinados contextos, especialmente quando se trabalha com métodos de otimização, ou técnicas analíticas, que são eficientes para problemas lineares. A linearização simplifica a resolução do problema, tornando-o mais acessível para métodos numéricos ou análise matemática. Dentre as motivações para a linearização pode-se destacar a simplicidade computacional, sendo os problemas lineares matematicamente mais simples de modelar e resolver. Há, na literatura, diversas metodologias para a linearização de modelos matemáticos.

Como o modelo proposto apresenta multiplicação de variáveis binárias, *y* é restrito a ser menor ou igual ao mínimo entre *x<sub>ij</sub>* e *x<sub>ji</sub>*, a expressão  $y \leq x_{ij} + x_{ji} - 1$  lineariza essa

condição de forma eficiente. Essa linearização permite representar o mínimo de  $x_{ij}$  e  $x_{ji}$  de maneira linear, facilitando a resolução do problema por algoritmos de programação linear inteira. Ao transformar a restrição não linear em uma forma linear, essa abordagem viabiliza a resolução de problemas de grande escala de forma eficaz, garantindo uma otimização computacional viável, sendo que  $y \in [0, 1]$ .

Durante o processo de linearização do modelo, primeiramente, a função objetivo foi substituída por uma função linear. A nova função objetivo busca a maximização do somatório dos potenciais de execução dos candidatos alocados aos projetos, ou seja:

$$\text{Maximizar } pot\_exec = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n pcp_{ij} x_{ij}$$

onde  $pcp_{ij}$  é o potencial de execução do candidato  $i$  para o projeto  $j$  e é calculado da seguinte forma:

Primeiramente são calculados pesos  $\alpha_{jk}$  para cada requisito  $k$  exigido para cada projeto  $j$  através de:

$$\begin{aligned} \alpha_{jk} &= \frac{apt\_min_{ik}}{\sum_{k=1}^r apt\_min_{jk1}} & \forall j=1, \dots, m \quad \forall k=1, \dots, m \\ \sum_{k=1}^r \alpha_{jk} &= 1 & \forall j=1, \dots, m \\ \alpha_{jk} &\in [0,1] & \forall j=1, \dots, m \quad \forall k=1, \dots, r \end{aligned}$$

Com base nos pesos calculados, é determinado o potencial de execução do candidato  $i$  para o projeto  $j$  pela equação:

$$pcp_{ij} = \sum_{k=1}^r \alpha_{jk} apt\_req_{ik} \quad \forall i=1, \dots, n \quad \forall j=1, \dots, m$$

As restrições (8) foram substituídas por restrições que garantem que um candidato só seja alocado a um projeto caso tenha o potencial de execução mínimo exigido para o projeto, ou seja:

$$pcp_{ij} \geq dpj x_{ij} \quad \forall j=1, \dots, m \quad \forall i=1, \dots, n$$

onde  $dpj$  é o potencial de execução mínimo exigido para o projeto  $j$ .

As restrições (6), que apresentam multiplicações de variáveis binárias, foram alteradas da seguinte forma:

Foram criadas as variáveis  $y_{ilj} \in [0,1] \quad \forall i=1, \dots, n \quad \forall j=1, \dots, m$  e as restrições:

$$y_{ilj} \geq x_{ij} + x_{lj} - 1 \quad \forall i=1, \dots, m \quad \forall l=1, \dots, n \quad \forall j=1, \dots, n$$

Considerando as possíveis combinações para as variáveis  $x_{ij}$  é fácil comprovar que:

$$y_{ilj} = x_{ij} x_{lj} \quad \forall i=1, \dots, n \quad \forall l=1, \dots, n \quad \forall j=1, \dots, m$$

## 4 Apresentação e discussão dos resultados

Para validar o modelo proposto neste estudo, foram criadas 20 instâncias aleatórias, variando o número de candidatos, projetos e requisitos avaliados. As instâncias foram cuidadosamente elaboradas para representarem o maior número de cenários possível, garantindo uma análise abrangente da capacidade do modelo em lidar com diferentes situações.

No processo de geração e resolução das instâncias, adotou-se uma abordagem rigorosa e sistemática, utilizando a linguagem Python para a geração dos dados (valores para os parâmetros) e o ambiente de modelagem algébrica AMPL para a resolução dos problemas. Essa escolha não apenas proporcionou uma integração perfeita entre a geração e a resolução das instâncias, mas também permitiu aproveitar ao máximo as funções e recursos oferecidos por cada uma dessas ferramentas. Além disso, a seleção cuidadosa do *hardware* foi fundamental para garantir um desempenho eficiente e confiável durante todo o processo. Com uma máquina equipada com 16GB de RAM e processador Intel Pentium G4560 de 3.5 GHz Dual Core foi possível lidar com as demandas computacionais das instâncias de forma eficaz, garantindo resultados precisos e consistentes.

O uso combinado dessas ferramentas e recursos resultou em uma abordagem robusta para a análise e resolução dos problemas, permitindo uma validação abrangente e confiável do modelo proposto. Os resultados obtidos forneceram *insights* valiosos sobre a eficácia e a adequação do modelo em diferentes contextos e situações, contribuindo para o avanço do conhecimento e aprimoramento das práticas de otimização em diversas áreas de aplicação.

### 4.1 Instâncias

As 20 instâncias elaboradas apresentam variações nos números de candidatos, projetos e competências avaliadas. Além disso, para garantir uma ampla cobertura de situações, estabeleceu-se limites mínimos e máximos para o número de candidatos por equipe, bem como para os parâmetros I e L. Essa abordagem foi desenhada para proporcionar flexibilidade e adaptabilidade às diferentes configurações de problemas que poderão surgir. A geração das instâncias foi realizada com o objetivo de abranger uma variedade representativa de cenários possíveis. A Tabela 1 a seguir apresentam as instâncias e um resumo dos resultados:

| Instância | n  | m  | r | tempo(s) | pot_exec |
|-----------|----|----|---|----------|----------|
| 1         | 10 | 5  | 3 | 0.02     | 21.2     |
| 2         | 10 | 5  | 3 | 0.03     | 60       |
| 3         | 20 | 10 | 2 | 0.01     | 46.4     |
| 4         | 15 | 6  | 2 | 0.05     | 26.6     |
| 5         | 23 | 10 | 5 | 0.03     | 42.9     |
| 6         | 14 | 6  | 2 | 0.05     | 82,2     |
| 7         | 11 | 4  | 2 | 0.005    | 42.7     |
| 8         | 16 | 9  | 3 | 0.05     | 93,5     |
| 9         | 21 | 12 | 4 | 0.05     | 144      |
| 10        | 25 | 15 | 3 | 0.04     | 171      |
| 11        | 10 | 5  | 3 | 0.02     | 30.4     |
| 12        | 10 | 5  | 3 | 0.5      | 61.4     |
| 13        | 20 | 10 | 2 | 0.02     | 135      |
| 14        | 15 | 6  | 2 | 0.05     | 82.2     |
| 15        | 23 | 10 | 5 | 0.02     | 145      |
| 16        | 14 | 6  | 2 | 0.02     | 75.5     |
| 17        | 11 | 4  | 2 | 0.02     | 47.2     |
| 18        | 16 | 9  | 3 | 0.05     | 93.5     |
| 19        | 21 | 12 | 4 | 0.07     | 144      |
| 20        | 25 | 15 | 3 | 0.04     | 171      |

Tabela 1 – Resultados

A Tabela 1 apresenta as instâncias geradas com o intuito de testar o modelo. As 20 instâncias foram descritas na tabela e contém os parâmetros  $n$ ,  $m$ ,  $r$  que descrevem o número de candidatos a serem alocados a projetos, número de projetos disponíveis e os requisitos necessários para desenvolvimento dos projetos respectivamente. As colunas "tempo" e "pot\_exec" se referem ao tempo gasto para a resolução da instância e o potencial de execução da alocação encontrado.

Os resultados obtidos para as instâncias foram registrados e analisados para entender melhor o desempenho do modelo em diferentes configurações. O tempo de execução e o potencial de execução calculados para cada instância foram cuidadosamente avaliados, fornecendo *insights* valiosos sobre a eficácia e a robustez do modelo em uma variedade de contextos. Entre os *insights* fornecidos vale destacar:

- **Eficiência na alocação:** aonde pode-se analisar como o modelo distribui os candidatos para maximizar a correspondência entre suas competências e os requisitos do projeto. Isso pode revelar quão bem o modelo otimiza a alocação de recursos.
- **Impacto das restrições:** ao ajustar as restrições do modelo, pode-se observar como elas afetam a alocação dos candidatos. Isso auxilia no entendimento de como diferentes limitações influenciam a distribuição dos recursos. Durante os testes, foram realizadas diversas análises, variando desde a imposição de limites mínimos e má-

ximos de alocação para cada candidato até a introdução de restrições específicas relacionadas às habilidades e preferências dos candidatos. O objetivo era entender como diferentes restrições impactavam a distribuição dos recursos e a eficácia geral do modelo.

- **Robustez:** avalia como o modelo se comporta em diferentes cenários e contextos. Isso inclui a análise de como ele lida com variações nas competências dos candidatos, nas demandas dos projetos e em outras condições que podem surgir na prática. Durante os testes, foram simuladas diversas situações, incluindo mudanças nas habilidades dos candidatos e flutuações nas exigências dos projetos. E assim o modelo demonstrou uma notável capacidade de adaptação e resiliência, produzindo alocações eficazes e satisfatórias em uma ampla gama de cenários. Essa robustez é essencial para garantir a confiabilidade e utilidade do modelo em ambientes dinâmicos e em constante mudança.
- **Tempo de execução:** análise do tempo necessário para o modelo produzir uma alocação. Isso foi crucial para determinar a viabilidade prática do uso do modelo em situações do mundo real. Como a melhor solução sempre era obtida com menos de um segundo, pode-se concluir que o modelo é viável em termos de eficiência computacional, pois a capacidade do modelo de fornecer resultados de qualidade em tempo hábil aumenta sua utilidade e aplicabilidade em uma variedade de contextos práticos, desde planejamento de projetos até otimização de recursos em tempo real.
- **Adaptação a novos contextos:** ao testar o modelo em uma variedade de contextos, pode-se avaliar sua capacidade de adaptação a diferentes situações e requisitos. Isso é fundamental para garantir que o modelo seja útil em uma ampla gama de cenários. O modelo pode também ser utilizado em outras áreas, como distribuição de tarefas em equipes de pesquisa, alocação de recursos em projetos de desenvolvimento de produtos ou até mesmo na otimização de fluxos de trabalho em operações empresariais. Essa capacidade de adaptação é crucial para garantir que o modelo seja flexível e útil em diversas situações, agregando valor em diferentes contextos e impulsionando a eficiência e o desempenho em várias áreas de atuação.

Esses resultados são essenciais para validar e aprimorar ainda mais o modelo, visando sua aplicação prática em situações do mundo real.

## 4.2 Instância Exemplo

Das 20 instâncias geradas, a instância de número 2 foi selecionada para servir como modelo de apresentação para as outras instâncias.

A instância apresentada conta com 10 candidatos e 5 projetos, sendo analisados 3 requisitos para o ingresso no projeto. Os projetos apresentam parâmetros como mínimo

e máximo de candidatos a adentrar nos projeto, assim como o máximo de projetos que cada candidato pode ingressar e o interesse necessário para se alocar um candidato a um projeto. Os parâmetros da instância são:

- **Parâmetro(n)** indica o número de candidatos a serem alocados ao projeto: 10;
- **Parâmetro(m)** indica o número de projetos a serem executados: 5;
- **Parâmetro(r)** indica as competências a serem analisadas: 3;
- **Parâmetro(min\_eqp)** indica o número mínimo de candidatos a serem alocados na equipe: 1;
- **Parâmetro(max\_eqp)** indica o número máximo de candidatos a serem alocados na equipe: 3
- **Parâmetro(L)**: Tabela 2;
- **Parâmetro(I)**: Tabela 3;
- **apt\_req**: Tabela 4;
- **apt\_min**: Tabela 5;
- **afinidade**: Tabela 6;
- **grau\_int**: Tabela 7;
- **Parâmetro(dp)** Tabela 8.

| Candidato | Nº máximo de projetos |
|-----------|-----------------------|
| 1         | 2                     |
| 2         | 1                     |
| 3         | 1                     |
| 4         | 2                     |
| 5         | 2                     |
| 6         | 2                     |
| 7         | 2                     |
| 8         | 1                     |
| 9         | 2                     |
| 10        | 2                     |

Tabela 2 – Máximo de alocações por candidato

A Tabela 2 descreve o número máximo de projetos aos quais o candidato  $i$  pode participar. O candidato 1 pode ser alocado a 2 projetos simultaneamente, o candidato 2 pode ser alocado somente a 1, e assim por diante até o candidato 10.



| Projeto | Interesse |
|---------|-----------|
| 1       | 1         |
| 2       | 1         |
| 3       | 1         |
| 4       | 1         |
| 5       | 1         |

Tabela 3 – Interesse Mínimo

A Tabela 3 se refere ao interesse mínimo que o candidato deve apresentar para ser alocado ao projeto em questão, o projeto 1 tem o interesse mínimo de um ponto, assim como o 2, esse padrão segue até o último projeto disponível.

| Candidato | Requisito 1 | Requisito 2 | Requisito 3 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| 1         | 3           | 4           | 4           |
| 2         | 5           | 3           | 3           |
| 3         | 4           | 3           | 4           |
| 4         | 3           | 5           | 4           |
| 5         | 5           | 4           | 5           |
| 6         | 5           | 5           | 4           |
| 7         | 3           | 3           | 4           |
| 8         | 5           | 3           | 4           |
| 9         | 4           | 4           | 4           |
| 10        | 3           | 4           | 4           |

Tabela 4 – Aptidões Requisitadas

A Tabela 4 apresenta uma matriz de dados que pontua as habilidades mais relevantes que o candidato possui para o projeto. Na primeira coluna da tabela, estão listados os nomes dos candidatos. Nas linhas da tabela estão os valores para as habilidades avaliadas, descritas como Requisito 1, Requisito 2 e Requisito 3.

| Projeto | Requisito 1 | Requisito 2 | Requisito 3 |
|---------|-------------|-------------|-------------|
| 1       | 0           | 3           | 2           |
| 2       | 1           | 1           | 1           |
| 3       | 0           | 2           | 0           |
| 4       | 1           | 2           | 3           |
| 5       | 2           | 2           | 2           |

Tabela 5 – Aptidão mínima

A Tabela 5 descreve, para cada requisito, os valores mínimos desejados para o ingresso do candidato no projeto. A primeira coluna descreve o projeto e nas linhas os valores para os requisitos, listados com Requisito 1, 2 e 3.

| Candidato | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1         | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1  |
| 2         | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0  |
| 3         | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  |
| 4         | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1  |
| 5         | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0  |
| 6         | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1  |
| 7         | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  |
| 8         | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  |
| 9         | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  |
| 10        | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  |

Tabela 6 – Afinidade entre candidatos

A Tabela 6 descreve a afinidade entre os candidatos, na qual a primeira coluna lista os candidatos de 1 a 10, a primeira linha também serve como uma listagem para candidatos. A diagonal principal da matriz sempre tem a afinidade positiva 1, pois ela relaciona o candidato  $i$  com ele mesmo. As demais posições da matriz demonstram a afinidade entre os candidatos. A Tabela 7 se refere ao interesse do candidato pelo projeto no qual os

| Candidato | Projeto 1 | Projeto 2 | Projeto 3 | Projeto 4 | Projeto 5 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1         | 3         | 3         | 4         | 3         | 4         |
| 2         | 2         | 1         | 5         | 3         | 5         |
| 3         | 2         | 1         | 5         | 5         | 1         |
| 4         | 5         | 4         | 4         | 3         | 2         |
| 5         | 4         | 4         | 3         | 5         | 1         |
| 6         | 5         | 2         | 5         | 4         | 1         |
| 7         | 1         | 1         | 2         | 1         | 5         |
| 8         | 5         | 3         | 1         | 5         | 2         |
| 9         | 5         | 2         | 1         | 5         | 5         |
| 10        | 3         | 5         | 5         | 4         | 3         |

Tabela 7 – Grau de Interesse

valores variam de 0 a 5, sendo 0 a falta de interesse e 5 o interesse máximo pelo projeto.

| Projeto | Potencial Mínimo |
|---------|------------------|
| 1       | 2                |
| 2       | 2                |
| 3       | 2                |
| 4       | 2                |
| 5       | 2                |

Tabela 8 – Potencial mínimo do projeto

A Tabela 8 refere-se ao potencial mínimo de execução por projeto. O projeto 1 é atribuído um potencial de execução de 2, o que significa que para sua conclusão de forma

eficaz o potencial do candidato alocado seja igual ou maior do que 2,. Esses valores são essenciais para determinar a viabilidade e a eficiência da alocação dos candidatos em cada projeto.

#### 4.2.1 Solução da Instância

Tendo em vista o potencial mínimo de execução para os projetos, foram calculados os potenciais de execução caso o candidato  $i$  fosse alocado ao projeto  $j$  (Tabela 9). Os potenciais de execução foram calculados levando em conta as habilidades de cada candidato, o interesse pelo projeto assim como as afinidades entre os candidatos. Ao considerar cuidadosamente a combinação entre as habilidades dos candidatos e os requisitos específicos de cada projeto, foi possível identificar a alocação mais adequadas, visando alcançar os melhores resultados em termos de qualidade e eficiência. A alocação ótima obteve um potencial de execução total igual a 60, uma vez que os candidatos mais qualificados foram alocados para os seus respectivos projetos, como mostram as tabelas abaixo.

| Candidato | Projeto 1 | Projeto 2 | Projeto 3 | Projeto 4 | Projeto 5 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         |
| 2         | 3         | 4         | 3         | 3         | 4         |
| 3         | 3         | 4         | 3         | 4         | 4         |
| 4         | 5         | 4         | 5         | 4         | 4         |
| 5         | 4         | 5         | 4         | 5         | 5         |
| 6         | 5         | 5         | 5         | 4         | 5         |
| 7         | 3         | 3         | 3         | 4         | 3         |
| 8         | 3         | 4         | 3         | 4         | 4         |
| 9         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         |
| 10        | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         |

Tabela 9 – Potencial de execução

A Tabela 9 demonstra o potencial de execução de cada candidato se alocado ao projeto em questão. O candidato de número 1 possui o potencial para o projeto 1 avaliado em 4, 4 para o projeto 2, 4 para o projeto 3, 4 para o projeto 4 e 4 para o projeto 5. O candidato 2 possui um potencial de 3 para o projeto 1, 4 para o projeto 2, 3 para o projeto 3, 3 para o projeto 4, 4 para o projeto 5, e assim segue para todos os candidatos até o décimo candidato. É possível observar que os candidatos que apresentam potencial mais próximo de 5 são os mais adequados para serem alocados ao projeto. Porém, existem outros parâmetros que podem direcionar a alocação do candidato, uma vez que as afinidades entre candidatos e interesse pelo projeto também serão levados em consideração.

| Candidato | Projeto 1 | Projeto 2 | Projeto 3 | Projeto 4 | Projeto 5 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1         | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         |
| 2         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 3         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         |
| 4         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         |
| 5         | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         |
| 6         | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         |
| 7         | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         |
| 8         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         |
| 9         | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         |
| 10        | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         |

Tabela 10 – Solução

A Tabela 10, apresenta a solução da instância, a alocação ótima obteve um potencial de execução total igual a 60. O candidato 1 foi alocado aos projetos 1 e 3, o candidato 2 não foi alocado a nenhum projeto, o candidato 3 foi alocado ao projeto 5, o candidato 4 ao projeto 5, o candidato 5 foi alocado aos projetos 2 e 4, o candidato 6 foi alocado aos projetos 1 e 3, o candidato 7 foi alocado aos projetos 2 e 4, o candidato 8 foi alocado ao projeto 5, o candidato 9 foi alocado aos projetos 2 e 4 e, por fim, o candidato 10 foi alocado aos projetos 1 e 3.

## 5 Conclusões e considerações finais

O trabalho em questão teve como objetivo elaborar e analisar um modelo matemático para auxiliar na formação de equipes para projetos, buscando a melhor alocação de candidatos considerando suas habilidades, afinidades e interesses. Baseando-se na pesquisa literária, o trabalho foi direcionado para o uso do *team building* e da otimização, dada a enorme aplicabilidade destas áreas.

Partindo do problema de PL clássico de alocação, foi desenvolvido um modelo de PNL. Na elaboração das restrições do modelo, uma necessitou ser não linear. O modelo desenvolvido leva em consideração as habilidades, afinidades e interesses dos candidatos, bem como as competências mínimas necessárias para os projetos. Dada a necessidade de facilitar a resolução do problema, o modelo de PNL foi linearizado. Com a linearização surgiu, também, a necessidade de se alterar a função objetivo.

Com a necessidade de testar e validar o modelo foram criadas 20 instâncias pseudo-aleatórias, mantendo as características do problema, utilizando-se da biblioteca *random* da linguagem Python para a geração dos dados. As instâncias continham o número de colaboradores, projetos, nível de interesse desejado para a participação em cada projeto, potencial de execução mínimo para que o colaborador ingresse no projeto além de delimitar o número máximo e mínimo de projetos que o candidato pode ser alocado.

As soluções geradas pelo modelo mostraram-se coerentes, alocando os candidatos aos projetos considerando os critérios pré-estabelecidos. Dentre todas as possíveis alocações, o modelo gastou menos de um segundo para retornar as melhores, demonstrando eficiência computacional. Vale ressaltar a eficiência do modelo quando se trata de um número muito elevado de candidatos, pois todos são testados e somente serão alocados nos projetos que maximizem o potencial de execução do projeto.

A confecção deste trabalho gerou *insights* significativos, nos quais é possível ressaltar a utilização do modelo em diferentes contextos. Vale destacar a possível utilização do modelo em contextos práticos. Este trabalho demonstrou a utilização do modelo para a alocação de candidatos a projetos, porém, o mesmo também pode ser utilizados para outros setores devido a sua flexibilidade e robustez. Pode-se exemplificar sua possível utilização em setores como os de trânsito ou até mesmo distribuição de água para redes hídricas, no contexto de pesquisas futuras é possível ampliar a abrangência do modelo, através da inclusão de novas restrições e parâmetros, fazendo com que ele seja ainda mais abrangente.

## Referências

- ALVES, J. C. C. Importância da comunicação interna e das atividades de team building. *Em Pauta: Importância da Comunicação Interna e das Atividades de Team Building.*, Lisboa - Universidade Tecnica de Lisboa Social, Lisboa, v. 10, n. 29, p. 65–84, 2012.
- CHIAVENATO, I. *Iniciação à administração pessoal*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- CHIAVENATO, I. *Gestão de pessoas*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- DYER, W. G.; DYER, J. H. *EQUIPES QUE FAZEM A DIFERENÇA*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- GOMES, M. Ângela N. Análise dos processos de recrutamento e seleção na pequena empresa: estudo multicase no setor metal-mecânico de são carlos-sp. *Análise dos processos de recrutamento e seleção*, USP - Universidade de são Paulo, 2000.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. *Introdução à Pesquisa Operacional*. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- HOUSE, D. J. *Equipes: gerenciando para o sucesso - Série Profissional*. 1. ed. Rio de Janeiro: SENAC, 2013.
- MARQUES, J. C. *Gestão de recursos humanos*. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.