

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FILIFE PEREIRA VIEIRA FERNANDES

**PROBLEMAS DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS: PROPOSTA DE
SOLUÇÃO PELO MÉTODO AHP E PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA**

Bagé
2019

FILIFE PEREIRA VIEIRA FERNANDES

**PROBLEMAS DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS: PROPOSTA DE
SOLUÇÃO PELO MÉTODO AHP E PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Me. Fernanda Gobbi de Boer Garbin

**Bagé
2019**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

F363p Fernandes, Filipe Pereira Vieira

Problemas de alocação de recursos humanos: proposta
de solução pelo método AHP e programação linear inteira
/ Filipe Pereira Vieira Fernandes.

99 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,
2019.

"Orientação: Fernanda Gobbi de Boer Garbin".

1. Pesquisa operacional. 2. Programação linear
Inteira. 3. AHP (Analytic Hierarchy Process). 4.
Modelagem matemática. I. Garbin, Fernanda Gobbi de Boer
(orient.). II. Título.

FILIFE PEREIRA VIEIRA FERNANDES

**PROBLEMAS DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS: PROPOSTA DE
SOLUÇÃO PELO MÉTODO AHP E PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 04 de junho de 2019.

Banca examinadora:

Prof. Me Fernanda Gobbi de Boer Garbin
Orientador
UNIPAMPA

Prof. Dr. Ivonir Petrarca dos Santos
UNIPAMPA

Prof. Me. Elizangela Dias Pereira
UNIPAMPA

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, que sempre estiveram do meu lado em todas situações, boas ou ruins, sem medir amor nem esforços para que eu alcançasse esse objetivo, sempre sendo uma fonte inesgotável de incentivo.

Aos meus irmãos, que eu tenho a honra de dizer que são meus melhores amigos, sempre me apoiaram e torceram juntos, nas vitórias e nas derrotas.

Sou extremamente grato aos meus amigos, que sempre foram uma palavra de esperança quando as coisas pareciam não ir bem e que sempre deram todo suporte para que atinja minhas metas.

Ao Rotaract Club de Bagé Campanha, que sempre foi essencial no meu desenvolvimento pessoal, que é a minha fonte principal de inspiração, que permitiu que eu conhecesse pessoas excepcionais e entendeu as minhas ausências quando precisei priorizar a faculdade.

Agradeço também aos meus colegas que dividiram o peso da luta nesses longos anos de Engenharia, compartilharam das dúvidas, risadas, temores e tornaram a caminhada mais leve. Destaco também todos os mestres que dedicaram suas vidas a nobre missão de ensinar. Com toda certeza, levo comigo o melhor de cada um com o qual eu pude aprender ao longo dessa jornada.

À empresa que permitiu que esse trabalho fosse desenvolvido e todos que de alguma forma contribuíram para que esse fosse concluído.

E um agradecimento especial à orientadora Prof. Me. Fernanda, que é um exemplo de profissionalismo e amor pelo que faz. Obrigado por toda disposição, paciência e dedicação empregados a esse trabalho, sem ti isso não seria possível.

“When we survey our lives and endeavors, we soon observe that almost the whole of our actions and desires are bound up with the existence of other human beings. We see that our whole nature resembles that of the social animals. We eat food that others have grown, wear clothes that others have made, live in houses that others have built. The greater part of our knowledge and beliefs has been communicated to us by other people through the medium of a language which others have created. Without language our mental capacities would be poor indeed, comparable to those of the higher animals; we have, therefore, to admit that we owe our principal advantage over the beasts to the fact of living in human society. The individual, if left alone from birth would remain primitive and beast-like in his thoughts and feelings to a degree that we can hardly conceive. The individual is what he is and has the significance that he has not so much in virtue of his individuality, but rather as a member of a great human society, which directs his material and spiritual existence from the cradle to the grave.”

Albert Einstein

RESUMO

Fazer escolhas é parte da rotina de qualquer organização e, no cenário presente, de alta competitividade, cada vez mais se torna importante tomar decisões assertivas. O alto grau de incerteza sobre a situação de decisão, falta de boas informações e dificuldades em prever consequências e comprometimento de recursos da decisão tomada são algumas das dificuldades encontradas por gestores. Dessa forma, este trabalho aborda um problema de alocação de recursos humanos através da Programação Linear Inteira e utilização do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) com o objetivo de propor um método multicritério analítico de designação de pessoas a projetos de uma empresa de engenharia. Sendo o capital humano um dos principais recursos de corporações, se torna fundamental buscar alinhar necessidades dos colaboradores às necessidades de projetos, de forma a otimizar suas contribuições. Visto que inúmeros são os fatores que influenciam na designação de pessoas a atividades, o método AHP foi utilizado buscando relacionar fatores quantitativos e qualitativos e identificar a relação de importância entre eles. Uma vez que os parâmetros foram ponderados, estes foram inseridos em uma modelagem matemática de Pesquisa Operacional, que usa Programação Linear Inteira, buscando sistematizar a utilização da ferramenta como auxiliar na tomada de decisões. Os resultados apontam que a combinação do método AHP com a Programação Linear Inteira possibilitam resolver problemas de alocação de pessoas considerando aspectos quantitativos e qualitativos.

Palavras-chave: Pesquisa operacional. Programação linear inteira. AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Modelagem matemática.

ABSTRACT

To make choices is part of the routine of any organization and, in the current situation of high competitiveness, it becomes essential to take assertive decisions. The high level of uncertainty about decisions, lack of good information and problems to predict consequences and engagement of resources are some of the difficulties found by managers. Therefore, this study aims to approach an allocation of human resources problem through Integer Linear Programming and use of the AHP (Analytic Hierarchy Process) method. The objective of the work is to propose an analytic multicriteria method to do the designation of human resources to projects of an engineering company. Being the human factor one of the most important resources of corporations, it becomes vital to align the necessities of the workers to the needs of projects, intending to increase its results. Since there are many factors that can influence on the designation of people to activities, the AHP method is used to relate quantitative and qualitative parameters and establish the relationship of importance among them. Once the parameters are weighted, they are inserted on a mathematical modeling of Operations Research, that uses Integer Linear Programming, aiming to systematize the use of the tool as a decision-making support. The results of the study point out that the combination of the AHP method with the Integer Linear Programming permits the resolution of problems of human resources allocation using quantitative and qualitative criteria.

Keywords: Operations research. Integer linear programming. AHP (Analytic hierarchy process). Mathematical modelling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Nós e arcos de uma rede.....	26
Figura 2 – Exemplo de diagrama de redes.....	27
Figura 3 – Hierarquia da tomada de decisão.....	29
Figura 4 – Fluxograma de trabalho.....	36
Figura 5 – Processo simplificado.....	38
Figura 6 – Identificação de inconsistência.....	52
Figura 7 – Grau de importância por função.....	55
Figura 8 – Scores da Pessoa A.....	58
Figura 9 – Diagrama de redes.....	60
Figura 10 – Fórmula da função objetivo.....	65
Figura 11 – Parâmetros do Solver.....	66
Figura 12 – Alocação.....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Metodologias de resolução de problemas de Pesquisa Operacional.....	24
Quadro 2 – Escala de valores absolutos.....	30
Quadro 3 – Caracterização dos respondentes.....	40
Quadro 4 – Atuação dos respondentes.....	42
Quadro 5 – Dificuldades e possibilidades de melhoria.....	43
Quadro 6 – Identificação dos critérios.....	44
Quadro 7 – Critérios por função.....	47
Quadro 8 – Priorização de critérios – Técnico da Qualidade.....	47
Quadro 9 – Escala de valores absolutos para comparação.....	48
Quadro 10 – Funcionários disponíveis por função.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempo de realização do projeto.....	22
Tabela 2 – Matriz de comparação na escolha de projeto.....	30
Tabela 3 – Índice randômico para matrizes	32
Tabela 4 – Matriz de priorização – Técnico da Qualidade.....	48
Tabela 5 – Ponderação dos critérios – Técnico da Qualidade.....	49
Tabela 6 – Índices para identificação de consistência – Técnico da Qualidade.....	50
Tabela 7 – Parâmetros para Técnico da Qualidade.....	51
Tabela 8 – Resumo dos parâmetros por função.....	51
Tabela 9 - Resumo dos parâmetros por função (consistente).....	53
Tabela 10 – Médias dos critérios por função.....	54
Tabela 11 – Avaliações das pessoas perante os critérios.....	57
Tabela 12 – Scores das pessoas perante os critérios.....	58
Tabela 13 – Modelagem no Microsoft Excel.....	63
Tabela 14 – Resolução no Microsoft Excel.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP - Analytic Hierarchy Process

Apud - citado por

EPC - Engeneering Procurement and Construction

EPCM - Engeneering Procurement and Construction Management

et al - e outros

IBM - International Business Machines

IC - Índice de Consistência

IR - Índice randômico

PL - Programação Linear

PLB – Programação Linear Binária

PLI - Programação Linear Inteira

PO - Pesquisa Operacional

PTCC - Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso

PwC – PricewaterhouseCoopers

RC - Razão de Consistência

RH – Recursos Humanos

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

UNIPAMPA - Universidade Federal do Pampa

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	15
1.1 Tema e questão de pesquisa.....	16
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1 Objetivo Geral.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos.....	17
1.3 Justificativa	17
1.4 Estrutura do Trabalho	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 Pesquisa Operacional.....	20
2.1.1 Programação Linear Inteira	21
2.1.2 Diagrama de Redes.....	26
2.2 Método Analytic Hierarchy Process (AHP)	28
3 METODOLOGIA.....	33
3.1 Método de Pesquisa	33
3.2 Método de Trabalho.....	34
3.3 Local de Estudo	37
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	38
4.1 Mapeamento do Processo	38
4.2 Planejamento da coleta de dados.....	40
4.3 Identificação de critérios.....	44
4.4 Comparação dos critérios	47
4.5 Priorização dos critérios.....	49
4.6 Validação.....	50
4.7 Formulação do Problema.....	56
4.8 Obtenção do Modelo.....	60
4.9 Verificação e Teste do Modelo.....	63
4.10 Seleção de alternativa	68
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
6 REFERÊNCIAS.....	73
APÊNDICE A – Aplicação do método AHP para a função de Coordenador da Qualidade.....	78
APÊNDICE B – Aplicação do método AHP para a função de Engenheiro da Qualidade.....	81

APÊNDICE C – Aplicação do método AHP para a função de Engenheiro da Qualidade Jr.....	84
APÊNDICE D – Aplicação do método AHP para a função de Técnico da Qualidade	87
APÊNDICE E – Aplicação do método AHP para a função de Coordenador da Qualidade (consistente).....	89
APÊNDICE F – Aplicação do método AHP para a função de Engenheiro da Qualidade (consistente).....	92
APÊNDICE G – Aplicação do método AHP para a função de Engenheiro da Qualidade Jr (consistente).....	95
APÊNDICE H – Aplicação do método AHP para a função de Técnico da Qualidade (consistente).....	98

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Fazer escolhas é parte da rotina de qualquer organização e, no cenário presente, de alta competitividade, cada vez mais se torna importante tomar decisões assertivas. Segundo Ribeiro (2003), um dos desafios dos tomadores de decisão é pensar globalmente e utilizar instrumentos de informação e comunicação que auxiliem o processo de tomada de decisão. O alto grau de incerteza sobre a situação de decisão, falta de boas informações e dificuldades em prever consequências e comprometimento de recursos da decisão tomada são algumas das dificuldades encontradas por gestores (CORDEIRO, 2015). De acordo com Frick (2018), uma boa decisão consiste em entender como diferentes escolhas afetam os resultados, e até que ponto cada um desses resultados é desejado.

Com um ambiente econômico caracterizado pela escassez de recursos, se torna imprescindível alocá-los da melhor forma possível (SANTOS; PONTE, 1998). De acordo com Bower e Gilbert (2005), as decisões relacionadas à alocação de recursos possuem impacto direto na estratégia organizacional. Para Kleinmuntz (2007), a análise de decisões pode prover às organizações auxílio para maximizar os benefícios dos recursos disponíveis. Dantas (2013) salienta que todos os negócios são expostos a riscos e que para não sujeitar a organização a vulnerabilidades, os processos de decisão devem ser baseados em informações confiáveis.

Pesquisa realizada pela Endeavor Global em 2014 mostra que inúmeros são os recursos que uma empresa pode utilizar e cada um tem sua importância, porém existe um que é constantemente colocado acima dos demais: as pessoas. Segundo Beardwell e Claydon (2007), o gerenciamento de recursos humanos possui importância estratégica, que auxilia empresas a alcançar seus objetivos, criar vantagens competitivas e gerar valor. Dessa forma, a alocação de pessoas pode ter um impacto significativo tanto em termos de produtividade quanto em performance financeira das corporações (HUSELID, 2017). Artigo divulgado pela Amcham Brasil (2017) mostra que grandes empresas como IBM e Google aplicam conceitos que permitem transformar dados sobre o perfil e aptidões de seus colaboradores em informações que possibilitam aumentar sua produtividade. Complementarmente, pesquisa da PwC mostra que métricas de desempenho e tecnologias analíticas de dados são tendências influenciadoras no setor de Recursos Humanos, porém apenas 10% das empresas possuem previsão de aplicação destas.

Frente ao exposto, a Pesquisa Operacional surge como uma alternativa, uma vez que esta serve como ferramenta de apoio à tomada de decisões. A Pesquisa Operacional consiste na modelagem de problemas reais, permitindo que uma solução proposta seja testada e então melhor avaliada antes de sua implementação (LISBOA, 2002). Esta é vista como uma forma quantitativa de otimização de processos, que permite comparação de valores, eficiência e custos (LOESH; HEIN, 2017). Existem várias abordagens e aplicações de Pesquisa Operacional e, se tratando de alocação de recursos humanos, normalmente recorre-se à análise de redes, ou problemas de alocação (FOGLIATTO, 2004).

De maneira adicional, métodos multicritérios de tomada de decisão são fundamentais em análises que relacionam critérios subjetivos (BRIOZO; MUNETTI, 2015). Esses métodos permitem avaliar de forma matemática conjuntos de critérios complexos, conflituosos e incertos (ENSSLIN, 2010). Dentre esses métodos, destaca-se o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) que, segundo Saaty (2008), consiste na quantificação de critérios qualitativos, através da comparação de julgamentos subjetivos de acordo com a preferência dos participantes, mostrando o quão mais relevante é um elemento em relação a outro.

O método AHP é bastante utilizado, para diversas situações de tomada de decisão. Conforme mostra Ho (2007) em revisão literária sobre o uso do método, o mesmo tem ampla utilização nas áreas da logística, saúde, avaliação de projetos e tecnologias, manufatura, simulação, entre outros. Mais recentemente o uso do método tem tomado maiores proporções, atingindo as mais diferentes áreas. Pacheco (2017), apresenta um estudo de priorização de atividades produtivas no setor de bovinocultura. Briozo e Musetti (2015) o utilizam para definir a localização espacial de unidade de pronto atendimento. Diante do exposto, percebe-se a larga abrangência do método.

1.1 Tema e questão de pesquisa

Este trabalho visa abordar um problema de alocação de recursos humanos através da Programação Linear e utilização do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Pretende-se responder a seguinte questão de pesquisa: como alocar pessoas a projetos de forma a otimizar suas contribuições e resultados?

1.2 Objetivos

A seguir são apresentados os objetivos geral e específicos do presente estudo.

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo propor um método multicritério analítico de alocação de recursos humanos a projetos de uma empresa de engenharia.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e priorizar os critérios de tomada de decisão em alocação de recursos;
- Desenvolver um modelo matemático para alocação de recursos humanos;
- Validar o modelo matemático desenvolvido;
- Sistematizar modelo matemático desenvolvido.

1.3 Justificativa

Conforme a contextualização apresentada, as constantes mudanças do mercado aliadas a limitação de recursos fazem com que empresas entendam cada vez mais a necessidade de usar seus recursos da forma mais eficiente possível. Sendo o capital humano um dos principais recursos de corporações, se torna fundamental buscar alinhar necessidades dos colaboradores às necessidades de projetos, de forma a otimizar suas contribuições. A empresa em estudo atua nacionalmente em projetos de Engenharia, trabalhando principalmente com projetos de EPC (*Engeneering Procurement and Construction*) e EPCM (*Engeneering Procurement and Construction Management*). A mesma conta com colaboradores das mais diversas áreas e com as mais diversas aptidões. Dessa forma, precisa alocar seus recursos humanos às diferentes atividades que realiza.

Em entrevista não estruturada com um líder de projeto da empresa, o mesmo constatou que a empresa tem preocupação com o gerenciamento de seus recursos, tanto que, investiu no desenvolvimento de uma ferramenta para controle de tais. Essa ferramenta permite o monitoramento dos recursos no âmbito operacional e por disciplinas, integrando informações com os processos corporativos existentes. O mesmo justifica que a estrutura organizacional projetizada, cria a necessidade de saber onde os recursos estão alocados e quais suas respectivas demandas.

Adicionalmente, ele menciona que saber as aptidões e qualificações dos colaboradores é muito importante para realização de alocações.

Em estudo de Fernandes & Rios (2001), pode-se observar a utilização de métodos matemáticos computadorizados para alocação de recursos a atividades. O trabalho mencionado, trata da alocação, por meio de Programação Linear Inteira, de *referees* para avaliação de trabalhos submetidos a um congresso de grande porte, visando destinar os avaliadores de acordo com suas áreas de atuação e restrições de modelagem do problema. No artigo, comparou-se a alocação feita de forma manual à alocação computadorizada e percebeu-se que os resultados foram melhorados em mais de 50%. Dessa forma, percebe-se que a Pesquisa Operacional se mostra como uma ferramenta notável no auxílio à tomada de decisão e que a alocação de recursos humanos pode ser realizada por métodos propostos nessa, mais especificamente pela Programação Linear.

A abordagem proposta pela Programação Linear (PL), possibilita diversos ganhos, que podem se tornar vantagens na estratégia empresarial (ALMEIDA *et. al.*, 2017). Dentre seus benefícios pode-se ressaltar o aumento de receitas, produtividade, redução de custos, otimização de tempo, entre outros (FERREIRA, 2017). Segundo Moreira (2010), a Programação Linear Inteira tem ampla utilização em problemas de designação. Menezes, Rabinovitz e Costa (2014), usam da Programação Linear para designação de recursos humanos a atividades gerenciais e operacionais de uma empresa júnior, tendo como resultado melhora na formação de equipes e do desempenho das mesmas. Dessa forma, se torna claro que a Programação Linear pode gerar bons resultados no âmbito empresarial.

No estudo realizado por Ho e Ma (2017), foi possível evidenciar a larga utilização do método AHP, tendo como principal área de aplicação a manufatura, com mais de 20% dos estudos publicados entre os anos de 2007 e 2016. Dentre os trabalhos catalogados pelo autor, destacam-se problemas relacionados à avaliação e escolha de fornecedores, análise de performance e escolha de estratégias. Bentes *et. al.* (2012) conclui que o método traduz perspectivas em métricas unificadas, que não só informa um ranking de prioridades, mas a magnitude da diferença entre as mesmas, possibilitando ao decisor uma visão ampla das possibilidades em questão. Léon-Gross, Hernández e Escudeiro (2018) evidenciam o método como ferramenta que reduz a incerteza na tomada de decisão. De acordo com Saaty (1980), o método AHP é eficaz na tomada de decisões complexas, alinhando aspectos subjetivos e

objetivos de um problema. Dessa forma, é justificada a aplicação do método no presente estudo.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente estudo é estruturado em quatro capítulos. O primeiro capítulo trata da contextualização acerca do assunto abordado, apresentando quais os objetivos desse trabalho e as razões que fazem a proposta sugerida ser considerada, tanto do ponto de vista do local de aplicação, quanto do ponto de vista teórico. O segundo capítulo aborda a conceituação das ferramentas que serão utilizadas no estudo. O terceiro, versa a forma que a aplicação acontecerá, indicando os passos que serão tomados para alcançar os objetivos estabelecidos na contextualização. O quarto e último identifica o que é esperado do estudo, mostrando os resultados que se pretende atingir.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os conceitos relacionados aos temas Pesquisa Operacional e método multicritério *Analytic Hierarchy Process*, considerados pertinentes para o presente estudo.

2.1 Pesquisa Operacional

A pesquisa operacional, popularmente conhecida como PO, teve sua origem nas ações militares da Segunda Guerra Mundial, onde a escassez de recursos implicava na necessidade de alocá-los de forma eficaz (LACHTERMACHER, 2002). Para tanto, times multidisciplinares de cientistas foram designados a criar soluções para problemas estratégicos, táticos e operacionais, visando encontrar as melhores alternativas a serem escolhidas (ABENSUR, 2018). Hillier e Lieberman (2013), ainda mencionam que as pesquisas foram denominadas pesquisas sobre operações, dando assim origem ao termo utilizado atualmente para descrever o que conhecemos como Pesquisa Operacional.

Hillier e Lieberman (2013) também afirmam que os excelentes resultados obtidos através dos estudos realizados nas áreas militares, despertou em outros setores interesse pela Pesquisa Operacional. Posteriormente a guerra, diversos setores tiveram um grande desenvolvimento e, nesse cenário, problemas similares aos encontrados na guerra surgiram, porém dentro de uma nova perspectiva e contexto. Dessa forma, a Pesquisa Operacional foi introduzida ao mundo empresarial e, logo foi disseminada ao setor comercial, industrial e governamental.

Modelos matemáticos são simplificações da realidade, que permitem a avaliação de uma situação levando em consideração os aspectos relevantes à tomada de decisão (SAMBORANHA, 2013). De acordo com Cifuentes e Negrelli (2007), um modelo usa de hipóteses e aproximações para representar um recorte da realidade de forma simplificada. Segundo Biembengut (2000), a modelagem matemática consiste na obtenção de modelos que primeiramente funcionam para uma solução particular, mas que também possam ser replicados para as mais diversas situações. Bueno (2011) complementa dizendo que a modelagem é o processo de criação do exemplar, que é destinado ao estudo de uma situação. O mesmo ainda diz que a modelagem matemática pode ser caracterizada como a formalização em forma de sistema matemático que fornece possibilidade de extrair informações e compreendê-

las por meio das estratégias e argumentos estabelecidos. Com o decorrer do tempo, modelos matemáticos se tornaram ferramentas de auxílio à tomada de decisão presente no mundo empresarial (LACHTERMACHER, 2002).

Angeloni (2003), conceitua a diferença entre dados, informações e conhecimento e ressalta a relevância do uso de tais na tomada de decisão. Estudo de Couto e Gomes (2010) corrobora para isso, mostrando que dados quantitativos e o uso de modelos matemáticos podem auxiliar empresas a ter melhoria em seus resultados. Sauaia *et al.* (2009) argumentam que as escolhas são o resultado de diversos fatores e que experiências pessoais possuem grande influência na forma como as decisões são tomadas. Dessa forma, os mesmos ressaltam a importância do uso racional de informações para a tomada de decisões empresariais.

Biembengut (2009) pontua que a utilização de modelos matemáticos possui diversos pontos positivos. Dentre esses pode-se ressaltar a simplificação de problemas, identificação de relacionamentos não aparentes e possibilidade de experimentação. Segundo Burak (2004), a modelagem matemática favorece a aproximação do conhecimento matemático, uma vez que trata de situações complexas e provisórias. Ruchs (2011) menciona que modelos de Pesquisa Operacional são elaborados seguindo lógica matemática e possibilitam a determinação das melhores condições de funcionamento de sistemas.

Silva (2011) destaca que o processo de modelagem torna explícitos os objetivos pretendidos pelos tomadores de decisão, bem como instiga a identificação dos fatores que influenciam no atingimento dos mesmos. O autor ainda menciona que os modelos permitem a identificação de variáveis do problema, restrições do sistema e como diferentes decisões se relacionam e influenciam nos resultados finais.

Neste estudo serão destacadas duas abordagens entre as utilizadas na Pesquisa Operacional - Programação Linear Inteira e Método de Redes -, as quais são descritas a seguir. Estas foram selecionadas por serem adequadas para o atingimento dos objetivos definidos.

2.1.1 Programação Linear Inteira

Segundo Kreyszig (2010) a Programação Linear consiste na resolução de problemas de otimização que possuem Função Objetivo linear, esses problemas possuem limitações e as variáveis de controle são restritas por um conjunto de inequações também lineares. Alves e Delgado (1997) conceituam Programação

$j = 1, 2, 3, 4$ e as variáveis de decisão que pretendemos encontrar podem ser representadas como:

$i = 1$, pessoa *A*; $i = 2$, pessoa *B*; $i = 3$, pessoa *C* e $i = 4$, pessoa *D*

$j = 1, 2, 3, 4$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se a pessoa } i \text{ for designada para o projeto } j \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

O objetivo nessa situação é minimizar o custo para a execução dos projetos. Assim, utiliza-se os dados da Tabela 1 para construir o valor da função objetivo, representado pela Equação 2.

$$\begin{aligned} 60 (5x_{11} + 6x_{12} + 7x_{13} + 4x_{14} + \\ 6x_{21} + 5x_{22} + 8x_{23} + 4x_{24} + \\ 6x_{31} + 8x_{32} + 9x_{33} + 5x_{34} + \\ 7x_{41} + 6x_{42} + 6x_{43} + 3x_{44}). \end{aligned} \quad (2)$$

O objetivo de minimização está sujeito a algumas restrições:

- Cada pessoa é designada para realizar um único projeto, como pode ser observado na Equação 3:

$$\sum_{j=1}^4 x_{ij} = 1, i = 1,2,3,4; \quad (3)$$

- Cada projeto só pode ser realizado por uma única pessoa, conforme a Equação 4:

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} = 1, j = 1,2,3,4; \quad (4)$$

Portanto, o modelo matemático que tenta traduzir uma particular realidade do problema de designação é dado pelo problema de PO apresentado da seguinte forma, conforme a Equação 5:

Minimizar:

$$60 (5x_{11} + 6x_{12} + 7x_{13} + 4x_{14} +$$

$$\begin{aligned}
 &6x_{21} + 5x_{22} + 8x_{23} + 4x_{24} + \\
 &6x_{31} + 8x_{32} + 9x_{33} + 5x_{34} + \\
 &7x_{41} + 6x_{42} + 6x_{43} + 3x_{44}).
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

sujeito a:

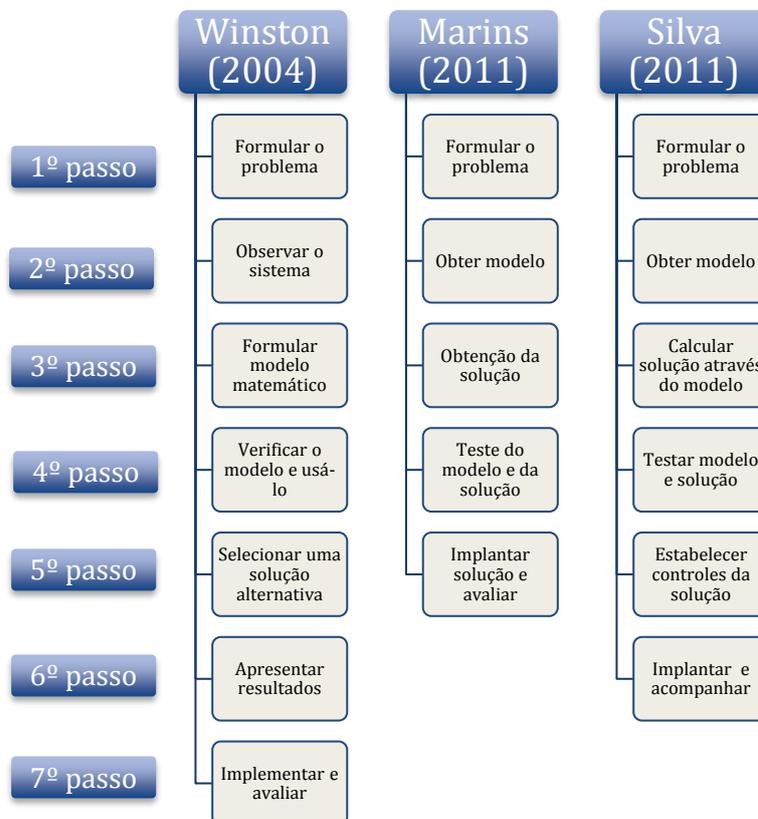
$$\sum_{j=1}^4 x_{ij} = 1, i = 1,2,3,4;
 \tag{6}$$

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} = 1, j = 1,2,3,4;
 \tag{7}$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\}, i = 1,2,3,4 \text{ e } j = 1,2,3,4.$$

Para a solução de problemas lineares como o apresentado no exemplo, existem modelos consolidados por diferentes autores. O Quadro 1 mostra como diferentes autores estruturam os passos a serem seguidos para a solução de um problema de PO.

Quadro 1 – Metodologias de resolução de problemas de Pesquisa Operacional.



Fonte: Autor (2018).

Para Winston (2004), problemas de Pesquisa Operacional podem ser resolvidos à medida que sete passos são seguidos: formulação do problema, observação do sistema, formulação do modelo matemático, verificar o modelo e usá-lo, selecionar uma solução, apresentar os resultados e então implementar e avaliar. O autor conceitua que no primeiro passo, formulação do problema, define-se o problema, bem como qual é o objetivo pretendido com a solução deste. O segundo passo consiste em observar e definir quais os parâmetros que vão guiar os dois próximos passos, desenvolvimento do modelo e verificação sobre sua necessidade e representatividade da realidade do sistema. O quinto passo consiste em escolher a melhor solução dentre as alternativas geradas. O sexto incide em verificar se a solução atendeu as necessidades do decisor, em caso negativo, repete-se os passos 1, 2 e 3. Por fim, caso o estudo tenha atendido o esperado, passa-se ao sétimo passo que se dá pela implementação do modelo e monitoramento constante e dinâmico do mesmo.

Marins (2011) também indica cinco passos a serem seguidos nesse tipo de problema. Os passos sugeridos pelo autor são muito semelhantes aos indicados por Winston, porém com algumas diferenças. No primeiro passo, formulação do problema, o autor busca a identificação de questões fundamentais como: quem vai tomar a decisão, qual o objetivo do estudo, quais as variáveis de decisão e suas limitações e quais aspectos fogem ao controle do decisor. O segundo passo é a construção do modelo, que possui duas importantes características: permitir a análise do problema e gerar múltiplas alternativas de solução. O terceiro passo é a aplicação de métodos matemáticos para a obtenção das alternativas de solução. Então verifica-se a adequação do método às informações disponíveis e implementa-se a solução escolhida, tendo cuidado para garantir que esta satisfaz os objetivos traçados.

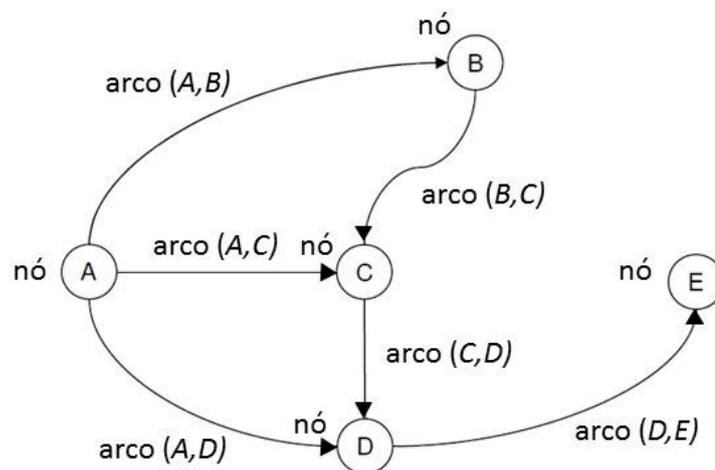
Já para Silva (2011), seis passos são necessários para obter soluções de problemas de Pesquisa Operacional. Assim como os autores anteriormente mencionados, a solução inicia-se pela formulação do problema. O autor ressalta a importância da coleta de informações com máxima precisão. Já o segundo passo é a construção do modelo, onde é enfatizada a construção das equações e inequações assim como a identificação de variáveis decisivas e não decisivas. Passa-se então à resolução do modelo, que consiste na aplicação de técnicas matemáticas. Então, no quarto passo, verifica-se se o modelo atende as condições reais do problema por meio de simulação. Ainda nesse passo é possível verificar a necessidade de novas

soluções e melhorias no sistema. O quinto passo envolve o controle dos parâmetros previamente estabelecidos e também os desvios durante o processo. O sexto e último passo consiste na implantação da solução e observação do seu comportamento, verificando se há necessidade de mudanças.

2.1.2 Diagrama de Redes

Modelos de redes são uma representação visual de problemas de Pesquisa Operacional, que em forma de diagrama tem por objetivo facilitar a sua interpretação e aplicação (COLIN, 2018). Segundo Vidal (2003), redes são caracterizadas por um conjunto de pontos conectados. Os autores conceituam que os pontos, dentro da pesquisa operacional, são chamados nós ou vértices e as ligações são chamadas de arcos ou ramos, conforme representado na Figura 1. Os diagramas de redes são normalmente utilizados em problemas de rota mínima, fluxo máximo, extensão mínima e problemas de atribuição.

Figura 1 – Nós e arcos de uma rede



Fonte: Adaptado de Vidal (2003).

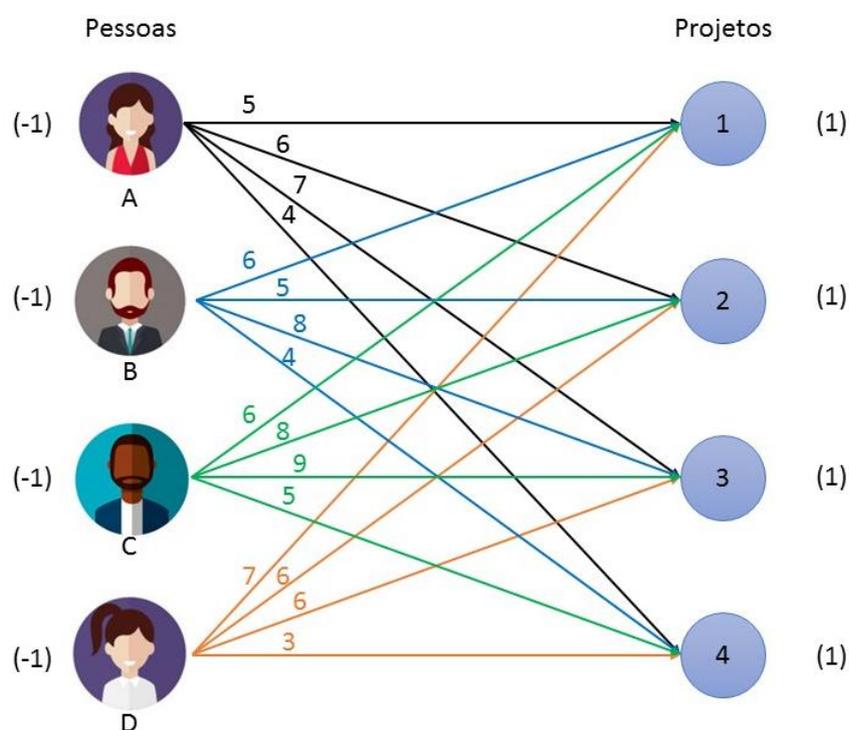
O que o nó representa, depende da aplicação do diagrama. Em situações de transportes, por exemplo, os nós podem representar pontos de oferta e pontos de destino, enquanto em um problema de designação, os ramos podem representar ordens de trabalho e máquinas (COLIN, 2018). Já os arcos representam a conexão entre os ramos do diagrama, onde os mesmos são orientados através de setas, que

indicam o sentido do fluxo em estudo, caso não haja seta, o fluxo pode ocorrer nas duas direções (VIDAL, 2003).

A utilização de diagramas de redes é uma importante ferramenta usada na modelagem matemática, uma vez que são estruturas simples e flexíveis que podem ser aplicadas às mais diferentes situações-problema (COLIN, 2018). Yepes e Cuartas (2014) usaram modelos de redes para analisar benefícios socioambientais da implementação de estratégias de produção limpa e constataram que as redes não só permitem identificar os benefícios como a relação de representatividade que existe entre eles e seus efeitos. Já Bahia (2007), em estudo relacionado à competitividade da soja no estado do Mato Grosso, averiguou que o modelo de rede permitiu a identificação de barreiras e facilitadores na integração logística da cadeia produtiva.

Para exemplificar a utilização dos diagramas de redes, será abordado o mesmo exemplo usado para demonstrar o uso da Programação Linear. A Figura 2 representa as informações do exemplo em forma de diagrama de redes.

Figura 2 – Exemplo de diagrama de redes.



Fonte: Autor (2018).

Os números à esquerda das pessoas, representam que cada um pode participar de apenas um projeto. Os números acima dos arcos identificam o tempo

que cada trabalhador precisa para finalizar cada um dos projetos. Os números a direita dos projetos indicam quantas pessoas são necessárias para realizar cada projeto. A estruturação do problema através do diagrama permite uma melhor visualização do mesmo, facilitando assim o entendimento da situação.

2.2 Método Analytic Hierarchy Process (AHP)

Como contextualizado anteriormente, a procura por ferramentas analíticas para auxílio à tomada de decisão está cada vez mais em evidência no mundo empresarial. Ferramentas de apoio a decisão tem como objetivo principal aumentar as chances do decisor fazer escolhas que venham a satisfazer seus objetivos (MEIRELLES; GOMES, 2009). Saaty (2008) destaca a importância da qualidade das informações para uma boa tomada de decisão e, adicionalmente, menciona que para as decisões refletirem a realidade, devem considerar critérios complexos. Critérios esses que em grande maioria das vezes são intangíveis. Dessa forma, os métodos multicritérios destacam-se por sua abrangência e flexibilidade, uma vez que são caracterizados por englobar tanto fatores qualitativos quanto quantitativos (PACHECO, 2017).

Os métodos multicritérios servem principalmente para a formulação de uma solução para determinado problema e não para induzir a uma alternativa (SOUZA, 2008, *apud* GUGLIELMETTI *et al.*, 2003). O autor esclarece que as decisões tomadas não possuem apenas um fim quantitativo, mas também são ações destinadas a atingir os objetivos da estratégia da empresa. Existem diversos métodos multicritério e que estes devem ser escolhidos conforme as necessidades do usuário e as subjetividades inerentes à escolha devem ser consideradas (SOUZA, 2008 *apud* WERNKE; BORNIA, 2001). Dentre os métodos multicritérios, o método *Analytic Hierarchy Process* é um dos mais difundidos (HO; MA, 2017).

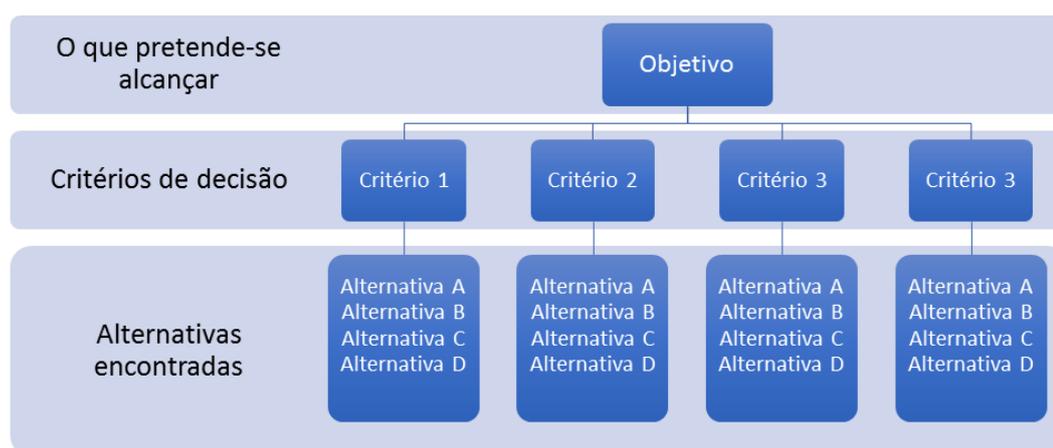
O método AHP foi desenvolvido por Thomas L. Saaty na década de 70 com o objetivo de encontrar uma alternativa para auxiliar a tomada de decisões complexas (PACHECO, 2017, *apud* COLIN, 2007). Saaty (2008), conceitua que a ferramenta funciona através da priorização de critérios e que as escolhas precisam ser decompostas em quatro etapas para tomar decisões de forma organizada, sendo:

1. Definir o problema e os conhecimentos que serão necessários.
2. Estruturar a hierarquia de decisão, desdobrando-a de forma que o topo seja o objetivo e o nível mais baixo as alternativas.
3. Construir uma matriz de comparação dos critérios par a par.

4. Usar as prioridades encontradas nas comparações para ponderar seus valores; e então usar os valores ponderados para obter a prioridade global.

O primeiro passo consiste no estabelecimento do que se pretende alcançar com a utilização do método, no entendimento do objetivo final que se busca atingir e no levantamento dos critérios que vão balizar essa tomada de decisão (SOUZA, 2008, *apud* SAATY, 1994). O autor do método diz que nessa etapa não existe uma técnica específica para a definição da hierarquia e que normalmente se recorre a uma sessão de brainstorming, onde os aspectos são, em grupo, analisados e definidos como relevantes para a escolha a ser tomada (SAATY, 2008). Essa etapa, pode ser representada pela Figura 3.

Figura 3 – Hierarquia da tomada de decisão



Fonte: Adaptado de Saaty (2008).

Após a definição dos critérios, procura-se saber a relação de importância entre eles, estabelecer o quão mais importante um critério é em relação a outro. Para a construção das prioridades, os critérios são analisados em pares e se faz necessário utilizar uma escala numérica que indique o quão mais relevante é um item em relação a outro, respeitando o pareamento dos critérios em avaliação (SAATY, 2008). Segundo Matell e Jacoby (1971), escalas de avaliação são amplamente usadas tanto como ferramentas de pesquisa como base para aplicações práticas. Dentre os diversos tipos de escalas, uma das mais difundidas é a Likert, que segundo Mafra (1999), possibilita ao usuário assegurar o grau de importância entre as variáveis sendo avaliadas. Quando se trata da ferramenta AHP, normalmente se utiliza a escala apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Escala de valores absolutos.

<i>Intensidade de Importância</i>	<i>Definição</i>	<i>Explicação</i>
1	Igual importância	Ambas atividades contribuem igualmente para o objetivo
2	Bem pouco mais importante	
3	Levemente mais importante	Alternativa levemente favorável em relação a outra
4	Moderadamente mais importante	
5	Mais importante	Alternativa mais importante que a outra
6	Fortemente mais importante	
7	Muito fortemente mais importante	Alternativa dominante em relação a outra
8	Extremamente mais importante	
9	Absolutamente mais importante	Alternativa totalmente dominante em relação a outra

Fonte: Adaptado de Saaty (2008).

A comparação dos critérios, é feita de forma matricial, onde os valores da escala são utilizados. Para tal, os elementos da esquerda são comparados aos itens no topo da matriz. A Tabela 2 representa um exemplo de aplicação onde uma empresa busca encontrar a hierarquia de critérios na escolha de projetos para portfólio.

Tabela 2 – Matriz de comparação na escolha de projeto.

	Stakeholders	Finanças	Estratégia	Outros
Stakeholders	1	1/5	1/9	1
Finanças	5	1	1	5
Estratégia	9	1	1	5
Outros	1	1/5	1/5	1

Fonte: Adaptado de Vargas (2010).

Percebe-se que quando um critério está sendo comparado a ele mesmo, utiliza-se o número 1, indicando igual preferência entre eles. Pode-se identificar que na situação, o critério 'estratégia' é absolutamente mais importante que os 'stakeholders', logo, de forma análoga, quando o item *stakeholders* é comparado com estratégia, tem-se o valor 1/9. Já os critérios finanças e estratégia possuem o mesmo nível de preferência.

A qualidade do resultado obtido fica condicionado à consistência das comparações realizadas (SAATY, 1991). O autor conceitua inconsistência como uma violação de prioridade que pode afetar a transitividade de preferência (SOUZA, 2008). O mesmo ainda adiciona que a sua representatividade numérica pode atingir o valor máximo de 0,10, para que os resultados sejam confiáveis. Para calcular esse valor de razão de consistência (RC), primeiramente encontra-se o autovalor de $\lambda_{MÁX}$ que é calculado através da diagonalização da matriz. Com isso, pode-se encontrar o índice de consistência (IC) da matriz, como mostra a Equação 6.

$$IC = \frac{\lambda_{MÁX} - n}{n - 1} \quad (8)$$

Onde:

IC = Índice de consistência da matriz;

$\lambda_{MÁX}$ = autovalor máximo (quanto mais próximo de n , mais consistente o resultado);

n = número de itens considerados na matriz

À medida que o índice de consistência da matriz é calculado, podemos encontrar a razão de consistência, através da Equação 7.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (9)$$

Onde:

RC = razão de consistência da matriz

IR = índice randômico, corresponde a um valor tabelado, que depende do número de itens comparados na matriz, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Índice randômico para matrizes

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Saaty (1991).

Dentre os benefícios da utilização desse método, pode-se destacar a sua flexibilidade e simplicidade de aplicação (SAATY, 2008). De acordo com Pacheco (2017), a utilização do método permite ao decisor pensar de maneira lógica em relação ao sistema em estudo. Segundo Vargas (2010), o método não só qualifica a decisão, mas também habilita os tomadores de decisão a justificar as escolhas tomadas, bem como simular seus resultados antes da aplicação. O autor salienta, porém, que o método se baseia em opiniões de pessoas e que esse fator pode influenciar na consistência dos resultados obtidos. Pacheco (2017) corrobora ainda mencionando que o fato de aplicar valores numéricos à fatores qualitativos pode induzir erros na análise. A quantidade de fatores existentes na escala também pode ser vista como um fator limitante da aplicação do método, uma vez que dependendo da análise que o estudo demanda, a quantidade de parâmetros pode ou não se adequar.

3 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho pode ser observada nos tópicos que seguem.

3.1 Método de Pesquisa

Quanto a finalidade, o presente estudo pode ser classificado como aplicado, uma vez que o mesmo tem sua utilização no âmbito empresarial para a resolução de um problema. Segundo Gil (2002), pesquisas aplicadas são as que não tem apenas o intuito de conhecer, mas também de fazer algo de forma prática e de maneira mais eficaz.

Quanto aos objetivos, o trabalho é classificado como descritivo, com a utilização de grupo focado para levantamento de dados. Gil (2002) caracteriza pesquisas descritivas como pesquisas que estabelecem relações entre variáveis. Köche (2002) corrobora dizendo que pesquisas descritivas avaliam as variáveis à medida que elas se manifestam em fatos, situações e nas condições de aplicação. Segundo Dos Santos e Fogliatto (2002), grupo focal é uma técnica de coleta de dados que consiste no recrutamento de pessoas para discussão de um tópico através de um moderador.

Em relação à abordagem, a pesquisa pode ser classificada como qualitativa tanto quanto quantitativa. Segundo Godoy (1995) a pesquisa qualitativa é descritiva onde o pesquisador analisa os dados indutivamente, o que acontece na aplicação do método AHP. Porém ela também assume características quantitativas, uma vez que se busca encontrar a solução ótima do problema em questão por meio de ferramental matemático.

O procedimento técnico deste trabalho é o estudo de caso. Segundo Gil (2002), o estudo de caso se dá pelo estudo aprofundado e exaustivo de objetos, visando ampliar o entendimento sobre um tema. Adicionalmente, Severino (2007) menciona que o estudo de caso avalia um caso particular que posteriormente possa ser replicado. Dessa forma, a proposta de um método de alocação de pessoas sugerido por esse trabalho se adequa nesse procedimento.

3.2 Método de Trabalho

O presente estudo tem como etapas iniciais a definição do tema, definição dos objetivos e pesquisa de referencial teórico. Estas etapas foram desenvolvidas no período de um semestre. O primeiro passo à realização do trabalho foi a definição do tema do estudo, que se deu pela observação das oportunidades de melhorias encontradas no local de aplicação do trabalho aliado à análise das ferramentas de Engenharia de Produção pertinentes a propor melhoria em processos da empresa. Nessa etapa, definiram-se quais metodologias seriam o enfoque do trabalho, de forma a propor uma solução a uma das possíveis alternativas de aplicação.

Após a definição do tema, buscou-se definir os objetivos do trabalho, alinhando o que se pretende atingir ao final do estudo. Nessa etapa foram traçados tanto o objetivo geral como os objetivos específicos. Estes nortearam os passos necessários ao desenvolvimento do estudo, uma vez que se pretendeu alcançá-los ao final do mesmo.

Sabendo o tema de pesquisa e os objetivos do trabalho, iniciou-se a etapa de pesquisa de referencial teórico. Segundo Rampazzo (2013), uma pesquisa consiste no levantamento de dados de diversas fontes e registro destes de forma lógica. Nesta etapa, buscou-se conceituar os temas do estudo através da consulta a publicações relacionadas ao assunto e engloba também a observação dos resultados encontrados em pesquisas similares de forma a justificar a escolha das ferramentas selecionadas à aplicação.

Posteriormente ao embasamento teórico, passou-se a etapa de aplicação que teve o período de um semestre. Neste trabalho, a aplicação começou pela utilização do método AHP. Para a utilização do método, seguiram-se os passos conceituados anteriormente por Saaty (2008). O primeiro consiste na identificação dos critérios considerados relevantes à alocação de pessoas à projetos na empresa em questão. Para tal utilizou-se de um grupo focal composto por especialistas da empresa que são responsáveis pela tomada de decisão referente a designação de recursos. Estes especialistas levantaram os critérios, que posteriormente foram filtrados nos essenciais ao tema em questão.

Uma vez que os critérios tenham sido selecionados, ainda dentro do grupo focal, prosseguiu-se para a etapa de comparação destes. Nesta fase os critérios foram analisados em pares, onde os especialistas avaliaram a relação de importância entre os parâmetros, utilizando a escala apresentada na Tabela 2, tomando cuidado para respeitar a priorização dos mesmos.

O próximo passo foi a ponderação dos critérios, onde seguiram-se as etapas de aplicação definidas pelo autor do método conceituadas anteriormente. Verificou-se então a consistência da matriz, para que o resultado fosse confiável. Caso a consistência não tenha sido considerada em conformidade com os parâmetros mínimos para garantir a segurança dos resultados, repetiu-se o processo de comparação dos critérios. Em caso do resultado ser satisfatório, prosseguiu-se à aplicação da Programação Linear Inteira.

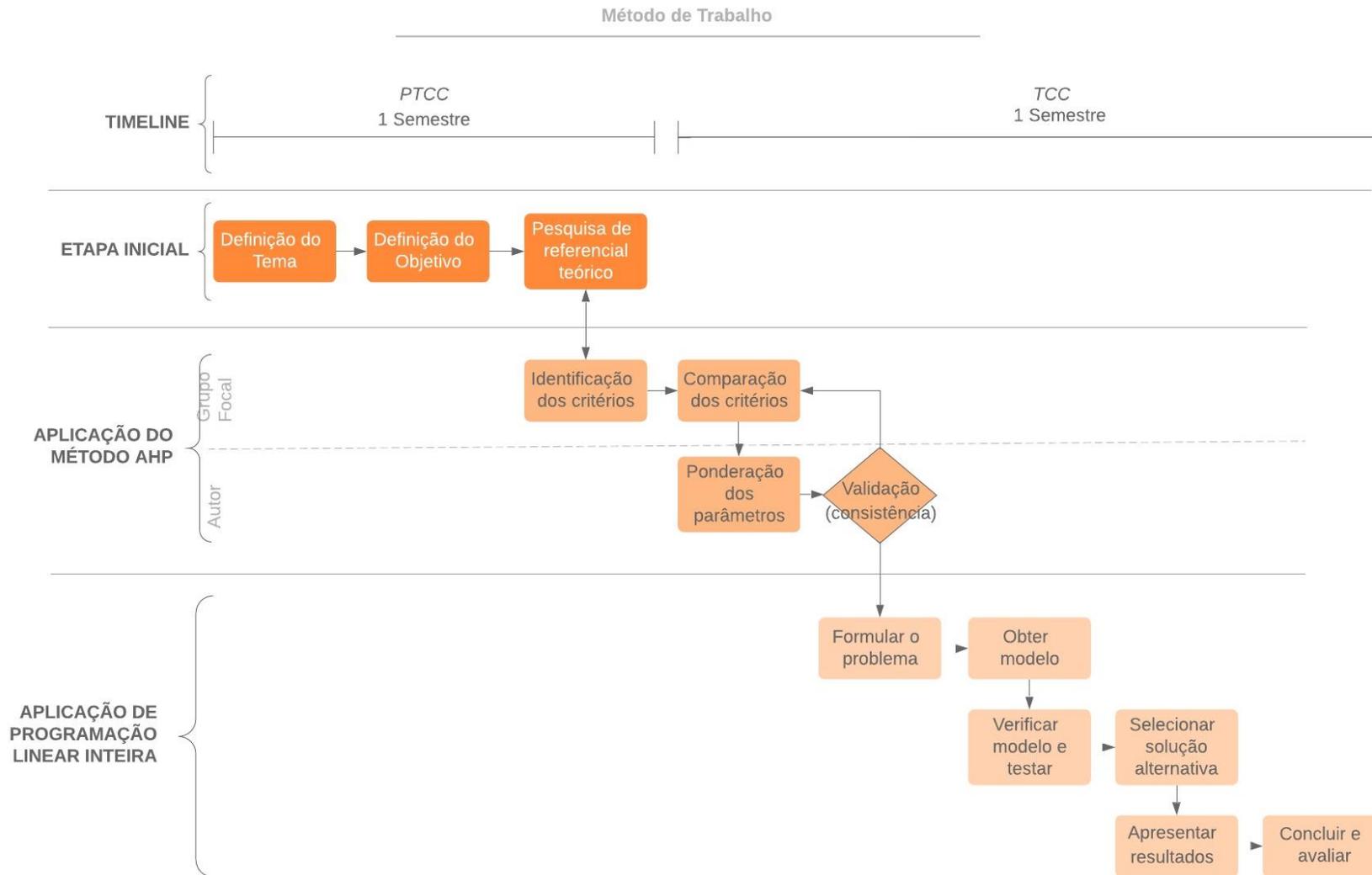
Para a aplicação da Programação Linear Inteira, usou-se a metodologia de resolução proposta por Silva (2011), anteriormente apresentada no Quadro 1. O primeiro passo desta etapa consistiu na formulação do problema. Para tal, em concordância com os objetivos traçados e informações levantadas na aplicação do método AHP, estabeleceram-se os resultados esperados.

Dando continuidade, desenvolveu-se o modelo, onde foi definida a função objetivo, sujeita às restrições pertinentes a aplicação. Então, este modelo foi verificado e testado de forma computacional, sendo sujeito a ajustes caso necessário. A sistematização através da utilização de ferramentas computacionais tornou possível que diversas alternativas fossem testadas de forma simples e rápida e seus resultados avaliados, permitindo assim ao usuário suporte na tomada de decisão.

Posteriormente o usuário escolheu a alternativa que melhor se ajusta a necessidade de designação. Por fim avaliaram-se os resultados obtidos pela utilização do modelo e verificou-se se o mesmo atingiu os objetivos definidos.

O método de trabalho escolhido para o presente estudo segue o fluxograma apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma de trabalho



Fonte: Autor (2018).

3.3 Local de Estudo

A empresa de aplicação do estudo opera, em grande maioria dos seus projetos, nacionalmente, porém com experiências no exterior. Teve sua fundação em 1960 e atua com engenharia na área da construção civil, principalmente nos setores de energia, indústrias, manufatura, infraestrutura e logística, mineração e metalurgia, química e petroquímica, óleo e gás. A empresa fornece soluções em engenharia para todas as etapas de um empreendimento, desde a sua concepção e implementação até a operação, oferecendo soluções de consultoria, engenharia, digitalização, gerenciamento e integração.

A empresa pode ser considerada de médio porte, uma vez que atualmente possui 142 funcionários atuando em mais de 50 projetos em diversas cidades do território nacional. Presentemente, a empresa utiliza de líderes de disciplinas, que são responsáveis por departamentos da empresa. A alocação dos recursos é de responsabilidade dessas pessoas, que buscam identificar o melhor recurso para a demanda existente e então fazem a designação destes. Posteriormente, a equipe de planejamento de cada projeto aloca os percentuais de demanda aos profissionais e mensalmente o líder de disciplina as verifica. Caso haja necessidade de mudanças de alocação, o líder de disciplina efetua o ajuste.

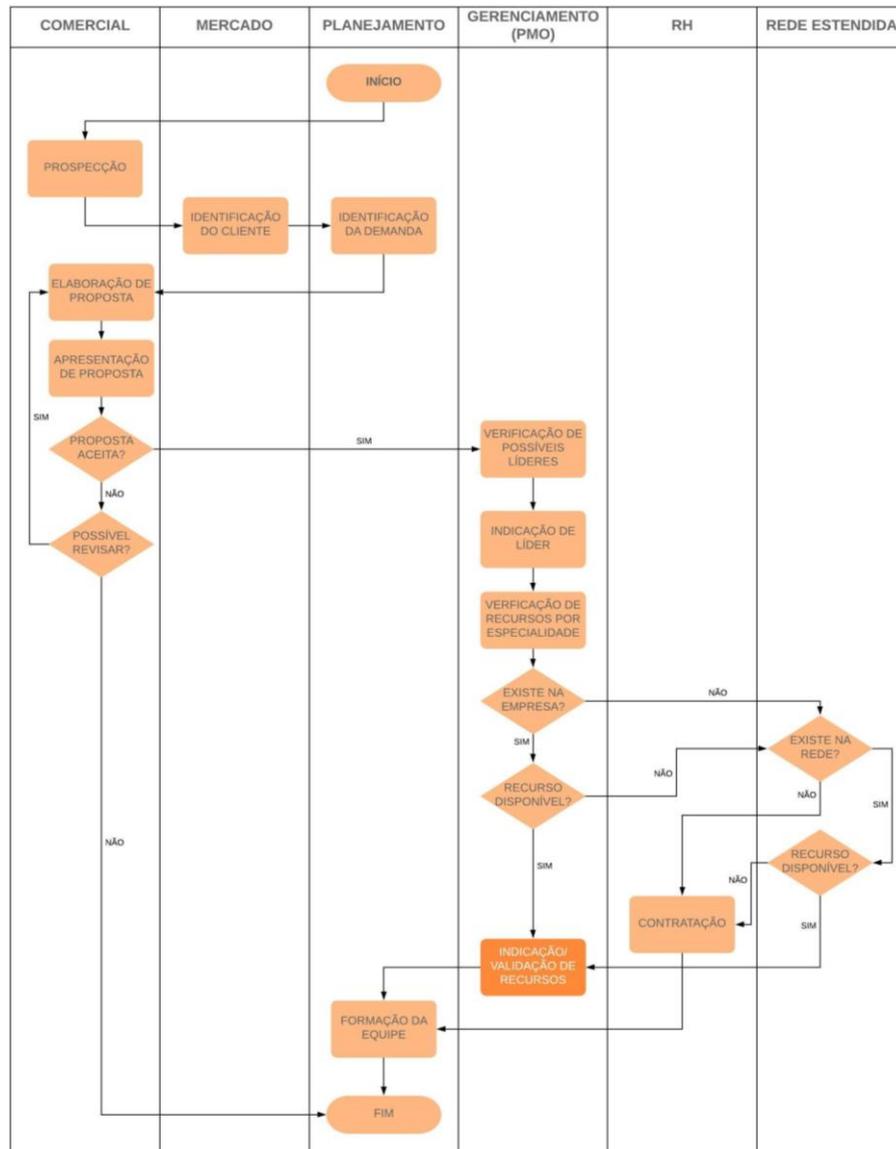
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos através da aplicação proposta no método de trabalho, descrevendo detalhadamente os passos que foram tomados e discutindo-os.

4.1 Mapeamento do Processo

A alocação de pessoas a projetos acontece dentro de um macroprocesso, que perpassa por diversos setores da empresa. A Figura 5 apresenta este processo de forma simplificada.

Figura 5 – Processo simplificado



Fonte: Autor (2019).

O processo, que foi validado por um líder de projeto da empresa, é iniciado através do setor comercial da empresa, por meio de prospecção, tanto de forma passiva quanto ativa. À medida que o cliente aceita ou requer a apresentação de uma proposta, os setores de planejamento e mercado atuam de forma a delimitar o escopo de trabalho e identificar o perfil do cliente. O setor de planejamento verifica a quantidade de pessoas e o grau de conhecimento que é exigido para performar o escopo da proposta. Já o setor de mercado busca entender o impacto que aquela proposta pode gerar na estratégia da empresa, visando caracterizar o cliente. Essa caracterização impacta diretamente na elaboração da proposta, uma vez que os graus de experiência e atributos individuais são considerados em relação ao perfil do cliente, sendo ponto importante da definição de quais recursos serão alocados ao escopo.

Uma vez que os setores de planejamento e mercado entram em consenso quanto à proposta a ser apresentada, o setor comercial faz a elaboração e ela é apresentada ao cliente. Então ocorre uma negociação e caso o cliente não aceite a proposta, a mesma passa por revisão, se cabível. Caso a proposta seja aceita, o PMO (*Project Management Office*) da empresa verifica quais pessoas podem assumir o papel de líder do projeto. Feito isso, o setor de gerenciamento define a pessoa responsável pelo projeto. O setor de gerenciamento, então, verifica a disponibilidade de recursos para fazer a alocação às demais demandas. Dentro dessa etapa, confere-se a existência de profissionais com as competências técnicas e conhecimentos específicos exigidos pelo projeto com disponibilidade para performá-lo. Não havendo profissionais que sejam aptos a vaga, a empresa busca em uma rede estendida ou até mesmo no mercado, profissionais que atendam aos requisitos para execução do escopo. Já em situações onde existe uma ou mais opções de recursos dentro da empresa, são feitas escolhas com base em indicações e/ou validação dos níveis gerenciais, das lideranças de disciplina e do próprio líder do projeto em questão. Ao final desse processo, tem-se a definição de um time de trabalho que irá executar o projeto.

O presente estudo tem como finalidade atuar no momento da escolha dos profissionais que farão parte do projeto, conforme o item destacado no fluxograma, contribuindo com uma ferramenta de apoio à tomada de decisão.

A utilização dos métodos propostos no trabalho pode servir tanto para tomar decisões baseadas em informações parametrizadas, como para justificar escolhas de recursos, resguardando assim a empresa frente às decisões tomadas.

4.2 Planejamento da coleta de dados

Com o propósito de mapear o processo que contempla a alocação de recursos humanos a projetos e identificar os critérios utilizados na tomada de decisão deste, foi proposto no método de trabalho a aplicação de um *brainstorm* com as pessoas envolvidas de forma direta no processo. Porém, frente a dificuldades logísticas de deslocamento até a sede empresa, que fica na cidade de São Paulo, e de disponibilidade dos envolvidos no processo, optou-se por coletar os dados através de entrevistas semiestruturadas realizadas de maneira remota. As entrevistas remotas foram gravadas com o consentimento dos participantes, para que pudessem ser transcritas para o presente estudo.

Dessa forma, previamente às entrevistas, elaborou-se um roteiro de perguntas a serem feitas, para que o processo e os critérios pudessem ser identificados. Os respondentes foram questionados quanto a sua atuação na empresa e no processo, bem como oportunidades de melhorias no processo e pontos de dificuldades. Inicialmente contactou-se a pessoa responsável pelo processo, que após participar, sugeriu pessoas a serem entrevistadas para complementar o estudo. Dentre as indicações, buscou-se por pessoas com perfis diversificados, com intuito de entender o processo de diferentes pontos de vista.

Seguindo as sugestões, quatro pessoas foram entrevistadas nessa etapa. O Quadro 3 identifica os participantes do estudo.

Quadro 3 – Caracterização dos respondentes

(continua)

<i>Participantes</i>	<i>Formação</i>	<i>Atuação</i>
Respondente 1	<ul style="list-style-type: none"> • Formação em Psicologia • MBA executivo em Recursos Humanos • Especialista em Gestão do Conhecimento e da Inovação 	<p>SETOR DE GERENCIAMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responsável pela rede de profissionais conectados • Coordenação do programa de ensino à distância

Quadro 3 – Caracterização dos respondentes

(continuação)

<i>Participantes</i>	<i>Formação</i>	<i>Atuação</i>
Respondente 1		<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de metodologia para desenvolvimento de módulos de treinamento, coordenação de <i>masterminds</i>, capacitação de usuários, monitoramento e análise dos indicadores. • Responsável pelo processo de Lições Aprendidas • Desenvolvimento de conteúdos pertinentes às principais políticas, diretrizes e processos de trabalho em uma visão sistêmica.
Respondente 2	<ul style="list-style-type: none"> • Bacharel em Ciências Contábeis • Bacharel em Direito 	<p>SETOR DE PLANEJAMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coordenação de equipe de administração de contratos, com equipe dividida em diversas localidades. • Gestão financeira de contratos com fornecedores e clientes. • Experiência com ERP SAP. • Análise e acompanhamento de documentação fiscal, trabalhista e previdenciária; • Exigência, acompanhamento e controle de garantias financeiras com expertise nas modalidades existentes no mercado: fiança bancária e seguro garantia. • Emissão de relatórios de posicionamento contratual de fornecedores e clientes. • Desenvolvimento de atividades de cobrança de clientes, com o fornecimento de subsídios para liquidação de créditos.
Respondente 3	<ul style="list-style-type: none"> • Formação em Psicologia 	<p>SETOR DE RELAÇÕES HUMANAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recrutamento e seleção • Gestão de Carreira e Desempenho. • Gestão do Efetivo e Desenvolvimento Organizacional • Programa de Estágio • Programa Aprendiz

Quadro 3 – Caracterização dos respondentes

(conclusão)

<i>Participantes</i>	<i>Formação</i>	<i>Atuação</i>
Respondente 4	<ul style="list-style-type: none"> • Formação em Administração de Empresas e Administração Financeira • Especialização em Gestão de Pessoas • MBA, Construção Civil • Especialização em Exploração e Produção de Petróleo em Alto Mar. • Extensão Internacional, <i>Business & Management</i>, Gestão de Negócios 	<p>SETOR DE PLANEJAMENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líder de Projeto • Administração de Contratos • Análise, elaboração e negociação de pleitos junto a clientes e empresas contratadas. • Análise, elaboração e negociação de alterações de escopo junto ao cliente e as contratadas; • Elaboração das comunicações, avisos e orientações ao fornecedor ao longo da contratação, bem como o registro de eventuais inadimplementos; • Controle de Medições, contratos, aditivos. • Avaliação do cumprimento do escopo, prazo, custo e qualidade;

Fonte: Autor (2019).

Todos os respondentes participam de ao menos uma das etapas apresentadas na Figura 5, tendo diferentes perspectivas quanto ao processo e considerando diferentes critérios como fundamentais a tomada de decisão para a formação de equipe. Nas entrevistas, os respondentes foram perguntados quanto as dificuldades existentes no processo, possibilidades de melhorias, e a sua atuação no processo. O Quadro 4 apresenta a atuação dos respondentes no processo.

Quadro 4 – Atuação dos respondentes

(continua)

<i>Qual o seu papel na alocação de pessoas a projetos?</i>	
Respondente 1	<i>“Bom, basicamente na questão de gerenciamento dos recursos, na verificação das alocações e das disponibilidades...”</i>
Respondente 2	<p><i>“...eu faço não só o acompanhamento do planejamento financeiro como suporte ao planejamento e aos líderes de projetos para a interligação da alocação do recurso dentro da base orçamentária...”</i></p> <p><i>“...basicamente eu tenho uma participação que envolve a alocação do recurso especificamente na interação entre orçamento e disponibilidade do recurso.”</i></p>

Quadro 4 – Atuação dos respondentes

(conclusão)

<i>Qual o seu papel na alocação de pessoas a projetos?</i>	
Respondente 3	<i>“...na questão de alocação de recursos, o rh não atua. O rh atua quando existe uma abertura de vaga interna ou externa.”</i>
Respondente 4	<i>“Como líder de projeto, participo na formação das equipes. Tanto na escolha de profissionais quanto na validação, quando não existem opções de escolha.”</i>

Fonte: Autor (2019).

Podemos observar que os respondentes possuem diferentes papéis na alocação de pessoas a projetos na empresa, diversidade essa, que é importante ao entendimento do processo. O Quadro 5 mostra suas perspectivas quanto às dificuldades encontradas no processo e possibilidades de melhoria.

Quadro 5 – Dificuldades e possibilidades de melhoria

(continua)

<i>Quais são as dificuldades encontradas no processo atualmente e o que você pensa que poderia ser melhor?</i>	
Respondente 1	<i>“o mais difícil é fazer o que foi definido na proposta, garantir que as quantidades de horas que foram previstas sejam iguais ao realizado... atualmente nós trabalhamos com um desvio de cerca de 20%, então sempre existe a possibilidade de melhorar. Acredito que seja importante reduzir esses desvios”</i>
Respondente 2	<i>“...hoje a gente tem um número limitado de recursos frente à, algumas vezes, uma demanda grande em um curto espaço de tempo...”</i> <i>“...muitas vezes você tem falta de recurso disponível.”</i> <i>“...por vezes temos situações onde o recurso tem uma alocação altíssima e em pouco tempo esta mesma pessoa passa a ter muito pouca ou quase nenhuma alocação, isso gera um efeito sanfona onde tu tens uma sobre alocação e uma sub alocação logo na sequência.”</i>
Respondente 3	<i>“...a maior dificuldade é encontrar um profissional que tenha as nossas características... de perfil mesmo. Porque a gente tem um diferencial em relação ao mercado quanto ao nosso perfil, e as vezes existem pessoas e clientes que não são compatíveis.”</i> <i>“...eu acho que encontrar o perfil da vaga e com o perfil da empresa, é uma atividade difícil.”</i>

Quadro 5 – Dificuldades e possibilidades de melhoria

(conclusão)

<i>Quais são as dificuldades encontradas no processo atualmente e o que você pensa que poderia ser melhor?</i>	
Respondente 4	<i>“eu acho que a parte difícil seja a questão da subjetividade, cada pessoa vai ter a sua percepção quanto qual pessoa é melhor, depende muito do que ela leva em consideração”</i>

Fonte: Autor (2019).

Pelas respostas obtidas pode-se perceber que existem possibilidades de melhorias no processo e que o uso dos métodos propostos no presente trabalho, podem auxiliar na melhora das dificuldades constatadas pelos respondentes.

4.3 Identificação de critérios

Os respondentes do estudo foram expostos ao mesmo tipo de questionamentos, que foram respondidos de formas diferentes, de acordo com as perspectivas individuais e entendimento do processo. O Quadro 6 mostra o ponto de vista dos respondentes quanto aos critérios usados para tomada de decisão quanto à alocação de pessoas.

Quadro 6 – Identificação dos critérios

(continua)

<i>Quais são os critérios utilizados para alocar pessoas a projetos atualmente na empresa?</i>	
Respondente 1	<i>“...para alocar o recurso, precisa avaliar o perfil, tanto de competências técnicas como de senioridade...quando eu falo em senioridade, eu falo em experiência e custos também...”</i>
Respondente 2	<i>“...quanto à alocação de recursos, primeiro existe uma aproximação do planejamento financeiro com o líder do projeto, para definir os recursos com base no orçamento da proposta...”</i> <i>“...a liderança do projeto tem o poder de escolha, onde existe uma questão de empatia, não é o principal fator, mas tem a questão de proximidade, o líder de projeto tem confiança em determinado profissional...”</i>

Quadro 6 – Identificação dos critérios

(conclusão)

<i>Quais são os critérios utilizados para alocar pessoas a projetos atualmente na empresa?</i>	
Respondente 2	<p><i>“Existe então um quesito pessoal, digamos assim, já trabalhou, tem afinidade, ou não trabalhou, mas conhece...”</i></p> <p><i>“...em contrapartida, a liderança da disciplina pode entender que o profissional x, para determinado cliente, determinada condição ou nível de projeto é melhor...”</i></p>
Respondente 3	<p><i>“...quando selecionamos uma pessoa, sempre procuramos alguém que se adeque ao perfil da empresa... uma pessoa com o perfil da empresa é alguém que trabalha bem em equipe, compartilha informações, que não busca reter as informações para si, é um profissional que gosta de sempre estar estudando... a gente não busca profissionais que sejam muito competitivos entre si, com competição na equipe, porque isso pode atrapalhar o time, sendo assim um perfil mais colaborativo.</i></p>
Respondente 4	<p><i>“...acredito que seja importante levar em conta algumas coisas como o relacionamento do profissional com as pessoas da equipe, com a chefia direta e também com o cliente.”</i></p> <p><i>“...existem aspectos também que são mais relacionados a função que a pessoa vai precisar desempenhar, por exemplo, alguém que vai lidar diretamente com o cliente, precisa ter uma boa comunicação, enquanto isso não é tão relevante para alguém que atua sem tanto contato com o cliente.”</i></p>

Fonte: Autor (2019).

Durante a entrevista com o Respondente 3, que atua na área de Recursos Humanos, identificou-se que a empresa desenvolveu no último ano um mapeamento de competências técnicas de seus colaboradores, o que contribuiria nessa etapa de identificação dos atributos, porém este não foi disponibilizado para uso no estudo.

Dessa forma, buscou-se a identificação por meio das respostas dos participantes, sendo possível verificar a importância de o recurso suprir as necessidades técnicas demandadas pela atividade, bem como a disponibilidade de alocação dele. Além desses critérios, que são eliminatórios à alocação, podemos perceber que os respondentes possuem perspectivas diferentes quanto aos atributos utilizados para a tomada de decisão.

Então, extraindo informações das respostas dos participantes, os critérios custo, experiência, trabalho em equipe, perfil do cliente, comunicação, nível de dificuldade do projeto, facilidade de relacionamento, motivação, facilidade/interesse

em aprender, perfil colaborativo do profissional, confiança no profissional e histórico do profissional foram identificados como relevantes no momento de escolha de recursos. Porém durante a etapa de validação o Respondente 4 ressaltou que o critério motivação deveria ser retirado da lista, uma vez que esse não teria grande impacto para a tomada de decisão. O mesmo salientou ainda que o critério seria medido de forma muito subjetiva e não constante, podendo variar ao longo do tempo. O critério nível de dificuldade do projeto também acabou por ser retirado do estudo, uma vez que esse seria um atributo da atividade, e não da pessoa, diferente dos demais. Por fim, o Respondente 4 sugeriu acrescentar o atributo de versatilidade, que tem relevância para o processo.

Dessa forma, os critérios consolidados para o desenvolvimento do presente estudo, são conceituados da seguinte maneira:

- **custos** – envolve os valores monetários relacionados à alocação do recurso, como salário, deslocamento, orçamento do projeto, impacto na margem de lucro, entre outros;
- **experiência** – vivência prática na função em questão ou situações similares;
- **trabalho em equipe** – habilidade do recurso para atuar em time em busca de soluções para problemas, pré-disposição para buscar e/ou oferecer ajuda;
- **comunicação** – facilidade da pessoa em se comunicar de forma clara e de fácil entendimento, domínio de idiomas, habilidade de expor suas ideias em público;
- **facilidade de relacionamento** – capacidade de relacionamento com colegas, clientes, subordinados e demais pessoas no ambiente de trabalho.
- **facilidade/interesse em aprender** – proatividade em buscar e absorver conhecimento, busca por soluções inovadoras;
- **perfil colaborativo** – pessoa que busca descentralizar o conhecimento, facilitar acesso à informação;
- **confiança no profissional** – credibilidade do recurso, conhecimento da forma de trabalho;
- **histórico do profissional** – relacionado aos antecedentes da pessoa, acontecimentos de experiências anteriores;
- **versatilidade** – capacidade da pessoa em desempenhar mais de uma função e/ou atividade;
- **perfil do cliente** – adaptação do profissional ao perfil do cliente.

A consolidação dos critérios foi uma etapa fundamental para a aplicação proposta pelo estudo, uma vez que nela pode-se perceber diferenças entre o identificado de forma teórica e o funcionamento do processo de forma prática.

4.4 Comparação dos critérios

Anteriormente à priorização dos critérios pelo método AHP, buscou-se validar com o Respondente 4 a forma que o estudo seria aplicado. Identificou-se nessa situação que os critérios não poderiam ser analisados de forma generalizada, uma vez que demandas diferentes exigem profissionais diferentes, e atributos distintos deveriam ser levados em consideração tendo importâncias também distintas.

Frente a essa nova situação, o Respondente 4 sugeriu a utilização de ao menos 3 tipos diferentes de perfis de funções que existem na empresa, sendo elas: posições de liderança, posições técnicas e posições administrativas. Porém, essa mudança ainda não resultaria em uma aplicação assertiva por esses perfis contemplarem diversas funções que demandam profissionais diferentes. Dessa forma, optou-se pela realização de um estudo de caso, selecionando um departamento de um projeto, onde a alocação já ocorreu, e priorizando os critérios quanto a quatro funções nele existentes para verificar a aplicabilidade dos métodos propostos em situações reais. O Quadro 7 apresenta os critérios escolhidos para cada função.

Quadro 7 – Critérios por função

Coordenador da Qualidade	Engenheiro da Qualidade	Engenheiro da Qualidade Jr.	Técnico da Qualidade
Custo	Custo	Custo	Custo
Experiência	Experiência	Trabalho em equipe	Experiência
Trabalho em equipe	Trabalho em equipe	Perfil colaborativo	Trabalho em equipe
Comunicação	Histórico do profissional	Comunicação	Histórico do profissional
Perfil colaborativo	Confiança no profissional	Facilidade/interesse em aprender	Versatilidade
Histórico do profissional	Comunicação	Facilidade de relacionamento	
Versatilidade	Versatilidade		
Confiança no profissional			
Perfil do cliente			

Fonte: Autor (2019).

Analisando o Quadro 7, podemos perceber que, de acordo com a percepção do Respondente 4, os critérios custo e trabalho em equipe são os únicos que são avaliados nas quatro funções desse estudo. O atributo perfil do cliente é apenas considerado no momento de avaliar a posição de Coordenador da Qualidade, uma vez que este possui uma maior interface com o cliente, enquanto as outras funções são mais operacionais. Já relacionado à função de Engenheiro da Qualidade Jr. o critério facilidade/interesse em aprender é considerado, em detrimento do fator experiência, uma vez que essa função se trata de uma posição que normalmente é ocupada por profissionais mais jovens e/ou recém-formados.

O Quadro 8 apresenta a priorização feita para a função de Técnico da Qualidade segundo a legenda e descrição definida na Tabela 2.

Quadro 8 – Priorização de critérios - Técnico da Qualidade

		Técnico da Qualidade																			
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Custo																			Experiência		
Custo																			Trabalho em equipe		
Custo																			Histórico do profissional		
Custo																			Versatilidade		
Experiência																			Trabalho em equipe		
Experiência																			Histórico do profissional		
Experiência																			Versatilidade		
Trabalho em equipe																			Histórico do profissional		
Trabalho em equipe																			Versatilidade		
Histórico do profissional																			Versatilidade		

Fonte: Autor (2019).

O preenchimento dessa planilha foi feito com o auxílio do Quadro 2, onde o Respondente 4 comparou de forma pareada, os critérios que foram definidos como relevantes para esse processo de tomada de decisão. Nessa situação, podemos observar, por exemplo, que para escolha de um Técnico da Qualidade, o atributo custo é fortemente mais importante que o critério versatilidade, e que trabalho em equipe é mais importante que o histórico do profissional. O Quadro 9 mostra resumidamente os parâmetros de comparação extraídos do Quadro 2.

Quadro 9 – Escala de valores absolutos para comparação

Intensidade de Importância	Definição
1	Igual importância
2	Bem pouco mais importante
3	Levemente mais importante
4	Moderadamente mais importante
5	Mais importante
6	Fortemente mais importante
7	Muito fortemente mais importante
8	Extremamente mais importante
9	Absolutamente mais importante

Fonte: Autor (2019).

4.5 Priorização dos critérios

Os resultados da comparação feita é a base para a aplicação do método AHP. Para a situação da posição de Técnico da Qualidade, a análise par a par dos critérios gerou a matriz apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Matriz de priorização – Técnico da Qualidade

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Histórico do profissional	Versatilidade
Custo	1	4	5	5	6
Experiência	0,25	1	4	5	6
Trabalho em equipe	0,2	0,25	1	5	5
Histórico do profissional	0,2	0,2	0,2	1	4
Versatilidade	0,1666667	0,1666667	0,2	0,25	1
Σ	1,8166667	5,6166667	10,4	16,25	22

Fonte: Autor (2019).

Na matriz da Tabela 4, os valores absolutos utilizados para a comparação dos critérios foram inseridos de modo que se lê a comparação dos critérios das linhas, em relação às colunas. Os valores abaixo da diagonal principal são análogos aos valores acima da diagonal, como quando custo é comparado a experiência, temos o valor 4, indicando que o primeiro é moderadamente mais importante que o segundo logo, na comparação inversa, quando experiência é comparada a custo temos o valor 0,25 (1/4). A última linha da Tabela 4 apresenta o somatório das colunas, que é utilizado

para a elaboração da Tabela 5 que apresenta a ponderação dos critérios em relação a esses valores.

Tabela 5 – Ponderação dos critérios – Técnico da Qualidade

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Histórico do profissional	Versatilidade
Custo	0,550458716	0,712166172	0,480769231	0,307692308	0,272727273
Experiência	0,137614679	0,178041543	0,384615385	0,307692308	0,272727273
Trabalho em equipe	0,110091743	0,044510386	0,096153846	0,307692308	0,227272727
Histórico do profissional	0,110091743	0,035608309	0,019230769	0,061538462	0,181818182
Versatilidade	0,091743119	0,029673591	0,019230769	0,015384615	0,045454545

Fonte: Autor (2019).

Para a geração da matriz acima, dividiram-se os valores da priorização em relação aos valores de somatório das colunas. Por exemplo, na célula que compara custo em relação à versatilidade na Tabela 4, temos o valor 6, dessa forma, para obter o valor dessa célula para a Tabela 5, o valor 6 foi dividido por 22, que é o somatório da coluna do critério versatilidade.

4.6 Validação

Para identificar se a priorização é consistente, calcula-se a média dos valores ponderados por linha e realiza-se a multiplicação de matrizes, utilizando a Tabela 4 e as médias dos critérios. O resultado é a soma ponderada, que é usada para identificação dos índices de consistência. Os valores de consistência são calculados pela divisão dos valores de soma ponderada dos critérios pela média dos mesmos. A Tabela 6 mostra os valores encontrados nessa situação específica.

Tabela 6 – Índices para identificação de consistência – Técnico da Qualidade

	Média	Soma ponderada	Consistência
Custo	0,464762740	2,925108131	6,293766434
Experiência	0,256138237	1,650977162	6,445648956
Trabalho em equipe	0,157144202	0,923905413	5,879347769
Histórico do profissional	0,081657493	0,418455841	5,124524718
Versatilidade	0,040297328	0,212290704	5,268108710

Fonte: Autor (2019).

Por fim, utilizam-se as equações 8 e 9, apresentadas na seção 2.2, na página 31, para identificar se os resultados são consistentes. Nessa situação, temos que o valor de n é 5, uma vez que esse é o número de critérios utilizados nessa priorização. O Valor de λ é dado pela média dos valores de consistência indicados na Tabela 6. Dessa forma, para o cálculo indicado na Equação 8, temos os valores mostrados na Equação 10.

$$IC = \frac{5,802279317-5}{5-1} = 0,200569829 \quad (10)$$

Então, o valor de IC encontrado é dividido pelo índice randômico para matrizes definido por Saaty, de acordo com o número de critérios avaliados nessa situação. Como pode ser observado na Tabela 4, o valor nessa situação é 1,12.

Aplicando os valores encontrados à Equação 9, temos o que pode ser observado na Equação 11.

$$RC = \frac{0,200569829}{1,12} = 0,179080205 \quad (11)$$

A Tabela 7 apresenta os valores encontrados como parâmetros nessa aplicação à função de Técnico da Qualidade.

Tabela 7 – Parâmetros para Técnico da Qualidade

Parâmetros	
n	5
λ	5,802279317
IC	0,200569829
RC	0,179080205

Fonte: Autor (2019).

O valor encontrado de RC é 0,179080205 e conforme apresentado na descrição do método, a priorização só é considerada consistente se o valor de RC for no máximo 0,10. Dessa forma percebe-se que a priorização feita não apresenta valores confiáveis. O mesmo aconteceu para as demais funções analisadas no

estudo, como pode ser observado detalhadamente nos Apêndices A, B e C. O Apêndice D contém os dados referentes ao Técnico da Qualidade.

A Tabela 8 apresenta os parâmetros encontrados para as quatro funções analisadas no presente trabalho.

Tabela 8 – Resumo dos parâmetros por função

Parâmetros	Coordenador da Qualidade	Engenheiro da Qualidade	Engenheiro da Qualidade Jr	Técnico da Qualidade
n	9	7	6	5
λ	11,89180028	8,645269064	7,245687242	5,802279317
IC	0,361475035	0,274211511	0,20761454	0,200569829
RC	0,249293128	0,207735993	0,167431081	0,179080205

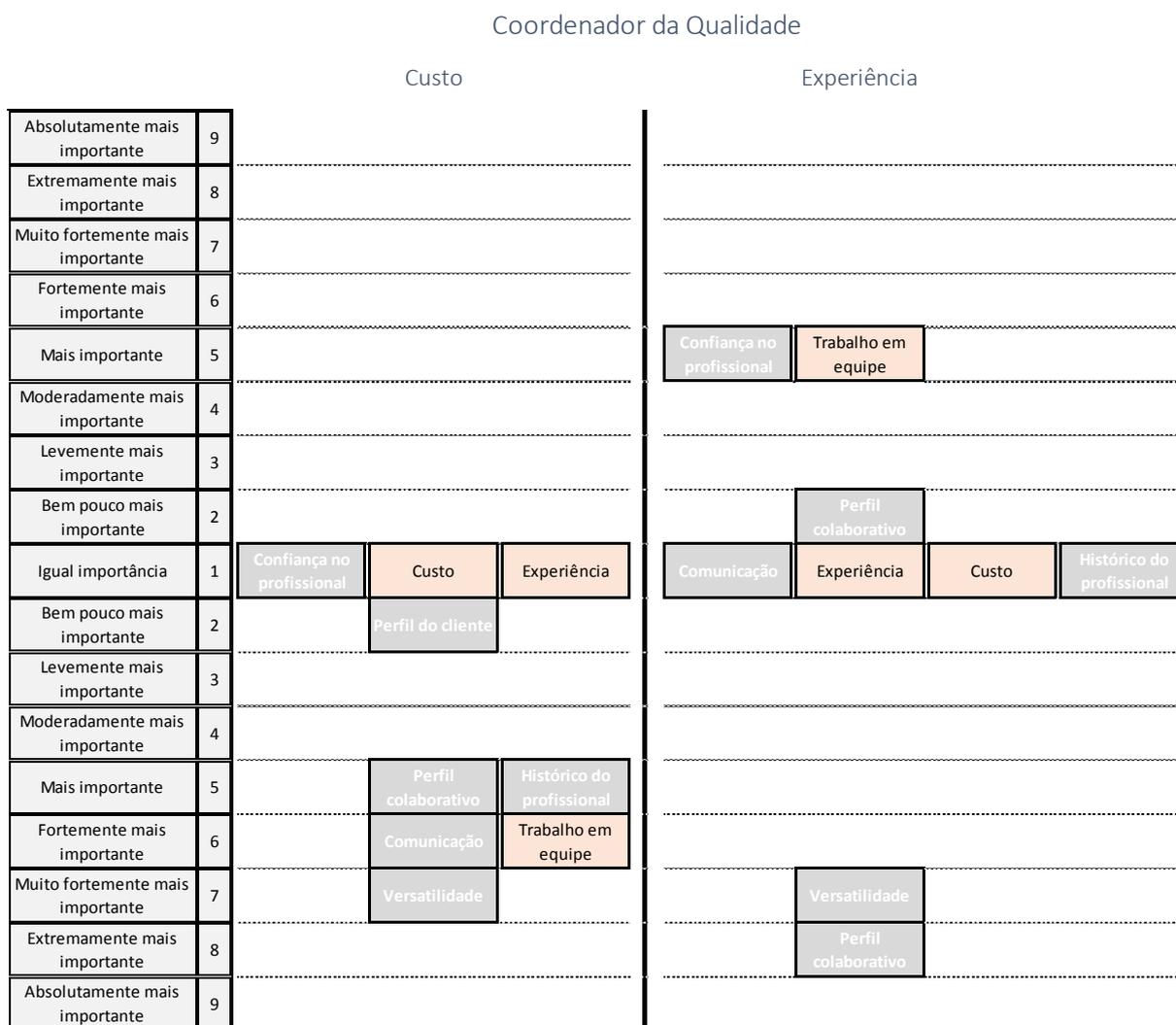
Fonte: Autor (2019).

Podemos observar que na situação com maior o número de critérios analisados, maior tende a ser o valor de RC e, portanto, mais inconsistente a priorização obtida.

Partindo do ponto que os resultados encontrados não poderiam ser usados para a modelagem por não apresentarem consistência mínima requerida pelo método AHP, buscou-se identificar as razões que levaram a primeira análise a ser incoerente. Para tal, analisaram-se as tabelas contendo as comparações entre os critérios de forma a, em um primeiro momento, verificar se os valores haviam sido preenchidos na matriz tal qual fora a avaliação do Respondente 4. Constatou-se que havia erros na transcrição dos dados priorizados para matriz para função de Coordenador da Qualidade. A matriz, ao ser retificada, continuou gerando resultados inconsistentes.

Com todos os dados inseridos nas matrizes corretamente, verificou-se a não existência de erros de cálculos, constatando que todos os cálculos haviam sido feitos de maneira correta. Por fim, as comparações foram analisadas, na busca de entender os pontos de incoerência. Ao avaliar os critérios de forma individual, percebeu-se que havia incongruência na relação de priorização de alguns critérios, exemplo disso, é a situação apresentada na Figura 6.

Figura 6 – Identificação de inconsistência



Fonte: Autor (2019).

Podemos observar na Figura 6, analisando os parâmetros destacados, que para a função de Coordenador da Qualidade quando o critério custo é comparado com o critério experiência, estes são definidos como de igual importância. Já quando o critério custo é comparado a trabalho em equipe, o primeiro é fortemente mais importante que o segundo. Porém quando o critério experiência é comparado a trabalho em equipe, a mesma relação não acontece, tendo na comparação o critério trabalho em equipe sido definido como mais importante que experiência. Esse é apenas um exemplo de inconsistência identificada nas comparações.

Portanto, percebe-se que a não-utilização de uma ferramenta visual na hora de fazer a análise dos critérios aumenta as chances de ocorrerem inconsistências. Aliado a isso, quanto maior o número de itens comparados, mais difícil se torna

encontrar um resultado conciso. Outro ponto a destacar é a importância de garantir o entendimento do respondente quanto à relação existente entre os critérios. Por mais que os critérios sejam comparados de forma pareada, o todo deve ser levado em consideração, ou seja, as comparações feitas anteriormente para uma mesma vaga servem como parâmetro as comparações seguintes.

Frente à situação encontrada, sugeriu-se que as comparações fossem refeitas, dessa vez levando em consideração os pontos de melhoria da aplicação identificados e aspectos já mencionados como importantes para alcançar o objetivo do estudo.

Dessa forma, fez-se uma segunda priorização dos mesmos critérios que haviam sido avaliados em relação às vagas também já definidas. Para ter mais confiança nos resultados gerados, utilizou-se de representações visuais como a apresentada na Figura 6, de forma manual, simultaneamente ao preenchimento das planilhas.

Todo procedimento realizado e descrito anteriormente foi repetido para todas as quatro funções estudadas nesse trabalho. A Tabela 9 apresenta o novo resumo dos parâmetros por posição. Os detalhamentos dos valores encontrados podem ser observados nos Apêndices E, F, G e H.

Tabela 9 – Resumo dos parâmetros por função (consistente)

Parâmetros	Coordenador da Qualidade	Engenheiro da Qualidade	Engenheiro da Qualidade Jr	Técnico da Qualidade
n	9	7	6	5
λ	9,97066503	7,763624467	6,645007278	5,31758321
IC	0,121333129	0,127270745	0,107501213	0,079395803
RC	0,08367802	0,096417231	0,086694527	0,070889109

Fonte: Autor (2019).

Como podemos observar, o valor de RC é inferior ao máximo de 0,10 definido pelo método AHP para todas as posições. Assim sendo, pode-se afirmar que a priorização feita é, dessa vez, consistente.

A obtenção de todas as priorizações de forma consistente garante que os resultados obtidos não foram comparados de forma contraditória, assim pode-se prosseguir a aplicação estabelecida no método de estudo. Como resultado da aplicação do método AHP, a Tabela 10 apresenta as médias encontradas para cada atributo avaliado, em cada uma das posições.

Tabela 10 – Médias dos critérios por função

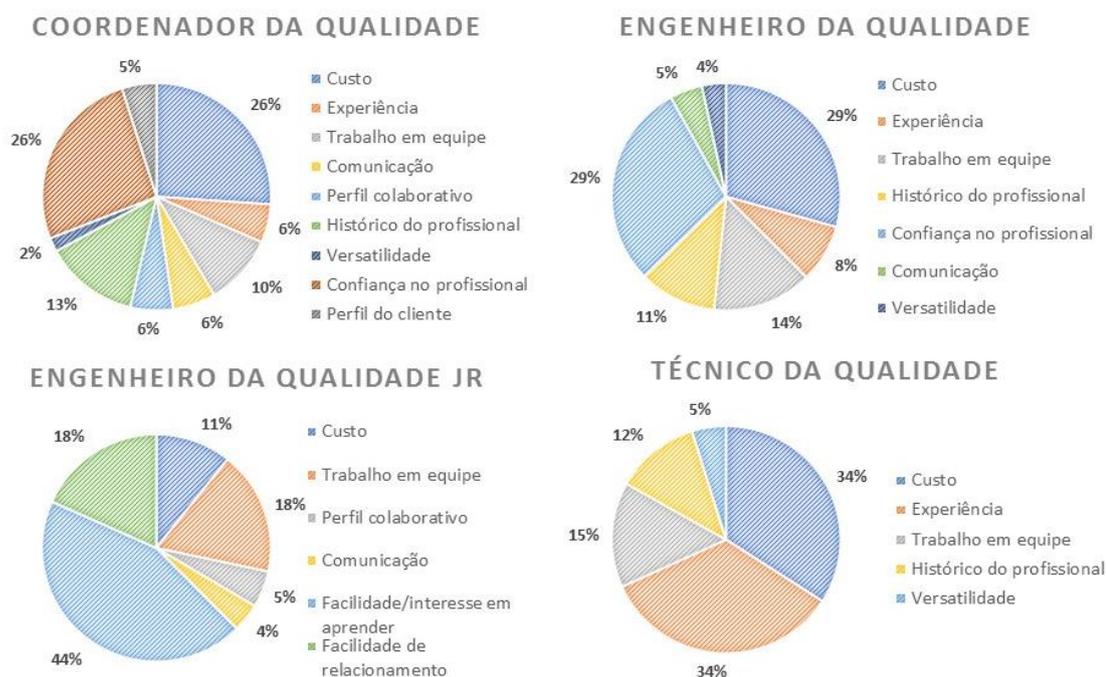
	Coordenador da Qualidade	Engenheiro da Qualidade	Engenheiro da Qualidade Jr	Técnico da Qualidade
Custo	0,260850406	0,293093799	0,107297763	0,341051667
Experiência	0,054595579	0,082708036		0,341051667
Trabalho em equipe	0,100928562	0,141234114	0,176139744	0,149789944
Comunicação	0,060443532	0,046070021	0,040270346	
Facilidade de relacionamento			0,183026796	
Facilidade/interesse em aprender			0,441354207	
Perfil colaborativo	0,060443532		0,051911144	
Histórico do profissional	0,133273614	0,109691273		0,119835092
Versatilidade	0,019845612	0,034108958		0,048271632
Confiança no profissional	0,260850406	0,293093799		
Perfil do cliente	0,048768756			

Fonte: Autor (2019).

Ao final da aplicação, os resultados obtidos passaram por uma etapa de validação junto ao Respondente 4, com o objetivo de verificar se os graus de importância encontrados correspondiam à situação real para a tomada de decisão. Em casos onde os resultados não tenham correspondido à percepção do participante, quanto à importância dos critérios, ajustaram-se as prioridades, de forma a se aproximar da realidade da situação. A Figura 7 apresenta os resultados obtidos de forma visual.

Figura 7 – Grau de Importância por função

GRAU DE IMPORTÂNCIA POR FUNÇÃO



Fonte: Autor (2019).

Como pode-se observar, o atributo custo, que é avaliado em todas funções, é considerado como o mais representativo para tomada de decisão em 3 das 4 posições estudadas. O critério trabalho em equipe, que também é avaliado para todas as funções do presente trabalho, possui significativa importância em todas as funções. Já o critério versatilidade, por mais que seja considerado para escolha em 3 posições, não possui grande influência para tomada de decisão.

4.7 Formulação do Problema

Essa etapa consiste na identificação da função objetivo a ser utilizada na modelagem da Programação Linear. Para tal, considera-se o objetivo a ser alcançado com a resolução do problema proposto.

Para não divulgar o banco de dados organizacional, optou-se por criar uma base de dados que simula 10 funcionários aptos a assumir uma ou mais das vagas sendo analisadas nesse trabalho. Tanto as aptidões a assumir as vagas quanto os índices relacionados aos atributos foram gerados de forma aleatória.

No entanto, o sugerido é que seja feita uma análise 360°, que consista em uma autoavaliação, avaliações de chefias imediatas, subordinados (se aplicável) e colegas de função, com todos os funcionários da organização.

Dessa maneira, espera-se que os funcionários sejam avaliados quanto aos critérios que a empresa considerar pertinentes e, então, esses critérios e índices sejam usados na aplicação. O Quadro 10 mostra os aplicantes e as vagas que eles podem assumir.

Quadro 10 – Funcionários disponíveis por função

	Coordenador da Qualidade	Engenheiro da Qualidade	Engenheiro da Qualidade Jr	Técnico da Qualidade
Pessoa A	Sim	Sim	Não	Não
Pessoa B	Não	Sim	Sim	Não
Pessoa C	Sim	Sim	Não	Não
Pessoa D	Não	Não	Sim	Sim
Pessoa E	Não	Sim	Sim	Não
Pessoa F	Não	Não	Não	Sim
Pessoa G	Sim	Sim	Não	Não
Pessoa H	Não	Não	Sim	Sim
Pessoa I	Sim	Sim	Não	Não
Pessoa J	Sim	Não	Não	Não

Fonte: Autor (2019).

As aptidões para assumir as funções foram escolhidas, inicialmente, de forma randômica, no entanto, aconteceram incoerências que não aconteceriam em uma situação real, como o fato de uma mesma pessoa poder assumir as posições de Coordenador da Qualidade e de Engenheiro da Qualidade Jr. Portanto, a tabela foi ajustada, de forma que os dados pudessem representar uma situação similar à realidade. Os índices gerados em relação aos atributos, também de forma aleatória, são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Avaliações das pessoas perante os critérios

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Comunicação	Facilidade de relacionamento	Facilidade / interesse em aprender	Perfil colaborativo	Histórico do profissional	Versatilidade	Confiança no profissional	Perfil do cliente
Pessoa A	1,07	4,00	0,30	1,85	2,27	7,42	7,08	1,09	5,59	0,02	7,81
Pessoa B	1,44	8,42	5,20	8,48	1,26	9,11	0,42	7,46	2,43	9,29	5,05
Pessoa C	2,47	5,37	8,40	2,35	2,26	9,19	7,71	6,20	6,19	7,51	8,37
Pessoa D	3,03	0,80	3,96	2,88	0,14	7,08	1,51	3,86	6,48	4,43	2,46
Pessoa E	9,05	1,63	1,58	1,00	5,98	2,74	8,29	3,90	2,19	0,33	3,25
Pessoa F	6,62	4,82	2,97	4,12	2,93	8,15	8,08	9,03	1,96	7,66	5,59
Pessoa G	1,55	6,20	3,65	4,98	4,58	6,75	9,37	3,87	2,25	8,74	8,15
Pessoa H	1,16	4,68	9,14	3,89	4,75	9,87	9,74	5,93	4,77	6,09	7,53
Pessoa I	1,07	7,31	6,00	7,96	3,69	0,42	5,85	0,69	6,91	0,19	0,58
Pessoa J	5,47	7,04	9,05	6,59	9,30	5,72	2,91	2,02	1,39	5,40	7,64

Fonte: Autor (2019).

Dessa forma, se considerarmos a Pessoa A como exemplo, identificamos que ela pode assumir as vagas de Coordenador da Qualidade e Engenheiro da Qualidade e, apesar de ela possuir uma única avaliação por critério, os seus scores em relação às posições não são os mesmos, pois, para as funções, critérios diferentes são considerados e então as ponderações não são iguais. A Figura 8 apresenta como os scores da Pessoa A foram obtidos em relação a cada uma das duas vagas.

Figura 8 – Scores da Pessoa A



Fonte: Autor (2019).

O score da Pessoa A é dado pela multiplicação do grau de importância de cada um dos critérios considerados para a vaga e a sua avaliação perante eles. O somatório dos scores da Pessoa A em relação a todos os critérios da vaga representa o score total da pessoa em relação à vaga, sendo esse utilizado posteriormente na Programação Linear. Seguindo os mesmos passos aplicados para a Pessoa A, às demais pessoas, obtêm-se os dados apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Scores das Pessoas por Função

(continua)

	Coordenador da Qualidade	Engenheiro da Qualidade	Engenheiro da Qualidade Jr	Técnico da Qualidade
Pessoa A	1,71	1,14	-	-

Tabela 12 – Scores das Pessoas por Função

(conclusão)

	Coordenador da Qualidade	Engenheiro da Qualidade	Engenheiro da Qualidade Jr	Técnico da Qualidade
Pessoa B	-	5,93	5,69	-
Pessoa C	5,71	5,31	-	-
Pessoa D	-		4,37	2,67
Pessoa E	-	3,47	4,02	-
Pessoa F	-		-	5,52
Pessoa G	5,22	4,85	-	-
Pessoa H	-		7,62	4,30
Pessoa I	2,43	2,96	-	-
Pessoa J	5,38		-	-

Fonte: Autor (2019).

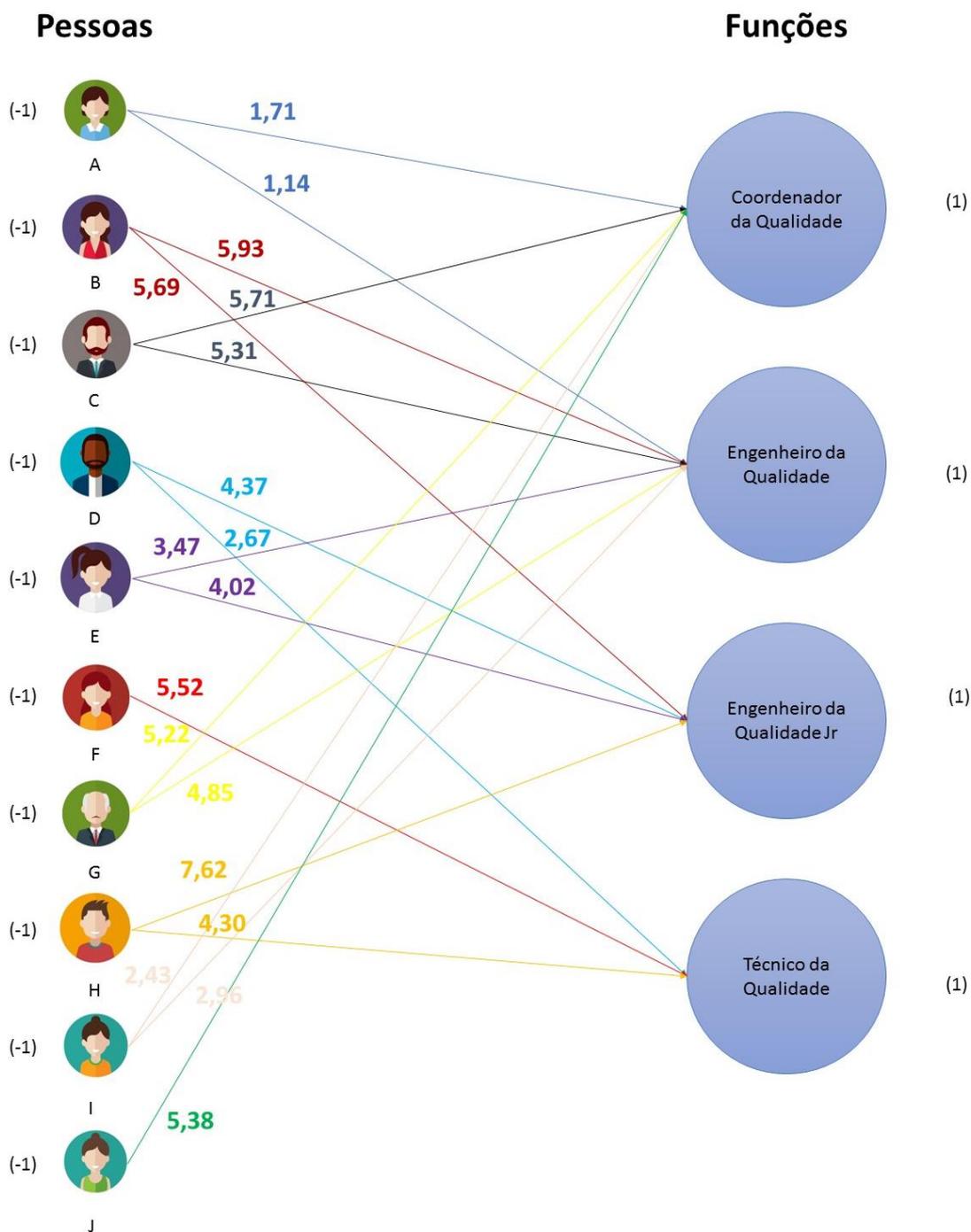
Como pode ser verificado na Tabela 12, existem células em branco pois as pessoas não apresentam scores para as funções às quais elas não estão aptas a concorrer a vaga.

4.8 Obtenção do Modelo

Nessa etapa parte-se para a modelagem do problema, utilizando as informações coletadas anteriormente. Inicialmente foi elaborado o modelo conceitual do problema em questão por meio do diagrama de rede conforme apresentado na Figura 9.

A utilização do diagrama permite uma melhor percepção do problema analisado, mostrando de forma visual quais pessoas podem assumir quais vagas e os seus respectivos scores por função. Essa modelagem facilita a elaboração da função objetivo do problema e identificação das restrições existentes na situação estudada. Os números à esquerda das pessoas indicam que elas podem assumir apenas uma vaga. As setas coloridas apontam quais vagas cada pessoa está apta a assumir e, os valores de mesma cor acima das setas, representam os scores dos aplicantes em relação a cada vaga. Já os valores à direita das funções indicam que somente uma pessoa pode assumir a função.

Figura 9 – Diagrama de Redes



Considerando as informações já apresentadas na seção 2.1.1, parte-se da observação do diagrama para a construção do modelo a ser resolvido pela aplicação da PLI. Neste caso, define-se x_{ij} , $i = 1, 2, \dots, 10$ e $j = 1, 2, 3, 4$ e as variáveis de decisão a serem descobertas representadas de forma que:

$i = 1$, pessoa A; $i = 2$, pessoa B; ...; $i = 10$, pessoa J;
 $j = 1$, Coordenador da Qualidade; $j = 2$, Engenheiro da Qualidade; $j = 3$,
 Engenheiro da Qualidade Jr; $j = 4$, Técnico da Qualidade;
 $x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se a pessoa } i \text{ for designada para o projeto } j \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$

Nessa situação, tem-se como objetivo maximizar o score total do time, então utiliza-se dos dados coletados para a construção da função objetivo mostrada na Equação 12.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & 1,71x_{11} + 1,14x_{12} + 5,93x_{22} + 5,69x_{23} + 5,71x_{31} + 5,31x_{32} + 4,37x_{43} + \\ & 2,67x_{44} + 3,47x_{52} + 4,02x_{53} + 5,52x_{64} + 5,22x_{71} + 4,85x_{72} + 7,62x_{83} + 4,30x_{84} + \\ & 2,43x_{91} + 2,96x_{92} + 5,38x_{101} \end{aligned} \quad (12)$$

O objetivo de maximização é sujeito às seguintes restrições:

- Cada pessoa é designada para realizar um único projeto, como pode ser observado na Equação 13:

$$\sum_{j=1}^4 x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, 10; \quad (13)$$

- Cada projeto só pode ser realizado por uma única pessoa, conforme a Equação 14:

$$\sum_{i=1}^{10} x_{ij} = 1, j = 1, 2, 3, 4; \quad (14)$$

Portanto, o modelo matemático que representa o problema estudado nesse trabalho, para a resolução através de Pesquisa Operacional é apresentado conforme as Equações 15, 16 e 17:

Maximizar:

$$\begin{aligned} & (1,71x_{11} + 1,14x_{12} + 5,93x_{22} + 5,69x_{23} + 5,71x_{31} + \\ & 5,31x_{32} + 4,37x_{43} + 2,67x_{44} + 3,47x_{52} + 4,02x_{53} + \\ & 5,52x_{64} + 5,22x_{71} + 4,85x_{72} + 7,62x_{83} + 4,30x_{84} + \\ & 2,43x_{91} + 2,96x_{92} + 5,38x_{101}). \end{aligned} \quad (15)$$

sujeito a:

$$\sum_{j=1}^4 x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, 10; \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^{10} x_{ij} = 1, j = 1, 2, 3, 4; \quad (17)$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\}, i = 1, 2, \dots, 10 \text{ e } j = 1, 2, 3, 4.$$

O modelo obtido é uma simplificação da real situação de tomada de decisão, que segue as particularidades do estudo de caso em questão. Portanto, é aplicável somente dentro das condições estabelecidas nessa análise. Qualquer alteração feita em relação aos dados abordados nesse trabalho gerariam um modelo diferente.

4.9 Verificação e Teste do Modelo

A partir da modelagem feita para solucionar o problema buscou-se verificar se o modelo representa o sistema real. Para a realização da verificação e teste, utilizou-se da ferramenta Excel do pacote Microsoft Office. No *software* foi elaborada uma planilha eletrônica contemplando o modelo estabelecido na seção 4.6 do estudo. A Tabela 13 apresenta a estruturação do modelo no Excel.

Tabela 13 – Modelagem no Microsoft Excel

		Coeficientes das variáveis																	
		1,71	1,14	5,93	5,69	5,71	5,31	4,37	2,67	3,47	4,02	5,52	5,22	4,85	7,62	4,30	2,43	2,96	5,38
		x11	x12	x22	x23	x31	x32	x43	x44	x52	x53	x64	x71	x72	x83	x84	x91	x92	x101
Variáveis																			
Max Z	0,00																		

Restrições	Coeficientes das variáveis																		Resultado	Tipo restrição	Constante
	x11	x12	x22	x23	x31	x32	x43	x44	x52	x53	x64	x71	x72	x83	x84	x91	x92	x101			
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0,0	<=	1
2	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0,0	<=	1
3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0,0	<=	1
4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0,0	<=	1
5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
7	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,0	<=	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,0	<=	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0	<=	1

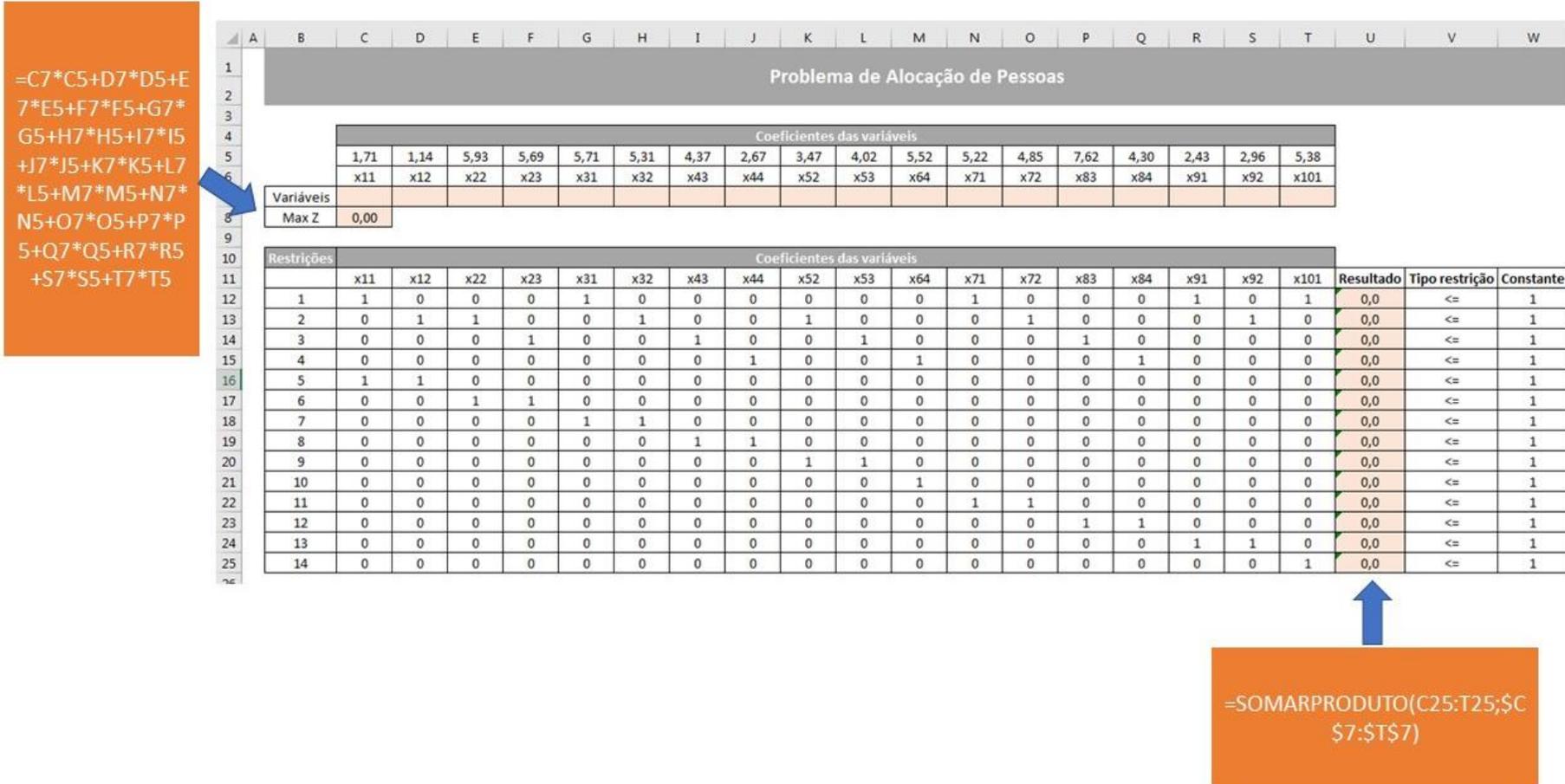
Fonte: Autor (2019).

Na primeira linha da Tabela 13, têm-se os valores dos *scores* das pessoas em relação à função que elas estão postulando, que são apresentadas na segunda linha, conforme definido na seção 4.6. A terceira linha é composta pelas variáveis que serão modificadas para encontrar a solução do problema. Essas células podem assumir os valores 1 ou 0, com o objetivo de maximizar o *score* do time escolhido, respeitando as restrições apresentadas na segunda parte da planilha. A maximização é resultado da soma do produto entre coeficientes da primeira linha e variáveis da terceira linha.

A função objetivo do estudo está sujeita a 14 restrições, conforme apresentadas na Tabela 13. As quatro primeiras restrições correspondem à Equação 17, representando que cada projeto pode ser executado por apenas uma pessoa. As demais restrições representam a Equação 16, indicando que cada pessoa pode assumir apenas uma função. A coluna nomeada Tipo de Restrição indica, que os resultados obtidos devem ser menores ou iguais aos valores apresentados na coluna Constantes.

Os resultados das restrições são dados pela soma do produto entre as linhas de cada restrição, individualmente, e a linha de variáveis do problema. A Figura 10 apresenta nos quadros laranja, as fórmulas utilizadas no *software*. A fórmula utilizada na coluna de resultados, é aplicada na primeira restrição do problema e então replicada para as demais restrições.

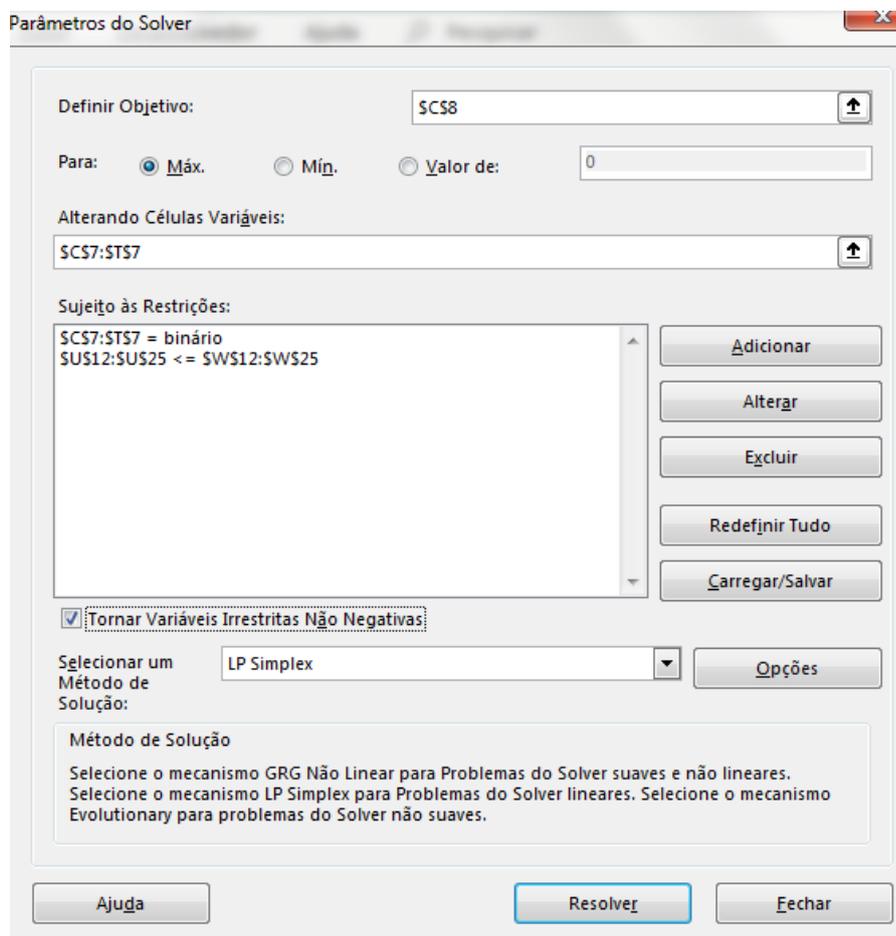
Figura 10 – Fórmula da função objetivo



Fonte: Autor (2019).

Para verificar a funcionalidade do modelo construído, utilizou-se do suplemento Solver, presente no *software* Microsoft Excel. Nela foram inseridas as informações apresentadas na Figura 11.

Figura 11 – Parâmetros do Solver



Fonte: Autor (2019).

A célula C8, que contém a fórmula objetivo apresentada na Figura 10, foi inserida no espaço “Definir Objetivo”. A opção de maximização foi selecionada e na área para definição das células a serem alteradas, selecionou-se a linha de variáveis. Posteriormente, duas restrições foram adicionadas, sendo elas: as variáveis só assumir valores binários (0 ou 1), e a coluna de resultados ser menor ou igual a coluna de constantes. Por fim, selecionou-se a opção que garante que as variáveis não assumiriam valores negativos e definiu-se o método LP Simplex para resolução.

Ao clicar em resolver, o modelo indica qual a melhor formação de equipe possível dentre as opções apresentadas no estudo, definindo qual pessoa é a ideal para cada função e qual o *score* final do time. Para fins de teste do modelo, as

planilhas eletrônicas foram construídas de modo a simular alterações nos parâmetros de avaliação, gerando assim *scores* diferentes e, conseqüentemente, formações de equipes diferentes.

4.10 Seleção de alternativa

Utilizando as informações coletadas ao longo do trabalho e descritas na seção 4.9, quando o problema é resolvido no suplemento Solver do Microsoft Excel, obtém-se o resultado apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 – Resolução no Microsoft Excel

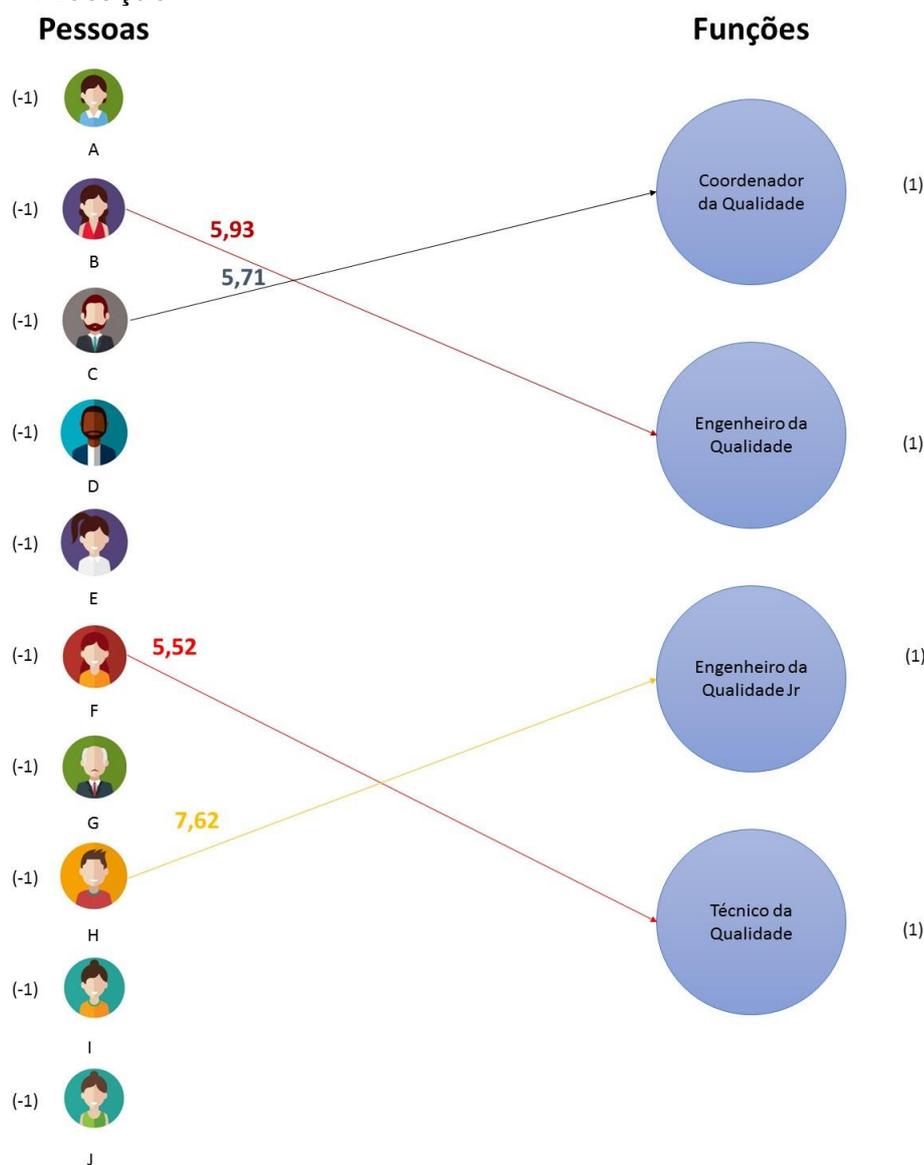
		Coeficientes das variáveis																	
		1,71	1,14	5,93	5,69	5,71	5,31	4,37	2,67	3,47	4,02	5,52	5,22	4,85	7,62	4,30	2,43	2,96	5,38
		x11	x12	x22	x23	x31	x32	x43	x44	x52	x53	x64	x71	x72	x83	x84	x91	x92	x101
Variáveis	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
Max Z	24,79																		

Restrições	Coeficientes das variáveis																		Resultado	Tipo restrição	Constante
	x11	x12	x22	x23	x31	x32	x43	x44	x52	x53	x64	x71	x72	x83	x84	x91	x92	x101			
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1,0	<=	1
2	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1,0	<=	1
3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1,0	<=	1
4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1,0	<=	1
5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	<=	1
7	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	<=	1
8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1,0	<=	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0,0	<=	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1,0	<=	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,0	<=	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0	<=	1

Fonte: Autor (2019).

A resolução do problema apresenta que o maior score alcançável pelo time, considerando as premissas desse trabalho, é 24,79. Esse valor é dado pela soma dos scores das pessoas alocadas às funções. Pode-se observar também que todas as restrições foram obedecidas, onde os valores obtidos satisfazem os valores máximos das constantes e as variáveis assumem apenas valores binários. Ao analisar a linha de variáveis, verifica-se que, a resolução indica a melhor formação de equipe quando a Pessoa B assume a vaga de Engenheiro da Qualidade, a Pessoa C a vaga de Coordenador da Qualidade, a Pessoa F a vaga de Técnico da Qualidade e a Pessoa H a posição de Engenheiro da Qualidade Jr. A Figura 12 apresenta o diagrama de redes da alocação indicada.

Figura 12 – Alocação



Fonte: Autor (2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alocação de recursos humanos possui uma grande complexidade devido ao fato de ela ser associada a diversos fatores qualitativos, que não podem ser medidos sem interferência de subjetividade humana. Devido à essa dificuldade, buscou-se utilizar métodos que alinhassem fatores qualitativos e quantitativos para verificar o quão relevantes eles são à tomada de decisão.

O atingimento do objetivo específico de identificar os critérios usados para a tomada de decisão no processo foi possível através do uso de entrevistas semiestruturadas, diferente do que havia sido planejado inicialmente. Primeiramente, considerou-se ideal que os participantes discutissem e juntos elencassem os critérios que são avaliados no processo, porém a complexidade logística e de disponibilidade das pessoas participantes do processo fez com que fosse necessário adaptar a forma como os dados foram coletados. Apesar dos critérios identificados terem sido validados, a coleta de dados pode ter influenciado no resultado encontrado.

Um ponto a ser destacado é a importância da validação e verificação dos resultados à medida que eles são obtidos. Nessas etapas é possível identificar desvios nos resultados encontrados, permitindo que ajustes sejam feitos para que a modelagem represente a situação real. Através da validação percebeu-se que os critérios usados para tomada de decisão não poderiam ser avaliados de forma genérica, uma vez que na realidade, os critérios são considerados em relação a cada situação específica, seja ela uma função ou atividade, sendo que para tal, atributos diferentes com grau de importância diferentes são levados em consideração.

A priorização dos critérios foi feita com a utilização do método AHP, onde pode-se observar que a quantidade de critérios tende a influenciar na consistência das análises. Percebeu-se também que a não utilização de uma ferramenta visual no momento de comparação entre os critérios faz com que seja mais difícil encontrar um resultado conciso, principalmente quando há uma grande quantidade de atributos sendo comparados. Apesar desses fatores, identificou-se que o método cumpriu o objetivo de priorizar os critérios e indicar o quão relevantes eles são para a escolha de recursos humanos às vagas analisadas no presente trabalho, encontrando graus de importância que condizem com a realidade do processo.

Constatou-se que a Pesquisa Operacional é apropriada para resolução de problemas e que a Programação Linear pode funcionar como ferramenta de apoio a

tomada de decisão em situações de alocação de recursos humanos, contanto que haja uma definição clara dos parâmetros analisados.

A utilização da ferramenta Microsoft Excel se mostrou eficiente e de simples utilização para resolução do problema estudado. Identificou-se que, a forma como as planilhas eletrônicas são construídas, permite que alterações simples alterem o problema analisado. Isso admite que outras situações sejam analisadas sem alterar a estrutura utilizada nesse estudo.

Dessa forma, pode-se concluir que pela combinação dos métodos AHP e Programação Linear foi possível atingir o objetivo geral do estudo de propor um método que auxilie a tomada de decisão relativa ao processo de alocação de pessoas a funções na empresa de engenharia do estudo.

Frente ao exposto, sugere-se como trabalhos futuros, o uso de recursos mais complexos da ferramenta Excel ou outras tecnologias que permitam, de forma simples, fazer alterações na modelagem para a resolução de problemas de alocação de recursos. Para validar a eficácia dos métodos propostos recomenda-se estudar os resultados de projetos ou atividades que, na etapa de escolha dos profissionais, tenham utilizado os métodos do estudo, ou similar, em comparação às escolhas feitas sem o uso de ferramentas de apoio a tomada de decisão.

6 REFERÊNCIAS

- ABENSUR, E. O. **Pesquisa operacional para cursos de engenharia de produção**. São Paulo: Blucher, 2018.
- ALMEIDA, A. *et al.* **Aplicação de programação linear inteira na maximização do lucro de uma empresa do setor de beleza e estética**. Joinville, 2017.
- ALVES, A. C. B. **Introdução à pesquisa operacional** / Antônio César Baleeiro Alves e Marco Antonio Figueiredo Menezes. – Goiânia: Ed. da UCG, 2010. 311 p.
- ALVES, R.; DELGADO, C. **Programação linear inteira**. 1997.
- AMCHAM Brasil. **People analytics**: Brasil: people analytics: RH investe em “Big Data” para personalizar o desenvolvimento de pessoas. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.amcham.com.br/noticias/gestao/people-analytics-rh-investe-em-2018big-data2019-para-personalizar-o-desenvolvimento-de-pessoas-1200.html>. Acesso em: 30 out. 2017, 19:32:00.
- ANGELONI, M. T. Elementos intervenientes na tomada de decisão tomada de decisão. **Ciência da Informação**, v. 32, n. 1, p. 17-22, 2003.
- BAHIA, P. Q. *et al.* **A competitividade da soja do centro-oeste através da logística de redes de transportes de grãos de soja para exportação do estado do Mato Grosso**. In: CONGRESSO DA SOBER, 45., 2007, Londrina. Anais [...]. Londrina: SOBER, 2007.
- BEARDWELL, J.; CLAYDON, T. (eds.). **Human resource management: a contemporary approach**. Pearson Education, 2007.
- BENTES, A. V. *et al.* Multidimensional assessment of organizational performance: integrating BSC and AHP. **Journal of Business Research**, v. 65, n. 12, p. 1790-1799, 2012.
- BIEMBENGUT, M. S. , HEIN, N., LOSS, G. S. **Modelagem matemática no ensino de matemática na engenharia**. São Paulo, 2009.
- BOWER, J. L.; GILBERT, C. G. (Ed.). **From resource allocation to strategy**. Oxford University Press, 2005.
- BRIOZO, R. A.; MUSETTI, M. A. Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento–UPA 24 h. **Gestão e Produção**, v. 22, n. 4, p. 805-819, 2015.
- BUENO, V. C. **Modelagem matemática**: quatro maneiras de compreendê-la. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2011.

BURAK, D. Modelagem Matemática e a sala de aula. *In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 5., 2004, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2004.

CIFUENTES, J. C.; NEGRELLI, L. G. Modelagem matemática e método axiomático. *In: Barbosa, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (orgs.). Modelagem matemática na educação matemática brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. p. 215-232.

COLIN, E. C. **Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

COLIN, E. C. **Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2018.

CORDEIRO, F. **Os desafios da tomada de decisão**. 2015. Disponível em: <<https://meusuccesso.com/artigos/gestao/os-desafios-da-tomada-de-decisao-por-flavio-cordeiro-682/>>. Acesso em: 20 de set, 2018. 20:45:11.

COUTO, A. B. G. do; GOMES, L. F. A. M. A tomada de decisão em recursos humanos com dados replicados e inconsistentes: uma aplicação da teoria dos conjuntos aproximativos. **Pesquisa Operacional**, v. 30, n. 3, p. 657-686, 2010.

DANTAS, E. B. **A importância da pesquisa para a tomada de decisões**. **Biblioteca online de ciências da comunicação**. Brasília: Universidade de Brasília, 2013.

ANDRADE, P. R. L.; SCARPIN, C. T.; STEINER, M. T. A. **Geração da grade horária do curso de engenharia de produção da UFPR através de programação linear binária**. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*, 44., 2012, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Paraná, 2012. p. 1052-1063.

SANTOS, G. T.; FOGLIATTO, F. S. **Grupos focalizados: uma proposta de roteiro para identificação de atributos de preferência**. 2002.

ENDEAVOR Brasil. **Os três recursos mais importantes para o crescimento das empresas**. 2015. Disponível em: <https://endeavor.org.br/ambiente/os-tres-recursos-mais-importantes-para-o-crescimento-das-empresas/>. Acesso em: 1 out. 2018. 19:22:10.

ENSSLIN, Leonardo *et al.* Avaliação do desempenho de empresas terceirizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão-construtivista. **Pesquisa Operacional**, v. 30, n. 1, p. 125-152, 2010.

FERNANDES, F. C. F.; RIOS, E. Alocação de referees para avaliar trabalhos submetidos a um congresso de grande porte: modelo e caso ENEGEP. **Production**, v. 11, n. 1, p. 5-15, 2001.

FERREIRA, R. M. **Maximizando lucros e minimizando perdas**: tópicos de programação linear com aplicações e perspectivas para o ensino. 82 f. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3454>. Acesso em: 1 out. 2018.

FOGLIATTO, F. **Pesquisa operacional I** : modelos determinísticos. 2004. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em: http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/382_po_apostila_completa_mais_livro.pdf. Acesso em: 1 out. 2018.

FRICK, W. **3 maneiras de melhorar seu processo de tomada de decisão**. 2018. Disponível em: <https://hbrbr.uol.com.br/como-melhorar-a-tomada-de-decisao/>. Acesso em: 20 set. 2018. 22:16:12.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GUGLIELMETTI, F. R.; MARINS, F. A.; SALOMON, V. Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2003.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill Brasil, 2013.

HO, W.; MA, X. The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, 2017.

HUSELID, M. A. The impact of human resource management practices on turnover, productivity, and corporate financial performance. **Academy of Management Journal**, v. 38, n. 3, p. 635-672, 1995.

KLEINMUNTZ, D. N. **20 Resource Allocation Decisions**. *In*: **Advances in decision analysis: From foundations to applications**. [S.l.: s.n.], 2007. 400 p.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. atual. Petrópolis: Vozes, 2002.

KREYSZIG, E. **Advanced engineering mathematics**. John Wiley & Sons, 2010.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões: modelagem em excel**. Elsevier, 2004.

LEÓN-GROSS, T. A.; RIVERA-HERNÁNDEZ, A.; REDONDO-ESCUADERO, M. International correspondents in Spain facing Government and information sources. Evaluation of problems by analytic hierarchy process (AHP). **El Profesional de la Información (EPI)**, v. 27, n. 4, p. 813-821, 2018.

LISBOA, E. F. A. Pesquisa operacional. *In: Apostila da disciplina*. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <https://datospdf.com/download/apostila-do-curso-pesquisa-operacional-5a45146cb7d7bc422ba97255.pdf>. Acesso em: 2 out. 2018.

LOESCH, C.; HEIN, N. **Pesquisa operacional**. Editora Saraiva, 2017.

MAFRA, S. C. T. *et al.* **Elaboração de check list para desenvolvimento de projetos eficientes de cozinhas a partir de mapas mentais e escala Likert**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/81032>. Acesso em: 1 out. 2018.

MARINS, F. A. S. **Introdução a pesquisa operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2011.

MATELL, M. S.; JACOBY, J. Is there an optimal number of alternatives for Likert scale items? Study I: Reliability and validity. **Educational and Psychological Measurement**, v. 31, n. 3, p. 657-674, 1971.

MEIRELLES, C. L. A.; GOMES, L. F. A. M. O apoio multicritério à decisão como instrumento de gestão do conhecimento: uma aplicação à indústria de refino de petróleo. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 2, p. 451-470, 2009.

MOREIRA, D. A. **Pesquisa Operacional: Curso Introdutório**. São Paulo: Thomson Learning, 2010.

PACHECO, M. G.; GARBIN, FG de B.; LAMPERT, V. do N. Sistematização e identificação de direcionadores e demandas para a produção de bovinos de corte. *In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA PECUÁRIA SUL, 7.*, 2017, Bagé. **Anais [...]**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2017.

RAMPAZZO, L. Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação. São Paulo: Loyola, 2010. 142. Revista **EDICIC**, 1, , p. 127-142, 2011.

RIBEIRO, A. L. **Teorias da administração**. São Paulo: Saraiva, 2003

RUCHS, E. L. **Modelo Matemático para tomada de decisões no processo produtivo e de esmagamento da soja**. Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul 2011.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: Makrom Books, 1991.

SAATY, T. L. **The analytical hierarchy process, planning, priority.** Resource Allocation. RWS Publications, USA, 1980.

SAMBORANHA, F. K. *et al.* Modelagem matemática do desenvolvimento foliar em mandioca. **Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 4, p. 815-824, 2013.

SANTOS, E. S.; PONTE, V. Modelo de decisão em gestão econômica. **Caderno de Estudos**, n. 19, p. 01-19, 1998.

SAUAIA, A. C. A. *et al.* Jogos de empresas e economia experimental: um estudo da racionalidade organizacional na tomada de decisão. **Administração Contemporânea**, v. 13, n. 2, p. 189-209, 2009.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**: 23. Ed. rev. e atual. 2. reimpr., 2007.

SILVA, B. W. **Pesquisa operacional: visão geral**. 2011. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/pesquisa-operacional-visao-geral/57475/>. Acesso em: 29 out. 2018. 21:53:56.

SOUZA, J. S. **Proposta de uma sistemática para análise multicriterial de investimentos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/producao>. Acesso em: 21 set. 2018. 21:11:02

VARGAS, R. V. (2010). Using the analytic hierarchy process (ahp) to select and prioritize projects in a portfolio. *In*: PMI GLOBAL CONGRESS, 2010, Washington DC. **Anais** [...]. Washington DC: Project Management Institute, 2010.

VIDAL, A. G. R. **Introdução aos Modelos de Redes**. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2003. Disponível em: http://www.erudito.fea.usp.br/PortalFEA/repositorio/81/documentos/Apostila_EAD651.pdf. Acesso: 29 de out, 2018. 00:55:13

WERNKE, R.; BORNIA, A. C. A contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais, **Revista Contabilidade & Finanças FIPECAFI – FEA – USP**, vol.14, n. 25, p. 60, 2001.

WINSTON, W. L. **Operations Research, Applications and Algorithm**. 3. ed. Belmont(CA): Duxbury Press, 1994

WINSTON, W. L. **Operations Research, Applications and Algorithm**. 4. ed. Belmont(CA): Duxbury Press, 2004

YEPES, G. Y. F.; CUARTAS, P. A. C. Análisis de beneficios socioambientales por la implementación de estrategias de producción más limpias en el sector agropecuario de la cuenca media del río Chinchiná, Colombia. **Acta Agronómica**, v. 63, n. 3, p. 193-203, 2014.

APÊNDICE A – Aplicação do método AHP para a função de Coordenador da Qualidade

1. Comparação dos critérios

		Coordenador da Qualidade																	
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Custo																			Experiência
Custo																			Trabalho em equipe
Custo																			Comunicação
Custo																			Perfil colaborativo
Custo																			Histórico do profissional
Custo																			Versatilidade
Custo																			Confiança no profissional
Custo																			Perfil do cliente
Experiência																			Trabalho em equipe
Experiência																			Comunicação
Experiência																			Perfil colaborativo
Experiência																			Histórico do profissional
Experiência																			Versatilidade
Experiência																			Confiança no profissional
Experiência																			Perfil do cliente
Trabalho em equipe																			Comunicação
Trabalho em equipe																			Perfil colaborativo
Trabalho em equipe																			Histórico do profissional
Trabalho em equipe																			Versatilidade
Trabalho em equipe																			Confiança no profissional
Trabalho em equipe																			Perfil do cliente
Comunicação																			Perfil colaborativo
Comunicação																			Histórico do profissional
Comunicação																			Versatilidade
Comunicação																			Confiança no profissional
Comunicação																			Perfil do cliente
Perfil colaborativo																			Histórico do profissional
Perfil colaborativo																			Versatilidade
Perfil colaborativo																			Confiança no profissional
Perfil colaborativo																			Perfil do cliente
Histórico do profissional																			Versatilidade
Histórico do profissional																			Confiança no profissional
Histórico do profissional																			Perfil do cliente
Versatilidade																			Confiança no profissional
Versatilidade																			Perfil do cliente
Confiança no profissional																			Perfil do cliente

2. Matriz de priorização

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Comunicação	Perfil colaborativo	Histórico do profissional	Versatilidade	Confiança no profissional	Perfil do cliente
Custo	1	1	6	6	5	5	7	1	2
Experiência	1	1	0,20	1	0,5	1	7	0,2	8
Trabalho em equipe	0,166666667	5	1	1	5	5	5	1	7
Comunicação	0,166666667	1	1	1	5	4	5	0,2	6
Perfil colaborativo	0,2	2	0,2	0,2	1	0,14	1	0,14	6
Histórico do profissional	0,2	1	0,2	0,25	7	1	6	0,14	8
Versatilidade	0,142857143	0,142857143	0,2	0,2	1	0,166666667	1	0,142857143	5
Confiança no profissional	1	5	1	5	7	7	7	1	9
Perfil do cliente	0,5	0,125	0,142857143	0,166666667	0,166666667	0,125	0,2	0,111111111	1
Σ	4,376190476	16,26785714	9,942857143	14,81666667	31,66666667	23,43452381	39,2	3,93968254	52

3. Ponderação dos critérios

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Comunicação	Perfil colaborativo	Histórico do profissional	Versatilidade	Confiança no profissional	Perfil do cliente
Custo	0,228509249	0,061470911	0,603448276	0,404949381	0,157894737	0,213360427	0,178571429	0,253827558	0,038461538
Experiência	0,228509249	0,061470911	0,020114943	0,067491564	0,015789474	0,042672085	0,178571429	0,050765512	0,153846154
Trabalho em equipe	0,038084875	0,307354555	0,100574713	0,067491564	0,157894737	0,213360427	0,12755102	0,253827558	0,134615385
Comunicação	0,038084875	0,061470911	0,100574713	0,067491564	0,157894737	0,170688341	0,12755102	0,050765512	0,115384615
Perfil colaborativo	0,04570185	0,122941822	0,020114943	0,013498313	0,031578947	0,006096012	0,025510204	0,03626108	0,115384615
Histórico do profissional	0,04570185	0,061470911	0,020114943	0,016872891	0,221052632	0,042672085	0,153061224	0,03626108	0,153846154
Versatilidade	0,032644178	0,008781559	0,020114943	0,013498313	0,031578947	0,007112014	0,025510204	0,03626108	0,096153846
Confiança no profissional	0,228509249	0,307354555	0,100574713	0,337457818	0,221052632	0,298704597	0,178571429	0,253827558	0,173076923
Perfil do cliente	0,114254625	0,007683864	0,014367816	0,011248594	0,005263158	0,005334011	0,005102041	0,028203062	0,019230769

4. Índices para identificação de consistência

	Média	Soma ponderada	Consistência
Custo	0,23783261	2,996276697	12,59825839
Experiência	0,0910257	1,010699415	11,10345091
Trabalho em equipe	0,15563943	1,946277209	12,50503976
Comunicação	0,09887848	1,288724924	13,03342214
Perfil colaborativo	0,04634309	0,542748123	11,71152277
Histórico do profissional	0,08345042	1,003992832	12,0310101
Versatilidade	0,0301839	0,338687099	11,2207872
Confiança no profissional	0,23323661	2,906759309	12,46270614
Perfil do cliente	0,02340977	0,242525348	10,36000514

5. Parâmetros para Coordenador da Qualidade

Parâmetros	
n	9
λ	11,8918
IC	0,361475
RC	0,249293

2. Matriz de priorização

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Histórico do profissional	Confiança no profissional	Comunicação	Versatilidade
Custo	1	5	6	6	0,333333333	8	9
Experiência	0,2	1	1	5	1	6	5
Trabalho em equipe	0,166666667	1	1	5	0,333333333	6	8
Histórico do profissional	0,166666667	0,2	0,2	1	0,166666667	6	8
Confiança no profissional	3	1	3	6	1	5	8
Comunicação	0,125	0,166666667	0,166666667	0,166666667	0,2	1	6
Versatilidade	0,111111111	0,2	0,125	0,125	0,125	0,166666667	1
Σ	4,769444444	8,566666667	11,49166667	23,29166667	3,158333333	32,16666667	45

3. Ponderação dos critérios

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Histórico do profissional	Confiança no profissional	Comunicação	Versatilidade
Custo	0,209668026	0,583657588	0,522117476	0,257602862	0,105540897	0,248704663	0,2
Experiência	0,041933605	0,116731518	0,087019579	0,214669052	0,316622691	0,186528497	0,111111111
Trabalho em equipe	0,034944671	0,116731518	0,087019579	0,214669052	0,105540897	0,186528497	0,177777778
Histórico do profissional	0,034944671	0,023346304	0,017403916	0,04293381	0,052770449	0,186528497	0,177777778
Confiança no profissional	0,629004077	0,116731518	0,261058738	0,257602862	0,316622691	0,155440415	0,177777778
Comunicação	0,026208503	0,019455253	0,014503263	0,007155635	0,063324538	0,031088083	0,133333333
Versatilidade	0,023296447	0,023346304	0,010877447	0,005366726	0,039577836	0,005181347	0,022222222

4. Índices para verificação de consistência

	Média	Soma ponderada	Consistência
Custo	0,303899	2,9173314	9,599680799
Experiência	0,153517	1,3479721	8,780628971
Trabalho em equipe	0,131887	1,2111916	9,183526083
Histórico do profissional	0,076529	0,6311739	8,247475932
Confiança no profissional	0,273463	2,5526981	9,334725434
Comunicação	0,042153	0,3064705	7,270489503
Versatilidade	0,018553	0,1502828	8,100356727

5. Parâmetros para Engenheiro da Qualidade

Parâmetros	
n	7
λ	8,645269
IC	0,274212
RC	0,207736

APÊNDICE C – Aplicação do método AHP para a função de Engenheiro da Qualidade Jr

1. Comparação dos critérios

		Engenheiro da Qualidade Jr																		
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Custo																			Trabalho em equipe	
Custo																			Perfil colaborativo	
Custo																			Comunicação	
Custo																			Facilidade/interesse em aprender	
Custo																			Facilidade de relacionamento	
Trabalho em equipe																			Perfil colaborativo	
Trabalho em equipe																			Comunicação	
Trabalho em equipe																			Facilidade/interesse em aprender	
Trabalho em equipe																			Facilidade de relacionamento	
Perfil colaborativo																			Comunicação	
Perfil colaborativo																			Facilidade/interesse em aprender	
Perfil colaborativo																			Facilidade de relacionamento	
Comunicação																			Facilidade/interesse em aprender	
Comunicação																			Facilidade de relacionamento	
Facilidade/interesse em aprender																			Facilidade de relacionamento	

2. Matriz de priorização

	Custo	Trabalho em equipe	Perfil colaborativo	Comunicação	Facilidade / interesse em aprender	Facilidade de relacionamento
Custo	1	0,2	0,166666667	4	0,125	0,25
Trabalho em equipe	5	1	1	5	1	1
Perfil colaborativo	6	1	1	3	0,111111111	0,111111111
Comunicação	0,25	0,2	0,333333333	1	0,166666667	0,2
Facilidade/interesse em aprender	8	1	9	6	1	1
Facilidade de relacionamento	4	1	9	5	1	1
Σ	24,25	4,4	20,5	24	3,402777778	3,561111111

3. Ponderação dos critérios

	Custo	Trabalho em equipe	Perfil colaborativo	Comunicação	Facilidade / interesse em aprender	Facilidade de relacionamento
Custo	0,041237113	0,045454545	0,008130081	0,166666667	0,036734694	0,070202808
Trabalho em equipe	0,206185567	0,227272727	0,048780488	0,208333333	0,293877551	0,280811232
Perfil colaborativo	0,24742268	0,227272727	0,048780488	0,125	0,032653061	0,031201248
Comunicação	0,010309278	0,045454545	0,016260163	0,041666667	0,048979592	0,056162246
Facilidade/interesse em aprender	0,329896907	0,227272727	0,43902439	0,25	0,293877551	0,280811232
Facilidade de relacionamento	0,164948454	0,227272727	0,43902439	0,208333333	0,293877551	0,280811232

4. Índices para verificação de consistência

	Média	Soma ponderada	Consistência
Custo	0,061404	0,37445117	6,09812441
Trabalho em equipe	0,210877	1,3915056	6,598665626
Perfil colaborativo	0,118722	0,87105457	7,336944839
Comunicação	0,036472	0,23796143	6,524481563
Facilidade/interesse em aprender	0,30348	2,56196424	8,441941122
Facilidade de relacionamento	0,269045	2,27987489	8,473965893

5. Parâmetros para Engenheiro da Qualidade Jr

Parâmetros	
n	6
λ	7,245687
IC	0,207615
RC	0,167431

APÊNDICE D – Aplicação do método AHP para a função de Técnico da Qualidade

1. Comparação dos critérios

		Técnico da Qualidade																			
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Custo																				Experiência	
Custo																				Trabalho em equipe	
Custo																				Histórico do profissional	
Custo																				Versatilidade	
Experiência																				Trabalho em equipe	
Experiência																				Histórico do profissional	
Experiência																				Versatilidade	
Trabalho em equipe																				Histórico do profissional	
Trabalho em equipe																				Versatilidade	
Histórico do profissional																				Versatilidade	

2. Matriz de priorização

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Histórico do profissional	Versatilidade
Custo	1	4	5	5	6
Experiência	0,25	1	4	5	6
Trabalho em equipe	0,2	0,25	1	5	5
Histórico do profissional	0,2	0,2	0,2	1	4
Versatilidade	0,166666667	0,166666667	0,2	0,25	1
Σ	1,816666667	5,616666667	10,4	16,25	22

3. Ponderação dos critérios

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Histórico do profissional	Versatilidade
Custo	0,550458716	0,712166172	0,480769231	0,307692308	0,272727273
Experiência	0,137614679	0,178041543	0,384615385	0,307692308	0,272727273
Trabalho em equipe	0,110091743	0,044510386	0,096153846	0,307692308	0,227272727
Histórico do profissional	0,110091743	0,035608309	0,019230769	0,061538462	0,181818182
Versatilidade	0,091743119	0,029673591	0,019230769	0,015384615	0,045454545

4. Índices para verificação de consistência

	Média	Soma ponderada	Consistência
Custo	0,46476274	2,925108131	6,293766434
Experiência	0,256138237	1,650977162	6,445648956
Trabalho em equipe	0,157144202	0,923905413	5,879347769
Histórico do profissional	0,081657493	0,418455841	5,124524718
Versatilidade	0,040297328	0,212290704	5,26810871

5. Parâmetros para Técnico da Qualidade

Parâmetros	
n	5
λ	5,802279317
IC	0,200569829
RC	0,179080205

APÊNDICE E – Aplicação do método AHP para a função de Coordenador da Qualidade (consistente)

1. Comparação dos critérios

		Coordenador da Qualidade																		
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Custo																			Experiência	
Custo																			Trabalho em equipe	
Custo																			Comunicação	
Custo																			Perfil colaborativo	
Custo																			Histórico do profissional	
Custo																			Versatilidade	
Custo																			Confiança no profissional	
Custo																			Perfil do cliente	
Experiência																			Trabalho em equipe	
Experiência																			Comunicação	
Experiência																			Perfil colaborativo	
Experiência																			Histórico do profissional	
Experiência																			Versatilidade	
Experiência																			Confiança no profissional	
Experiência																			Perfil do cliente	
Trabalho em equipe																			Comunicação	
Trabalho em equipe																			Perfil colaborativo	
Trabalho em equipe																			Histórico do profissional	
Trabalho em equipe																			Versatilidade	
Trabalho em equipe																			Confiança no profissional	
Trabalho em equipe																			Perfil do cliente	
Comunicação																			Perfil colaborativo	
Comunicação																			Histórico do profissional	
Comunicação																			Versatilidade	
Comunicação																			Confiança no profissional	
Comunicação																			Perfil do cliente	
Perfil colaborativo																			Histórico do profissional	
Perfil colaborativo																			Versatilidade	
Perfil colaborativo																			Confiança no profissional	
Perfil colaborativo																			Perfil do cliente	
Histórico do profissional																			Versatilidade	
Histórico do profissional																			Confiança no profissional	
Histórico do profissional																			Perfil do cliente	
Versatilidade																			Confiança no profissional	
Versatilidade																			Perfil do cliente	
Confiança no profissional																			Perfil do cliente	

2. Matriz de priorização

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Comunicação	Perfil colaborativo	Histórico do profissional	Versatilidade	Confiança no profissional	Perfil do cliente
Custo	1	5	4	5	5	4	6	1	5
Experiência	0,2	1	0,3333333333	1	1	0,3333333333	6	0,2	1
Trabalho em equipe	0,25	3	1	1	1	1	6	0,25	6
Comunicação	0,2	1	1	1	1	0,3333333333	6	0,2	1
Perfil colaborativo	0,2	1	1	1	1	0,3333333333	6	0,2	1
Histórico do profissional	0,25	3	1	3	3	1	6	0,25	8
Versatilidade	0,166666667	0,166666667	0,166666667	0,166666667	0,166666667	0,166666667	1	0,166666667	0,2
Confiança no profissional	1	5	4	5	5	4	6	1	5
Perfil do cliente	0,2	1	0,166666667	1	1	0,125	5	0,2	1
Σ	3,466666667	20,166666667	12,666666667	18,166666667	18,166666667	11,291666667	48	3,466666667	28,2

3. Ponderação dos critérios

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Comunicação	Perfil colaborativo	Histórico do profissional	Versatilidade	Confiança no profissional	Perfil do cliente
Custo	0,288461538	0,247933884	0,315789474	0,275229358	0,275229358	0,354243542	0,125	0,288461538	0,177304965
Experiência	0,057692308	0,049586777	0,026315789	0,055045872	0,055045872	0,029520295	0,125	0,057692308	0,035460993
Trabalho em equipe	0,072115385	0,148760331	0,078947368	0,055045872	0,055045872	0,088560886	0,125	0,072115385	0,212765957
Comunicação	0,057692308	0,049586777	0,078947368	0,055045872	0,055045872	0,029520295	0,125	0,057692308	0,035460993
Perfil colaborativo	0,057692308	0,049586777	0,078947368	0,055045872	0,055045872	0,029520295	0,125	0,057692308	0,035460993
Histórico do profissional	0,072115385	0,148760331	0,078947368	0,165137615	0,165137615	0,088560886	0,125	0,072115385	0,283687943
Versatilidade	0,048076923	0,008264463	0,013157895	0,009174312	0,009174312	0,014760148	0,020833333	0,048076923	0,007092199
Confiança no profissional	0,288461538	0,247933884	0,315789474	0,275229358	0,275229358	0,354243542	0,125	0,288461538	0,177304965
Perfil do cliente	0,057692308	0,049586777	0,013157895	0,055045872	0,055045872	0,011070111	0,104166667	0,057692308	0,035460993

4. Índices para verificação de consistência

	Média	Soma ponderada	Consistência
Custo	0,26085041	2,698840185	10,3463139
Experiência	0,05459558	0,525732625	9,629582341
Trabalho em equipe	0,10092856	1,060987386	10,51226104
Comunicação	0,06044353	0,593018333	9,811113106
Perfil colaborativo	0,06044353	0,593018333	9,811113106
Histórico do profissional	0,13327361	1,400299027	10,50694871
Versatilidade	0,01984561	0,184830302	9,313409066
Confiança no profissional	0,26085041	2,698840185	10,3463139
Perfil do cliente	0,04876876	0,46130025	9,458930103

5. Parâmetros para Coordenador da Qualidade (consistente)

Parâmetros	
n	9
λ	9,97066503
IC	0,121333129
RC	0,08367802

APÊNDICE F – Aplicação do método AHP para a função de Engenheiro da Qualidade (consistente)

1. Comparação dos critérios

		Engenheiro da Qualidade																	
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Custo																			Experiência
Custo																			Trabalho em equipe
Custo																			Histórico do profissional
Custo																			Confiança no profissional
Custo																			Comunicação
Custo																			Versatilidade
Experiência																			Trabalho em equipe
Experiência																			Histórico do profissional
Experiência																			Confiança no profissional
Experiência																			Comunicação
Experiência																			Versatilidade
Trabalho em equipe																			Histórico do profissional
Trabalho em equipe																			Confiança no profissional
Trabalho em equipe																			Comunicação
Trabalho em equipe																			Versatilidade
Histórico do profissional																			Confiança no profissional
Histórico do profissional																			Comunicação
Histórico do profissional																			Versatilidade
Confiança no profissional																			Comunicação
Confiança no profissional																			Versatilidade
Comunicação																			Versatilidade

2. Matriz de priorização

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Histórico do profissional	Confiança no profissional	Comunicação	Versatilidade
Custo	1	5	4	4	1	5	5
Experiência	0,2	1	0,333333333	0,333333333	0,2	4	4
Trabalho em equipe	0,25	3	1	3	0,25	3	5
Histórico do profissional	0,25	3	0,333333333	1	0,25	3	5
Confiança no profissional	1	5	4	4	1	5	5
Comunicação	0,2	0,25	0,333333333	0,333333333	0,2	1	2
Versatilidade	0,2	0,25	0,2	0,2	0,2	0,5	1
Σ	3,1	17,5	10,2	12,86666667	3,1	21,5	27

3. Ponderação de critérios

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Histórico do profissional	Confiança no profissional	Comunicação	Versatilidade
Custo	0,322580645	0,285714286	0,392156863	0,310880829	0,322580645	0,23255814	0,185185185
Experiência	0,064516129	0,057142857	0,032679739	0,025906736	0,064516129	0,186046512	0,148148148
Trabalho em equipe	0,080645161	0,171428571	0,098039216	0,233160622	0,080645161	0,139534884	0,185185185
Histórico do profissional	0,080645161	0,171428571	0,032679739	0,077720207	0,080645161	0,139534884	0,185185185
Confiança no profissional	0,322580645	0,285714286	0,392156863	0,310880829	0,322580645	0,23255814	0,185185185
Comunicação	0,064516129	0,014285714	0,032679739	0,025906736	0,064516129	0,046511628	0,074074074
Versatilidade	0,064516129	0,014285714	0,019607843	0,015544041	0,064516129	0,023255814	0,037037037

4. Índices para verificação de consistência

	Média	Soma ponderada	Consistência
Custo	0,293094	2,404324	8,203259
Experiência	0,082708	0,604303	7,306464
Trabalho em equipe	0,141234	1,173734	8,310554
Histórico do profissional	0,109691	0,860195	7,841965
Confiança no profissional	0,293094	2,404324	8,203259
Comunicação	0,04607	0,335844	7,289866
Versatilidade	0,034109	0,245244	7,190005

5. Parâmetros para Engenheiro da Qualidade (consistente)

Parâmetros	
n	7
λ	7,763624
IC	0,127271
RC	0,096417

APÊNDICE G – Aplicação do método AHP para a função de Engenheiro da Qualidade Jr (consistente)

1. Comparação dos critérios

		Engenheiro da Qualidade Jr																			
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Custo																			Trabalho em equipe		
Custo																			Perfil colaborativo		
Custo																			Comunicação		
Custo																			Facilidade/interesse em aprender		
Custo																			Facilidade de relacionamento		
Trabalho em equipe																			Perfil colaborativo		
Trabalho em equipe																			Comunicação		
Trabalho em equipe																			Facilidade/interesse em aprender		
Trabalho em equipe																			Facilidade de relacionamento		
Perfil colaborativo																			Comunicação		
Perfil colaborativo																			Facilidade/interesse em aprender		
Perfil colaborativo																			Facilidade de relacionamento		
Comunicação																			Facilidade/interesse em aprender		
Comunicação																			Facilidade de relacionamento		
Facilidade/interesse em aprender																			Facilidade de relacionamento		

2. Matriz de priorização

	Custo	Trabalho em equipe	Perfil colaborativo	Comunicação	Facilidade / interesse em aprender	Facilidade de relacionamento
Custo	1	0,333333333	4	4	0,2	0,333333333
Trabalho em equipe	3	1	5	5	0,166666667	1
Perfil colaborativo	0,25	0,2	1	2	0,2	0,2
Comunicação	0,25	0,2	0,5	1	0,2	0,2
Facilidade/interesse em aprender	5	6	5	5	1	4
Facilidade de relacionamento	3	1	5	5	0,25	1
Σ	12,5	8,733333333	20,5	22	2,016666667	6,733333333

3. Ponderação dos critérios

	Custo	Trabalho em equipe	Perfil colaborativo	Comunicação	Facilidade / interesse em aprender	Facilidade de relacionamento
Custo	0,08	0,038167939	0,195121951	0,181818182	0,099173554	0,04950495
Trabalho em equipe	0,24	0,114503817	0,243902439	0,227272727	0,082644628	0,148514851
Perfil colaborativo	0,02	0,022900763	0,048780488	0,090909091	0,099173554	0,02970297
Comunicação	0,02	0,022900763	0,024390244	0,045454545	0,099173554	0,02970297
Facilidade/interesse em aprender	0,4	0,687022901	0,243902439	0,227272727	0,495867769	0,594059406
Facilidade de relacionamento	0,24	0,114503817	0,243902439	0,227272727	0,123966942	0,148514851

4. Índices para verificação de consistência

	Média	Soma ponderada	Consistência
Custo	0,107298	0,68401675	6,374939502
Trabalho em equipe	0,17614	1,21552631	6,900920194
Perfil colaborativo	0,051911	0,31938043	6,152444348
Comunicação	0,04027	0,25315451	6,286375279
Facilidade/interesse em aprender	0,441354	3,22769612	7,313164957
Facilidade de relacionamento	0,183027	1,25230583	6,842199386

5. Parâmetros para Engenheiro da Qualidade Jr

Parâmetros	
n	6
λ	6,64500728
IC	0,10750121
RC	0,08669453

APÊNDICE H – Aplicação do método AHP para a função de Técnico da Qualidade (consistente)

1. Comparação dos critérios

		Técnico da Qualidade																	
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Custo	Experiência									1									
Custo	Trabalho em equipe										1								
Custo	Histórico do profissional											1							
Custo	Versatilidade												1						
Experiência	Trabalho em equipe													1					
Experiência	Histórico do profissional														1				
Experiência	Versatilidade															1			
Trabalho em equipe	Histórico do profissional																1		
Trabalho em equipe	Versatilidade																	1	
Histórico do profissional	Versatilidade																		1

2. Matriz de priorização

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Histórico do profissional	Versatilidade
Custo	1	1	4	3	5
Experiência	1	1	4	3	5
Trabalho em equipe	0,25	0,25	1	2	5
Histórico do profissional	0,333333333	0,333333333	0,5	1	4
Versatilidade	0,2	0,2	0,2	0,25	1
Σ	2,783333333	2,783333333	9,7	9,25	20

3. Ponderação dos critérios

	Custo	Experiência	Trabalho em equipe	Histórico do profissional	Versatilidade
Custo	0,359281437	0,359281437	0,412371134	0,324324324	0,25
Experiência	0,359281437	0,359281437	0,412371134	0,324324324	0,25
Trabalho em equipe	0,089820359	0,089820359	0,103092784	0,216216216	0,25
Histórico do profissional	0,119760479	0,119760479	0,051546392	0,108108108	0,2
Versatilidade	0,071856287	0,071856287	0,020618557	0,027027027	0,05

4. Índices para verificação de consistência

	Média	Soma ponderada	Consistência
Custo	0,341051667	1,882126541	5,518596523
Experiência	0,341051667	1,882126541	5,518596523
Trabalho em equipe	0,149789944	0,801344119	5,349785834
Histórico do profissional	0,119835092	0,615184368	5,133591169
Versatilidade	0,048271632	0,24460906	5,067346001

5. Parâmetros para Técnico da Qualidade (consistente)

Parâmetros	
n	5
λ	5,31758321
IC	0,079395803
RC	0,070889109