

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS

PAULO ROBERTO WEINGÄRTNER JÚNIOR

**Aplicação de Aprendizado de Máquina para a análise do perfil social
e psicológico de ingressantes no curso de Engenharia Metalúrgica
e de Materiais da Escola Politécnica/USP**

SÃO PAULO
2023

PAULO ROBERTO WEINGÄRTNER JÚNIOR

Aplicação de Aprendizado de Máquina para a análise do perfil social e psicológico de ingressantes no curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica/USP

Versão corrigida

Dissertação acadêmica apresentada ao Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP como requisito para a obtenção do grau de Mestre em ciências.

Área de Concentração: Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Frederico Bernardo Lenz e Silva

SÃO PAULO

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 19 de Maio de 2023.

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Weingärtner Júnior, Paulo Roberto

Aplicação de Aprendizado de Máquina para a análise do perfil social e psicológico de ingressantes no curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica/USP / P. R. Weingärtner Júnior -- versão corr. - São Paulo, 2023.

107 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

1.Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) 2.Estatística Descritiva 3.Self Organizing Maps (SOM) 4.Analise de Correspondência Múltipla (MCA) 5.Aprendizagem Ativa I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais II.t.

WEINGÄRTNER JUNIOR, P. R. **Aplicação de Aprendizado de Máquina para a análise do perfil social e psicológico de ingressantes no curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica/USP.** 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) – Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Aprovado em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

A minhas filhas, que com amor suportaram as privações e restrições nos períodos dedicados à elaboração desta pesquisa.

A minha esposa, que foi compreensiva e esteve ao meu lado, sempre visando o auxílio para a conclusão deste momento de meus estudos.

A Deus, em Sua infinita graça e amor, conduziu e permitiu a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Guilherme Lenz, que compreendeu minhas dificuldades e desafios de vida durante o período em que percorri os caminhos da pós-graduação, e propôs alternativas para a evolução de minha formação.

À Natália Piedemonte Antoniassi, sempre prestativa e colaborou muito para a conclusão desta dissertação.

Ao Vitor Ferreira Bindo e sua esposa Daniela, pela amizade e assistência, e pela coleta e disponibilização as informações iniciais e acolhimento as necessidades desta pesquisa.

Ao corpo de docentes e servidores do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da USP, que colaboraram com este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo financiamento deste trabalho.

RESUMO

Com o objetivo de atender a Diretriz Curricular Nacional do Curso de Graduação em Engenharia (DCN) de 2019, no que se refere à aprendizagem ativa e a compreensão do perfil de aprendizagem dos alunos, entre os anos de 2017 e 2021 aplicou-se duas pesquisas entre os ingressantes do curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da USP (PMT – USP): uma pesquisa questionando sobre características sociais do calouros e; o teste Myers-Briggs Type Indicator (MBTI), que tem como objetivo identificar as características psicológicas de alunos ingressantes. Diante as informações sociais e psicológicas obtidas, submeteu-se os dados aos métodos de Análise de normalidade Shapiro-Wilk, de homogeneidade Fligner-Killeen, Análise Exploratória de Dados de Anomalias (*Outliers*) e a Análise Multivariada Não Paramétrico Kruskal-Wallis. Também realizou-se análise por Mapas Auto-Organizáveis (*Self-Organizing Maps – SOM*) para estudo das características psicológicas dos ingressantes. Os resultados obtidos foram submetidos à comparação sob duas técnicas, uma nova aplicação de Análise Multivariada Não Paramétrica Kruskal-Wallis e Análise de Correspondência Múltipla, cujo resultados indicaram relação da técnica estatística com os dados provenientes do método computacional SOM. O método computacional apresentou que os calouros do PMT, em sua maioria, apresentam melhores resultados de aprendizagem com a utilização de atividades práticas durante as aulas (47,1%), seguido de aprendizagem com teorias do funcionamento das coisas (28,7%) e também com a utilização de atividades simbólicas e metafóricas (24,3%). Foi constatado, também, que a maioria dos alunos do PMT pensam em alternativas de mudança de curso ou de cursar módulos fora do programa de metalurgia/materiais. Os dados relacionaram vários perfis de personalidades com tendências à Sentimentos (F), característica pertinente à geração Z (iGen ou *Centennials*), inclusive grande tendência ao sentimento por parte do grupo ST, que é característico do grupo Pensamento (T). Os achados indicam alternativas para o uso do método aprendizagem ativa na engenharia, que preconiza utilização de recursos educacionais não tradicionais para o ensino de conceitos e técnicas de engenharia.

Palavras-chave: Myers-Briggs Type Indicator (MBTI), Estatística Descritiva, Self-Organizing Maps (SOM), Perfil psicológico de Alunos, Aprendizagem Ativa, Análise de Correspondência Múltipla (MCA).

ABSTRACT

Aiming to meet the National Curriculum Guideline of the Undergraduate Engineering Course (DCN) 2019, regarding Active learning and understanding the learning profile of students, from 2017 to 2021 two surveys were applied among the entrants of the Metallurgical and Materials Engineering course of the Polytechnic School of USP (PMT - São Paulo/Brazil): a survey questioning about social characteristics of freshmen and; the Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) test, which aims to identify the psychological characteristics of entering students. Given the social and psychological information obtained, the data were submitted to the Shapiro-Wilk normality analysis, Fligner-Killeen homogeneity analysis, Exploratory Data Analysis of Anomalies (Outliers) and the Kruskal-Wallis Non-Parametric Multivariate Analysis. Self-Organizing Maps (SOM) analysis was also performed to study the psychological characteristics of the entrants. The results obtained were submitted to comparison under two techniques, a new application of Non-Parametric Multivariate Analysis Kruskal-Wallis and Multiple Correspondence Analysis, whose results indicated a relationship of the statistical technique with the data from the computational method SOM. The computational method showed that the PMT freshmen, in their majority, present better learning results with the use of practical activities during classes (47.1%), followed by learning with theories of how things work (28.7%) and also with the use of symbolic and metaphorical activities (24.3%). It was also found that the majority of PMT students are considering alternatives to changing course or taking modules outside the metallurgy/materials program. The data linked various psychological profiles with tendencies towards Feeling (F), a characteristic pertinent to generation Z (iGen or Centennials), including great tendency towards feeling by the ST group, which is characteristic of the Thinking (T) group. The findings indicate alternatives for the use of the Active Learning method in Engineering, which advocates the use of non-traditional educational resources for teaching engineering concepts and techniques.

Keywords: Myers-Briggs Type Indicator (MBTI), Descriptive Statistical Analysis, Self-Organizing Maps (SOM), Psychological Profile of Students, Engineering Students, Active Learning, Multiple Correspondence Analysis (MCA).

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Conceito de níveis de complexidade da aprendizagem ativa aplicada em sala de aula. | 6 |
| Figura 2 - Hierarquização da análise SOM quanto ao método computacional adotado... | 21 |
| Figura 3 - Exemplo de visualização de dados distribuídos em (a) pontos simples, (b) grade retangular e (c) mapa em 3D..... | 22 |
| Figura 4 - Disposição dos dados em (a) duas dimensões e em (b) três dimensões. Obtenção de (c) pseudo-toróide a partir do mapeamento SOM em duas dimensões. | 22 |
| Figura 5 - Exemplo de um resultado obtido após inserção de escolhas realizadas por um indivíduo e que representam a função MBTI..... | 27 |
| Figura 6 - Modelo de tabulação de resultados e caracterização de perfil de personalidade MBTI. | 28 |
| Figura 7 - Fluxo das informações e métodos de análises usados neste estudo. | 30 |
| Figura 8 - Modo de ingresso do aluno PMT/USP entre os anos de 2017 e 2021..... | 32 |
| Figura 9 - Gráfico de idade dos alunos ingressantes(a) e Curvas características Idade de ingresso <i>versus</i> número de ingressantes (b)..... | 32 |
| Figura 10 -Gêneros indicados pelos alunos em (a) respostas da pesquisa e (b) ingressantes do gênero feminino na carreira de engenharia na Escola Politécnica. | 33 |
| Figura 11 -Opção dos alunos pelo curso Metalurgia/Materiais de acordo com o critério de escolha na inscrição no vestibular..... | 34 |
| Figura 12 - Motivação do aluno em ingressar na Escola Politécnica da USP | 34 |
| Figura 13 - Razão de escolha do curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica/USP. | 35 |
| Figura 14 - Local de moradia do aluno ingressante antes de realizar o vestibular..... | 35 |
| Figura 15 - Meio de transporte utilizado pelo aluno entre sua residência e o departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais | 36 |
| Figura 16 - Tempo utilizado no trajeto do aluno entre sua residência e a universidade. ... | 36 |
| Figura 17 - (a) Pretensões do aluno na continuidade do curso no PMT e (b) análise de correspondência entre a questão e estilo de aprendizagem / interesses de carreira. | 38 |

| | |
|---|----|
| Figura 18 - Expectativas dos alunos durante o curso universitário. | 40 |
| Figura 19 - Expectativas do aluno quanto sua atuação profissional após o término do curso de graduação..... | 40 |
| Figura 20 -Gráfico demonstrando os tipos MBTI característicos dos alunos ingressantes do PMT/USP entre os anos de 2017 e 2021 | 42 |
| Figura 21 -Resultado obtido na análise SOM para os tipos de personalidades característicos de alunos ingressantes nos anos de 2019 a 2021. A dicotomia é representada por linha da figura. | 45 |
| Figura 22 -Agrupamentos após a aplicação da técnica SOM e respectivos perfis MBTI encontrados nos agrupamentos | 46 |
| Figura 23 -Região de distribuição dos dados do MBTI Tradicional e agrupamento SOM considerando-se as Dimensões 1 e 2, incluindo os perfis MBTI. | 50 |
| Figura 24 -Distribuição dos dados do MBTI e da análise SOM em relação às dimensões 1 e 3. | 52 |
| Figura 25 -Distribuição dos dados do MBTI tradicional e análise SOM em relação às dimensões explicativas 1 e 4..... | 54 |
| Figura 26 -Conceito de níveis de complexidade da aprendizagem ativa com técnicas que podem ser utilizadas com os alunos do PMT | 56 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Combinação da teoria de Carl G. Jung - Orientação de Mundo do Indivíduo com os Processos Mentais Básicos..... | 12 |
| Tabela 2 – Formação das Funções MBTI a partir dos Tipos Psicológicos de Jung | 12 |
| Tabela 3 – Tipos psicológicos associados. | 13 |
| Tabela 4 – Características do indivíduo nas funções ISTJ e ESTJ e dicotomia S/N13 | |
| Tabela 5 – Características do indivíduo em funções MBTI associadas | 14 |
| Tabela 6 – Número de ingressantes que responderam as pesquisas por ano | 26 |
| Tabela 7 – Questões sociais (factuais). | 26 |
| Tabela 8 – Questões de escolha do indivíduo | 27 |
| Tabela 9 – Resultado de p -value de teste χ^2 sobre questões de escolha do indivíduo | 31 |
| Tabela 10 – Valores percentuais de tipo psicológico observado nos alunos ingressantes..... | 41 |
| Tabela 11 – Resultados obtidos no teste de normalidade Shapiro-Wilk para cada um dos oito tipos de preferência observados em testes MBTI..... | 42 |
| Tabela 12 – Resultados obtidos no teste de homogeneidade da variância Fligner-Killeen para cada um dos oito tipos de preferência observados em testes MBTI..... | 43 |
| Tabela 13 – Resultados obtidos no método de identificação de Anomalias ou <i>Outliers</i> na população de dados..... | 43 |
| Tabela 14 – Resultados da aplicação de avaliação multivariada Kruskal-Wallis para os tipos de preferência e para os dados totais..... | 44 |
| Tabela 15 – Dados obtidos na tabulação de perfis das 136 pesquisas utilizadas para a análise, sendo constatado os resultados de perfis pelo método tradicional MBTI e por processamento SOM..... | 47 |
| Tabela 16 – Resultados da aplicação de avaliação multivariada Kruskal-Wallis em relação aos tipos observados após processamento SOM (linhas com dicotomias) e em relação aos dados obtidos ano a ano (linha GERAL).48 | |
| Tabela 17 – Testes χ^2 que foram avaliados usando as combinações de tipos psicológicos..... | 49 |

| | |
|--|----|
| Tabela 18 – Percentuais explicativos representados por cada Dimensão do MCA para o modelo..... | 49 |
| Tabela 19 – Combinação de tipos MBTI quanto ao modo de aprendizagem e permanência no PMT | 55 |

NOMENCLATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|--|
| ABENGE | Associação Brasileira de Educação em Engenharia |
| AED | Análise Exploratória de Dados |
| AI | Inteligência Artificial (<i>Artificial Intelligence</i>) |
| ANOVA | Técnica de Análise Paramétrica de Variância de Dados |
| CA | Análise de Correspondência (<i>Correspondence Analysis</i>) |
| COVID-19 | Doença causada pelo vírus SARS-CoV-2 (<i>Corona Virus Disease</i>) |
| CPS | Centro Paula Souza |
| DCN | Diretriz Curricular Nacional dos cursos de graduação em engenharia |
| E | Tipo de personalidade de Extroversão (<i>Extraversion</i>) |
| EC3 | Módulo de formação complementar oferecida pela Escola Politécnica |
| EN | Associação psicológica Extroversão/Intuição |
| ENEM/SISU | Exame Nacional do Ensino Médio/Sistema de Seleção Unificada do Ministério da Educação/Brasil |
| ENFJ | Perfil de personalidade – Dominante: Extroversão + Sentimento |
| ENFP | Perfil de personalidade – Dominante: Extroversão + Intuição |
| ENTJ | Perfil de personalidade – Dominante: Extroversão + Pensamento |
| ENTP | Perfil de personalidade – Dominante: Extroversão + Intuição |
| ES | Associação psicológica Extroversão/Sensação |
| ESFJ | Perfil de personalidade – Dominante: Extroversão + Sentimento |
| ESFP | Perfil de personalidade – Dominante: Extroversão + Sensação |
| ESTJ | Perfil de personalidade – Dominante: Extroversão + Pensamento |
| ESTP | Perfil de personalidade – Dominante: Extroversão + Sensação |
| F | Tipo de personalidade de Sentimento (<i>Sentimento</i>) |

| | |
|----------------|---|
| FJ | Associação psicológica Sentimento/Julgamento |
| FP | Associação psicológica Sentimento/Percepção |
| FUVEST | Fundação Universitária para o Vestibular - Instituição responsável pela elaboração do vestibular da Universidade de São Paulo |
| I | Tipo de personalidade de Introversão (<i>Introversão</i>) |
| IN | Associação psicológica Introversão/Intuição |
| INFJ | Perfil de personalidade – Dominante: Introversão + Intuição |
| INFP | Perfil de personalidade – Dominante: Introversão + Sentimento |
| INTJ | Perfil de personalidade – Dominante: Introversão + Intuição |
| INTP | Perfil de personalidade – Dominante: Introversão + Pensamento |
| IS | Associação psicológica Introversão/Sensação |
| ISFJ | Perfil de personalidade – Dominante: Introversão + Sensação |
| ISFP | Perfil de personalidade – Dominante: Introversão + Sentimento |
| ISTJ | Perfil de personalidade – Dominante: Introversão + Sensação |
| ISTP | Perfil de personalidade – Dominante: Introversão + Pensamento |
| J | Tipo de personalidade de Julgamento (<i>Judging</i>) |
| <i>K-means</i> | Algoritmo de agrupamento (clusterização) |
| MBTI | <i>Myers-Briggs Type Indicator</i> – Teste indicador de perfil de personalidade |
| MCA | Análise de Correspondência Múltipla (<i>Multiple Correspondence Analysis</i>) |
| N | Tipo de personalidade de Intuição (<i>Intuição</i>) |
| NF | Associação psicológica Intuição/Sentimento |
| NT | Associação psicológica Intuição/Pensamento |
| P | Tipo de personalidade de Percepção (<i>Percepção</i>) |
| PMT | Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo |

| | |
|------------|---|
| POLI | Escola Politécnica da Universidade de São Paulo |
| RStudio | Software livre de ambiente de desenvolvimento integrado para R (Linguagem de programação para gráficos e cálculos estatísticos) |
| S | Tipo de personalidade de Sensação (<i>Sensing</i>) |
| SARS-CoV-2 | Vírus da família dos coronavírus que, ao infectar humanos, causa uma doença chamada COVID-19 |
| SOM | Mapas de Auto-Organizadores (<i>Self-Organizing Maps</i>) |
| SF | Associação psicológica Sensação/Sentimento |
| SJ | Associação psicológica Sensação/Julgamento |
| SP | Associação psicológica Sensação/Percepção |
| ST | Associação psicológica Sensação/Pensamento |
| S-W | Teste de normalidade univariada Shapiro-Wilk |
| T | Tipo de personalidade de Pensamento (<i>Pensamento</i>) |
| TJ | Associação psicológica Pensamento/Julgamento |
| TP | Associação psicológica Pensamento/Percepção |
| USP | Universidade de São Paulo |

SUMÁRIO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | OBJETIVOS | 3 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA | 4 |
| 2. | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 7 |
| 2.1 | O QUE É MBTI E SUA IMPLICAÇÃO NA COMPREENSÃO DO PERFIL DE PERSONALIDADE DO ALUNO INGRESSANTE | 10 |
| 2.2 | CRITÉRIO DA FERRAMENTA MBTI | 11 |
| 2.3 | FORMA DE APRENDIZAGEM DE ACORDO COM OS PERFIS DE PERSONALIDADES MBTI | 15 |
| 2.4 | CONTEXTO HISTÓRICO DA APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS E VESTIBULAR DE INGRESSO..... | 16 |
| 2.5 | MÉTODO ESTATÍSTICO | 17 |
| 2.6 | MÉTODO COMPUTACIONAL | 20 |
| 2.6.1 | Mapas Auto-Organizáveis | 20 |
| 2.6.2 | Análise de Correspondência e Análise de Correspondência Múltipla | 23 |
| 3. | METODOLOGIA..... | 26 |
| 4. | RESULTADOS | 31 |
| 4.1 | PERFIL SOCIAL DOS ALUNOS INGRESSANTES | 31 |
| 4.2 | MÉTODO ESTATÍSTICO..... | 41 |
| 4.3 | ANÁLISE DE PERFIS DE PERSONALIDADES ATRAVÉS DE ANÁLISE MAPAS AUTO-ORGANIZÁVEIS (SOM)..... | 45 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.4 | COMPARAÇÃO DOS MODELOS MBTI TRADICIONAL E MAPAS AUTO-ORGANIZÁVEIS (SOM) | 47 |
| 4.4.1 | Comparação por Método Estatístico Multivariado | 47 |
| 4.4.2 | Comparação por Análise de Correspondência Múltipla (MCA) | 48 |
| 4.5 | RESULTADOS RELACIONADOS COM A FORMA DE APRENDIZAGEM | 54 |
| 5. | CONCLUSÃO | 57 |
| | REFERÊNCIAS | 60 |
| | ANEXO I – 16 TIPOS DE PERSONALIDADES | 64 |
| | ANEXO II – TIPOS DE PERSONALIDADE (DICOTOMIAS E FUNÇÃO COMBINADA “LIDAR COM MUDANÇAS”) | 65 |
| | ANEXO III – QUESTIONÁRIO SOCIAL | 66 |
| | ANEXO IV – QUESTIONÁRIO DE PERSONALIDADE | 68 |
| | ANEXO V – CÓDIGO APLICADO PARA O SOM (LINGUAGEM R) | 73 |
| | ANEXO VI – TABELA DE CORRESPONDÊNCIAS ENTRE AS DIMENSÕES 1 A 4 DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA MÚLTIPLA (MCA) | 90 |

1. INTRODUÇÃO

Mediante a diversidade que existe em uma sala de aula, o professor enfrenta vários desafios para instruir sobre os conteúdos estipulados por currículos acadêmicos, que tratam-se do conjunto de conhecimentos necessários para o preparo do indivíduo para o mercado de trabalho.

Para atender a prerrogativa discriminada na Diretriz Curricular para os cursos de Engenharia (DCN), onde há a indicação para o uso da técnica de aprendizagem ativa para os cursos superiores de engenharia, o docente deve se preocupar com as variáveis no processo de ensino (MEC, 2019). Uma das variáveis são as características individuais de sua turma, que influencia diretamente no estilo de aula que deverá ser aplicada. Sabe-se que os perfis de personalidades dos indivíduos são mutáveis de geração a geração, e que existem diferenças no modo de cada geração interagir com o mundo e de lidarem com o ato de aprender. Se não houver empatia do aluno pelo modelo de ensino, todo o contexto do aprendizado será prejudicado.

Portanto, não se trata somente de o professor se atualizar quanto as tecnologias e novas técnicas disponíveis em sua área de atuação, mas deve dominar todo o ambiente de ensino e suas variáveis, contando com informações sobre seus discentes. Se o docente tiver plena compreensão sobre as características e personalidade de seus alunos, poderá associar ao curso as técnicas de ensino que consigam atender as especificidades contemporâneas de aprendizado. O conhecimento das características psicológicas para o aprendizado e de técnicas para cativar o aluno ao conteúdo pode ser significante para a prática da aprendizagem ativa.

Estão elencados neste estudo vários aspectos sobre uma determinada geração de alunos que foi pesquisada, ingressantes no curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais na Escola Politécnica de Universidade de São Paulo. A maioria destes alunos faz parte da Geração Z ou iGen – pessoas nascidas entre 1995 e 2010 (Twenge, 2017; Kotic, 2018; Maulina et al., 2020), trazendo aspectos sobre características psicológicas que podem ser determinantes para as estratégias de ensino necessárias para o cumprimento estabelecido para o ensino superior. Twenge (2017) destaca que os indivíduos desta geração vivem conflituosos com seus sentimentos e saúde mental. A autora destaca entre as características desta geração a hiperconectividade, o individualismo, a insegurança em atitudes e a indefinição de

alguns aspectos da vida, além da lentidão no amadurecimento emocional. Kosic (2018) relata que estes alunos tem dificuldades escolares com o ato de falhar. Maulina et al. (2020) reafirma a abertura emocional, a preferência por trabalho em equipe, orientados por objetivos e enriquece com gratificação instantânea relacionados à geração Z.

1.1 OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo principal constatar qual é o perfil de personalidade dos alunos ingressantes no Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PMT) entre os anos de 2017 e 2021. Estes perfis característicos foram comparados através de ferramentas estatísticas e também através de método computacional, verificando se existe uma recorrência de tipo característico do calouro ao passar dos anos e também se o método computacional oferece caracterização análoga ao modelo estatístico e, portanto, oferece um modelo para tomada de decisão quanto as características para o aprendizado destes alunos.

À medida que o perfil foi caracterizado e diante a possibilidade de recorrência de tipo característico do calouro, o objetivo secundário deste estudo foi oferecer ao corpo docente do PMT informações quanto as características destes alunos ingressantes, dados quanto a forma de aprendizagem característica e quanto as formas de ensino que são favoráveis ao procedimento docente, favorecendo assim o ensino de conteúdo técnico e consequente aprendizado eficaz por parte dos alunos.

1.2 JUSTIFICATIVA

O estudo desenvolvido visa o atendimento de requisitos descritos na Diretriz Curricular Nacional do Curso de Graduação em Engenharia (DCN) do Ministério de Educação (MEC) do ano de 2019, que recomenda em seu artigo 6, 6º parágrafo: “Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno.”

A aprendizagem ativa impõe o desafio de envolver a maior parte ou a totalidade dos estudantes em atividades produtivas sem sacrificar conteúdos importantes do curso ou perder o controle da turma (FELDER et al., 2000).

A DCN também indica a “...elaboração de planos de ação para a melhoria da aprendizagem, especificando as responsabilidades e a governança do processo” (MEC, 2019).

Portanto, existe a responsabilidade da instituição de ensino superior em melhorar o ambiente de aprendizagem através de planos de ação. A análise de perfil de personalidade de alunos pode representar um referencial importante para escolhas de métodos de ensino que ofereçam melhores condições para o aprendizado, buscando melhores oportunidades de aplicação de conceitos para que sejam absorvidas pelos alunos de forma mais experiencial e por canais psicológicos mais favoráveis.

Diante da constatação do momento atual no ensino de engenharia, se faz necessária ação que possibilite o melhor aproveitamento de recursos. O material nos cursos de engenharia pode ser categorizado como sendo fatos concretos, observações, dados experimentais, aplicações - ou conceitos abstratos, teorias, fórmulas e modelos matemáticos (FELDER et al., 2000). De posse destes recursos, o formador pode fazer uso do conhecimento de quais são as características de aprendizagem por parte de seus alunos.

A utilização eficaz dos métodos de ensino funcionará melhor para os estudantes com as suas características de personalidade única (BAK, 2012). Isto se faz possível mediante o parâmetro de referência que é o teste MBTI. O corpo docente pode adequar o conteúdo programático e seus recursos educacionais visando favorecer a compreensão dos alunos quanto aos assuntos tratados em sala de aula.

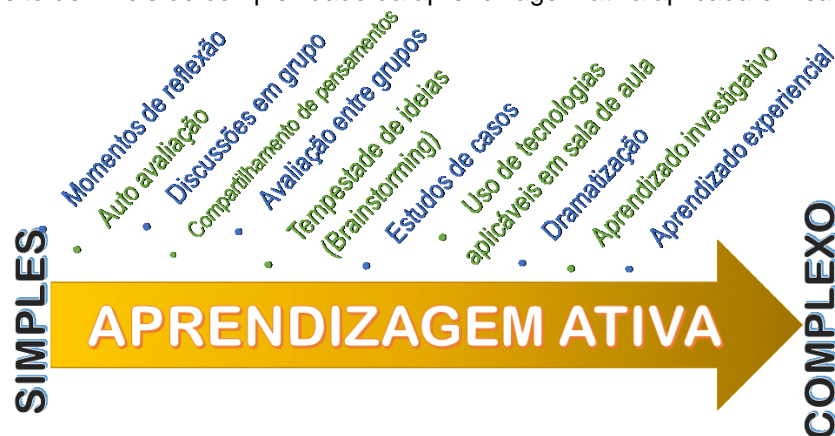
Outra situação bastante comum são as metodologias de ensino exploradas por cada um dos docentes de uma Instituição de Ensino Superior. A maioria dos cursos de engenharia contém material em cada categoria, mas o balanço varia consideravelmente de um curso para outro e de um instrutor para outro num determinado curso (FELDER et al., 2000). Algumas propostas de melhoria para estas dificuldades impostas no ato de ensinar engenharia são indicadas por alguns autores e interagem fortemente com as características psicológicas apresentadas por alunos (FELDER et al., 2000; FREEMAN et al., 2014; KUN et al., 2015; RUGARCIA et al., 2000; NEVES et al., 2021; PINDER-GROVER, 2013).

Quanto as técnicas do aprendizado ativo nas abordagens em sala de aula para os cursos de engenharia, existem modelos já aplicados em universidades no exterior e em algumas instituições de ensino superior no Brasil, onde os professores se engajam para favorecer o aprendizado do aluno com o uso de materiais que requerem o envolvimento do aluno em conceitos da disciplina, seja com leituras prévias ou prática de um exercício em ferramentas computacionais de programação como o Python, envolvem os alunos em discussões de conceitos intuitivos para construção de teorias mais complexas e buscam nos alunos a auto reflexão e a auto avaliação. Em situações mais complexas, os professores trazem modelos práticos em plataformas de desenvolvimento (como o desenvolvimento de aplicações em prototipagem eletrônica – Arduino, por exemplo) que favorecem a aplicação e a sintetização das práticas de engenharia.

Em específico ao curso de Metalurgia e Materiais, a aplicação de modelos reais em escala diminuta, a proposta de desafios que exijam o modelamento computacional elaborado, visitas técnicas programadas, a simulação de fenômenos físicos em laboratório, promoção de desafios de solução de problemas entre grupos, aprender fazendo, errando e repetindo, todas estas alternativas podem ser opções nos processos de ensino que promovem aprendizagem ativa. Isto requer que o docente saia do papel central na sala de aula e se insira em atuação coadjuvante, incentivando que os alunos desenvolvam suas aptidões em temas abordados na aula.

Estes conceitos podem ser escalonados em níveis de aprendizagem ativa, que partem de atividades mais simples e avançam até níveis mais complexos (figura 1).

Figura 1 - Conceito de níveis de complexidade da aprendizagem ativa aplicada em sala de aula.



Fonte: adaptado de University of Minnessota (2022)

Neste trabalho foram realizadas análises com uso de técnicas provenientes da estatística e da inteligência artificial e o uso das características de personalidade dos alunos para delinear constatar quais são estes perfis, a sua recorrência, como são as características deste ingressantes e qual a forma de aprendizado característica deste, o que viabiliza a compreensão sobre como o professor deve lidar com os conteúdos a serem apresentados em sala de aula. Foram obtidos resultados que demonstram as características de personalidade destes calouros, além de outras informações que podem contribuir no propósito deste estudo, e podem contribuir efetivamente com a melhoria do ensino de engenharia.

Mediante este cenário da educação e diante o desafio de compreender melhor o estudante, foi aplicado o teste Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) aos alunos ingressantes do curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - POLI/USP, com o propósito de observar as características psicológicas do calouro recém-admitido. Este teste oferece informações quanto às características dos alunos, a tendência de opção em situações que envolvam escolhas e decisões, além de permitir que o aluno tenha uma ferramenta já consolidada de autoconhecimento, que favorece ao mesmo a possibilidade de se desenvolver diante o conhecimento de suas características mais débeis, e utilizar-se bem de suas aptidões de escolha mais favoráveis (MYERS, 1998).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para os atuais educadores existe o desafio de educar um grupo cada vez mais multicultural e multilíngue de estudantes de origens raciais, étnicas e econômicas (DURLAK, 2015). Na abordagem tradicional do ensino superior, o professor emprega conhecimentos na sala de aula, seja por forma discursiva ou expositiva, e os estudantes acompanham a apresentação (FELDER et al., 2000). É um método aplicado por anos a fio e indicado pela literatura como detentor de certa eficiência para memorização de conceitos a curto prazo por parte dos alunos.

Felder et al. (2000) indica que o estímulo à fixação de conteúdos pelo estudante trata-se de um desafio quanto ao envolvimento da totalidade dos alunos:

“No entanto, se o objetivo for facilitar a retenção de informação a longo prazo, ajudar os estudantes a desenvolver ou melhorar as suas capacidades de resolução de problemas ou de pensamento, ou estimular o seu interesse por um assunto e motivar para que tenham uma abordagem mais profunda ao seu estudo, a instrução que envolve ativamente os estudantes têm sido consistentemente considerada mais eficaz do que o ensino direto. O desafio consiste em envolver a maior parte ou a totalidade dos estudantes em atividades produtivas sem sacrificar conteúdos importantes do curso ou perder o controle da turma.”

Oliveira (2022) indica que existe a necessidade de formação de engenheiros contextualizando novas demandas de mercado atual:

“A formação de novos engenheiros constitui tema central do debate que atualmente envolve pesquisadores, docentes, instituições de ensino e integrantes do setor produtivo no país. Condições e qualidade do ensino, aumento da oferta de cursos remotos, alto índice de evasão e necessidade de reformulação da grade curricular são alguns aspectos presentes na discussão, cujo objetivo é fazer com que as escolas passem a contemplar, por exemplo, temas relacionados à inovação e ao empreendedorismo, considerados essenciais para atender às demandas do mercado, a partir dos desafios atuais.”

Uma demanda crescente de profissionais da área de engenharia se faz necessário diante o crescimento anual do Brasil (LOBO e SILVA, 2020), diante as

necessidades de profissionais capacitados para que a economia nacional cresça sustentavelmente.

Oliveira (2022) também afirma que existe uma evasão expressiva de alunos ingressantes em cursos de engenharia no Brasil, sendo indicado que somente 44% dos alunos ingressantes concluíram os cursos de engenharia, e ainda indica que boa parte da responsabilidade quanto a estes números podem estar relacionada a um currículo acadêmico defasado e rígido, a métodos de ensino obsoletos, e a questão da predominância do gênero masculino nos cursos, que deixam de tornar o curso atraente à possíveis ingressantes.

A educação superior de engenharia tem recebido contribuições quanto a sistemática de aplicação de conceitos e teorias nos últimos anos, visando sua melhor aplicação e preparo dos alunos ingressantes para o novo mercado de trabalho. Felder et al. (2000) já havia observado essa tendência, como descreve o relato a seguir:

“Nas últimas décadas, o equilíbrio entre as duas categorias no currículo de engenharia tem vindo a deslocar-se para a abstração. Os antigos cursos sobre processos industriais e maquinaria têm sido largamente substituídos por cursos que enfatizam expressões matemáticas de princípios científicos fundamentais. Embora este movimento possa ter tido inicialmente o efeito de corrigir um desequilíbrio, procedeu-se a uma extensão que tem consequências negativas para muitos estudantes. O problema com a introdução da abstração que é não firmemente fundamentado nos conhecimentos e experiência do estudante (...): o novo material não está ligado às estruturas cognitivas existentes e por isso é pouco provável que seja transferido à memória a longo prazo.”

Idealmente, os instrutores poderiam acrescentar técnicas que poderiam alcançar mais estudantes, e os estudantes poderiam ser orientados através de workshops e sessões de aconselhamento individual para desenvolver a sua compreensão e talvez modificar os seus conhecimentos acadêmicos e comportamentos de acordo com as funções e atitudes que estão associados ao sucesso dentro de um ambiente universitário, conforme sugerido por SCHURR e RUBLE (1986).

Uma solução proposta é o equilíbrio dos conteúdos concretos e abstratos na apresentação de todos os cursos de engenharia. A maioria dos cursos contém atualmente um nível razoável de abstração, pelo que o desafio é geralmente o de fornecer material concreto suficiente para aqueles que dele necessitam (FELDER et al., 2000).

Quanto as características individuais dos alunos, uma proposta é o alargamento dos estilos de ensino (e não alteração) por parte do professor, para ajudar a alcançar a aprendizagem natural do grande número de extrovertidos e indivíduos de detecção no campus e os estudantes podem ser encorajados a ampliar os seus estilos de aprendizagem, utilizando as atitudes e funções dentro dos seus repertórios que têm demonstrado estar relacionados com o sucesso no meio acadêmico (SCHURR; RUBLE, 1986).

Há de se considerar que a geração envolvida neste estudo é em sua grande maioria pertencentes à *Generation Net* (*iGen* ou Geração Z), o que deve ter influenciado nas preferências relacionadas ao tipo Sentimento (F). Os docentes deverão estar atentos à forma de interagir com estes alunos, pois são alunos que amadurecem mais tarde em relação às gerações antecessoras, são inseguros (sujeitos a crises na saúde mental), individualistas, abertura emocional (principalmente em redes sociais), são extremamente ligados à tecnologia fora e dentro da sala de aula, frustram-se com o não atingimento de metas e necessitam de gratificação em suas pequenas conquistas. Exposições longas ou complexas podem entediar estes alunos e não apresentam o hábito da leitura. (TWENGE, 2017; MAULINA et al., 2020; KOSIC, 2018).

O uso de aprendizado ativo deverá ser muito bem planejado, de modo que os conceitos teóricos necessários para a construção do conhecimento sejam ministrados em dose que a turma de discentes suportem e levem em consideração os grupos de personalidades característicos existentes em sala de aula no PMT.

2.1 O QUE É MBTI E SUA IMPLICAÇÃO NA COMPREENSÃO DO PERFIL DE PERSONALIDADE DO ALUNO INGRESSANTE

O MBTI é um método de avaliação de características psicológicas de um indivíduo normal e saudável, e é aplicado através do uso de um questionário de autorrelato, onde o aluno responde questões que apresentam apenas duas respostas. A técnica envolvida na formatação deste questionário se baseia nos conceitos tratados na teoria de Carl Jung a respeito dos tipos característicos. Por meio desta ferramenta é possível apontar as diferenças entre a forma em que determinada pessoa pensa, toma decisões e se relaciona com o mundo em seu entorno (MYERS, 1998).

A ferramenta MBTI possibilita o acesso à distinção de características individuais entre pessoas dentro de um mesmo grupo e dispõe o conhecimento quanto aos talentos únicos e individuais e que podem contribuir na autocompreensão do indivíduo como pessoa, entender motivações e forças, e facilita o entendimento quanto as suas formas de aprender, além de favorecer o conhecimento de suas vias preferenciais de comportamento. A caracterização do tipo de personalidade abre um caminho para a melhoria da comunicação interpessoal e auxilia na obtenção de melhores relacionamentos e interações (MYERS; MCCAULLEY, 1998).

A ferramenta MBTI possibilita larga variedade de aplicações, dentre elas Myers (1998) demonstra:

- a) autoconhecimento e desenvolvimento;
- b) desenvolvimento de carreira e exploração;
- c) desenvolvimento organizacional;
- d) formação de equipe;
- e) gerenciamento e treinamento de liderança;
- f) solução de problemas;
- g) aconselhamento de relacionamentos;
- h) desenvolvimento educacional e curricular;
- i) aconselhamento acadêmico;
- j) treinamentos multiculturais e de diversidade.

Entende-se que a caracterização de um tipo de personalidade não é melhor do que outro tipo. Cada função psicológica tem seus pontos favoráveis e desfavoráveis perante algumas abordagens. Contudo a importância desta caracterização é que esta oferece informações profundas quanto a personalidade única que é a pessoa que se submeteu a responder o questionário. Os tipos de personalidade podem ser cruciais para o entendimento do melhor método de instrução para estudantes.

2.2 CRITÉRIO DA FERRAMENTA MBTI

De acordo com a teoria de Jung, as atividades mentais do indivíduo podem atuar em duas linhas de ação: se for preferencialmente sob o aspecto de coletar informações, ou seja, percebendo o mundo, classifica-se esta atividade como Percepção, se atua com a execução de organização das informações e; tomando conclusões, julgando as questões, a atuação mental é classificada como Julgamento (HIGGS, 2001). Estas duas atividades mentais apresentam tendências comportamentais inatas que influenciam nos padrões de comportamento e em suas condutas.

Neste âmbito, são quatro processos mentais considerados na teoria. Para a percepção, há o processamento mental por meio de Sensação ou por Intuição em alternativa. Contudo, se a preferência da pessoa se dá por atividades mentais de julgamento, a pessoa vai optar preferencialmente por utilizar o Pensamento ou pode utilizar o Sentimento para este conhecimento de mundo (MYERS, 1998).

Os processos mentais discriminados por Jung são combinados em pares, que configuram dicotomias:

- Extroversão/Introversão (E/I);
- Sensação/Intuição (S/N);
- Pensamento/Sentimento (T/F) e;
- Julgamento/Percepção (J/P).

Segundo a teoria de Jung, as escolhas preferenciais dos indivíduos se dão para um destes elementos contidos nos pares.

Em evolução da teoria de Jung, Katharine Cook Briggs e Isabel Briggs Myers constataram que o indivíduo opta por padrões num tipo de hierarquia de preferências (MYERS, 1998). Desta forma, a pessoa tem um padrão de atividade mental dominante, sendo esse a primeira opção que esse indivíduo opta para seus comportamentos e ações, seguido por outros padrões não preferenciais, mas que o indivíduo também pode optar em utilizar de acordo com determinadas situações, denominado como função auxiliar, este sendo uma opção secundária ao modo de ação individual. O indivíduo pode ainda optar por outros padrões menos expressivos, como o terciário ou terceiro, e o quaternário ou quarto, sendo este o modo menos escolhido por uma pessoa.

A partir da combinação destas atividades mentais com as orientações do mundo do indivíduo (Introversão e Extroversão), se formam oito padrões de atividades mentais fundamentais que são demonstrados por pessoas que baseiam a teoria do MBTI (HIGGS, 2001), como indicado pela tabela 1.

Tabela 1 – Combinação da teoria de Carl G. Jung - Orientação de mundo do indivíduo com os processos mentais básicos

| | | PROCESSOS MENTAIS BÁSICOS | | | |
|----------------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------|----------------|
| | | PERCEPÇÃO (P) | | JULGAMENTO (J) | |
| ORIENTAÇÃO DE MUNDO DO INDIVÍDUO | INTROVERSÃO (I) | SENSAÇÃO (S) | INTUIÇÃO (N) | PENSAMENTO (T) | SENTIMENTO (F) |
| | EXTROVERSÃO (E) | SENSAÇÃO (S) | INTUIÇÃO (N) | PENSAMENTO (T) | SENTIMENTO (F) |

Fonte: Myers (1998)

Para a formatação da avaliação MBTI, utiliza-se a indicação da função dominante e da função auxiliar que direcionam à especificação de uma Função MBTI. Desta forma, as combinações de função dominante e auxiliar configuram 16 padrões de personalidade distintos. As características do indivíduo são indicadas através de siglas, demonstrando os padrões de preferência da pessoa (tabela 2). As siglas MBTI demonstram nos primeiros dois caracteres as informações sobre as escolhas dominantes do indivíduo. Os dois últimos caracteres indicam as escolhas auxiliares (ou secundárias) de uma pessoa, sendo o último caractere a demonstração de Julgamento (J) ou Percepção (P).

Tabela 2 – Formação das Funções MBTI a partir dos Tipos De personalidades de Jung

| TIPO MBTI | FUNÇÃO DOMINANTE | FUNÇÃO AUXILIAR |
|-----------|--------------------------|------------------------------|
| ISTJ | Introversão + Sensação | Com Extroversão + Pensamento |
| ISFJ | Introversão + Sensação | Com Extroversão + Sentimento |
| ESTP | Extroversão + Sensação | Com Introversão + Pensamento |
| ESFP | Extroversão + Sensação | Com Introversão + Sentimento |
| INTJ | Introversão + Intuição | Com Extroversão + Pensamento |
| INFJ | Introversão + Intuição | Com Extroversão + Sentimento |
| ENTP | Extroversão + Intuição | Com Introversão + Pensamento |
| ENFP | Extroversão + Intuição | Com Introversão + Sentimento |
| ISTP | Introversão + Pensamento | Com Extroversão + Sensação |
| INTP | Introversão + Pensamento | Com Extroversão + Intuição |
| ESTJ | Extroversão + Pensamento | Com Introversão + Sensação |
| ENTJ | Extroversão + Pensamento | Com Introversão + Intuição |
| ISFP | Introversão + Sentimento | Com Extroversão + Sensação |
| INFP | Introversão + Sentimento | Com Extroversão + Intuição |
| ESFJ | Extroversão + Sentimento | Com Introversão + Sensação |
| ENFJ | Extroversão + Sentimento | Com Introversão + Intuição |

Fonte: Adaptado de Myers (1998)

Portanto os processos mentais da teoria de Jung inseridas dentro do contexto de tipos de preferência apontados por Myers e Briggs formam as funções MBTI. Estes tipos de preferência determinarão os modos de recepção de informações no processo

de aprendizagem. Cabe ainda citar que estas características indicadas pelas Funções MBTI e pelas teorias de Jung não são definitivas ou estáticas, há possibilidade de utilizar os resultados de teste MBTI para melhorias de características individuais, visto que os resultados favorecem o autoconhecimento.

Características de personalidade podem ser fornecidas através da combinação de tipos de personalidades MBTI, que possibilitam o aprofundamento quanto a forma de agir do indivíduo. Foi elaborada a tabela 3 de acordo com Myers (1998), que demonstra que associações entre tipos de personalidades apresentam outras características para as preferências pessoais.

Tabela 3 – Tipos de personalidades associados.

| Associações Psicológicas | Tipo MBTI |
|---|------------------|
| Estilos de aprendizagem/ Interesses de carreira | SF/NF/ST/NT |
| Uso da informação | ES/IS/EN/IN |
| Liderança/Submissão | EP/IP/EJ/IJ |
| Temperamentos | SJ/SP/NF/NT |
| Lidar com mudanças | IJ/IP/EP/EJ |

Fonte: Myers (1998)

Algumas descrições mais aprofundadas e características pertinentes aos tipos de personalidades e funções MBTI estão apresentados nas tabelas 4 e 5, enquanto outras características referentes as funções psicológicas MBTI estão apresentadas nos anexos I e II.

Tabela 4 – Características do indivíduo nas funções ISTJ e ESTJ e dicotomia S/N

| Função psicológica | Características e Preferências |
|---------------------------|--|
| TIPO | ISTJ Forte senso de responsabilidade em suas relações, prefere trabalhar sozinho, pode atuar em grupo quando o trabalho é realizado corretamente. É sistemático, prático, sensível e realístico; pensa de forma lógica e analítica. Costuma se concentrar somente na lógica, sem considerar o impacto sobre as pessoas. Se não consegue usar suas competências em atividades propostas, pode se frustrar e ter uma imagem negativa de situações que o rodeiam |
| | ESTJ Pensa de jeito lógico e analítico, ser decisivo, claro e assertivo e ser pragmático. Costumam ser bons administradores, buscam organizar planejamento para organizar situações que não estão em conformidade. Podem ser intrusivos, se acham os especialistas sobre todas as coisas, podem recusar-se a escutar os outros. São impacientes com os que não seguem corretamente as regras |
| Dicotomia | Sensação (S) Receber informações reais e tangíveis; Observadores das especificidades; prefere realidades práticas; Factual e concreto; Construir cuidadosa e completamente em direção a conclusões; entende teorias através de aplicações práticas; confia na experiência |
| | Intuição (N) Tenham uma visão geral de tudo para receber informações; gosta de padrões de compreensão; orientado para possibilidades futuras; imaginativos e verbalmente criativos; tira conclusões rapidamente, seguem palpites; precisa esclarecer teorias antes de colocá-las em prática; confia na inspiração |

Fonte: Myers (1998)

Tabela 5 – Características do indivíduo em funções MBTI associadas

| Função psicológica | | Características e Preferências | |
|---|----|---|---|
| Estilo de Aprendizado Interesses de carreira | ST | Aprendizado | Fatos sobre coisas reais; informações úteis e práticas sobre atividades cotidianas; aprende melhor fazendo; Necessidade de instruções precisas, passo a passo; razões lógicas e práticas para fazer algo; Desejo que o professor seja tratado de forma justa |
| | | Carreira | Factual; Análise objetiva e experiência; Prático e analítico; Habilidades técnicas |
| | SF | Aprendizado | Útil, prático; informações sobre; pessoas, e um ambiente; prático; bom com atividades com os outros; preciso, passo a passo; instruções; precisa de interação e aprovação amigáveis frequentes; Simpatia, apoio, precisa de reconhecimento individual |
| | | Carreira | Factual; acolhedor pessoal, preocupação com os outros; simpático e amigável; ajuda prática e serviços para as pessoas |
| | NF | Aprendizado | Novas ideias sobre como entender as pessoas; simbólico e metafórico; atividades; imaginar, criar com os outros, escrever; Direção Geral com liberdade para fazê-lo de sua própria maneira criativa; precisa de feedback positivo frequente; calor, entusiasmo, humor, precisa de reconhecimento individual |
| | | Carreira | Vê possibilidades; perspectiva para o potencial das pessoas; perspicaz e entusiasmada |
| | NT | Aprendizado | Teorias e explicações globais sobre por que o mundo trabalha. Aprender a categorizar, analisar, aplicar a lógica; para ter um grande problema a resolver, precisa de um desafio intelectual, e depois ter permissão para resolvê-lo; precisa tratamento com respeito, para respeitar a competência do professor |
| | | Carreira | Vê possibilidades; Conceitos teóricos; Lógicos e analíticos; Estruturas teóricas e técnicas |
| Uso da informação | IS | Pensadores Realistas | O conhecimento é importante para estabelecer o que é verdade |
| | IN | Pensadores inovadores | O conhecimento é importante para seu próprio bem |
| | ES | Realistas Orientados à Ação | O conhecimento é importante para seus usos práticos |
| | EN | Inovadores Orientados à Ação | O conhecimento é importante para mudar a realidade |
| Liderança / Submissão | TJ | Tomadores Lógicos de Decisão | Líderes analíticos e decisivos, tomam decisões baseadas em princípios e sistemas; impactos gerais e avaliação racional dos resultados e podem ser difíceis de implementar essas decisões. Implementadores efetivos de políticas, respeitam o líder. |
| | TP | Solucionadores adaptáveis de problemas | Valorizar e exibir conhecimentos técnicos, e criar um sistema consistente e estrutura ordenada para trabalhar. Objetivo, cético e curioso. Mudará o rumo à medida que novas informações chegam. Solucionadores de problemas efetivos, se interessados. |
| | FP | Desenvolvedores de apoio | Líderes calorosos, flexíveis e encorajadores. Apoiam estilos de trabalho individuais e gostam de envolver outros nas decisões. Preferir relações colegiais, recompensas compartilhadas e consenso nas decisões. Seguidores enérgicos se tratados com respeito. |
| | FJ | Tomadores de decisões com base em valores | Líderes calorosos e decisivos. Tomar decisões com base em seus valores pessoais e empatia com outros. A busca por harmonia, consenso e um ambiente de apoio são expressivos e muitas vezes inspiradores. Seguidores leais, se o líder honrar seus valores. |
| Temperamentos | NF | Idealistas | Busca de identidade e significado únicos. Valoriza as relações empáticas, significativas. Geralmente entusiasmado. Desejo de fazer do mundo um lugar melhor. Confia em sua Intuição e imaginação. Pensar em termos de integração e semelhanças. Enfoque no desenvolvimento do potencial em outros, encontrando um propósito na vida, e superando as diferenças. |
| | NT | Racionais | Teoria orientada. Procure compreender os princípios sobre os quais o mundo e as coisas que nele existem. Confiar na lógica e na razão. Céptico e preciso. Pense em termos de diferenças, categorias, definições e estruturas. Concentrar-se em estratégias e projetos que atinjam objetivos de longo prazo e levem ao progresso. Desejam motivação e conhecimento profundo. |
| | SP | Artesãos | Orientado para a ação e o impacto. Fome de espontaneidade. Otimista. Confiança na sorte e na capacidade de lidar com o que vier à tona. Absorvida no momento. Ler pessoas e situações e adaptar-se às mudanças para fazer o trabalho. Buscar aventura e experiências. Pense em termos de variações. Concentre-se em táticas. Quer liberdade para escolher sua próxima ação. |
| | SJ | Guardiões | Fome de responsabilidade e previsibilidade. Como os procedimentos operacionais padrão para proteger e preservar. Séria e preocupada. Confiar no passado, na tradição e na autoridade. Pense em termos de comparações, sequências e associações. Foco na logística para apoiar pessoas, manter organizações e atingir objetivos. |

Fonte: Myers (1998)

2.3 FORMA DE APRENDIZAGEM DE ACORDO COM OS PERFIS DE PERSONALIDADES MBTI

Os indivíduos apresentam as mais diversas formas de aprendizagem, seja por observação, seja pela prática, escrita, processando a análise de forma lógica para compreender as informações que lhe são apresentadas ou, ainda, de outras formas não tão convencionais (FRY, 2003). Essa diversidade de formas de aprendizagem representam um grande desafio ao professor, que deve saber lidar com o formalismo no conteúdo aplicado, a forma que essa informação será transmitida e de que forma os conceitos apresentados podem ser fixados pelo aluno que está em busca do conhecimento (FELDER et al., 2000). Caso o professor falhe neste desafio, os conceitos e conteúdos apresentados não alcançarão o objetivo.

O modelo de Jung para o perfil de personalidade indica que o indivíduo aprende melhor se a informação vier ao encontro da área psicológica em que houver o comando efetivo sobre sua função dominante (MYERS, 1998). Isto indica que as pessoas apresentam resultados mais relevantes no processo de aprendizagem quando tem oportunidades de lidarem com informações novas ou difíceis com o uso de seu estilo de aprendizagem mais efetivo, mas não exclui que outros tipos de preferência sejam acionados para o aprendizado. No entanto, a personalidade e o seu impacto no desempenho acadêmico podem ser afetado por traços culturais (KUN et al. 2015).

Os canais mais significativos para o aprendizado são a Sensação (S) e a Intuição (N), apesar dos outros tipos de preferência também participarem de forma coadjuvante neste exercício. Para aqueles que tem suas preferências ligadas à Sensação (S), receber informações por meio de metáforas ou de forma simbólica implica em confusão à sua forma de compreensão daquilo que foi apresentado, além de implicar em lacunas no desenvolvimento do raciocínio lógico. Já os indivíduos que utilizam preferencialmente a Intuição (N) sofrem com a necessidade dos colegas sensoriais de construir suas bem elaboradas e profundas conclusões (MYERS, 1998). Para tanto, Culp e Smith (2009) descreve que as pessoas com preferências no tipo Sensação (S) preferem receber detalhes da informação que é real e tangível, atenta-se as práticas, com respostas específicas para perguntas específicas e gostam de ouvir coisas numa sequência lógica, enquanto as pessoas Intuitivas (N) preferem observar o contexto geral das coisas, não gostam de detalhes e tendem a pensar em

várias coisas de uma só vez.

Myers (1998) faz as seguintes afirmações a respeito das preferências coadjuvantes no processo de aprendizagem:

“Os tipos extrovertidos (E) aprendem falando e interagindo com os outros; Os tipos introvertidos (I) precisam de tempo, silêncio, e espaço para processamento; Os tipos de Julgamento (J) querem estrutura, um horário ordenado, um prazo e encerramento sobre um tópico antes de passarem ao seguinte; Os tipos de Percepção (P) querem flexibilidade, a oportunidade de explorar e seguir a informação tangencial interessante à medida que esta surge.”

Também existe destaque dado por Myers (1998) quanto a tipos de personalidades combinados, que oferecem características peculiares para o aprendizado. São eles os tipos compostos ST, NT, NF e SF. Os estilos de aprendizado para estes tipos estão destacadas na tabela 05, onde há a demonstração de informações quanto as características psicológicas relacionadas.

Como característica auxiliar à aprendizagem, a dicotomia de julgamento-percepção pode ser o par de preferências mais controlável por um estudante, o indivíduo detém maior domínio sob esta dualidade; os estudantes que são do tipo Percepção (P) tendem a desenvolver melhor organização e tempo capacidades de gestão em relação aos estudantes do tipo Julgamento (J) (SCHURR; RUBLE, 1986).

2.4 CONTEXTO HISTÓRICO DA APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS E VESTIBULAR DE INGRESSO

Os questionários da pesquisa social foram aplicados aos alunos ingressantes entre os anos de 2017 e 2021. Esta abrangência compreende a pandemia mundial com a disseminação do coronavírus SARS-CoV-2 (COVID-19), que se alastrou no Brasil a partir do primeiro bimestre de 2020, e que trouxe desdobramentos à toda a sociedade. No estado de São Paulo houve ações do governo para o enfrentamento da doença, no qual envolveram ações como distanciamento social, restrições de acessos à shoppings centers, igrejas, museus, cinemas, entre outros locais, alterações na disponibilidade de transporte público e a orientação de que as pessoas reduzissem as

saídas de suas residências. Houve também a suspensão de aulas presenciais em escolas e faculdades (SÃO PAULO, 2022).

O exame realizado pela Fundação Universitária para o Vestibular (FUVEST), que responde pela avaliação e classificação de grande parte dos ingressantes analisados nesta pesquisa. Para os ingressantes do ano de 2021 foi realizado o exame em datas adiadas em relação ao período pré-estipulado de aplicação das provas (ao invés de ocorrerem em novembro de 2020, foram realizadas em janeiro de 2021) (JORNAL DA USP, 2020). O exame também ocorreu de forma adaptada à realidade imposta pelos planos de restrições sanitárias.

Esta situação vivida pela sociedade se refletiu em várias questões da pesquisa. Os anos de 2020 (início da crise) e 2021 (auge da crise) foram analisados perante esta ótica, pois há distinção nas características sociais observadas para o ingressante do curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

2.5 MÉTODO ESTATÍSTICO

Shapiro-Wilk (S-W) é um teste de normalidade univariada que pode ser aplicado em amostras de tamanho $4 \leq n \leq 2.000$ e atende bem amostras pequenas $n < 30$ (FÁVERO; BELFIORI, 2017), devido os bons resultados observados em amostras não paramétricas (HENDERSON, 2006). O cálculo da estatística S-W é descrito pelas equações:

$$W_{cal} = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}, \text{ para } i = 1, \dots, n \quad (1)$$

$$b = \sum_{i=1}^{n/2} a_{i,n} \times (X_{(n-i+1)} - X_{(i)}) \quad (2)$$

O teste S-W assume as seguintes hipóteses:

H_0 : a amostra provém de uma população com distribuição $N(\mu, \sigma)$;

H_1 : a amostra não provém de uma população com distribuição $N(\mu, \sigma)$.

Em sequência é realizado o cálculo sob o método de análise de homogeneidade de variância Fligner-Killeen através da equação demonstrada a seguir (NIU, 2004).

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{A}_j - \bar{a})^2 / V^2 \quad (3)$$

Onde:

χ^2 é a homogeneidade de variância

\bar{A}_j é a pontuação média para a amostra *jtesimal*;

$$\bar{a} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_{N,i} \quad (4)$$

é a pontuação média global e;

$$V^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (a_{N,i} - \bar{a})^2 \quad (5)$$

que são quartis de uma distribuição chi quadrado com k - 1 graus de liberdade.

O resultado do teste Fligner-Killeen indica um valor que deverá ser comparado com probabilidade de significância (neste estudo adotado 5%), que é o valor utilizado usualmente para este tipo de análise, e a hipótese nula H_0 indica que existe homogeneidade de variância para os dados testados. Conforme Fávero e Belfiore (2017), um valor baixo no método χ^2 indica independência entre as variáveis.

Este teste de análise de homogeneidade de variância utiliza a centralização de medianas em cada uma das amostras e, a versão modificada do teste Fligner-Killeen, que foi utilizada neste estudo, apresenta-se mais robusto contra desvios da normalidade (NIU, 2004).

Como demonstrado em Lima et al. (2016), o método de constatação de *outliers* tem como premissa o estabelecimento de quartis nos dados em análise. Ele leva em consideração o tamanho da amostra coletada e a probabilidade de ocorrência de *outliers* associada, observando uma grandeza que leva em conta outros fatores como a assimetria dos dados, por exemplo. Esta teoria está baseada no estudo de Tukey (1997). No modelo trabalhado neste estudo, foi aplicado o método de análise univariada de *outliers* por tipo de preferência MBTI e também em todos os dados agrupados.

Conforme Hair et al. (2019), *outlier* é uma combinação de características identificável como distintamente diferente do que é "normal". O conceito de *outlier* faz parte da análise exploratória de dados (AED), que pode auxiliar os estudiosos das

métricas científicas, conduzindo a análises estatísticas complementares (LIMA et al. 2016).

O modelamento matemático utilizado categoriza em duas classes as anormalidades: *outliers* e pontos extremos. Para os grupos indicados simplesmente como *outliers* entende-se que há um distanciamento deste grupo característico dos demais suficientemente grande para ser considerado um ponto fora de uma curva característica. Quando o grupo característico é indicado como ponto extremo, entende-se que o distanciamento deste em relação aos demais foi demasiadamente grande e se extrapola completamente da curva característica em análise.

Os *outliers* e os pontos extremos são obtidos através das equações (LIMA et al., 2016):

$$Q3 + (1,5 \times IQR) \quad e \quad Q1 - (1,5 \times IQR) \quad (6)$$

(Para *Outliers*)

$$Q3 + (3 \times IQR) \quad e \quad Q1 - (3 \times IQR) \quad (7)$$

(Para Pontos Extremos)

Onde:

$Q1$ e $Q3$ são o primeiro e terceiro quartil de dados, e;

IQR é a faixa interquartis, dada por $IQR = Q3 - Q1$.

Quando benéficos, os *outliers* podem ser indicativos de características da população que não seriam descobertas no curso normal da análise, em contraste, os *outliers* problemáticos não são representativos da população, são contrários aos objetivos da análise, e podem distorcer seriamente os testes estatísticos (HAIR et al. 2019). Para tanto, se faz necessário observar qual é a relação do dado anômalo com o restante dos dados, se é um dado caracterizado como exceção ou se trata de um componente relevante frente aos demais.

Nesta análise sobre os tipos MBTI, a existência destes *outliers* representa riscos à integridade de aplicação alguns modelos de método multivariados, como o ANOVA, porém favorece a observação benéfica de tipos MBTI característicos da população de dados. Os resultados provenientes desta AED não devem ser observados como bons ou ruins, mas devem ser vistas no contexto da análise e devem ser avaliadas pelos tipos de informação que podem fornecer (HAIR et al. 2019).

A metodologia Kruskal-Wallis, que tem o objetivo de verificar se k amostras independentes ($k > 2$) são provenientes da mesma população, permite a avaliação de dados não paramétricos e apresenta a hipótese nula assumindo que as k amostras sejam provenientes da mesma população ou de populações idênticas com a mesma mediana. Para a aplicação da metodologia Kruskal-Wallis (H) utiliza-se a equação (FÁVERO; BELFIORI, 2017):

$$H = \frac{12}{N \times (N + 1)} \times \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3 \times (N + 1) \quad (8)$$

Onde:

k : número de amostras ou grupos;

n_j : número de observações na amostra ou grupo j ;

N : número de observações na amostra global;

R_j : soma dos postos na amostra ou grupo j .

2.6 MÉTODO COMPUTACIONAL

2.6.1 Mapas Auto-Organizáveis

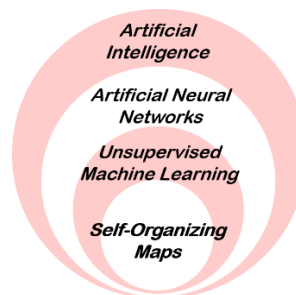
Haykin (2009) demonstra o conceito sobre redes neurais artificiais, que é a ação computacional designada para modelar, de forma simplificada, a forma que a mente humana desempenha uma tarefa em particular, ou uma função de interesse, em especial o processo de aprendizado de máquina. O recurso computacional irá simular interconexões de rede neural de forma massiva e adaptável por meio de células computacionais chamadas de neurônios. A rede neural artificial atua em duas formas:

“1. Conhecimento é adquirido pela rede a partir do ambiente através de processo de aprendizagem; 2. Pesos de conexões interneurais, semelhante a pesos sinápticos, são usados para armazenar o conhecimento adquirido.”

Assim é obtido o algoritmo de aprendizado de máquina (*machine learning algorithm*) que tem autonomia para alterar seus pesos sinápticos à medida que este aprende com os dados que lhe são submetidos.

Análise por Mapas Auto-Organizáveis (SOM), *Self-Organizing Maps* ou Mapas de Kohonen, é uma técnica de inteligência artificial que utiliza rede neurais e técnicas de aprendizado de máquina não supervisionado, possibilita um exame de dados com complexidade de alta-dimensão, que são inseridos no espaço de baixa-dimensão discreta (caracteristicamente duas dimensões) e preservando a relação entre indivíduos analisados utilizando-se de topologia nos dados (ASAN; ERCAN, 2012). A hierarquia ao qual o SOM está submetido é demonstrado na figura 2.

Figura 2 - Hierarquização da análise SOM quanto ao método computacional adotado



Fonte: Antoniassi (2022)

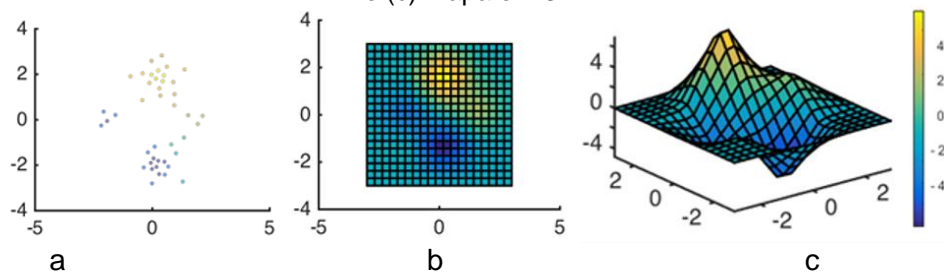
Existem vantagens quanto ao uso de método computacional (em específico o método SOM) em relação a estatística convencional que são indicadas por Asan e Ercan (2012): é utilizado em modelos não paramétricos; não faz suposições utilizando distribuição de variáveis e não requer independência entre variáveis; é de fácil implementação e está disponível para resolver problemas não lineares de alta complexidade; também se apresenta mais efetivo quanto há ruídos e falta de dados na população avaliada, para populações de pequenas dimensões e para amostras de tamanho ilimitado.

As características observadas na metodologia computacional atendem aos parâmetros e restrições existentes nos dados em estudo, pois tem como características: distribuição não paramétrica (pois tratam-se de perfis caracterizados por coletas de dicotomias); não apresentam linearidade ou distribuição de variáveis, ou ainda não há independência de variáveis quanto a dicotomia em análise.

Esta organização é realizada através de uso de uma rede neural que atua em três processos distintos: A competição, a cooperação e a adaptação sináptica. Estes processos ocorrem de forma sumária, onde os neurônios são hierarquizados por uma função discriminante que dá base para a competição entre os neurônios. Neste processo, o neurônio que obtiver o menor valor da função discriminante será declarado

o vencedor da competição. A partir de então, este neurônio irá determinar a posição espacial onde está alocado na vizinhança de dados. Os neurônios excitados por este valor cooperam entre si nesta vizinhança. Então ocorre uma ação entre os neurônios para que possam depositar seus valores da função discriminante na rede de inserção de valores, com o neurônio vencedor depositando seu valor e os outros neurônios se ajustando na deposição de seus valores respectivos (HAYKIN, 2009). Esta malha obtida apresentará agrupamentos de perfis característicos por afinidade de valores provenientes de função discriminante a que baseiam (figura 3).

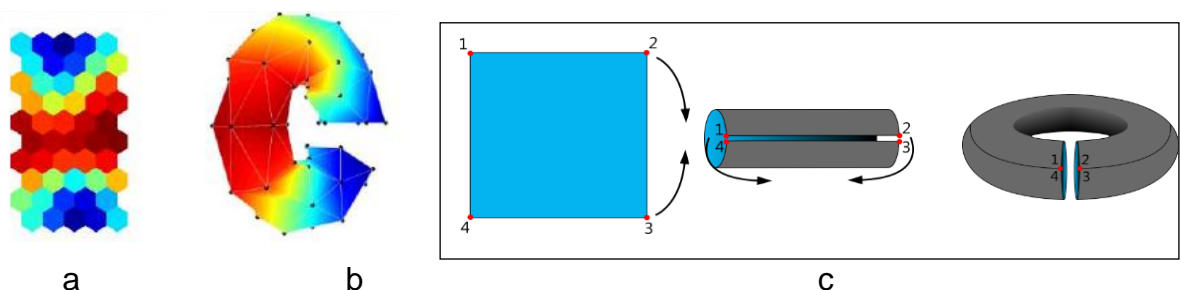
Figura 3 - Exemplo de visualização de dados distribuídos em (a) pontos simples, (b) grade retangular e (c) mapa em 3D.



Fonte: Antoniassi (2022)

Nesta pesquisa, os perfis MBTI foram organizados por intensidade de tipo característico, onde a função discriminante considerou os perfis característicos em uma vizinhança. Portanto, o resultado obtido para a distribuição de perfis de personalidades na técnica descrita por Antoniassi (2022), baseado em ligações neurais reticulares, que são pareadas com *Machine Learning* competitivo, geram gráficos em duas dimensões, mas pertencem a uma distribuição dos dados em rede de alta dimensão (figura 4a).

Figura 4 - Disposição dos dados em (a) duas dimensões e em (b) três dimensões. Obtenção de (c) pseudo-toróide a partir do mapeamento SOM em duas dimensões.



Fonte: Antoniassi (2022)

Estes gráficos podem ser observados como mapas topográficos, onde o relevo é destacado através de cores distribuídos em uma malha (figura 4 a e 4b). Note que a lógica tradicional do MBTI os perfis de personalidade são obtidos a partir de processo

de somatória simples das escolhas do indivíduo. A classificação de um tipo de personalidade não considera intensidades de escolha do indivíduo quanto a uma determinada característica: é considerado o tipo vencedor entre a dicotomia aquele que obtiver maior número de escolhas do indivíduo.

Portanto, nas malhas características demonstradas, as cores quentes representam grande concentração de determinado perfil de personalidade, enquanto as cores frias demonstram a concentração de perfil de personalidade oposto, ou seja, as cores quentes se assemelham a montanhas enquanto as cores frias demonstram vales (figura 3c). Quando avaliado dicotomias, as cores intermediárias na escala indicam planícies ou, no caso deste estudo, a transição de característica estudada, conforme escala indicada junto ao mapa.

Quando utilizada a forma tradicional de definição de perfil de personalidade MBTI não é considerada o quão intensa foi a escolha do indivíduo para um tipo de personalidade, o quanto o indivíduo escolheu por um lado ou outro da dicotomia. Dentro da lógica computacional, a intensidade de escolhas irá formar uma graduação de intensidades para o agrupamento em perfis de personalidades. No caso do algoritmo SOM *clustering*, a intensidade irá ser descrita em forma topográfica.

2.6.2 Análise de Correspondência e Análise de Correspondência Múltipla

Os dois métodos da mesma família de análises estatística computacionais multivariadas foram utilizados neste estudo, baseados na mesma metodologia de modelamento de informações, a Análise de Correspondência (CA) e a Análise de Correspondência Múltipla (MCA).

Ambas são técnicas de análise multivariada onde associações entre variáveis categóricas são confrontadas, sendo possível observar intensidades de associação a partir de uma tabela de contingência. A diferença entre elas é que, na Análise de Correspondência, o modelamento se dá somente entre duas variáveis e suas respectivas categorias. A análise de correspondência múltipla é uma evolução da CA e é utilizada quando existem mais de duas variáveis envolvidas no estudo. Para os cálculos é acrescentado mais um nível de definição de matrizes à Análise de Correspondência Simples, associando os pares de variáveis calculadas em paralelo.

O processo de uma comparação neste modelo é iniciada através dos testes χ^2 (a metodologia já foi apresentada em Método Estatístico). Os modelos que devem ser considerados para comparação são aqueles que se enquadram na hipótese nula (H_0), que considera que existem diferenças significativas entre os modelos comparados. Se as associações de variáveis não se apresentam significantes, recomenda-se a exclusão da variável da análise de correspondência (FÁVERO; BELFIORI, 2017). Para a elaboração das análises, realiza-se a definição de inércia principal total (I_T) da análise, como demonstrado:

$$I_T = \frac{\sum_{q=1}^Q (J_q - 1)}{Q} \quad (9)$$

Onde:

Q – Número total de variáveis

q – Variável analisada

J_q - Número de categorias da variável em análise

Em seguida, são realizados os cálculos para obtenção de matrizes binárias (Z), composta da inércia calculada e associação dos valores inicialmente submetidos à análise. Por meio deste valor obtido, inicia-se o cálculo de Dimensões, que são calculadas através de matrizes de Burt, conforme a matriz:

$$B = \begin{pmatrix} Z'_1 \cdot Z_1 & Z'_1 \cdot Z_2 & \cdots & Z'_1 \cdot Z_Q \\ Z'_2 \cdot Z_1 & Z'_2 \cdot Z_2 & \cdots & Z'_2 \cdot Z_Q \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z'_Q \cdot Z_1 & Z'_Q \cdot Z_2 & \cdots & Z'_Q \cdot Z_Q \end{pmatrix}_{J \times J} \quad (10)$$

Onde

Z_n – matriz binárias.

Com a evolução dos cálculos de matrizes, será modelada a análise de correspondência através de gráficos, que são mapas perceptuais, onde são inseridos os dados por meio de coordenadas. As categorias de variáveis são decompostas para serem relacionados em dois eixos (ou dimensões), que leva em consideração componentes da inercia principal total (FÁVERO; BELFIORI, 2017). Desta forma, com a definição das dimensões, estas são combinadas em pares e favorecem a análise de correspondência entre os dados, possibilitando ao pesquisador a constatação bastante

apurada das relações entre variáveis. A combinação entre duas dimensões fornece uma intensidade de explicação entre duas características distintas analisadas, traduzida por meio de um percentual de explicação, que demonstra o quanto a combinação de dimensões descreve as características pertinentes às variáveis sobre análise. Como foram baseados em modelos que detém diferença significativa, as correspondências são fundamentadas graficamente através de conceitos matemáticos.

As dimensões descrevem as intensidades de forças entre grupo de variáveis que foram submetidas à análise. Quanto maior a intensidade de forças, maior a importância da dimensão para a explicação de determinada característica avaliada.

Neste estudo se aplicou o método CA para as questões relacionadas à escolha do indivíduo na pesquisa social e a MCA para comparação dos resultados entre o Método Estatístico e Computacional – SOM.

3. METODOLOGIA

Os alunos ingressantes do PMT foram submetidos à duas pesquisas entre os anos de 2017 a 2021 englobando 5 anos de coleta de perfis: uma tratando sobre características sociais e outra sobre o perfil de personalidade MBTI, conforme número de respondentes descritos em tabela 6.

Tabela 6 – Número de ingressantes que responderam as pesquisas por ano

| 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | Total |
|------|------|------|------|------|-------|
| 55 | 38 | 47 | 60 | 52 | 252 |

Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

A pesquisa social que foi aplicada em formulário impresso (entre 2017 e 2020) e digital (turma de 2021), em formato de alternativas de múltipla escolha, buscou informações quanto as escolhas do ingressante em relação ao curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, sobre os desafios e obstáculos que ele teve que transpor para cursar a graduação e sobre suas pretensões para o futuro. Os dados foram coletados através de questionário individual cujo o modelo está disponível em anexo III.

O formulário aplicado para coleta de informações apresentava questões de ordem social (e que eram factuais - tabela 7) e questões de ordem de escolha do indivíduo (tabela 8). Quando passível, procurou-se justificativa para as informações que apresentavam alguma diferença em relação aos seus pares de comparação. Quando pertinente, aplicou-se análise estatística para averiguação de alguma anormalidade nos dados. Para as perguntas que envolvem escolhas por parte do indivíduo e que não eram factuais, aplicou-se o teste χ^2 , que precede o método computacional análise de correspondência (*correspondence analysis* - CA). O objetivo de aplicar esta metodologia é verificar há influência psicológica nas respostas. Os testes CA realizados buscaram correspondências entre os perfis de personalidade interesse de carreira, temperamentos, uso da informação e liderança (tabela 5 em fundamentação teórica), de acordo com a pertinência destas características aos tipos de escolhas realizadas pelo aluno ingressante.

Tabela 7 – Questões sociais (factuais).

| QUESTÕES SOCIAIS (FACTUAIS) |
|---|
| Modo de Ingresso no PMT |
| Onde você (e/ou sua família) moravam antes do vestibular? |
| Como você vem para a USP (meio de transporte) |
| Tempo gasto por dia no trajeto |

Fonte: formulário da pesquisa social do PMT

Tabela 8 – Questões de escolha do indivíduo.

| QUESTÕES DE ESCOLHA DO INDIVÍDUO |
|---|
| Opção por Metalurgia/Materiais |
| Motivação para Entrar na POLI |
| Razão pela qual escolheu engenharia MET/MAT |
| O que você pretende fazer (continuidade no curso de Engenharia Metalúrgica e Materiais) |
| O que você espera da POLI (expectativa quanto ao curso) |
| Onde atuar depois de formado na graduação |

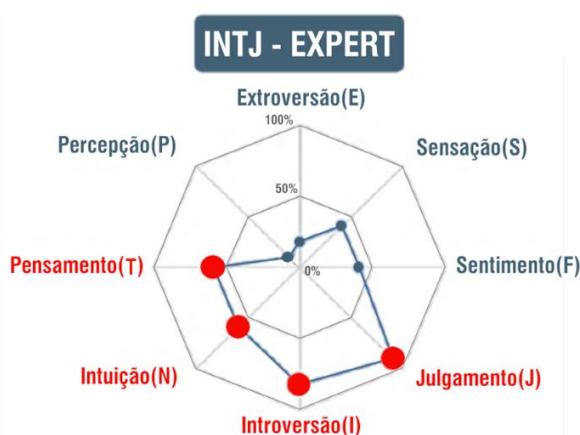
Fonte: formulário da pesquisa social do PMT

Já a pesquisa sobre o perfil de personalidade MBTI foi aplicada ao aluno em forma de questionário de autorrelato por dois métodos: através de questionário impresso nos anos de 2017, 2018, 2019 e 2020 e; questionário digital para os ingressantes de 2021. O modelo foi obtido da Associação Americana de Psicologia (*American Psychological Association - APA*) e encontra-se disponível em anexo IV.

Este questionário induz o indivíduo a escolhas que vão determinando as características do seu tipo de personalidade à medida que se evolui as respostas às questões. Não existem respostas corretas ou incorretas neste teste, pois as respostas delineiam as características psicológicas da pessoa de acordo com suas escolhas.

De posse das respostas provenientes do preenchimento do questionário, estes dados são submetidos a um algoritmo de cálculo que agrupa as respostas de acordo com os tipos de personalidades e, ao final da tabulação de respostas, os valores que se apresentarem maiores em relação ao seu par de personalidade na dicotomia irão caracterizar o perfil de personalidade do indivíduo (Figura 5). Esta caracterização é representada como um tipo de personalidade MBTI e as características detidas pelas escolhas do indivíduo respondente.

Figura 5 - Exemplo de um resultado obtido após inserção de escolhas realizadas por um indivíduo e que representam a função MBTI



Fonte: Adaptado de Lenz e Silva (2017)

Com a obtenção do tipo MBTI, realizou-se a soma de alunos agrupados por tipo de personalidade por meio de tabulação ano a ano. Estas tabulações foram adequadas em formato de planilhas digitais, onde os dados foram transformados em índices percentuais ano a ano. As curvas características de Funções MBTI dos alunos ingressantes foram definidas a partir da tabulação de dados e, após a somatória de todos os tipos MBTI, realizou-se o enquadramento tipo a tipo por ano.

Para o estudo de perfis de personalidade de calouros foram utilizados dois métodos de avaliação dos dados: um método estatístico e um método computacional. A estatística é uma ferramenta muito conhecida da comunidade científica, contudo métodos computacionais podem oferecer complementação ou ainda uma visão diferenciada quanto à dados avaliados.

A classificação convencional de tipos de personalidade é a somatória demonstrada na figura 6. Mediante a metodologia de coleta, existe possibilidades de a escolha do indivíduo ficar em região de hesitação (item 3 na figura 6), ou seja, em região de empate entre duas dicotomias, o que incidirá na indeterminação entre os dois termos. Neste ponto, o método computacional realiza agrupamentos de resultados semelhantes entre si, alocando esta dicotomia indefinida ao termo mais adequado.

Figura 6 - Modelo de tabulação de resultados e caracterização de perfil de personalidade MBTI.

O algoritmo utilizado para cálculos é baseado nas opções de respostas do indivíduo e o quadro em vermelho indica a somatória de dados característicos por tipo de personalidade, que sintetizam o perfil de personalidade do estudante

| Col. 1 | | Col. 2 | | Col. 3 | | Col. 4 | | Col. 5 | | Col. 6 | | Col. 7 | |
|-------------|---|-------------|---|-------------|----|-------------|---|-------------|---|-------------|----|-------------|---|
| A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| 1 | x | 2 | | 3 | x | 4 | x | 5 | x | 6 | x | 7 | x |
| 8 | x | 9 | x | 10 | x | 11 | x | 12 | x | 13 | x | 14 | x |
| 15 | x | 16 | x | 17 | x | 18 | x | 19 | x | 20 | x | 21 | x |
| 22 | x | 23 | x | 24 | x | 25 | x | 26 | x | 27 | x | 28 | x |
| 29 | x | 30 | x | 31 | x | 32 | x | 33 | x | 34 | x | 35 | x |
| 36 | x | 37 | x | 38 | x | 39 | x | 40 | x | 41 | x | 42 | x |
| 43 | x | 44 | x | 45 | x | 46 | x | 47 | x | 48 | x | 49 | x |
| 50 | x | 51 | x | 52 | x | 53 | x | 54 | x | 55 | x | 56 | x |
| 57 | x | 58 | x | 59 | x | 60 | x | 61 | x | 62 | x | 63 | x |
| 64 | x | 65 | x | 66 | x | 67 | x | 68 | x | 69 | x | 70 | x |
| 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 | 8 | 2 | 6 | 4 | 7 | 3 | 7 | 3 |
| Copiar aqui | | Copiar aqui | | Copiar aqui | | Copiar aqui | | Copiar aqui | | Copiar aqui | | Copiar aqui | |
| Somar | | Somar | | Somar | | Somar | | Somar | | Somar | | Somar | |
| 6 | 4 | 10 | | 10 | 14 | | 6 | 14 | | 6 | 14 | | 6 |
| E | I | S | | N | T | | F | J | | P | | | |

1) As respostas entre duas alternativas disponíveis no questionário de 70 perguntas são inseridos na tabela de cálculo;

2) A somatória parcial por coluna é realizada, e os resultados são reagrupados conforme algoritmo de cálculo;

3) A somatória final é realizada e indica o tipo psicológico.

Fonte: questionários MBTI do PMT

Desta forma os dados foram preparados para aplicação de técnicas estatísticas descritivas (análise multivariada) em plataforma computacional RStudio. A análise foi dirigida por condições oferecidas pela população de dados, visando constatar a

existência de características contínuas ou não dos perfis MBTI ao passar dos anos entre os alunos ingressantes.

Os dados foram submetidos a pré-testes para observar a consistência dos mesmos perante a uma análise estatística, com o objetivo de observar se as funções MBTI apresentadas ao decorrer dos anos são semelhantes entre si ou não. Foram também analisados os 8 tipos de preferência do indivíduo (Extroversão, Sensação, Pensamento, Julgamento etc.) com o mesmo propósito.

O primeiro teste realizado nos dados foi Shapiro-Wilk, que verifica a normalidade dos dados, seguido de Fligner-Killeen, que verifica a homogeneidade da variância dos dados constatados em testes.

O passo seguinte para verificação de condições para a aplicação de método descritivo é a identificação de dados que se distanciam do agrupamento de distribuição estatística, os chamados *outliers* ou ainda anomalias.

O método estatístico escolhido para a análise da existência de características contínuas no transcorrer dos anos foi uma extensão multivariada do teste univariado de Kruskal-Wallis.

Os dados também foram submetidos ao método computacional de análise de mapas auto-organizáveis ou *self-organizing maps* (SOM). As informações extraídas para o estudo foram os resultados de somatória de opções características por tipo de personalidade, conforme indicado na figura 6.

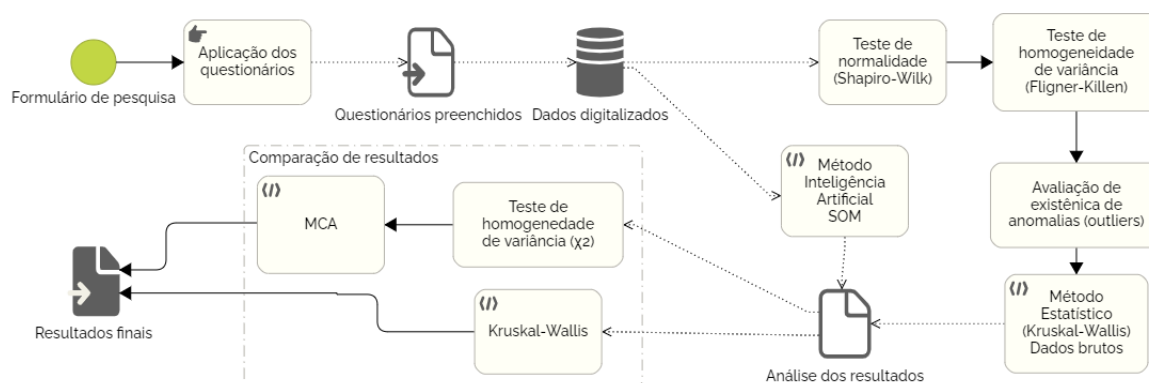
O método de algoritmo da Análise SOM utilizado neste estudo foi o *bootstrap* cíclico hexagonal, pseudo-toroidal, com 132 neurônios, com a aplicação da função euclidiana de distância de objeto e a função gaussiana de vizinhança. Para este modelo foram produzidos 16 agrupamentos (ou *clusters*), cada agrupamento representando um perfil de personalidade MBTI. Estes *clusters* foram obtidos através da função *K-means* aplicado ao mapa do SOM, e que foram aglutinados por fatores dominantes.

Para fins de comparação de métodos tradicional e computacional, foi realizada uma nova análise de estatística multivariada Kruskal-Wallis (já demonstrada anteriormente no item 2.5. método estatístico) e também a análise de correspondência múltipla (MCA), que é um método multivariado que permite o estudo de associações

entre mais de duas variáveis categóricas e entre suas categorias, além de possibilitar a avaliação de intensidades destas associações. Neste estudo as variáveis categóricas foram o método MBTI Tradicional e as categorias foram os tipos de personalidades e os tipos de personalidades combinados (vide tabelas 4 e 5 em 2.2. Critério da Ferramenta MBTI).

A figura 7 demonstra de forma simplificada o processo ao qual os dados foram submetidos e formataram o resultado obtido nesta dissertação.

Figura 7 - Fluxo das informações e métodos de análises usados neste estudo.



Fonte: o autor.

4. RESULTADOS

4.1 PERFIL SOCIAL DOS ALUNOS INGRESSANTES

Foi realizado um teste χ^2 sobre as respostas das questões relacionadas à escolha do indivíduo. Este teste é premissa de verificação que antecede a análise de correspondência, e somente os grupos que apresentarem diferenças significativas entre as respostas e os perfis de personalidade dos alunos deverão ser submetidos à metodologia CA. Foi constatado que existem diferenças significativas para a questão “O que você pretende fazer (continuidade no curso de Engenharia Metalúrgica e Materiais)” e estilos de aprendizagem/interesses de carreira (tabela 9), pois apresentam o *p-value* encontrado está dentro da região de diferenças significativas (margem de 5%). A análise será demonstrada a seguir quando for discutido a questão.

Tabela 9 – Resultado de *p-value* de teste χ^2 sobre questões de escolha do indivíduo.

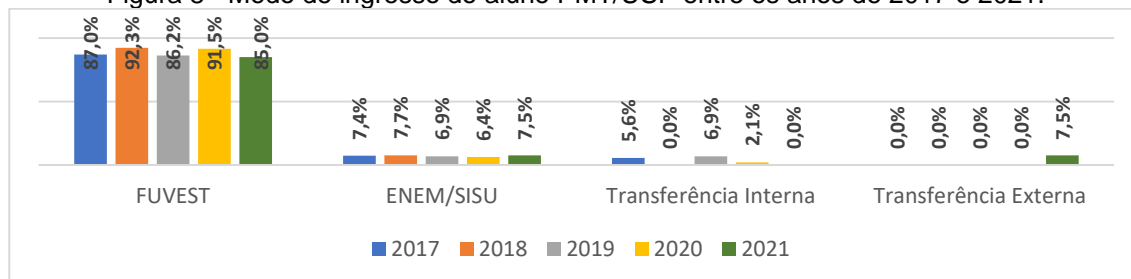
| QUESTÕES DE ESCOLHA DO INDIVÍDUO | Estilos de aprendizagem / interesses na carreira | Temperamentos | <i>p-value</i> | | |
|---|--|---------------|-------------------|-----------|--------------------|
| | | | Uso da informação | Liderança | Lidar com mudanças |
| Opção por Metalurgia/Materiais | 0,498 | 0,240 | 0,143 | 0,110 | 0,091 |
| Motivação para Entrar na POLI | 0,618 | 0,572 | 0,532 | 0,803 | 0,570 |
| Razão pela qual escolheu engenharia MET/MAT | 0,341 | 0,919 | 0,341 | 0,931 | 0,489 |
| O que você pretende fazer (continuidade no curso de Engenharia Metalúrgica e Materiais) | 0,044 | 0,258 | 0,353 | 0,546 | 0,734 |
| O que você espera da POLI (expectativa quanto ao curso) | 0,193 | 0,797 | 0,693 | 0,381 | 0,511 |
| Onde atuar depois de formado na graduação | 0,146 | 0,832 | 0,836 | 0,353 | 0,418 |

Fonte: formulário da pesquisa social do PMT

Conforme demonstrado na Figura 8, os alunos que ingressaram no curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo são provenientes, em sua grande maioria, do vestibular FUVEST, oscilando em torno de 88,41% de ingressos nestes 5 anos de coleta de dados. Em segundo lugar observou-se que o maior modo de ingresso foi através do exame nacional do ensino médio, por meio do sistema de seleção unificada (ENEM/SISU), que respondem em média de 7,18% no período apurado. Outras formas de ingresso foram a transferência interna, que são alunos provenientes de outros cursos de engenharia na USP e o

ingresso proveniente de transferência externa à USP (outra instituição de ensino superior) em 2021. Observou-se que no item modo de ingresso, não houve mudanças significativas ao decorrer dos anos.

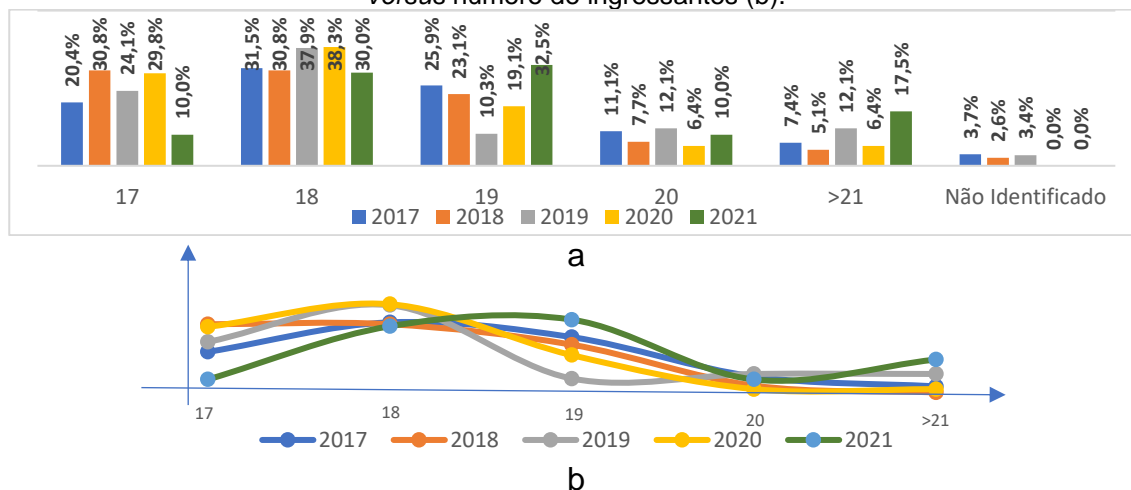
Figura 8 - Modo de ingresso do aluno PMT/USP entre os anos de 2017 e 2021.



Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

A faixa etária dos alunos ingressantes na graduação em engenharia metalúrgica e de materiais (figura 9) é predominantemente 18 anos em todos os anos de pesquisa exceto 2021, onde o predomínio etário foi 19 anos. Isto fica melhor evidenciado através das curvas características (figura 9b). Este perfil de aluno, mais velho em relação aos alunos de outros anos, reflete as reações e movimentações da sociedade perante a disseminação do COVID-19.

Figura 9 - Gráfico de idade dos alunos ingressantes(a) e Curvas características Idade de ingresso versus número de ingressantes (b).



Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

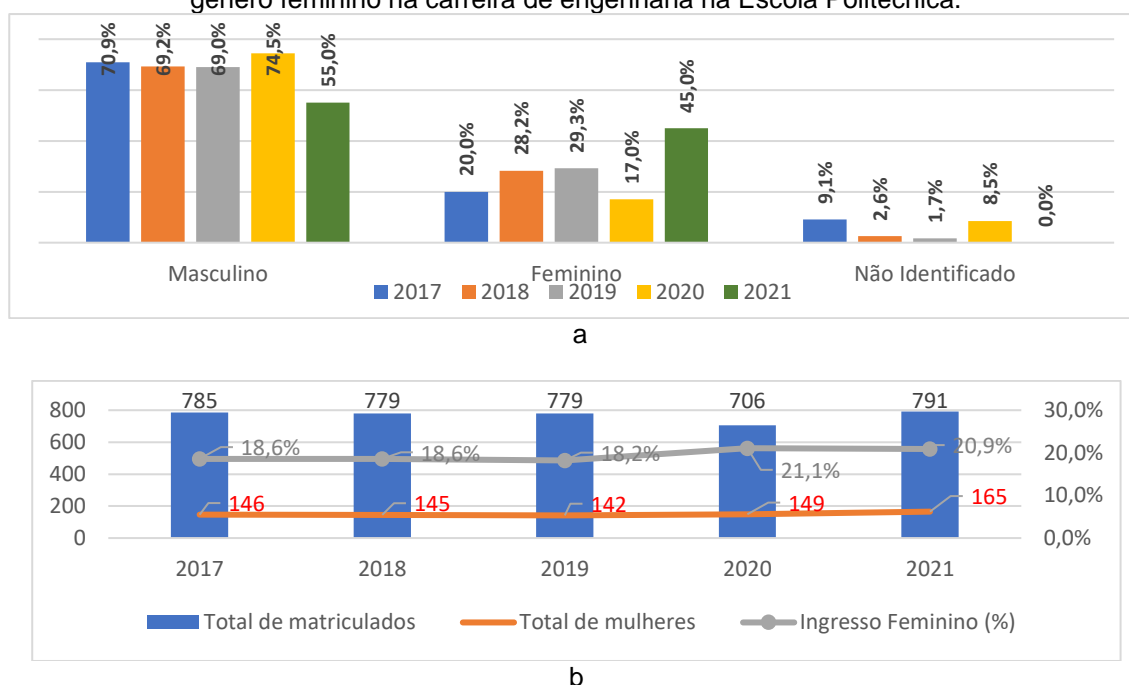
Os dois anos anteriores (2019 e 2020) apresentaram curva característica com maior índice de idade em 18 anos, mostrando maior concentração de alunos com esta faixa etária e menores índices para as demais idades.

Os questionários aplicados apontaram o predomínio masculino entre os ingressantes do curso nos anos de 2017 a 2020, com percentuais que estão na faixa de 69% e 74,5% dos ingressantes, como indicado na figura 10. Porém no ano de 2021

foi observado que houve o crescimento percentual de alunos que se identificam com o gênero feminino (45%) contra 55% dos indivíduos que se identificam como masculino.

Quanto a este último dado, a USP possui programas para a equidade de gêneros, através do programa USP Mulheres, que envolve várias atividades e núcleos como Área STEM (“Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática” ou “*Science, Technology, Engineering and Maths*” em inglês), Ciências por elas, Mulheres na tecnologia, que tratam-se de programas sociais que visam a atração de mulheres em cursos de exatas.

Figura 10 - Gêneros indicados pelos alunos em (a) respostas da pesquisa e (b) ingressantes do gênero feminino na carreira de engenharia na Escola Politécnica.

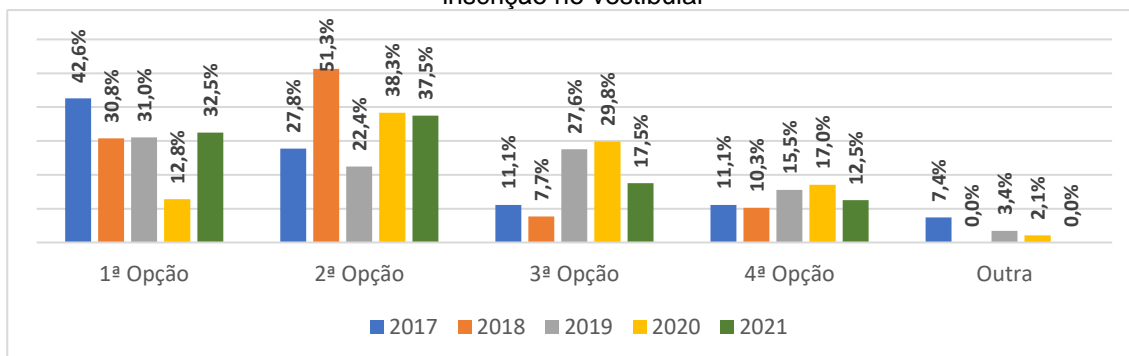


Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT e dados da Fuvest (2023)

Avaliando os dados pertinentes à alunos matriculados nos cursos da Escola Politécnica em banco de dados da Fundação Universitária para o Vestibular – FUVEST. Observou-se que o número de mulheres ingressando a carreira praticamente manteve-se constante, com aumento percentual de matriculadas nos anos de 2020 e 2021, conforme demonstrado na Figura 10b. Ao analisar os dados de ingressantes via vestibular e o aumento percentual de ingresso de mulheres no PMT no ano de 2021, constata-se que em parte é decorrente do aumento de gênero nas carreiras de Engenharia da Poli. Por outro lado, entende-se que este tipo de curso (Metalurgia/Materiais) atraiu mulheres à carreira de engenharia em 2021.

Durante a inscrição no vestibular FUVEST, o candidato à vaga na Escola Politécnica (POLI) pode realizar hierarquização de suas escolhas quanto aos cursos disponíveis na instituição. O curso de Metalurgia e Materiais é indicado como primeira ou segunda opção para 68,5% dos alunos ingressantes, quando considerada a média percentual para os anos coletados (figura 11). Há um destaque no ano de 2020, onde somente 12,8% dos ingressantes tiveram este curso como primeira opção.

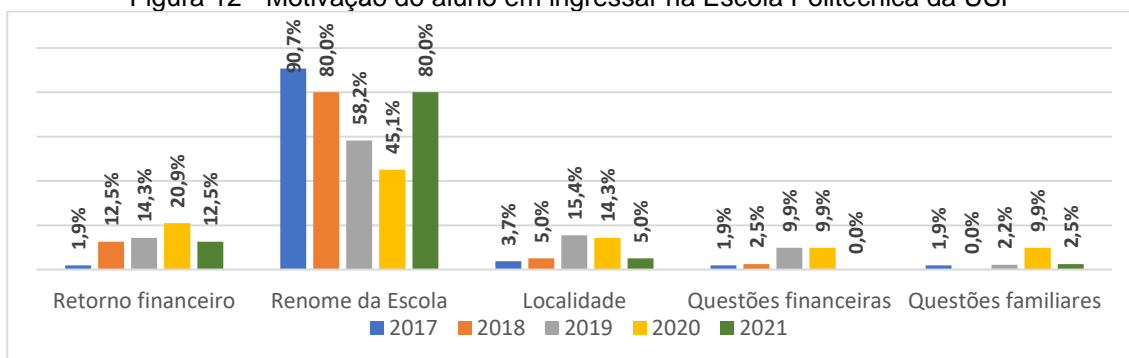
Figura 11 - Opção dos alunos pelo curso Metalurgia/Materiais de acordo com o critério de escolha na inscrição no vestibular



Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

Quanto a motivação para ingressar nos cursos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em todos os anos de coleta de questionários, os alunos predominantemente consideram o “renome da escola” como fator de motivação de ingresso. Há de se considerar que, em 2020, observou-se a menor predominância nesta motivação (45,1% contra valores acima de 58,2% dos outros anos). Neste ano os alunos também consideraram o retorno financeiro (20,9%), a localidade (14,3%), questões financeiras (referente a disponibilidade de dinheiro para manter-se na faculdade – 9,9%) e questões familiares (9,9%), sendo este último o item o mais relevante dentre os outros anos de apuração (figura 12).

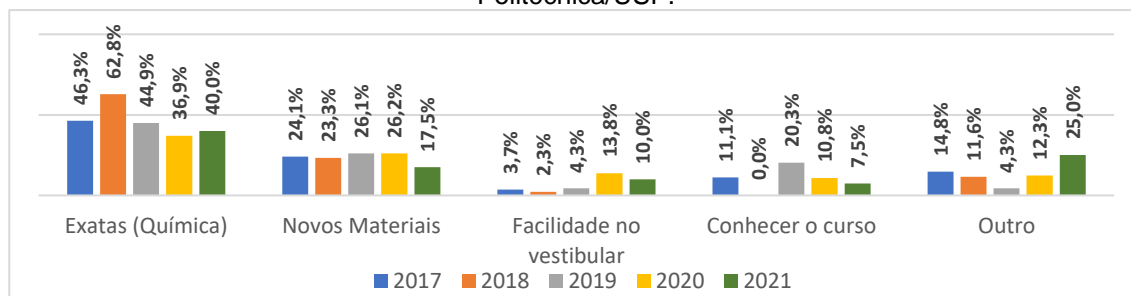
Figura 12 - Motivação do aluno em ingressar na Escola Politécnica da USP



Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

Para os alunos ingressantes que optaram por engenharia metalúrgica e de materiais, muitos citaram como razão de escolha deste curso lidar com conceitos da área de exatas (química), seguido por desenvolvimento de novos materiais. Existem parâmetros distintos dos demais: no ano de 2021 os alunos apontaram outras razões para a escolha por engenharia Metalúrgica e Materiais (25% do apurado) e no ano de 2019 os alunos indicaram que queriam conhecer o curso (20,3%) (figura 13).

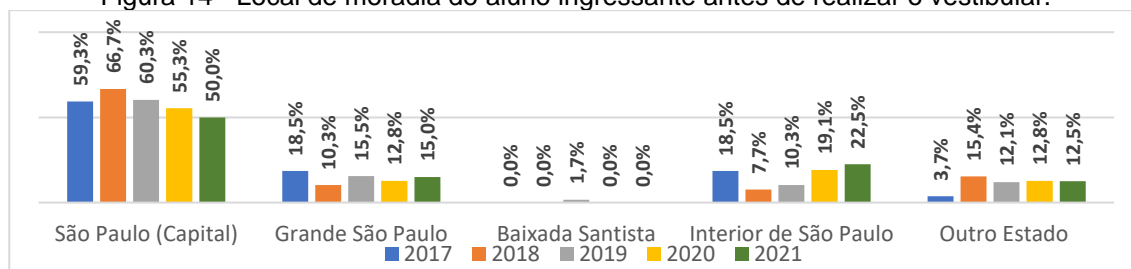
Figura 13 - Razão de escolha do curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica/USP.



Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

O local de moradia dos alunos ingressantes antes do vestibular foi apontado como a cidade de São Paulo (capital) em grande maioria para todos os anos de coleta. Uma região indicada como residência por parte dos calouros que não apareceu com frequência foi a Baixada Santista, que é um polo econômico importante no estado de São Paulo. Somente 1,7% dos ingressantes do ano de 2019 são da Baixada Santista (figura 14). Vale ressaltar que a USP possui um campus em Santos-SP com o curso do Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo (PMI). Há também cursos oferecidos por outras instituições de ensino na área de engenharia, além de opções como o curso técnico em metalurgia do Centro Paula Souza (CPS), que apesar de não ser de nível superior, auxilia no suprimento da demanda local por profissionais na área. Todas essas opções podem ser fatores de influência na não escolha dos cursos de metalurgia e materiais por parte de alunos desta região.

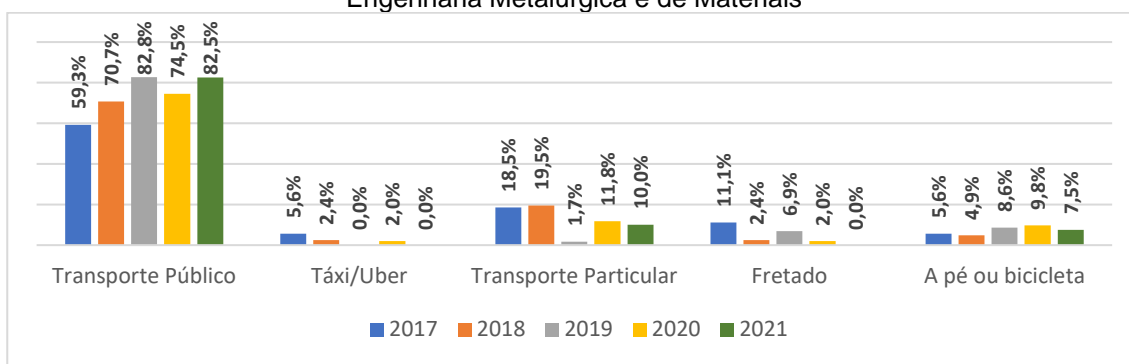
Figura 14 - Local de moradia do aluno ingressante antes de realizar o vestibular.



Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

Os ingressantes do PMT indicaram que utilizam predominantemente o transporte público para chegarem até a Universidade de São Paulo, sendo os ingressantes do ano de 2019 os que mais utilizavam este meio de transporte (82,8%), seguidos pelos ingressantes do ano de 2021 (82,5%). O transporte particular foi o segundo mais citado na pesquisa, sendo que os índices variaram entre 10% e 19,5% para os anos de 2017 a 2021, exceto 2019 onde o índice para o transporte particular foi indicado por somente 1,7% dos ingressantes. A aderência por deslocamentos a pé ou por bicicleta foram indicados pela média de 7,5% dos ingressantes em todos os anos de coleta (figura 15).

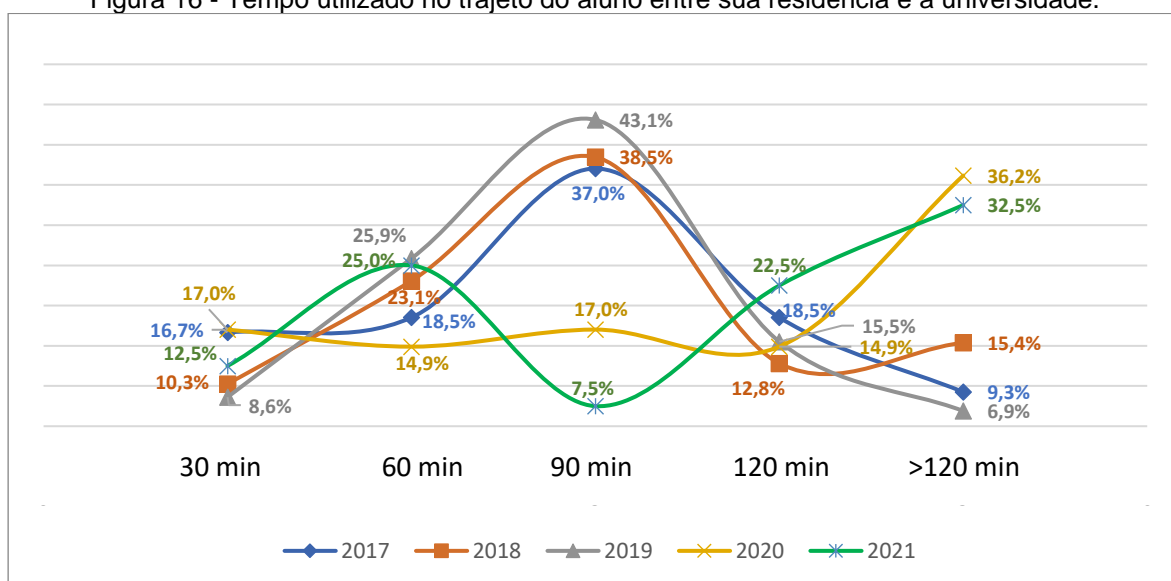
Figura 15 - Meio de transporte utilizado pelo aluno entre sua residência e o departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais



Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

A maioria dos alunos de graduação do PMT indicaram que levam 90 minutos em seus deslocamentos diários entre a residência e o PMT (37%, 38,5% e 43,1% respectivamente, como apresentado na figura 16).

Figura 16 - Tempo utilizado no trajeto do aluno entre sua residência e a universidade.



Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

Através das respectivas curvas relativa aos anos sobre o gráfico de barras, as distribuições de respostas nestes anos apresentaram distribuição normal, confirmado através de teste de normalidade Shapiro-Wilk ($w_{2017} = 0,849, p - value_{2017} = 0,191$; $w_{2018} = 0,869, p - value_{2018} = 0,263$ e $w_{2019} = 0,896, p - value_{2019} = 0,387$). Já os anos de 2020 e 2021 (momento em que houve ações governamentais e sociais perante a COVID-19), as respostas apresentaram distribuição adversa, com ápice em tempo de trajeto diário superior à 120 minutos entre residência e PMT, como demonstrado pela linha em amarela (2020) e verde (2021) na figura 16. O teste de normalidade Shapiro-Wilk apresentou resultado não paramétrico para 2020 ($w_{2020} = 0,648, p - value_{2020} = 0,002$) e distribuição bimodal para 2021 ($w_{2021} = 0,964, p - value_{2021} = 0,833$), o que indica que o cume da distribuição normal para este ano realmente é maior que 120 minutos.

Estudo de Romeiro et al. (2021) indica que, durante a pandemia, muitos operadores de transporte público passaram a reduzir a oferta dos serviços a fim de amortecer os custos operacionais, implicando em redução da qualidade do transporte oferecido (maior lotação). Cita também que o usuário passou a utilizar menos o serviço público de transporte devido ao risco de contágio pela COVID-19, apesar de não haver comprovações científicas a este respeito.

Outro fator foi que as aulas em 2021 foram realizadas de forma remota e os alunos não se deslocavam para o PMT/USP. Portanto, a oscilação observada nas curvas de tempo utilizado no trajeto do aluno entre sua residência e a universidade para os anos de 2020 e 2021 foram influenciadas por esse momento histórico ao qual esses alunos passaram durante o curso de formação, e não apresentam resultados semelhantes à de período sem pandemia.

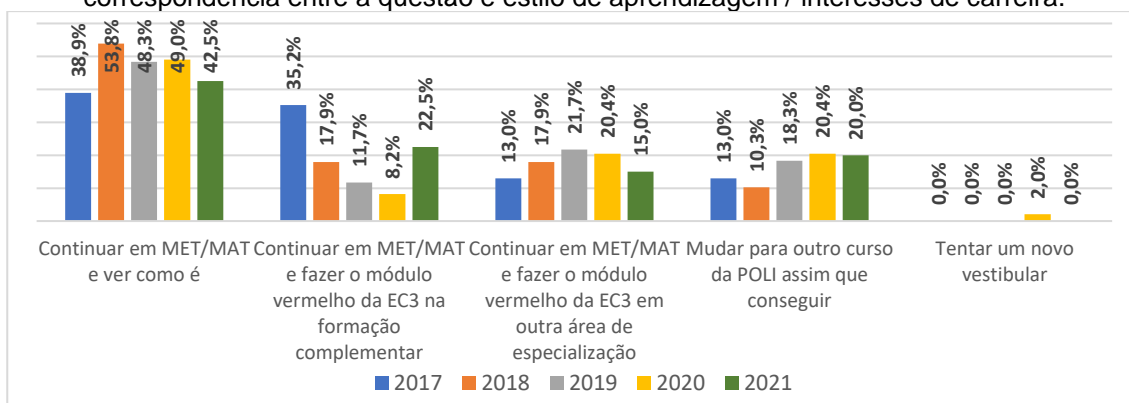
Inicialmente, o ingresso no curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da USP campus da capital (figura 17) atendeu expectativa para a maioria dos alunos ingressantes no momento de aplicação da pesquisa social. Em todos os anos de coleta de questionários, os percentuais apresentados quanto a pretensão em dar continuidade nestes cursos foram as maiores em todas as opções disponíveis.

A POLI oferece através do módulo vermelho EC3 a possibilidade dos alunos cursarem disciplinas fora de sua área de conhecimento principal, favorecendo destes

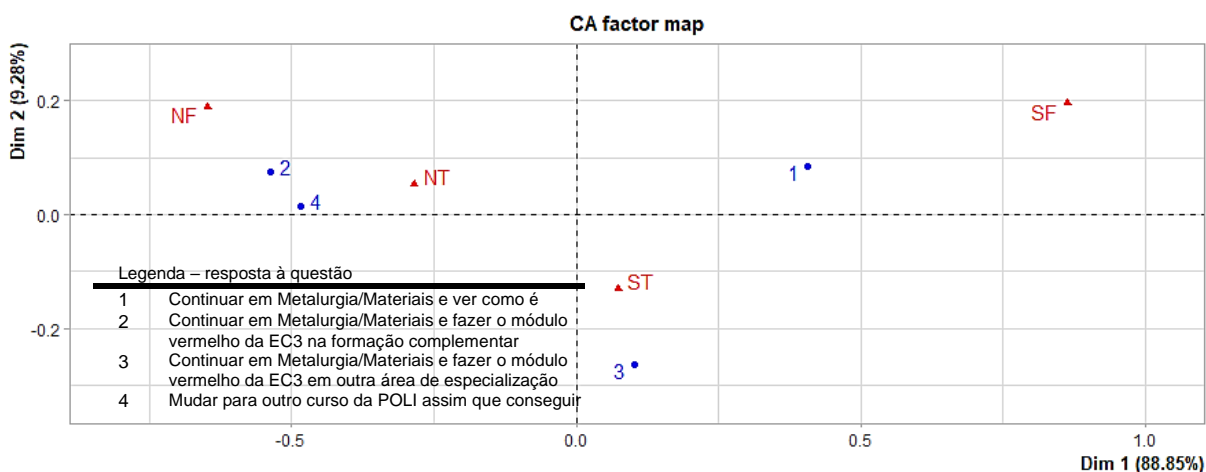
obterem formação complementar ou outra área de especialização que não seja o seu curso de origem escolhido para graduação.

Quando realizada a análise das pretensões de alunos em cursarem o módulo vermelho EC3, os valores percentuais somados para as perguntas “fazer o módulo vermelho na formação complementar” e “fazer o módulo vermelho em outra área de especialização” apresentam-se expressivos (48,1%, 35,9%, 33,3%, 28,6% e 37,5% entre os anos de 2017 e 2021, respectivamente) (figura 17a), demonstrando o interesse do aluno em adquirir conhecimentos diversos na área de engenharia. O percentual de 2017 para essas pretensões associadas superam o percentual para continuidade no curso de metalurgia e materiais somente. As intenções de mudança de curso da Escola Politécnica variaram de 10,3% (2018) à 20,4% (2020) (figura 17a).

Figura 17 - (a) Pretensões do aluno na continuidade do curso no PMT e (b) análise de correspondência entre a questão e estilo de aprendizagem / interesses de carreira.



a



b

Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

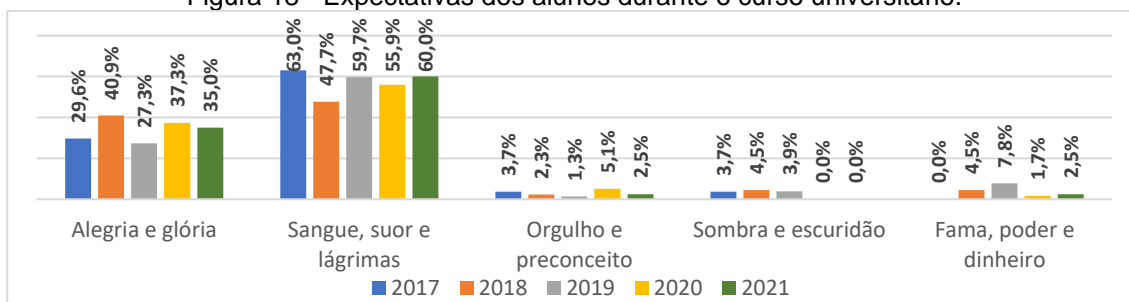
Dentre as questões do grupo “escolhas do indivíduo”, esta foi a única que apresentou diferença significativa quando avaliada sob o aspecto dos tipos MBTI e das

associações psicológicas, especificamente quanto a correspondência com os Estilos de aprendizagem/Interesses de carreira (Teste χ^2 – 17,331; df – 9; p-value – 0,044), atendendo hipótese nula, que possibilita a aplicação de CA. Nesta análise (figura 17b) o eixo horizontal (dimensão 1) representa 88,85% da explicação de correspondência do modelo, e está relacionada às respostas “continuar em metalurgia/materiais e ver como é”, que está em oposição à “continuar em metalurgia/materiais e fazer o módulo vermelho” e “mudar para outro curso da POLI assim que conseguir”. O eixo evidencia que os tipos de personalidades “Sensação (S)” tem maior preferência em continuar no PMT, porém os tipos ST tem a tendência a cursar o módulo vermelho em outra área de especialização. Outro fato observado é que os tipos NT e NF buscam continuar no PMT e realizar o módulo vermelho na formação complementar ou pretendem mudar de curso assim que possível. Os tipos Intuição (N) apresentam maior proximidade a ideia de não permanecerem no PMT ou permanecerem sem uma formação complementar. Os perfis NF são os que mais tendem a não permanência no PMT sem formação complementar ou outra especialização, enquanto os SF são os que mais procuram a formação em Metalurgia e Materiais sem formação complementar ou sem outra área de especialização.

O segundo eixo (vertical) é explicado pela resposta “continuar em metalurgia/materiais e fazer o módulo vermelho da EC3 em outra área de especialização”, mas apresenta índice baixo de significância nesta explicação (somente 9,28%). Apresentam proximidade do perfil ST, que mostra essa tendência deste tipo de alunos a buscarem outra área de especialização, opção com baixo relacionamento na escolha dos outros tipos de personalidades analisados.

A questão apresentada na pesquisa aplicada aos ingressantes “o que você espera da POLI?” (figura 18) indica o reconhecimento de nível acadêmico criterioso apresentado pela Escola Politécnica da USP. Isto é indicado através de percentuais expressivos da resposta “Sangue, suor e lágrimas”, que demonstra a adversidade já esperadas pelos ingressantes. Em segundo lugar observou-se valores percentuais também massivos quanto a resposta “Alegria e glória” que indica claro entendimento dos alunos quanto aos resultados de seu empenho durante e após o estudo na instituição. As respostas “Orgulho e preconceito”, “Sombra e escuridão” e “Fama, poder e dinheiro” não tiveram adesão significativa por parte dos alunos, portanto os sentimentos indicados por estas respostas não foram tão persuasivos aos alunos.

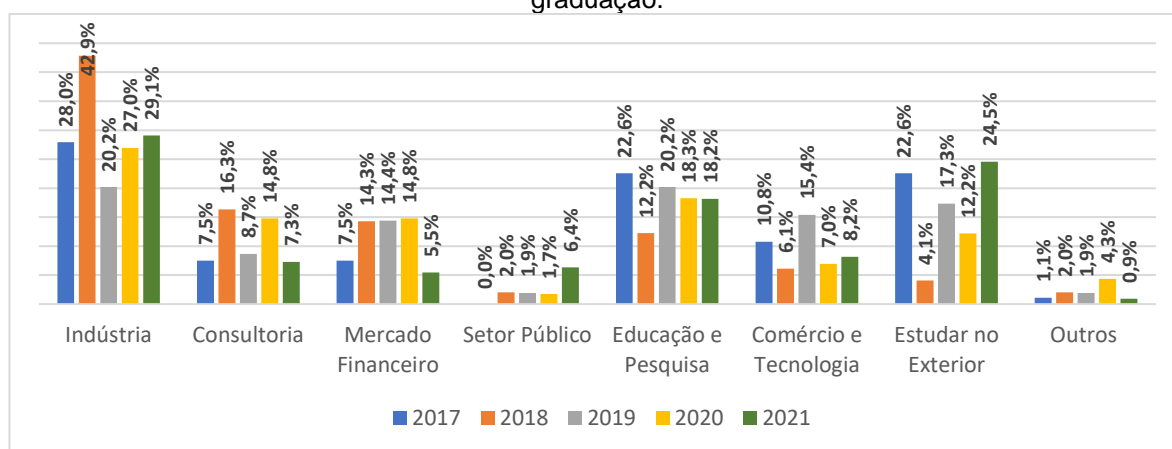
Figura 18 - Expectativas dos alunos durante o curso universitário.



Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

Os questionários indicaram que a pretensão dos alunos quanto ao local de atividade após sua formação (figura 19), indicando a indústria como local preferencial. No ano de 2018 este referencial foi o que obteve maior adesão por parte dos alunos, enquanto em 2019 a escolha por indústria demonstrou empate com o prosseguimento em área acadêmica (Educação e Pesquisa). Cabe o destaque também a pretensão de continuidade dos estudos no exterior, conforme indicação dos alunos em pesquisa, que oscilou entre 12,2% (2020) e 24,5% (2021), exceto pelo percentual obtido em 2018 (4,1%), o mais baixo desta série (figura 17).

Figura 19 - Expectativas do aluno quanto sua atuação profissional após o término do curso de graduação.



Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

4.2 MÉTODO ESTATÍSTICO

A tabulação do teste MBTI demonstrado na tabela 10 indica o percentual de tipo de personalidade de alunos por ano de ingresso. O resultado geral (que engloba todos os 5 anos coletados) indicam que as preferências dos alunos ingressantes de Engenharia Metalúrgica e Materiais é por introversão (56% dos respondentes), preferem a sensação em relação à intuição (56% dos perfis coletados), grande porcentagem optou por pensamento (74,2% dos questionários). Outra grande fatia preferem o julgamento (79,8% das respostas) em detrimento à percepção, sendo este o processo mental menos encontrado nos perfis apresentados nos testes.

Tabela 10 – Valores percentuais de tipo de personalidade observado nos alunos ingressantes

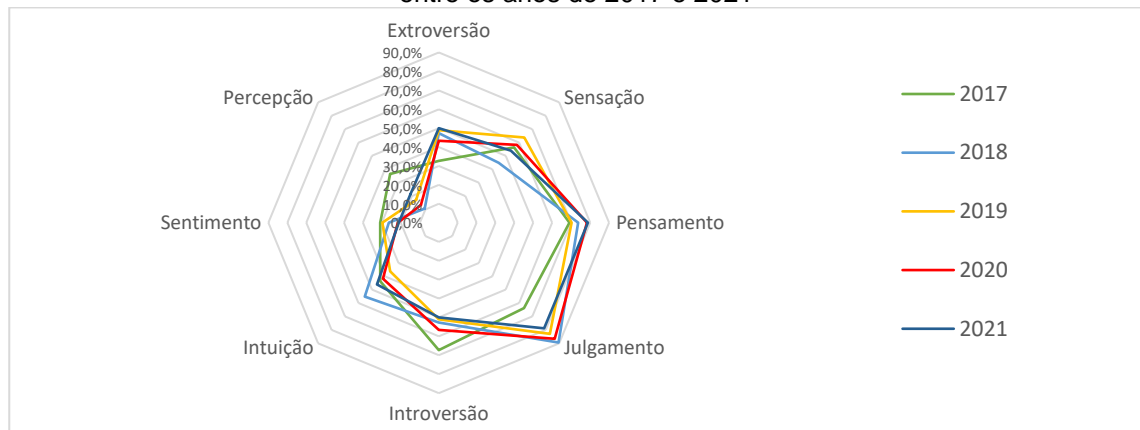
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | LEGENDA |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| ESTJ | 10,9% | 23,7% | 25,5% | 21,7% | 17,3% | E Extroversão |
| ESTP | 3,6% | 2,6% | 2,1% | 0,0% | 1,9% | I Introversão |
| ESFJ | 7,3% | 0,0% | 4,3% | 3,3% | 1,9% | S Sensação |
| ESFP | 1,8% | 0,0% | 2,1% | 0,0% | 3,8% | N Intuição |
| ISTJ | 18,2% | 15,8% | 19,1% | 28,3% | 25,0% | T Pensamento |
| ISTP | 10,9% | 0,0% | 0,0% | 1,7% | 0,0% | F Sentimento |
| ISFJ | 1,8% | 2,6% | 10,6% | 3,3% | 1,9% | J Julgamento |
| ISFP | 1,8% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 1,9% | P Percepção |
| ENTJ | 3,6% | 10,5% | 6,4% | 10,0% | 13,5% | |
| ENTP | 3,6% | 0,0% | 2,1% | 1,7% | 3,8% | |
| ENFJ | 0,0% | 7,9% | 2,1% | 0,0% | 3,8% | |
| ENFP | 1,8% | 2,6% | 4,3% | 6,7% | 3,8% | |
| INTJ | 12,7% | 15,8% | 8,5% | 13,3% | 11,5% | |
| INTP | 5,5% | 5,3% | 6,4% | 1,7% | 5,8% | |
| INFJ | 9,1% | 13,2% | 6,4% | 6,7% | 3,8% | |
| INFP | 7,3% | 0,0% | 0,0% | 1,7% | 0,0% | |
| | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | |

Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

Em valores consolidados englobando todos os anos de coleta, a grande maioria dos estudantes apresentaram a função ISTJ (21,83% do total de alunos). Contudo, a função ESTJ também surge de forma bastante significativa no levantamento realizado, no qual a preferência por Extroversão é citada em 44% dos testes em geral. Observa-se que 19,44% dos testes indicaram a presença do perfil ESTJ nos calouros.

Se observa que os dados provenientes dos testes dos anos de 2018 a 2021 apresentam uma simetria, e que a curva apresentada pelo ano de 2017 tem a menor afinidade geométrica com as demais. Os perfis medianos, ou seja, média entre todos os perfis encontrados em determinado ano, estão demonstrados graficamente na figura 20, onde o tipo ESTJ prevalece em 2018, 2019, 2020 e 2021, enquanto em 2017 o perfil mediano é ISTJ.

Figura 20 - Gráfico demonstrando os tipos MBTI característicos dos alunos ingressantes do PMT/USP entre os anos de 2017 e 2021



Fonte: o autor

A constatação da existência ou não de similaridade entre estas curvas características foi verificada através de análise estatística multivariada dos dados. Inicialmente utilizou-se o teste de normalidade Shapiro-Wilk sobre os tipos de preferência, os resultados obtidos estão na tabela 11. Dentre os tipos avaliados vários apresentaram dados não-paramétricos, ou seja, não atendem à distribuição normal.

Os dados avaliados sob o critério “por ano” demonstram-se não paramétricos, ou seja, não provém de uma população com distribuição normal nos anos de 2018 ($w=0,826$, $p\text{-value}=0,006$), 2019 ($w=0,790$, $p\text{-value}=0,002$), 2020 ($w=0,755$, $p\text{-value}=0,0007$) e 2021 ($w=0,774$, $p\text{-value}=0,001$), onde “w” é o valor calculado pelo método S-W. O ano de 2017 foi o único em que a distribuição de dados satisfaz a distribuição gaussiana ($w=0,909$, $p\text{-value}=0,113$).

Tabela 11 – Resultados obtidos no teste de normalidade Shapiro-Wilk para cada um dos oito tipos de preferência observados em testes MBTI.

| | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | | Dados paramétricos? |
|-------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|--------------|---------------------|
| | W | p-value | W | p-value | W | p-value | W | p-value | W | p-value | |
| Extroversão | 0,884 | 0,207 | 0,775 | 0,015 | 0,575 | 0,00008 | 0,782 | 0,018 | 0,713 | 0,003 | Não |
| Introversão | 0,954 | 0,747 | 0,802 | 0,030 | 0,878 | 0,180 | 0,739 | 0,006 | 0,763 | 0,011 | Não |
| Sensação | 0,858 | 0,114 | 0,691 | 0,002 | 0,823 | 0,050 | 0,697 | 0,002 | 0,697 | 0,002 | Não |
| Intuição | 0,969 | 0,893 | 0,935 | 0,566 | 0,928 | 0,494 | 0,892 | 0,243 | 0,849 | 0,092 | Sim |
| Pensamento | 0,866 | 0,137 | 0,913 | 0,379 | 0,853 | 0,102 | 0,853 | 0,103 | 0,943 | 0,637 | Sim |
| Sentimento | 0,812 | 0,038 | 0,751 | 0,008 | 0,909 | 0,0004 | 0,842 | 0,078 | 0,798 | 0,026 | Não |
| Julgamento | 0,972 | 0,916 | 0,973 | 0,917 | 0,871 | 0,153 | 0,913 | 0,377 | 0,879 | 0,185 | Sim |
| Percepção | 0,850 | 0,096 | 0,723 | 0,004 | 0,858 | 0,115 | 0,710 | 0,003 | 0,913 | 0,378 | Não |

Legenda: p-value $0,000 > 0,05$ (distribuição normal); p-value $0,000 \leq 0,05$ (distribuição não paramétrica)

Fonte: resultados tabulados a partir de cálculos em RStudio

Em continuidade aos procedimentos de análise, o teste Fligner-Killen foi aplicado à totalidade dos dados. O teste apontou homogeneidade de variância para a totalidade ($\chi^2 = 1,3572$, $df = 4$, $p\text{-value} = 0,8516$). Para a análise de homogeneidade de variância por tipos de preferência, o teste Fligner-Killeen apontou

os resultados observados na tabela 12. De acordo com os resultados constatados, existe homogeneidade de variância na distribuição de dados analisados.

Tabela 12 – Resultados obtidos no teste de homogeneidade da variância Fligner-Killeen para cada um dos oito tipos de preferência observados em testes MBTI

| | χ^2 | df | p-value |
|--------------------|----------|----|---------|
| Extroversão | 2,236 | 4 | 0,692 |
| Introversão | 0,913 | | 0,923 |
| Sensação | 1,488 | | 0,829 |
| Intuição | 3,894 | | 0,421 |
| Pensamento | 2,524 | | 0,640 |
| Sentimento | 5,326 | | 0,255 |
| Julgamento | 2,128 | | 0,712 |
| Percepção | 1,963 | | 0,743 |

Legenda: χ^2 - distribuição qui quadrado; df – graus de liberdade; p-value – nível descritivo

Fonte: resultados tabulados a partir de cálculos em RStudio

O teste de identificação de anomalias ou *outliers* foi aplicado por tipo de preferência em todos os dados. Esta análise indicou anormalidades em dados de todos os anos (2017 a 2021), como indicado na tabela 13. Note que na análise de todos os dados (linha GERAL) os perfis ESTJ e ISTJ se apresentaram como anomalias, evidenciando que grande parte dos alunos ingressantes são detentores destes perfis, em detrimento a outros perfis encontrados no corpo discente ingressante.

Tabela 13 – Resultados obtidos no método de identificação de anomalias ou *outliers* na população de dados.

| | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|------|------|------|------|------|
| TIPO DE PREFERÊNCIAS | E | <i>Outliers</i> | ESTJ | ESTJ | ESTJ | ESTJ | |
| | Extroversão | Extremos | | | | ENTJ | |
| | I | <i>Outliers</i> | | | ISTJ | ISTJ | |
| | Introversão | Extremos | | | | | |
| | S | <i>Outliers</i> | | ESTJ | ISTJ | ESTJ | ISTJ |
| | Sensação | Extremos | | | | | ISTJ |
| | N | <i>Outliers</i> | | | | | ENTJ |
| | Intuição | Extremos | | | | | |
| | T | <i>Outliers</i> | | | ENTJ | | |
| | Pensamento | Extremos | | | | | |
| | F | <i>Outliers</i> | | INFJ | ISFJ | | |
| | Sentimento | Extremos | | | | | |
| | J | <i>Outliers</i> | | | ESTJ | | |
| | Julgamento | Extremos | | | | | |
| | P | <i>Outliers</i> | | | | ENFP | |
| | Percepção | Extremos | | | | | |
| GERAL | <i>Outliers</i> | | | ESTJ | ISTJ | ESTJ | |
| | Extremos | | | | ISTJ | ESTJ | |

Observação: anomalias extremas supera no mínimo o dobro do valor do *outlier*.

Fonte: resultados tabulados a partir de cálculos em RStudio

Quando o teste de anomalias foi aplicado por tipo de preferência, o perfil ESTJ se apresentou 6 vezes como *outlier* e 3 vezes como extremo. Já o perfil ISTJ é o segundo que mais ocorreu, constando 3 vezes como *outlier* e 2 vezes como extremo. As demais ocorrências podem ser observadas na tabela 13, contudo vale ressaltar que

o tipo de preferência julgamento (J) aparece em 19 perfis quando avaliado o tipo de preferência, ou seja, em 95% das anormalidades. O tipo de preferência pensamento (T) também se apresentou em 85% das ocorrências. As características sensação (S) aparece em 75% das ocorrências e a extroversão (E) surge em 65% das anomalias.

Diante da constatação de que os dados demonstram anomalias bem definidas nos perfis analisados (nos tipos de preferência e em todos os dados agrupados), não é possível o uso de métodos como a ANOVA, que se torna inconsistente quando aplicado sobre dados não paramétricos.

A aplicação de análise Kruskal-Wallis sobre os dados demonstrou que existem similaridade entre as medianas características de perfis e de todas as funções MBTI agrupadas (resultados demonstrados na tabela 14). Desta forma, o método aponta que não há diferenças entre os grupos de perfis ao decorrer dos anos analisados nesta pesquisa.

Tabela 14 – Resultados da aplicação de avaliação multivariada Kruskal-Wallis para os tipos de preferência e para os dados totais

| | χ^2 | df | p-value |
|---------------|----------|----|---------|
| E Extroversão | 1,9249 | | 0,750 |
| I Introversão | 1,5941 | | 0,810 |
| S Sensação | 1,7565 | | 0,780 |
| N Intuição | 0,5655 | | 0,967 |
| T Pensamento | 0,3486 | 4 | 0,986 |
| F Sentimento | 1,5509 | | 0,818 |
| J Julgamento | 0,7122 | | 0,950 |
| P Percepção | 7,7784 | | 0,100 |
| GERAL | 1,3516 | | 0,853 |

Legenda: χ^2 - distribuição qui quadrado; df - graus de liberdade; p-value - nível descritivo

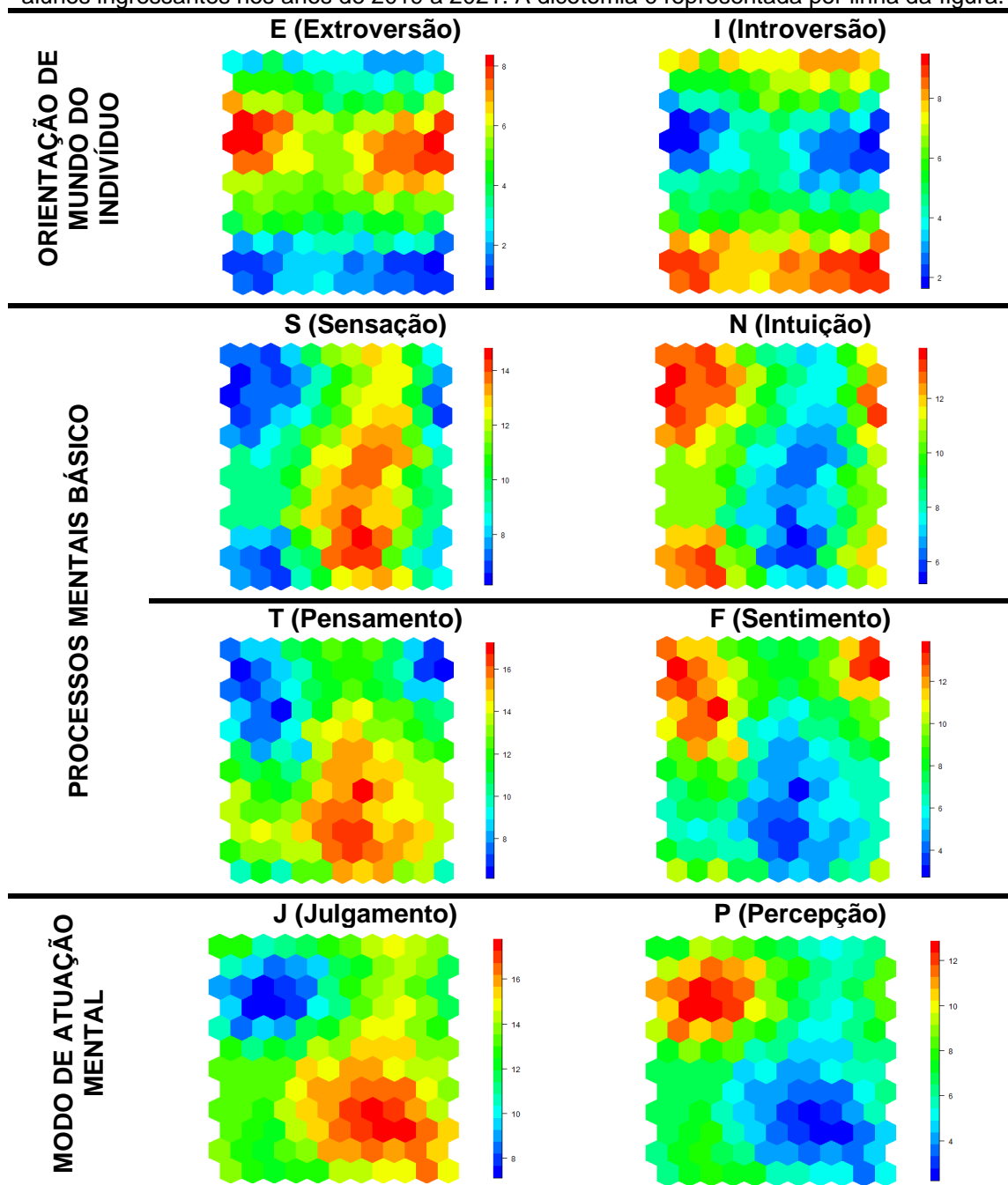
Fonte: resultados tabulados a partir de cálculos em RStudio

Observou-se que, na função MBTI percepção, o teste apresentou os valores de χ^2 (7,7784) e p-value (0,100), distinto aos demais montantes. Isto é decorrente ao cálculo apresentar divergências grandes nas frequências observadas para cada classe em relação às frequências esperadas para a classe. Vale enfatizar que, dentro da dicotomia julgamento-percepção (J-P), a percepção é parte minoritária, representando somente 20,2% dos alunos, sendo, inclusive, a função MBTI menos encontrada em todos os grupos apurados. Portanto, sua ocorrência foi baixa, mas o p-value apresenta-se dentro dos parâmetros estipulados pela hipótese nula.

4.3 ANÁLISE DE PERFIS DE PERSONALIDADES ATRAVÉS DE ANÁLISE MAPAS AUTO-ORGANIZÁVEIS (SOM)

Foi realizado o estudo dos perfis de personalidades MBTI através da análise por mapas auto-organizáveis. Para o estudo de perfil de personalidade dos alunos ingressantes, o processamento das informações por meio destes critérios resultou em mapas característicos por tipo de personalidade que estão demonstrados na figura 21.

Figura 21 - Resultado obtido na análise SOM para os tipos de personalidades característicos de alunos ingressantes nos anos de 2019 a 2021. A dicotomia é representada por linha da figura.



Fonte: resultados da análise SOM

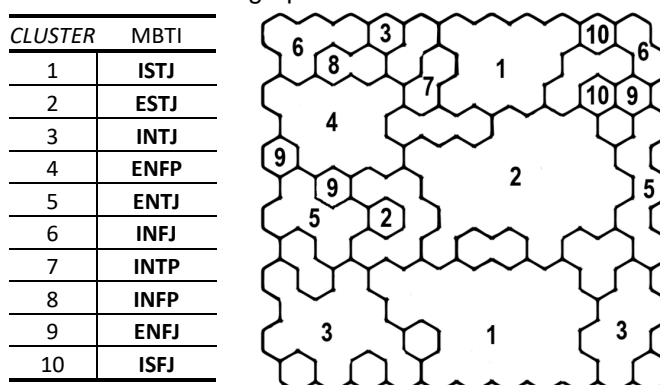
Cada célula representa um aluno quanto as suas características de personalidade. Note que os perfis dispostos à esquerda são opostos aos perfis demonstrados à direita, por se tratarem de uma dicotomia de escolha no teste MBTI. Cada célula representada nos mapas indicam as características para cada tipo de personalidade, de acordo com a dicotomia indicada por linha da figura, e que foram agrupados junto a outras células com características aproximadas. A variação da cor demonstra o quão intenso (ou não) é a característica observada na dicotomia avaliada.

O método de análise por mapeamento SOM foi configurado a estabelecer 16 *clusters* (agrupamentos) com os dados submetidos à estudo.

O resultado apresentado pelo método foi tabulado manualmente e apresentado na figura 22, onde as combinações de perfis similares por função MBTI apresentaram 10 *clusters*. A análise apresentou os perfis ISTJ, ESTJ, INTJ, ENFP, ENTJ, INFJ, INTP, INFP, ENFJ e ISFJ.

Conforme análise de dados de entrada, existem alguns perfis de alunos ingressantes que se apresentam entre os tipos característicos de pelo menos 1 dicotomia e são demonstrados na figura 22 nas células sem identificação, pois não é adequado alocá-los em agrupamentos com características definidas. Ainda vale dizer que mesmo estes grupos definidos, alguns dos resultados dos testes se apresentaram entre dicotomias, contudo a inteligência artificial existente no algoritmo do SOM agrupou estes a outros com semelhanças quanto aos tipos de personalidades.

Figura 22 - Agrupamentos após a aplicação da técnica SOM e respectivos perfis MBTI encontrados nos agrupamentos



Fonte: Figura elaborada pelo autor

Mediante a comparação através do algoritmo SOM em modelo proveniente das tabulações de resultados e definição de tipos de personalidades (tabela 10), a inteligência artificial (AI) delineou perfis MBTI distintos aos observados na

caracterização tradicional. Note que a tabulação tradicional de perfis MBTI pode incorrer em tipo de personalidade indefinido quanto as dicotomias avaliadas, quando ocorre o empate entre os valores resultantes na somatória nas tabulações dos questionários. Neste ponto o algoritmo do SOM avalia a semelhança entre perfis para realizar o agrupamento mais pertinente, portanto implicará na distinção entre os resultados tabulados e os processados pela AI, conforme resultados disponíveis na tabela 15, e fornecerá melhor tratamento à intensidades de tipos de personalidades nas dicotomias e agrupando-as por afinidade, e então possibilitando a classificação do perfil de personalidade, apresentando resultados mais condizentes às características de personalidade observadas no aluno.

4.4 COMPARAÇÃO DOS MODELOS MBTI TRADICIONAL E MAPAS AUTO-ORGANIZÁVEIS (SOM)

4.4.1 Comparação por Método Estatístico Multivariado

A comparação entre os dados do método tradicional MBTI e análise SOM estão apresentados na tabela 15. A semelhança entre as metodologias quando comparados os tipos MBTI é de apenas 61,8%, contudo avaliando-se dicotomia a dicotomia a taxa de acerto da inteligência artificial SOM atinge 81,4%. O tipo de personalidade ENFP, INTJ e INFJ foram os que mais se desviaram da semelhança entre os modelos. Essa taxa de acerto é o quanto o modelo proveniente da inteligência artificial teve resultado coincidente ao modelo tradicional.

Tabela 15 – Dados obtidos na tabulação de perfis das 136 pesquisas utilizadas para a análise, sendo constatado os resultados de perfis pelo método tradicional MBTI e por processamento SOM

| | MBTI TRADICIONAL | | SOM | |
|--------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2019 a 2021 | | 2019 a 2021 | |
| ESTJ | 36 | 26,5% | 30 | 22,1% |
| ESTP | 2 | 1,5% | 0 | 0% |
| ESFJ | 5 | 3,7% | 0 | 0% |
| ESFP | 3 | 2,2% | 0 | 0% |
| ISTJ | 33 | 24,3% | 34 | 25% |
| ISTP | 1 | 0,7% | 0 | 0% |
| ISFJ | 7 | 5,1% | 0 | 0% |
| ISFP | 0 | 0% | 0 | 0% |
| ENTJ | 14 | 10,3% | 20 | 14,7% |
| ENTP | 5 | 3,7% | 0 | 0% |
| ENFJ | 4 | 2,9% | 0 | 0% |
| ENFP | 6 | 4,4% | 19 | 14% |
| INTJ | 12 | 8,8% | 16 | 11,8% |
| INTP | 1 | 0,7% | 3 | 2,2% |
| INFJ | 7 | 5,1% | 14 | 10,3% |
| INFP | 0 | 0% | 0 | 0% |
| TOTAL | 136 | 100% | 136 | 100% |

Fonte: resultados tabulados a partir de questionários e da análise SOM

Aplicou-se a análise estatística Kruskal-Wallis nos resultados obtidos no processamento SOM comparando-o aos resultados obtidos no modelo analisado sob a estatística multivariada. Para esta análise, observou-se que o modelo obtido pelo processo SOM não apresenta diferenças significativas em relação aos dados já avaliados (tabela 16). As dicotomias também foram comparadas em relação aos dados obtidos na análise estatística multivariada, e todas apresentaram-se dentro dos limites de significância estatística.

Tabela 16 – Resultados da aplicação de avaliação multivariada Kruskal-Wallis em relação aos tipos observados após processamento SOM (linhas com dicotomias) e em relação aos dados obtidos ano a ano (GERAL)

| | χ^2 | df | <i>p-value</i> |
|----------------------|----------|----|----------------|
| E Extroversão | 1,5687 | | 0,905 |
| I Introversão | 2,9722 | | 0,704 |
| S Sensação | 4,2195 | | 0,518 |
| N Intuição | 0,5356 | | 0,991 |
| T Pensamento | 0,2571 | 5 | 0,998 |
| F Sentimento | 2,4001 | | 0,791 |
| J Julgamento | 0,6345 | | 0,986 |
| P Percepção | 9,4137 | | 0,094 |
| GERAL | 2,1462 | | 0,8286 |

Fonte: Fonte: tabulação das pesquisas MBTI do PMT

4.4.2 Comparação por Análise de Correspondência Múltipla (MCA)

A técnica MCA foi aplicada nas dicotomias, nos 16 tipos de personalidades e incluiu-se os modelos MBTI e SOM e às funções de personalidade estilo de aprendizagem / interesses de carreira (SF/NF/ST/NT), uso da informação (ES/IS/EN/IN), estilo de liderança/submissão (EP/IP/EJ/IJ), temperamentos (SJ/SP/NF/NT), lidar com a mudança (IJ/IP/EP/EJ), visando analisar mais características associadas ao modelo principal.

A tabela 17 apresenta os resultados dos testes χ^2 aplicados aos dados. As informações com diferenças significantes foram submetidas ao teste MCA considerando-se a margem de 5% para a significância. As características dicotômicas Extroversão e Introversão (E/I), Pensamento X Sentimento (T/F) e Julgamento X Percepção (J/P) não irão ser elencados no método MCA, assim como a associação IJ/IP/EP/EJ, que demonstra as características do indivíduo para “Lidar com mudanças”, pois não alcançaram a margem de diferenças significantes.

Tabela 17 – Testes χ^2 que foram avaliados usando as combinações de tipos de personalidades.

| CARACTERÍSTICAS PSICOLÓGICAS | P-value |
|---|----------------|
| Extroversão X Introversão (E/I) | 0,466 |
| Sensação X Intuição (S/N) | 0,005 |
| Pensamento X Sentimento (T/F) | 0,886 |
| Julgamento X Percepção (J/P) | 0,611 |
| Estilos de aprendizagem/ Interesses de carreira (SF/NF/ST/NT) | $9,2e^{-5}$ |
| Uso da informação (ES/IS/EN/IN) | 0,034 |
| Liderança/Submissão (EP/IP/EJ/IJ) | 0,021 |
| Temperamentos (SJ/SP/NF/NT) | 0,003 |
| Lidar com mudanças (IJ/IP/EP/EJ) | 0,775 |
| 16 perfis MBTI | $1e^{-4}$ |

Fonte: Estudo de dados MBTI do PMT

Os 16 perfis MBTI apresentaram-se dentro da significância quanto a existência de diferenças estatísticas entre os modelos. Esta variável não será considerada em toda a comparação, diante da complexidade que as várias categorias (16 perfis) trazem, aumentando os graus de liberdade e que, conseqüentemente, aumenta o número de dimensões sob a análise, implicando na diminuição do grau de explicação obtidas em cada par de dimensões analisadas, e acrescentando muito pouca informação ao estudo.

Esta análise contendo os perfis MBTI envolve 27 dimensões explicativas e a relação entre dimensão 1 X dimensão 2 igual à 33,2% (19,6% e 13,6% respectivamente), enquanto as análises sem perfis MBTI apresentam-se com 14 dimensões explicativas e relação dimensão 1 X dimensão 2 igual à 49,8% (30,7% e 19,1% respectivamente), conforme percentuais demonstrados na tabela 18.

Tabela 18 – Percentuais explicativos representados por cada dimensão do MCA para o modelo.

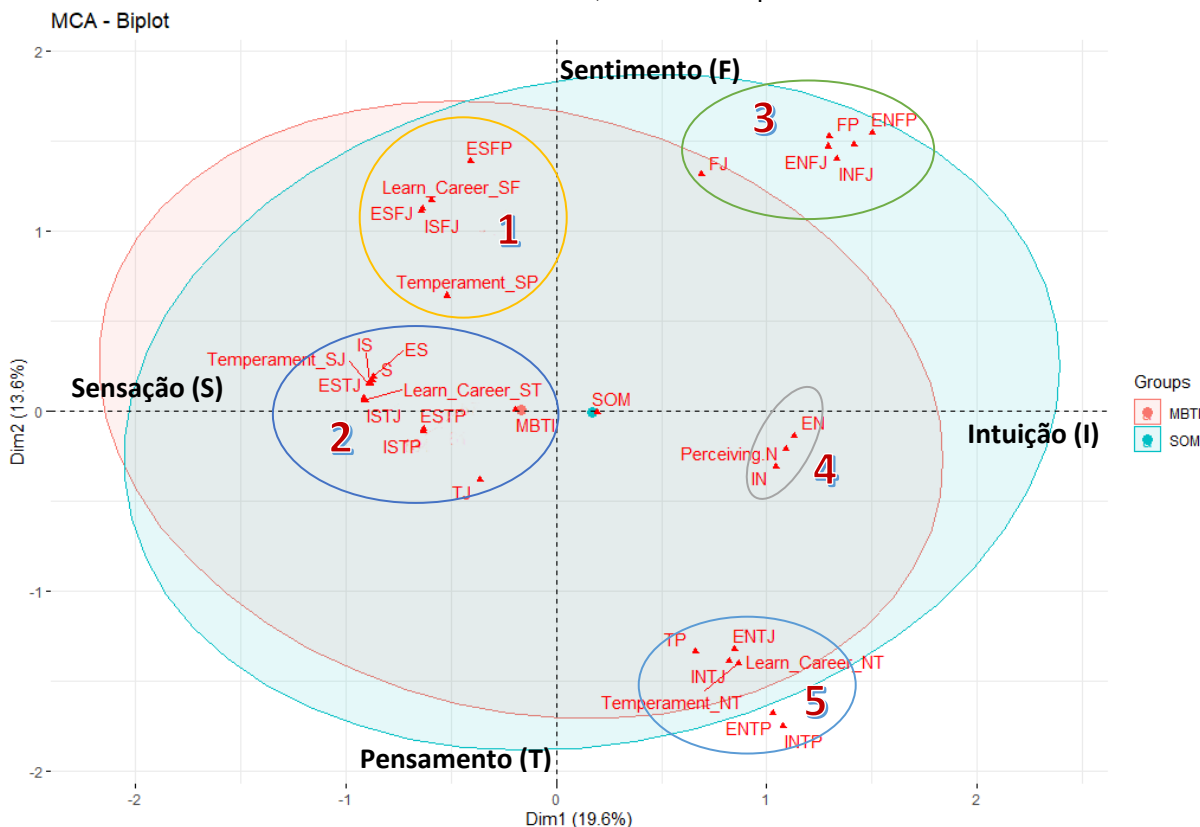
| | | Dimensão 1 | Dimensão 2 | Dimensão 3 | Dimensão 4 | Somatória outras Dimensões |
|----------------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|
| Com tipos MBTI | % | 19,6 | 13,6 | 9,9 | 9,4 | 47,5 |
| | %Acumulado | 19,6 | 33,2 | 43,1 | 52,5 | 100,0 |
| Sem tipos MBTI | % | 30,7 | 19,1 | 12,1 | 11,1 | 27,0 |
| | %Acumulado | 30,7 | 49,8 | 61,9 | 73,0 | 100,0 |

Fonte: Resultados da Análise de Correspondência Múltipla

A demonstração considerando os perfis MBTI será apresentada somente na análise gráfica da figura 23 e as demais análises MCA serão feitas sem a variável perfis MBTI sem prejuízos, pois de acordo com os cálculos para obtenção de resultados, não há variação de posições das demais variáveis em relação as

dimensões. A redução da quantidade de variáveis faz com que o valor de explicação da dimensão aumente, e portanto, melhora os percentuais explicativos por dimensão.

Figura 23 - Região de distribuição dos dados do MBTI Tradicional e agrupamento SOM considerando-se as Dimensões 1 e 2, incluindo os perfis MBTI.



Fonte: do autor.

A figura demonstra que a dimensão 1 está relacionada à dicotomia sensação e intuição (S/N), sendo que a linha tracejada vertical indica a transição de uma dicotomia para outra. A dimensão 2 destaca as características pensamento e sentimento (dicotomia T/F), com pensamento abaixo da linha tracejada e sentimento acima.

É possível constatar que os grupos de dados pertinentes ao modelo MBTI tradicional e análise SOM são muito parecidos na relação de dimensões 1 e 2 (MBTI tradicional - círculo em rosa / Análise SOM – círculo em azul). A relação de semelhança também se evidencia através do distanciamento de centro vetorial de grupo obtidos para as dimensões 1, 2 e 3 (0,203; 0,010; 0,534 em relação à intersecção dos eixos de dimensões respectivamente), que são valores pequenos quando considerada a variância de dados.

Outra observação são grupos bem definidos quanto a distribuição dos dados, que foram agrupados por proximidade e afinidade de características. A análise

demonstra o grupo 1, onde os perfis ESFP, ESFJ, ISFJ apresentam-se muito semelhantes em suas características em relação as dimensões analisadas, e estão próximos às associações psicológicas SF (simpáticos/amistosos) e SP (artesãos), sendo a característica SP um ponto um pouco afastado dos demais. Note que este agrupamento está bastante centrado na linha de transição entre Pensamento (T) e Sentimento (F).

Já o grupo 2 na figura 23 demonstra a proximidade de perfis ESTJ, ISTJ, ESTP, ISTP. Estas características estão muito relacionadas ao perfil Sensação (S) e as associações SJ (guardiões), IS (pensadores realistas), ES (realistas orientados para a ação), ST (práticos/analíticos) e TJ (tomadores lógicos de decisão), este último já um pouco mais distanciado. Note que estes perfis estão muito relacionados ao grupo de dados provenientes MBTI tradicional. Já a centralização vetorial de dados da análise SOM apresenta-se mais isolado com maior tendência à intuição (N).

Características pertinentes á associações de intuição (N) e sentimento (F) apresentam-se no agrupamento 3. Observa-se os perfis ENFP, ENFJ e INFJ agrupados às características associadas FJ (tomadores de decisão a base de valor) e FP (desenvolvedores de apoio).

Para o grupo 4, verifica-se que está abaixo da linha de transição entre Pensamento (T) e Sentimento (F), com maior tendência à Pensamento (T). Neste agrupamento se encontram as características Intuição (N), EN (inovadores orientados à ação) e IN (pensadores inovadores). Note que estas características são correlacionadas aos agrupamentos 3 e 5, sendo que EN (inovadores orientados à ação) tem leve tendência ao grupo 3 e IN (pensadores inovadores) apresentam um pouco mais de afinidade com o grupo 5.

Os tipos ENTJ, INTJ, ENTP, INTP estão dispostos próximos no grupo 5 em gráfico. Como características associadas, observa-se TP (solucionadores adaptáveis de problemas) e NT (lógicos/analíticos) para temperamento, aprendizado e carreira.

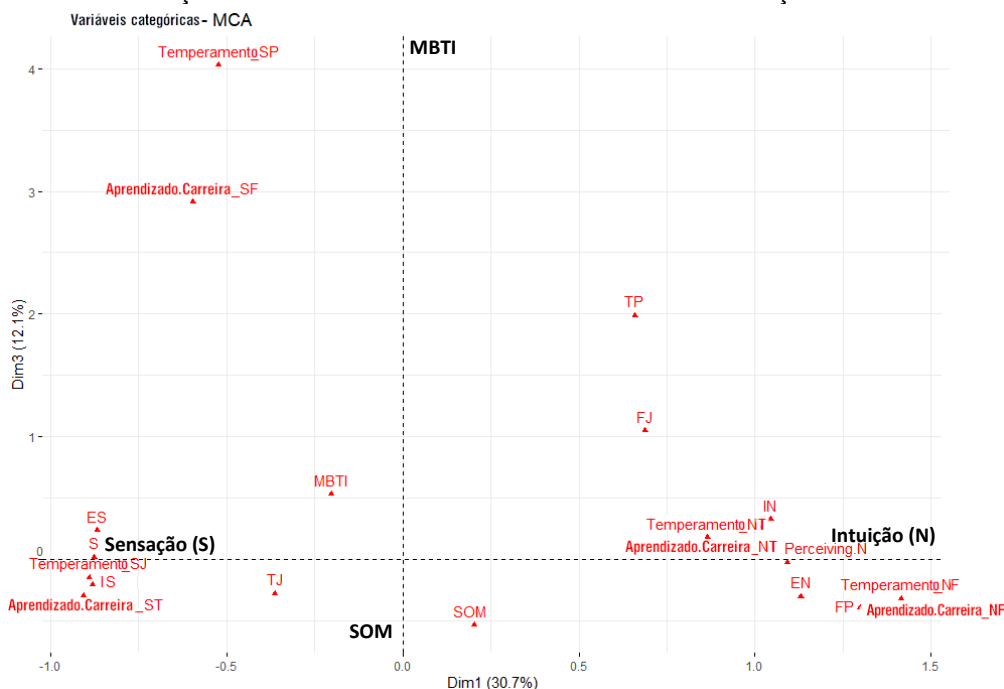
Um atributo importante observado no grupo de dados analisados é que os tipos e associações psicológicas relacionadas à sensação (S) estão próximos à linha de transição entre pensamento (T) e sentimento (F) ou acima dela, com maior tendência à sentimento (F), além de não serem tão agudos para sensação (S), contudo estão próximos à linha de transição entre sensação (S) e intuição (N). A característica mais

relacionada à pensamento (T) neste grupo em análise é a TJ (tomadores lógicos de decisão), relacionado à característica de liderança.

Há um grande distanciamento dos grupos 3 e 5, indicando que características associadas TP (solucionadores adaptáveis de problemas) e NT (lógicos/analíticos) são muito distintos as FJ e FP's (tomadores de decisão baseados em valores e desenvolvedores de apoio respectivamente) quando avaliados sob a dimensão 2 (pensamento/sentimento). Em análise análoga, há grande proximidade dos grupos 1 e 2, relacionados à sensação (S), sendo que os indivíduos destes grupos apresentam maior ligação quanto às suas escolhas.

Na figura 24 não foram incluídos os perfis MBTI, como descrito anteriormente. O grau de explicação desta análise é de 42,8%. No gráfico constam as características associadas e a dicotomia S/N que se relacionam com os grupos MBTI tradicional e análise SOM, sendo que os pontos MBTI e SOM representam o centro matemáticos de concentração dos dados pertinentes a estes dois grupos sob análise. Observa-se que a dimensão 3 relaciona-se à acuracidade dos grupos MBTI e SOM em relação às funções aprendizado/carreira, uso da informação, temperamento e liderança/submissão.

Figura 24 - Distribuição dos dados do MBTI e da análise SOM em relação às dimensões 1 e 3.



Fonte: do autor.

A afinidade do grupo análise SOM está muito relacionada ao uso da informação (ES/IS/EN/IN) e liderança/submissão (EP/IP/EJ/IJ) dada a proximidade dos dados. Já

o grupo MBTI tradicional possui maior relacionamento com as funções aprendizado/carreira e temperamento.

Relacionados à Sensação (S), a função associada SP apresenta-se bastante distante em relação as demais características em análise, assim como a função SF. Funções ES (realistas orientados para a ação), SJ (guardiões), ST (práticos/analíticos), TJ (tomadores lógicos de decisão) encontram-se em grupo próximo ao eixo de transição da dimensão 3.

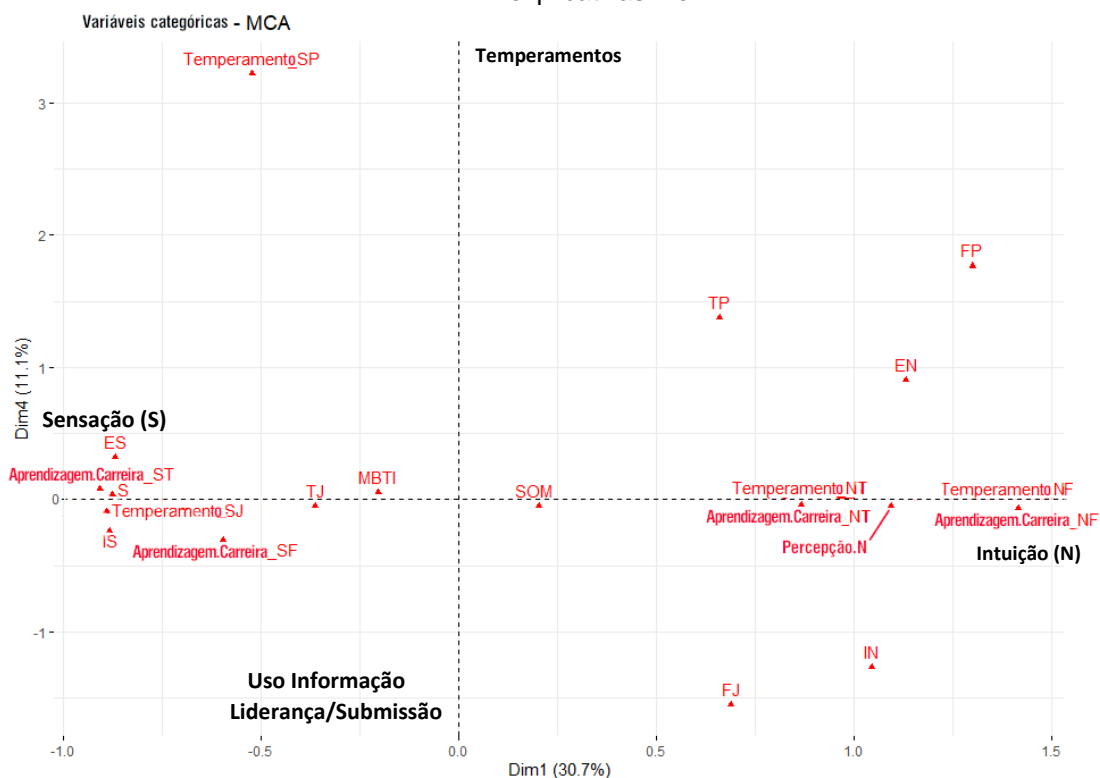
Para o grupo relacionado à intuição (N), as funções associadas TP (solucionadores adaptáveis de problemas) e FJ (tomadores de decisão a base de valor) estão em distância moderada as demais e são características de liderança/submissão. Um grupo é configurado com as funções NT (lógicos/analíticos), IN (pensadores inovadores), EN (inovadores orientados à ação), FP (desenvolvedores de apoio) e NF (perspicazes/entusiásticos) muito próximo ao eixo de transição da dimensão 3.

A figura 25 demonstra a dimensão 4, que se relaciona com os estilos de liderança/submissão, uso da informação e temperamentos. O índice de explicação nesta análise é de 41,8%. Analisando os grupos relacionados à intuição (N), os tipos mais introvertidos encontram-se abaixo da linha de transição horizontal e os extrovertidos estão acima. Nisto observa-se que a função FJ (tomadores de decisão a base de valor) está próxima aos IN (pensadores inovadores), enquanto os indivíduos com característica EN (inovadores orientados à ação) estão relacionados às características TP (solucionadores adaptáveis de problemas) e FP (desenvolvedores de apoio).

Enquanto no grupo dos sensação (S), existe uma maior proximidade das características associadas TJ (tomadores lógicos de decisão), SF (práticos/"mãos-na-massa"), SJ (guardiões), ST (analíticos/objetivos), ES (realistas orientados para a ação), IS (pensadores realistas), todos próximos a linha de transição da dimensão 4.

Um grupo que ficou isolado nesta dimensão foram os detentores da característica SP (artesãos), relacionados com extroversão (E) e sensação(S), estes indivíduos detém característica muito dispersa dos demais.

Figura 25 - Distribuição dos dados do MBTI tradicional e análise SOM em relação às dimensões explicativas 1 e 4.



Fonte: do autor.

4.5 RESULTADOS RELACIONADOS COM A FORMA DE APRENDIZAGEM

Se observada a incidência do tipo de preferência julgamento (J) quando realizado a verificação a tabulação tradicional MBTI, constata-se que os mesmos representam 79,8% dos tipos MBTI apurados nas análises iniciais dos dados. Desta forma, para os docentes do PMT recomenda-se a condução do ensino com a organização de conceitos, delimitação das atividades, e períodos pré-estabelecidos para execução das tarefas. A liberdade e flexibilidade para o desenvolvimento de atividades é requerida para os 21,2% de alunos que representam a preferência percepção (P).

Cabe ressaltar que os perfis ISTJ e ESTJ foram os tipos de personalidades mais encontrados na contagem geral de alunos na tabulação tradicional MBTI, representando juntos 41,27% dos resultados de testes aplicados, e também aparecendo com muita incidência nos testes AED quando constatado as anomalias, mostrando seu destaque quanto aos demais grupos de funções MBTI. Estes grupos apresentam em comum a necessidade de aprenderem com informações detalhadas e regras de atividades bem definidas quanto a prazos e organização do curso em geral.

Porém o instrutor deve ter o cuidado para abranger os demais tipos de personalidades encontrados no grupo.

Quando observados os ingressantes sob os resultados do processamento SOM, os tipos de personalidade com as características ST, que recebem a mesma orientação quanto ao trato docente e são indicados na tabela 19 na linha SOM. Cabe enfatizar que os perfis ISTJ e ESTJ são de grande representatividade no grupo de alunos analisados, juntos somam 47,1% dos resultados.

Tabela 19 – Combinação de tipos MBTI quanto ao modo de aprendizagem, permanência no PMT e tendências de grupos.

O percentual apresentado na tabela demonstra a parcela de alunos ingressantes perante estes padrões e perante o método de análise de dados.

| TIPOS | ST | NT | NF | SF |
|-------------------------------------|--|---|--|---|
| MBTI | 43,0% | 28,2% | 15,9% | 9,9% |
| SOM | 47,1% | 28,7% | 24,3% | 0% |
| Modo de aprendizado | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprendem melhor com atividades práticas; ▪ Necessitam de informações sobre coisas úteis e de ordem prática, que possam ser utilizadas no dia-a-dia; ▪ Instruções bem definidas são fundamentais. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprendem com teorias sobre o funcionamento das coisas; ▪ Precisam analisar e aplicar conceitos lógicos; ▪ Necessidade de serem desafiadas a resolverem problemas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Melhor desempenho com atividades simbólicas e metafóricas, que utilizam a imaginação e a criatividade; ▪ Requerem reconhecimento individual de seus méritos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprendem fazendo as atividades; ▪ Precisam de instruções e interações amigáveis. |
| Permanência no PMT | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sim, mas tendem a cursar módulo vermelho em outra área de especialização | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maior tendência a buscar formação complementar; ▪ Também buscam a não permanência no PMT | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maior tendência à não permanência no PMT; ▪ Também buscam a permanência com formação complementar | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Buscam permanência no PMT sem outras formações |
| Tendências dos grupos (Análise MCA) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Características próximas ao SF ▪ Apesar de enquadrado em Pensamento (T), apresentaram tendência à Sentimentos (F) ▪ Introversos com tendências à Extroversão ▪ Tomadores lógicos de decisão ▪ Realistas Orientados à ação ▪ Guardiões ▪ Pensadores realistas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Características distantes aos demais ▪ Introverso ▪ Solucionadores adaptáveis de problemas ▪ Parecidos com NF em relação ao uso de informações ▪ Racionais ▪ Representantes característicos de Pensamento (P), distantes de Sentimento (F) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Características distantes aos demais ▪ Extroversos ▪ Desenvolvedores de apoio ▪ Tomadores de decisão com base em valores ▪ Parecidos com NT em relação ao uso de informações | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Características próximas ao ST ▪ Tendência a serem Artesões ▪ Precisos e práticos ▪ Simpáticos |

Fonte: Compilação de resultados da pesquisa relacionados à Myers (1998)

De acordo com Schurr e Ruble (1986) o indivíduo detém maior poder de controle por sobre a dicotomia Julgamento-Percepção, que está relacionada ao senso de organização e gestão de tempo. Existe a possibilidade de o docente requisitar de seus alunos ações relacionadas ao desenvolvimento de atividades que envolvam estas características.

O conhecimento do perfil de personalidade do aluno oferece ao docente opções para abordagens não convencionais, aplicação de jogos e de atividades que facilitem o entendimento de conceitos técnicos no curso de engenharia. À medida que o professor tem conhecimento do modo de aquisição de informações por parte dos alunos, se favorece a condução de conceitos moldados às características do grupo de aprendizes. Para os alunos do PMT, algumas das técnicas de ensino relacionado ao aprendizado ativo que serão benéficos ao processo cognitivo relacionado ao perfil de personalidade são os indicados na figura 26.

Figura 26 - Conceito de níveis de complexidade da aprendizagem ativa com técnicas que podem ser utilizadas com os alunos do PMT



Fonte: adaptado de University of Minessota (2022)

5. CONCLUSÃO

No contexto brasileiro, houve recente alteração na legislação em Diretriz Curricular para os cursos de Engenharia, que foi estimulada por necessidade de atualização dos currículos acadêmicos, visando torná-los mais atrativos e adequados para o futuro. Nesta normativa está discriminada a utilização de técnica de ensino “aprendizagem ativa” nos cursos de engenharia. Os preceitos desta técnica indicam que o ensino deve ser criativo e mais abrangente, com premissa de direcionar o protagonismo do aluno em sala de aula, deslocando o professor para um papel coadjuvante no processo educacional.

A associação do conceito dos tipos MBTI pode contribuir efetivamente na construção do aprendizado ativo para os perfis de personalidades encontrados na população estudada, pois disponibiliza informações quanto às características de personalidade da turma e suas preferências de escolha, fornecendo ao corpo docente da instituição e a também a outras instituições de ensino mais um recurso que parametriza a abordagem educacional a ser adotada e, desta forma, permitindo que as teorias aplicadas no curso de engenharia venham a alcançar o objetivo institucional de constituir profissionais preparados para o mercado de trabalho futuro. Os perfis de personalidade ISTJ e ESTJ são os que mais se apresentaram no grupo de alunos ingressantes, enquanto o grupo de alunos com as características de aprendizado ST representam 47,1% do grupo pesquisado segundo a análise SOM, seguindo por 28,7% de alunos com a característica NT, e 24,3% de alunos com a característica NF, o que permite ao professor aplicar conceitos de forma mais amigável ao perfil de personalidade do grupo de alunos.

Observou-se que as funções de personalidade de alunos ingressantes do curso de engenharia metalúrgica e materiais da USP apresentam perfil recorrente evidenciado através de análise multivariada não paramétrica nos anos de coleta, além de demonstrar que certos perfis MBTI se sobressaem aos demais grupos de funções psicológicas, devidamente apontadas por representatividade percentual e também fortemente destacado pelo método de análise univariada de *outliers*, que indica que os perfis ISTJ e ESTJ prevalecem no grupo amostral.

A análise SOM veio evidenciar que os indivíduos detêm intensidades de tipos de personalidades dentro das dicotomias, e não somente classificado como um único perfil característico, como apontado pelo MBTI Tradicional. Estas intensidades podem estar relacionadas à forma de escolhas do indivíduo no dia-a-dia, além do fato que o método MBTI Tradicional não admite uma dicotomia dentro da região de incerteza (empate entre as dicotomias). Em contrapartida, a análise SOM possui a capacidade de aglutinação das características de indivíduos a grupos similares, classificando-os de forma mais assertiva, pois trata melhor as questões relacionadas às intensidades das dicotomias do indivíduo.

Sob o aspecto dos resultados do processamento SOM, 53,2% dos ingressantes necessitam utilizar sua intuição (dicotomia N) para evoluírem com seu aprendizado. Portanto o uso de metáforas, teorias sobre as coisas e o uso de imaginação são requisitos para seu aprendizado.

Mediante informações obtidas em pesquisa social, na análise da questão “O que pretende fazer”, que trata da pretensão de permanência no PMT (figura 17), observa-se que a maioria dos alunos PMT tendem a buscar formação complementar ou área de especialização distinta à Metalurgia/Materiais em segundo momento, demonstrando o anseio destes alunos em outros conhecimentos além fronteiras do PMT.

Entre os dois métodos utilizados para comparar as metodologias de análise dos dados, a análise de correspondência múltipla dispôs de recursos relevantes para correlacionar os grupos de alunos e compreender suas características no exercício de seu aprendizado, uma vez que demonstra as interações entre grupos, características detidas pelas pessoas e seu modo de agir perante uma solicitação docente.

O estudo análise de correspondência múltipla (MCA) trouxe a correlação entre os grupos de dados MBTI tradicional e a análise SOM, onde observou-se bastante semelhança entre os modelos analisados nas técnicas estatísticas e computacional. Esta metodologia possibilitou ainda a inclusão de vários perfis de personalidades associados, pertinentes à própria metodologia MBTI.

Assim, na análise das dimensões 1 e 2 do MCA observou-se a correlação entre as dicotomias S/N e T/F, estas diretamente relacionadas a questões de aprendizagem dos indivíduos (Figura 21). Observou-se que os alunos com a característica

psicológica sensação(S) apresentam maior similaridade em suas preferências em relação aos detentores da característica intuição(N), que apresentam maior distanciamento entre grupos característicos. Para estes alunos pesquisados, a forma de ensino para os perfis SF e ST se assemelham mais em relação aos dos tipos NT e NF, o que indica a necessidade de maior atenção às suas características de aprendizado individuais.

Outra característica importante é a tendência dos grupos 1, 2, 3 e 4 à função psicológica Sentimento(F), e somente o grupo 5 está disposto em Pensamento(T), ou seja, o agrupamento dos tipos NT. Conforme observado nos dados de pesquisa de perfil social dos alunos, estes em sua grande maioria fazem parte da *iGen* (*Net Generation, Centennials* ou Geração Z), representados por 97,9% dos alunos pesquisados (o restante dos alunos não declara idade à pesquisa aplicada). Este estudo pode também servir de incentivo aos professores e orientadores de cursos de Engenharia no sentido de poder aconselhar seus alunos quanto a qual ramo de trabalho ele pode ser mais efetivo quanto às suas características pessoais.

Cabe ainda dar continuidade nesta aquisição de informações quanto aos alunos ingressantes e analisar os modos de aprendizagem destes novatos na faculdade de engenharia, pois a função psicológica de diferentes turmas ao longo do tempo pode ser alterada, e portanto, as formas de ensinar e aprender engenharia deve modelar-se ao novo modelo ingressante no curso, constituindo assim um curso com um plano de ação para a melhoria da aprendizagem, requisito imposto pela Diretriz Curricular Nacional do Curso de Graduação em Engenharia – DCN.

REFERÊNCIAS¹

- ANTONIASSI, N.P. **A Self-organizing maps (SOM) study on the wear and performance of MgO-C resin bonded refractories used on the slag lines of ladles of a basic oxygen steelmaking plant.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. São Paulo, p. 147. 2022.
- ASAN, U.; ERCAN, S. An Introduction to Self-Organizing Maps. In: Kahraman, C. **Computational Intelligence System in Industrial Engineering.** Paris, Atlantis Press. 2012. p. 299-319
- BAK, S. **Personality Characteristics of South Korean Students with Visual Impairments Using the Myers-Briggs Type Indicator.** Journal of Visual Impairment & Blindness, p. 287 – 297, Maio 2012.
- COHEN, Y.; ORNOY, H.; DEREN, B. **MBTI Personality profiles of Project Managers and Their Success: A Field Survey.** Project Management Journal, V.44, nº3, p. 78-87, 2013
- CONOVER, W.J.; GUERRERO-SERRANO, A.J.; TERCERO-GÓMEZ, V.G. **An update on ‘a comparative study of tests for homogeneity of variance’.** Journal of Statistical Computation and Simulation - Informa UK Limited, Vol. 88, No. 8, p. 1454-1469. 2018
- CORREA, A.P.A.; QUEIROZ, E.; TREVISAN, N. **Teste do Qui-quadrado. Disciplina de Bioestatística** – Universidade Federal do Paraná. 21 p. Disponível em: <http://www.leg.ufpr.br/lib/exe/fetch.php/disciplinas:ce001:teste_do_qui-quadrado.pdf>. Acesso em: 18 maio 2022.
- CULP, G.; SMITH, A. **Consulting Engineers: Myers-Briggs Type and Temperament Preferences.** Leadership and Management in Engineering, 9(2), p. 65-70. Abril 2009.
- DESLAURIERS, L. *et al.* **Measuring actual learning versus Feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom.** Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), vol. 116 (39), p. 19251–19257, Setembro 2019.
- DUBLIN, Professional Development Service for Teachers PDST. **Active Learning Methodologies.** Dublin, 57 p.
- DURLAK, J.A. *et al.* **Handbook of Social and Emotional Learning: Research and Practice.** New York: Guilford Publications, p. 3-19, 2015.
- FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P. **Manual de Análise de Dados.** 1ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 1187 p., 2017.
- FELDER, R.M.; BRENT, R. **Active learning: An Introduction.** Reserchgate, 5 p., janeiro 2009

¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 6023)

FELDER, R.M. WOODS, D.R., STICE, J.E., RUGARCIA, A. **The future of engineering education II. Teaching methods that work.** Chem. Engr. Education, 34(1), p. 26–39, 2000.

FREEMAN, S. EDDY, S.L, MCDONOUGH, M., SMITH, M. K., OKOROAFOR, N., JORDT, H., WENDEROTH, M. P. **Active Learning increases student performance in science, engineering, and mathematics.** Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 111(23), p. 8410–8415, Junho 2014.

FRY, H.; KETTERIDGE, S.; MARSHALL, S. **Understanding student learning. In A Handbook for Teaching and Learning in Higher Education – Enhancing academic practice.** 3^o ed. New York: Taylor & Francis, 525 p., 2009.

FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA O VESTIBULAR – FUVEST. Acervo Fuvest (Vestibulares anteriores). São Paulo, 2023. Disponível em: <<https://acervo.fuvest.br/fuvest/>>. Acesso em: 23 jan. 2023.

GARDNER, J.N.; BAREFOOT, B.O. **Your College Experience – Strategies for Sucess.** 12^o ed. Boston: Bedford/St. Martin’s, 352p., 2016.

HAIR Jr., J.F. BLACK, W.C., BABIN, B. J., ANDERSON, R.E. **Multivariate Data Analysis.** Eighth edition. Hampshire: Cengage Learning EMEA, 814p., 2019.

HAYKIN, S. **Neural Networks and Learning Machines.** 3a. ed. New Jersey: Pearson Education, Inc., 937p. 2009

HENDERSON, A.R. **Testing experimental data for univariate normality** Clinica Chimica Acta, 366, 2006. p.112-129. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2005.11.007>

HIGGS, M. **Is there a relationship between the Myers-Briggs type indicator and emotional intelligence?** Journal of Managerial Psychology, Vol.16, No. 7, 2001. p. 509-533.

HOLLANDER, M.; WOLFE, D.A.; CHICKEN, E. **Nonparametric statistical methods -** Third edition. New Jersey: Wiley, 2014. 819 p.

JORNAL DA USP, **Fuvest 2021: “Pretendemos lançar mão de todas as medidas de prevenção à pandemia”**, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://www.jornaldocampus.usp.br/index.php/2020/11/pretendemos-lancar-mao-de-todas-as-medidas-de-prevencao-a-pandemia-diz-diretora-executiva-da-fuvest-sobre-o-vestibular-adiado-para-2021/>> Acesso em: 02 jun. 2022.

KOSIC, M. **Media Literacy and for The Net Generation.** Malta, International Journal of Emotional Education, 2018, pp. 68-88

KUN, A.I.; KISS, M.; KAPITANY, A. **The Effect Of Personality On Academic Performance: Evidence From Two University Majors.** Business Education & Accreditation, Volume 7, No. 1, 2015. p.13 – 24.

LARSON, R., FARBER. B. **Estatística Aplicada**. 4ª. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 658P. 2010.

LENZ e SILVA, G.F.B. **Introdução à Engenharia 2017 – MTBI “Test”**. São Paulo: Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica / Universidade de São Paulo. 2017. Notas de aula.

LIMA, L.F.M. MAROLDI, A.M., DA SILVA, D.V.O., HAYASHI, C.R.M, HAYASHI, M.C.P.I. I. Detecção de outliers nas métricas científicas: estudo preliminar para dados univariados. In: Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria, 5., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2016. p.A21

LOBO e SILVA, R.L. **Engenheiros para quê? Formação e profissão de engenheiros no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **RESOLUÇÃO Nº2 - DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**, Brasília, DF: Diário Oficial da União, 24 de abril de 2019.

MAULINA, H; ABDURRAHMAN,A; SUKAMTO, I; KARTIKA, N; NURULSARI, Z-generation learner characteristic and expectation in the RI 4.0 era: a preliminary research in physics teacher college in Lampung. In: THE 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON THEORETICAL AND APPLIED PHYSICS (ICTAP), 2020, Bandar Lampung. **Proceedings**. IOP Publishing, 2020

MYERS, I.B. **Introduction to Type - A guide to Understanding Your Results on the Myers-Briggs Type Indicator**. 6ª.ed. Palo Alto, CA: CPP, Inc., 1998. 44p.

MYERS, I.B.; MCCAULLEY, M.H. **A guide to the Development and Use of the Myers-Briggs Type Indicator**. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, 1998.

NEVES. R.M., LIMA. R.M., MESQUITA. D. **Teacher Competences for Active Learning in Engineering Education**. Sustainability. 13, 9231. 2021. <https://doi.org/10.3390//su13169231>

NIU, X. **Statistical Procedures for Testing Homogeneity of Water Quality Parameters**. Tallahassee: Department of Statistics, Florida State University. 14 p., maio/setembro 2004.

OLIVEIRA, S.S. **Engenharia em reconstrução**. São Paulo: Pesquisa FAPESP. Ed. 313, março de 2022. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/engenharia-em-reconstrucao/>. Acesso em 13 de julho de 2022.

PINDER-GROVER, T.A. Active Learning In Engineering: Perspectives From Graduate Student Instructors. In: ASEE Annual Conference & Exposition, 120º, 2013, Atlanta. **Anais...** Atlanta.

PITTINGER, D.J. **Review of Educational Research**, Winter, Vol. 63, no. 4. p. 467-488. 1993.

ROMEIRO, D.L., CARDOSO, F.L., SCHECHTMAN, R., BRIZON, L. C., FIGUEIREDO, Z. M. **Transporte público e a Covid-19: o abandono do setor durante a pandemia**. Rio de Janeiro. Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura da Fundação Getúlio Vargas (FGV CERI). 2021.

RUGARCIA. A., FELDER. R.M., WOODS. D.R., STICE. J.E. **The Future of Engineering Education – Part 1. A Vision for a new Century**. Chemical Engineering Education. Vol. 34, No. 1. Pp. 16-25. 2000.

SÃO PAULO, **Saiba quais as medidas do Governo de SP para o combate ao coronavírus**, Governo do Estado do São Paulo. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/saiba-quais-as-medidas-do-governo-de-sp-para-o-combate-ao-coronavirus-2/>. Acesso em: 02 de Junho de 2022.

SCHURR, K.T.; RUBLE, V.E. **College Achievement: A Look Beyond Aptitude Test Results**. Journal of Psychological Type, vol.12, 1986, p.25-37.

SHAPIRO. S. S., WILK. M. B. **An analysis of variance test for normality (complete samples)**. Biometrika. v. 52. p.591-611. 1965.

THEOBALD, E. J. HILL, M.J., TRAN, E., AGRAWAL, S., ARROYO, E N., BEHLING, S., ..., FREEMAN, S. **Active Learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math**. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 117(12), p. 6476–6483. Junho 2014.

TUKEY, J. W. **Exploratory Data Analysis**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1977.

TWENGE, J.M. **iGen – Why today’s super-connected kids are growing up less rebellious, more tolerant, less happy – and completely unprepared for adulthood**, New York, Atria Books, 2017. 438p.

UNIVERSITY OF MINNESOTA. **Classroom Assessment/Activities Techniques – CATs**. Center for Educational Innovation, Disponível em: <<https://cei.umn.edu/teaching-resources/active-learning>>. Acesso em: 19 maio 2022.

GULLOTTA, T. P., **Handbook of social and emotional learning: Research and practice**. The Guilford Press. (pp. 3–19).

WEINGÄRTNER JUNIOR, P.R.; ANTONIASSI, N.P.; BINDO, V.F.; LENZ E SILVA, G.F.B. Análise Multivariada Não Paramétrica de Perfil Psicológico de Ingressantes no curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica/USP. In: L Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE e V Simpósio Internacional de Educação em Engenharia – SIEE, 2022, Brasília. **Anais**. Brasília: COBENGE, 2022.

ANEXO I – 16 Tipos de personalidades

| Função | Características e Preferências |
|--------|--|
| ISTJ | Forte senso de responsabilidade em suas relações, prefere trabalhar sozinho, pode atuar em grupo quando o trabalho é realizado corretamente. É sistemático, prático, sensível e realístico; pensa de forma lógica e analítica. Costuma se concentrar somente na lógica, sem considerar o impacto sobre as pessoas. Se não consegue usar suas competências em atividades propostas, pode se frustrar e ter uma imagem negativa de situações que o rodeiam |
| ESTJ | Pensa de jeito lógico e analítico, ser decisivo, claro e assertivo e ser pragmático. Costumam ser bons administradores, buscam organizar planejamento para organizar situações que não estão em conformidade. Podem ser intrusivos, se acham os especialistas sobre todas as coisas, podem recusar-se a escutar os outros. São impacientes com os que não seguem corretamente as regras |
| ISFJ | Tranquilo, amigável, responsável e consciente. Comprometidos e constante no cumprimento de suas obrigações. Minucioso, meticuloso e preciso. Leais, atenciosos, observam e lembram-se de detalhes sobre as pessoas que são importantes para eles, preocupados com o que os outros sentem. Esforçam-se para criar um ambiente ordenado e harmonioso no trabalho e em casa. |
| ISTP | Tolerantes e flexíveis, observadores silenciosos até o surgimento de problema e, em seguida, agem rapidamente para encontrar soluções viáveis. Analisam o que faz com que as coisas funcionem e conseguem facilmente analisar grandes quantidades de dados para isolar o núcleo dos problemas práticos. Interessados em causa e efeito, organizam os fatos usando princípios lógicos e valorizam a eficiência. |
| ISFP | Calmo, amigável, sensível e gentil. Aprecia o momento presente, o que está acontecendo ao seu redor. Gostam de ter seu próprio espaço e de trabalhar em seu próprio tempo. Leais e comprometidos com seus valores e com as pessoas que são importantes para eles. Não gostam de discordâncias e conflitos, não impõem suas opiniões ou valores aos outros. |
| INTJ | Tem ideias, grande motivação para implementá-las e alcançar seus objetivos. Percebem rapidamente padrões em eventos externos e desenvolvem perspectivas explicativas de longo alcance. Quando comprometidos, organizam um trabalho e o levam adiante. Céticos e independentes, têm altos padrões de competência e desempenho para si mesmos e para os outros. |
| INFJ | Buscar significado e conexão em ideias, relacionamentos, e bens materiais. Querem entender o que motivam as pessoas e são perspicazes em relação aos outros. Conscientes e comprometidos com seus valores firmes. Desenvolvem uma visão clara sobre a melhor forma de servir o bem comum. Organizados e decisivos na implementação de sua visão. |
| INFP | Idealista, leal a seus valores e às pessoas que são importantes para eles. Desejam uma vida externa que seja congruente com seus valores. São curiosos, enxergam possibilidades rapidamente e podem ser catalisadores para a implementação de ideias. Procuram entender as pessoas e ajudá-las a realizar seus potenciais. Adaptáveis, flexíveis e receptivos, a menos que um valor seja ameaçado. |
| INTP | Procura desenvolver explicações lógicas para tudo o que lhes interessa. Teóricas e abstrato, mais interessado em ideias do que em interação social. Silenciosos, contidos, flexíveis e adaptáveis. Têm uma capacidade incomum de se concentrar em profundidade para resolver problemas em sua área de interesse. Céticos, às vezes críticos, sempre analíticos. |
| ENTP | Rápido, engenhoso, estimulante, alerta e franco. Criativo na solução de problemas novos e desafiadores. Adepto da geração de possibilidades conceituais e depois analisá-las estrategicamente. Bom em ler outras pessoas. Entediado com a rotina, raramente faz a mesma coisa da mesma forma, tende a se voltar para um novo interesse após o outro. |
| ENFP | Calorosamente entusiasmado e imaginativo. Veem a vida como cheia de possibilidades. Fazem conexões entre eventos e informações com muita rapidez e procedem com confiança com base nos padrões que veem. Espontâneos e flexíveis, geralmente confiam em sua capacidade de improvisar e em sua fluência verbal. |
| ENTJ | Franco, decisivo, assume liderança prontamente. Percebe rapidamente procedimentos e políticas ilógicos e ineficientes, desenvolve e implementa sistemas abrangentes para resolver problemas organizacionais. Apreciam o planejamento de longo prazo e a definição de metas. Em geral, são bem informados e lidados, gostam de expandir seus conhecimentos e transmiti-los a outras pessoas. São energéticos na apresentação de suas ideias. |
| ENFJ | Caloroso, empático, responsivo e responsável. Altamente sintonizado com as emoções, necessidades e motivações dos outros. Encontra potencial em todos, quer ajudar outros a realizarem seu potencial. Podem atuar como catalisadores para crescimento individual e crescimento individual e grupal. Leais, receptivos a elogios e críticas. Sociáveis, facilitam os outros em um grupo e oferece liderança inspiradora. liderança inspiradora. |
| ESFJ | Caloroso, consciente e cooperativista. Desejam harmonia em seu ambiente e trabalham com determinação para estabelecê-la. Gostam de trabalhar com outras pessoas para concluir tarefas com precisão e dentro do prazo. Leais, cumprem o que prometem, mesmo em pequenas questões. Percebem o que os outros precisam em seu dia a dia e tentam suprir essas necessidades. Desejam ser apreciados por quem são e pelo que contribuem. |
| ESFP | Extrovertido, amigável e receptivos. Amantes exuberantes da vida, das pessoas e do conforto materiais. Gostam de trabalhar com os outros para fazer as coisas acontecer. Trazer bom senso e uma abordagem realista para seu trabalho e tornam o trabalho divertido. Flexíveis e espontâneos, adaptam-se prontamente a novas pessoas e ambientes. Aprendem melhor experimentando uma nova habilidade com outras pessoas. |
| ESTP | Flexíveis e tolerantes, adotam uma abordagem pragmática com foco em resultados imediatos. Teorias e explicações conceituais os aborrecem - eles querem agir com energia para resolver o problema. Concentram-se no aqui e agora, são espontâneos e gostam de cada momento em que podem estar ativos com os outros. Apreciam o conforto material e o estilo. Aprendem melhor fazendo. |

ANEXO II – Tipos de personalidade (dicotomias e função combinada “Lidar com mudanças”)

| | Função | Características e Preferências |
|--------------------|-----------------------------|--|
| Dicotomias | Extroversão (E) | Gostam de se concentrar no mundo externo de pessoas e atividades. Elas direcionam sua energia e atenção para o exterior e recebem energia da interação com as pessoas e da ação. |
| | Introversão (I) | Gostam de se concentrar em seu próprio mundo interior de ideias e experiências, direcionando sua energia e atenção para o interior e recebendo energia ao refletir sobre seus pensamentos, memórias e sentimentos. |
| | Pensamento (T) | Gostam de analisar as consequências lógicas de uma escolha ou ação. Querem se retirar mentalmente da situação para examinar os prós e os contras de forma objetiva. Elas são estimuladas pela crítica e pela análise para identificar o que há de errado com algo, de modo que possam resolver o problema. |
| | Sentimento (F) | Gostam de considerar o que é importante para eles e para os outros envolvidos. Colocam-se mentalmente na situação para se identificar com todos, de modo que possam tomar decisões com base em seus valores sobre honrar as pessoas. São energizados por apreciar e apoiar os outros e procuram qualidades para elogiar. Sua meta é criar harmonia e tratar cada pessoa como um indivíduo único. |
| | Julgamento (J) | gostam de viver de forma planejada e ordenada, procurando regular e administrar suas vidas. Eles querem tomar decisões, chegar a uma conclusão e seguir em frente. Suas vidas tendem a ser estruturadas e organizadas, e elas gostam de ter as coisas resolvidas. Cumprir um plano e um cronograma é muito importante para elas, e elas se sentem energizadas por conseguir fazer as coisas. |
| | Percepção (P) | Gostam de viver de forma flexível e espontânea, buscando experimentar e entender a vida, em vez de controlá-la. Planos detalhados e decisões finais parecem limitantes para elas; preferem se mostrar abertas a novas informações e opções de última hora. |
| | Sensação (S) | Receber informações reais e tangíveis; Observadores das especificidades; prefere realidades práticas; Factual e concreto; Construir cuidadosa e completamente em direção a conclusões; entende teorias através de aplicações práticas; confia na experiência |
| | Intuição (N) | Tenham uma visão geral de tudo para receber informações; gosta de padrões de compreensão; orientado para possibilidades futuras; imaginativos e verbalmente criativos; tira conclusões rapidamente, seguem palpites; precisa esclarecer teorias antes de colocá-las em prática; confia na inspiração |
| Lidar com mudanças | IJ Introversos decisivos | Eles as comparam as mudanças com suas percepções internas (dados ou grandes imagens). Se as mudanças "se encaixam", eles agem rapidamente para implementá-las. |
| | IP Introversos adaptáveis | Ficam curiosos e buscam informações, depois avaliam as informações com seu julgamento interno (valores ou princípios lógicos). Sua busca de informações parece adaptável, mas eles avançam apenas em seu próprio tempo - depois de terem decidido. |
| | EP Extrovertidos adaptáveis | Consultam suas redes, conversam com as pessoas, descobrem o que todos pensam. se as mudanças permitirem espaço para sua criatividade e ação, eles reúnem recursos e tentam energizar todos para implementar as mudanças. |
| | EJ Extrovertidos decisivos | Aplicam seu julgamento (lógica ou valores) em voz alta por meio de questionamentos. Em seguida, se suas perguntas forem respondidas, eles agem rapidamente para planejar, organizar e implementar a mudança. |

Fonte: Myers (1998)

ANEXO III – Questionário Social

Pesquisa Social - Novos Alunos (Calouros de Metalurgia & Materiais - POLI/USP)

Nesta pesquisa as perguntas estão voltadas a uma parte geográfica e perguntas com relação ao que espera do curso e o que pretende fazer. Os resultados são individuais e quando divulgados serão apresentados de forma geral, assim não será exposto o teste de cada aluno.

** Indica uma pergunta obrigatória*

Nome: * _____

Idade: * _____

Sexo: *

Marcar apenas uma alternativa.

- Masculino
- Feminino
- Outros

Qual o meio (origem) de ingresso na USP? *

Marcar apenas uma alternativa.

- FUVEST
- ENEM-SISU
- Transferência Interna
- Transferência Externa
- Olimpíadas do Conhecimento

Qual foi sua opção por Metalurgia ou Materiais *

Marcar apenas uma alternativa.

- 1ª Opção
- 2ª Opção
- 3ª Opção
- 4ª Opção
- Outro: _____

Qual foi sua motivação para estudar na POLI? *

Marcar apenas uma alternativa.

- Retorno financeiro futuro
- Renome da escola
- Facilidade logística em relação a escolas fora de São Paulo (USP-São Carlos, UFSCar, ITA, UFMG, UFRJ, UNICAMP, UFSC, etc).
- Questões financeiras
- Questões (pressões) familiares

O que te levou a escolher engenharia metalúrgica e de materiais? *

Marcar apenas uma alternativa.

- Gostar de exatas com queda para a química
- Gostar de novos materiais
- Facilidade de acesso pelo vestibular
- Veio conhecer o curso, leu no Guia do Estudante e/ou se informou pelo site/web(internet)
- Outro... Não escolhi...fui escolhido!

Onde você morava antes do vestibular? *

Marcar apenas uma alternativa.

- Em São Paulo (Capital)
- Na grande São Paulo (ABCD+, Cotia, Osasco, Guarulhos)
- Na baixada santista (Guarujá, Santos, São Vicente, Mongaguá, Itanhaém)
- No Interior de São Paulo
- Outro: _____

Como você iria para a USP (meio de transporte)? Se não estivéssemos na pandemia do COVID-19. *

Marcar apenas uma alternativa.

- Ônibus, metro, trem
- Taxi, Uber, entre outros
- Carro ou outro veículo próprio
- Fretado
- A pé ou de bicicleta

Quanto tempo você gastaria no percurso total, somando o tempo total dos dois percursos, casa-USP e USP-casa? (Exemplo: se gasto 30 min para ir a USP, logo gasto 60 min no total do percurso). Se não estivéssemos na pandemia do COVID-19. *

Marcar apenas uma alternativa.

- 30 minutos
- 60 minutos
- 90 minutos
- 120 minutos
- >120 minutos

O que você pretende fazer? *

Marcar apenas uma alternativa.

- Continuar em metalurgia/materiais e ver como é...
- Continuar em metalurgia/materiais e fazer o módulo vermelho da EC3 na formação complementar
- Continuar em metalurgia/materiais e fazer o módulo vermelho da EC3 em outra área de especialização: ex. engenharia de produção, nuclear, etc.
- Mudar para outro curso da POLI assim que conseguir
- Tentar um novo vestibular

O que você espera da POLI? *

Marcar apenas uma alternativa.

- Alegria e glória
- Sangue, suor e lágrimas
- Orgulho e preconceito
- Sombra e escuridão
- Fama, poder e dinheiro

Onde você planeja atuar depois de formado? Pode marcar mais de uma opção. *

Marque todas que se aplicam.

- Indústria
- Firms e empresas de consultoria
- Mercado financeiro e bancos (varejo e investimento)
- Setor público
- Setor de educação e pesquisa
- Comércio (inclusive e-commerce em empresas de tecnologia)
- Continuar estudando no exterior
- Outro: _____

ANEXO IV – Questionário de Personalidade

Teste de Personalidade - MBTI

São 70 perguntas rápidas para analisarmos sua personalidade, os resultados são individuais e quando divulgados serão apresentados de forma geral, assim não será exposto o teste de cada aluno.

Observação: Marcar apenas uma alternativa

1. At a party do you (Em uma festa você) *

interact with many, including strangers (interage com muitas pessoas, incluindo estranhos)

interact with a few, known to you (interage com poucas pessoas, conhecidos)

2. Are you more (Você é mais) *

realistic than speculative (realista do que teórico)

speculative than realistic (teórico do que realista)

3. It is worse to (É pior) *

have your "head in the clouds" (Ter sua cabeça na nuvens)

be "in a rut" (ser rotineiro)

4. Are you more impressed by (Você é mais comovido por) *

principles (princípios)

emotions (emoções)

5. Are you more drawn toward (Você é mais atraído por) *

convincing (convencimento racional)

touching (toque emocional)

6. Do you prefer to work (Você prefere trabalhar com) *

to deadlines (prazos)

just "whenever" ("quando puder")

7. Do you tend to choose (Você tende a escolher) *

rather carefully (cautelosamente)

somewhat impulsive (de certa forma impulsiva)

8. At parties do you (Em festas você) *

stay late with increasing energy (fica até tarde com energia)

leave early with decreased energy (sai cedo cansado)

9. Are you more attracted to (Você se sente mais atraído por) *

sensible people (pessoas sensatas)

imaginative people (pessoas imaginativas)

10. Are you more interested in (Você tem mais interesse em) *

what is actual (o que é real)

what is possible (o que é possível)

11. In judging others are you more swayed by (Ao julgar outros, você é mais influenciado por) *

laws than circumstances (leis do que circunstâncias)

circumstances than laws (circunstâncias do que leis)

12. In approaching others is your inclination to be somewhat (Ao abordar os outros, você tende ser mais) *

objective (objetivo)

personal (pessoal)

13. Are you more (Você é mais) *

punctual (pontual)

leisurely (sem pressa)

14. Does it bother you more having things (Te incomoda mais ter coisas) *

incomplete (incompletas)

completed (completadas)

15. In your social groups do you (Nos seus círculos sociais você) *

- keep abreast of other's happenings (mantém-se informado dos acontecimentos com os outros)
- get behind on the news (fica para trás das notícias)

16. In doing ordinary things are you more likely to (Ao fazer coisas ordinárias você tende a) *

- do it the usual way (fazê-las de forma usual)
- do it your own way (fazê-las do seu jeito)

17. Writers should (Escritores deveriam falar o que eles pensam e) *

- "say what they mean and mean what they say" (ser mais literais)
- express things more by use of analogy (se expressar mais por analogias)

18. Which appeals to you more (O que mais lhe agrada) *

- consistency of thought (pensamentos consistentes)
- harmonious human relationship (relações harmoniosas)

19. Are you more comfortable in making (Você se sente mais confortável) *

- logical judgments (julgando pela lógica)
- value judgments (julgando por valores)

20. Do you want things (Você quer coisas) *

- settled and decided (resolvidas e decididas)
- unsettled and undecided (não resolvidas e não decididas)

21. Would you say you are more (Você diria que você é mais) *

- serious and determined (sério e determinado)
- easy-going (tranquilo)

22. In phoning do you (Ao telefonar você) *

- rarely question that it will all be said (raramente questiona o que vai ser dito)
- rehearse what you will say (ensaia o que vai ser dito)

23. Facts (Fatos) *

- "speak for themselves" (falam por si só)
- illustrate principles (ilustram princípios)

24. Are visionaries (Visionários são) *

- somewhat annoying (um pouco irritantes)
- rather fascinating (fascinantes)

25. Are you more often (Você frequentemente é) *

- a cool-headed person (cabeça fria)
- a warm-hearted person (esquentado)

26. Is it worse to be (É pior ser) *

- unjust (injusto)
- merciless (impiedoso)

27. Should one usually let events occur (Normalmente, deve-se permitir que os eventos ocorram) *

- by careful selection and choice (por escolhas cuidadosas)
- randomly and by chance (ao acaso)

28. Do you feel better around (Você se sente melhor torno de) *

- having purchased (o que foi comprado)
- having the option to buy (opções de compra)

29. In company do you (Acompanhado você) *

- initiate conversation (inicia conversa)
- wait to be approached (espera ser abordado)

30. Common sense is (Senso comum é) *

- rarely questionable (raramente questionável)
- frequently questionable (frequentemente questionável)

31. Children often do not (Crianças frequentemente não) *

- make themselves useful enough (se tornam úteis o suficiente)
- exercise their fantasy enough (exercitam sua criatividade o suficiente)

32. In making decisions do you feel more comfortable with (Tomando decisões, você se sente mais confortável com) *

- standards (padrões)
- feelings (sentimentos)

33. Are you more (Você é mais) *

- firm than gentle (firme do que gentil)
- gentle than firm (gentil do que firme)

34. Which is more admirable (O que é mais admirável) *

- the ability to organize and be methodical (ser organizado e metódico)
- the ability to adapt and make do (ser adaptável e realizador)

35. Do you put more value on (Você coloca mais valor) *

- infinite (no infinito)
- open-minded (em uma cabeça aberta)

36. Does new and non-routine interaction with others (Interações novas e fora de rotina com os outros) *

- stimulate and energize you (estimulam e energizam você)
- tax your reserves (consome suas energias)

37. Are you more frequently (Você é mais frequentemente) *

- a practical sort of person (um tipo de pessoa prática)
- a fanciful sort of person (um tipo de pessoa fantasiosa)

38. Are you more likely to (Você tem mais chances de) *

- see how others are useful (ver como os outros são úteis)
- see how others see (ver como os outros vêem)

39. Which is more satisfying (O que é mais satisfatório) *

- to discuss an issue thoroughly (discutir um problema cuidadosamente)
- to arrive at agreement on an issue (chegar a um acordo de um problema)

40. Which rules you more (Você segue mais) *

- your head (sua cabeça)
- your heart (seu coração)

41. Are you more comfortable with work that is (Você está mais confortável em com um trabalho em que você) *

- contracted (está contratado)
- done on a casual basis (faz casualmente)

42. Do you tend to look for (Você tende a procurar) *

- the orderly (o ordenado)
- whatever turns up (o que quer que apareça)

43. Do you prefer (Você prefere) *

- many friends with brief contact (muitos amigos com contato breve)
- a few friends with more lengthy contact (poucos amigos com contato prolongado)

44. Do you go more by (Você vai mais por) *

- facts (fatos)
- principles (princípios)

45. Are you more interested in (Você se interessa mais por) *

- production and distribution (produção e distribuição)
- design and research (design e pesquisa)

46. Which is more of a compliment (O que é mais um elogio) *

- "There is a very logical person" ("Esta é uma pessoa muito lógica")
- "There is a very sentimental person" ("Esta é uma pessoa muito sentimental")

47. Do you value in yourself more that you are (Você valoriza mais em si mesmo) *

- unwavering (constância)
- devoted (dedicado)

48. Do you more often prefer the (Você frequentemente prefere) *

- final and unalterable statement (um final e uma declaração inalterável)
- tentative and preliminary statement (uma tentativa e uma declaração preliminar)

49. Are you more comfortable (Você se sente mais confortável) *

- after a decision (depois de uma decisão)
- before a decision (antes de uma decisão)

50. Do you (Você) *

- speak easily and at length with strangers (fala com facilidade e longamente com estranhos)
- find little to say to strangers (acha pouco para dizer a estranhos)

51. Are you more likely to trust your (Você tende mais a confiar em sua) *

- experience (experiência)
- hunch (intuição)

52. Do you feel (Você sente ser) *

- more practical than ingenious (mais prático do que engenhoso)
- more ingenious than practical (mais engenhoso do que prático)

53. Which person is more to be complimented - one of (Qual pessoa é mais para ser elogiada) *

- clear reason (com razões claras)
- strong feeling (com sentimentos fortes)

54. Are you more inclined to be (Você está mais inclinado a ser) *

- fair-minded (justo)
- sympathetic (simpático)

55. Is it preferable mostly to (É preferível principalmente) *

- make sure things are arranged (ter certeza de que as coisas estão arranjadas)
- just let things happen (deixar as coisas acontecerem)

56. In relationships should most things be (Em relacionamentos a maioria das coisas deveriam ser) *

- re-negotiable (renegociáveis)
- random and circumstantial (aleatórias e circunstanciais)

57. When the phone rings do you (Quando o telefone toca, você) *

- hasten to get to it first (corre para atendê-lo)
- hope someone else will answer (espera que alguém vá atender)

58. Do you prize more in yourself (O que você mais preza em si mesmo) *

- a strong sense of reality (um forte senso de realidade)
- a vivid imagination (uma imaginação vívida)

59. Are you drawn more to (Você é mais atraído por) *

- fundamentals (fundamentos)
- overtones (conotações)

60. Which seems the greater error (O que parece ser um erro maior) *

- to be too passionate (ser muito apaixonado)
- to be too objective (ser muito objetivo)

61. Do you see yourself as basically (Você basicamente se vê como) *

- hard-headed (cabeça dura)
- soft-headed (tranquilo)

62. Which situation appeals to you more (Qual situação mais te agrada) *

- the structured and scheduled (estruturado e programado)
- the unstructured and unscheduled (não estruturado e não programado)

63. Are you a person that is more (Você é uma pessoa mais) *

- routinized than whimsical (rotinizada do que caprichosa)
- whimsical than routinized (caprichosa do que rotinizada)

64. Are you more inclined to be (Você é mais inclinado a ser) *

- easy to approach (fácil de se aproximar)
- somewhat reserved (reservado)

que deliberado)

65. In writings do you prefer (Em escritos você prefere) *

- the more literal (o mais literal)
- the more figurative (o mais figurativo)

66. Is it harder for you to (É mais difícil para você) *

- identify with others (se identificar com os outros)
- utilize others (utilizar os outros)

67. Which do you wish more for yourself (O que você mais deseja para si) *

- clarity of reason (clareza de razão)
- strength of compassion (força de compaixão)

68. Which is the greater fault (O que é uma falha maior) *

- being indiscriminate (ser indiscriminado)
- being critical (ser crítico)

69. Do you prefer the (Você prefere) *

- planned event (evento planejado)
- unplanned event (evento não planejado)

70. Do you tend to be more (Você tende a ser mais) *

- deliberate than spontaneous (deliberado do que espontâneo)
- spontaneous than deliberate (espontâneo do que deliberado)

ANEXO V – Código aplicado para o SOM (Linguagem R)

```

# ===== START =====#

cat("\014") #Clear console#

graphics.off() #Clear plots#

rm(list = ls()) #Clear variables#

# _____#

# == INSTALL AND REQUIRE PACKAGES = #

#install.packages("fields")

#install.packages("janitor")

require(fields)

require(janitor)

# _____#

# ===== READ DATA ===== #

#See format for file here:#

#https://drive.google.com/drive/u/0/folders/12IBCRf-GcxZhTKr9LkajZUUrz1VaWf_n#

setwd("C:/Users/Natalia/Desktop/PEDIDO LENZ/ANALISE 05_06") #Configure work directory#

data = read.csv("Dados_2019_20_21.csv", header = TRUE) #Read data with header#

data = remove_empty(data, which = c("rows", "cols"), quiet = TRUE)

data[is.na(data)] = 0

data = data[-c(1,2,11)]

n_iterations = nrow(data)#Extract dimensions from the data# #Number of iterations#

dimension = ncol(data) #Number of variables#

varnames = colnames(data)

# _____#

# ===== INPUT VALUES ===== #

randomize = TRUE #Decide if data will be randomized (TRUE) or not (FALSE)

normalize = TRUE #Decide if the data will be normalized (TRUE) or not (FALSE)#

normalization_type = "MINMAX" #Decide if normalization will be done by MINMAX method or STANDARD deviation#

object_distance = "EUCLIDEAN" #Decide if distance is EUCLIDEAN or MANHATTAN#

max_clusters = 20 #Maximum number of clusters to calculate k-means with#

n_clusters = 16 #Number of clusters if known - if not known, redefine later with k-means#

define_lattice_size = FALSE #Decide if the size of lattice will be given (TRUE) or calculated (FALSE)#

a = 30 #if define_lattice_size = TRUE - Number of nodes on X#

b = 20 #if define_lattice_size = TRUE - Number of nodes on Y#

```

```

# ===== DEFINE NUMBER OF NODES ===== #
if (define_lattice_size == FALSE){
  a = round(sqrt(n_iterations))
  b = a - 1 #axb sized lattice, always divisible by 2, always smaller than the amount of points#
}
network_dimension = a*b #Define total amount of nodes#
#_____#

# ===== RESAMPLING ===== #
#resample_size = 78000
#data = data[sample(seq_len(nrow(data)), resample_size, replace=TRUE),]
#n_iterations = nrow(data)#Extract dimensions from the data# #Number of iterations#

type_lattice = "HEXAGONAL"#Decide if topology will be RECTANGULAR or HEXAGONAL#
decay_type = "GAUSSIAN" #Decide if the decay of radius and learning rate will be GAUSSIAN or LINEAR#
toroidal = TRUE #Define if the space will be wrapped as a toroid (TRUE) or not (FALSE)
width = 600 #Width of plots#
height = 600 #Height of plots#
initial_learning_rate = 0.1 #Initial learning rate, must be between 0 and 1#
initial_radius = (max(a,b))/2 #Initial neighborhood radius#
time_cte = n_iterations/log(initial_radius) #Define the time constant lambda#
incline_lr = (0.01-initial_learning_rate)/(n_iterations-0)
incline_rad = (0-initial_radius)/(n_iterations-0)
n_runs = 500
#_____#

# ===== NORMALIZE DATA ===== #
norm_parameters = array(data = NA, dim = c(2, dimension))#Create a array to receive the normalizing parameters#
colnames(norm_parameters) = varnames
if(normalize == TRUE){
  for(j in 1:dimension){
    if(normalization_type == "MINMAX"){
      norm_parameters[1,j] = min(data[,j])
      norm_parameters[2,j] = max(data[,j])
      data[,j] = (data[,j] - min(data[,j]))/(max(data[,j]) - min(data[,j]))
    }
  }
}

```

```

if(normalization_type == "STANDARD"){
  for(j in 1:dimension){
    norm_parameters[1,j] = mean(data[,j])
    norm_parameters[2,j] = sd(data[,j])
    data[,j] = (data[,j] - mean(data[,j]))/sd(data[,j])
  }
}
}
}
#_____#

dimension = ncol(data) #New number of variables#
dif_ind_comp = array(data = 0, dim = c(dimension, 3))
variables = colnames(data) #Store new variable names#

#==== DEFINE STARTING WEIGHTS ==== #
w = array(data = NA, dim = c(a, b, dimension)) #Create array that will receive weights#
#set.seed(123) #Set the seed to allow repetition#
for(n in 1:dimension){
  w[,n] = matrix(runif(a*b, min=min(data[,n]), max=max(data[,n])), a, b)
  #Weights go from the min to the max value of each variable#
}
#_____#

#+++++++#+
#===== BOOTSTRAPPING ===== #
for(k in 1:n_runs){
  radius = initial_radius #Set the radius variable as the initial value#
  learning_rate = initial_learning_rate #Set the learning rate variable as the initial value#
#===== RANDOMIZE DATA ===== #
if(randomize == TRUE){
  #set.seed(123) #Set a seed to allow repetition#
  rows = sample(nrow(data)) #Sample data by row#
  data = as.matrix(data[rows, ]) #Create a randomized data#
}else{
  data = as.matrix(data)
}
}

```

```

#_____#

#+++++++#+

#===== SOM - NOT TOROIDAL =====#

if (toroidal == FALSE){
#===== DEFINE LATTICE =====#

nodes_position = array(data = NA, dim = c(a,b,2)) #Receive the position of the node in the lattice#

if(type_lattice == "RECTANGULAR"){#Define the network lattice when RECTANGULAR#

for(i in 1:a){

for(j in 1:b){

for(z in 1:2){

if(z == 1){

nodes_position[i,j,z] = i

}else{

nodes_position[i,j,z] = j

}

}

}

}

}

}

if(type_lattice == "HEXAGONAL"){#Define the network lattice when HEXAGONAL#

for(i in 1:a){

for(j in 1:b){

for(z in 1:2){

if(z == 1){

if((j%%2 == 0)){

nodes_position[i,j,z] = i + 0.5 #Offset in i#

}else{

nodes_position[i,j,z] = i

}

}

}else{

nodes_position[i,j,z] = 1 + (j-1)*sqrt(3)/2 #Offset in i#

}

}

}

}

}

}

#_____#

```

```

# ===== BMU ===== #
BMU_matrix = array(data = NA, dim = c(n_iterations, 3)) # Define a matrix to receive the clusterization#
colnames(BMU_matrix) = c("BMU Value", "BMU x", "BMU y") # Add BMU related columns to the final array#
eucli_distance = array(data = NA, dim = c(a, b)) # Receive the euclidean distances on every iteration#
squared_distance = array(data = NA, dim = c(a, b)) # Receive the squared distance on every iteration#
distarr = array(data = NA, dim = c(n_iterations, a*b)) # Store squared distances of all iterations#
radiusmat = array(data = NA, dim = c(n_iterations)) # Define array that will receive all radius iterations#
learningmat = array(data = NA, dim = c(n_iterations)) # Define array that will receive all learning rate iterations#
for (n in 1:n_iterations){
  for(i in 1:a){
    for(j in 1:b){
      radiusmat[n] = radius # Store radius#
      learningmat[n] = learning_rate # Store learning rate#
      if(object_distance == "EUCLIDEAN"){ # Calculate object distances#
        eucli_distance[i,j] = sqrt(sum((data[n,] - w[i,j])^2)) # Calculate the euclidean distance#
      }
      if(object_distance == "MANHATTAN"){
        eucli_distance[i,j] = abs((data[n,] - w[i,j])) # Calculate the manhattan distance#
      }
    }
  }
  bmu_value = min(eucli_distance) # Find BMU value#
  bmu_location = which(eucli_distance == min(eucli_distance), arr.ind = TRUE) # Find BMU coordinates#
  bmu_coord = numeric(0)
  bmu_coord[1] = nodes_position[bmu_location[1], bmu_location[2], 1]
  bmu_coord[2] = nodes_position[bmu_location[1], bmu_location[2], 2]
  BMU_matrix[n, 1] = bmu_value # Store BMU coordinates and values#
  BMU_matrix[n, 2] = bmu_coord[1]
  BMU_matrix[n, 3] = bmu_coord[2]
# _____ #

# ===== INFLUENCES ===== #
influences = array(data = 0, dim = c(a, b)) # Receive the calculated influences#
w_distances = array(data = NA, dim = c(a, b)) # Receive the calculated distances between nodes and BMU#
for(i in 1:a){
  for(j in 1:b){

```

```

w_distances[i,j] = (sum((nodes_position[i,j] - bmu_coord)^2)) #Calculate distances between nodes and BMU#
if (w_distances[i,j] < radius^2){ #if distance smaller than radius, apply interference#
  influences[i,j] = exp(-w_distances[i,j]/(2*(radius^2)))
  w[i,j] = w[i,j] + (learning_rate*influences[i,j])*(data[n,] - w[i,j])
}
}
}
if(decay_type == "GAUSSIAN"){#Decay neighborhood radius and learning rate
  radius = initial_radius*exp(-n/time_cte)
  learning_rate = initial_learning_rate*exp(-n/n_iterations)
}
if(decay_type == "LINEAR"){#Decay neighborhood radius and learning rate
  radius = incline_rad*(n-n_iterations) + 0
  learning_rate = incline_lr*(n-n_iterations) + 0.01
}
}
#_____#
}
#+++++++#+
#+++++++#+
#===== SOM - TOROIDAL ===== #
if (toroidal == TRUE){
#===== CREATE TOROID SPACE ===== #
toroid_w = array(data = NA, dim = c(a, b, dimension, 9)) #Create array that will receive all weights#
for (n in 1:9){
  toroid_w[,n] = w
}
#RECTANGULAR      HEXAGONAL
#---#---#---# #---#---#---#
# | | # # | | #
# 1 | 4 | 7 # # 1 | 4 | 7 #
# | | # # | | #
#---#---#---# #---#---#---#
# | | # # | | #
# 2 | 5 | 8 # # 2 | 5 | 8 #
# | | # # | | #
#---#---#---# #---#---#---#

```

```

# | | # # | | #
# 3 | 6 | 9 # # 3 | 6 | 9 #
# | | # # | | #
#---#---#---# #---#---#---#

```

#This creates 8 spaces around the original space (space 5), where the changes can be done#

#and then compiled to the original space#

```
nodes_position = array(data = NA, dim = c(a,b,2,9)) #Receive the position of the node in the lattice#
```

```
if(type_lattice == "RECTANGULAR"){#Define the network lattice when RECTANGULAR#
```

```
for(n in 1:9){
```

```
for(i in 1:a){
```

```
for(j in 1:b){
```

```
for(z in 1:2){
```

```
if(z == 1){
```

```
nodes_position[i,j,z,n] = i
```

```
}else{
```

```
nodes_position[i,j,z,n] = j
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
for(i in 1:a){#Update positions to wrap the space - Square by square#
```

```
for(j in 1:b){
```

```
nodes_position[i,j,1,1] = nodes_position[i,j,1,1] - a #Space 1#
```

```
nodes_position[i,j,2,1] = nodes_position[i,j,2,1] - b
```

```
nodes_position[i,j,1,2] = nodes_position[i,j,1,2] #Space 2#
```

```
nodes_position[i,j,2,2] = nodes_position[i,j,2,2] - b
```

```
nodes_position[i,j,1,3] = nodes_position[i,j,1,3] + a #Space 3#
```

```
nodes_position[i,j,2,3] = nodes_position[i,j,2,3] - b
```

```
nodes_position[i,j,1,4] = nodes_position[i,j,1,4] - a #Space 4#
```

```
nodes_position[i,j,2,4] = nodes_position[i,j,2,4]
```

```
nodes_position[i,j,1,6] = nodes_position[i,j,1,6] + a #Space 6#
```

```
nodes_position[i,j,2,6] = nodes_position[i,j,2,6]
```

```
nodes_position[i,j,1,7] = nodes_position[i,j,1,7] - a #Space 7#
```

```
nodes_position[i,j,2,7] = nodes_position[i,j,2,7] + b
```

```
nodes_position[i,j,1,8] = nodes_position[i,j,1,8] #Space 8#
```

```
nodes_position[i,j,2,8] = nodes_position[i,j,2,8] + b
```

```
nodes_position[i,j,1,9] = nodes_position[i,j,1,9] + a #Space 9#
```



```

nodes_position[i,j,2,9] = nodes_position[i,j,2,9] + b
}#Space 5 stays the same#
}
}

if(type_lattice == "HEXAGONAL"){#Define the network lattice when RECTANGULAR#
for(n in 1:9){
for(i in 1:a){
for(j in 1:b){
for(z in 1:2){
if(a%%2 == 0){#Check if the number of lines is an even number, if it is, apply simple offset#
if(z == 1){
if(j%%2 == 0){
nodes_position[i,j,z,n] = i + 0.5 #Offset in i#
}else{
nodes_position[i,j,z,n] = i
}
}else if (z == 2){
nodes_position[i,j,z,n] = 1 + (j-1)*sqrt(3)/2 #Offset in i#
}
}else{#If the number of lines is odd, apply a alternated offset#
if(z == 1){
if(n==1|n==3|n==4|n==6|n==7|n==9){
if(j%%2 == 0){
nodes_position[i,j,z,n] = i + 0.5 #Offset in i#
}else{
nodes_position[i,j,z,n] = i
}
}
}
if(n==2|n==5|n==8){
if(j%%2 == 0){
nodes_position[i,j,z,n] = i - 0.5 #Offset in i#
}else{
nodes_position[i,j,z,n] = i
}
}
}
}else if (z == 2){
nodes_position[i,j,z,n] = 1 + (j-1)*sqrt(3)/2 #Offset in i#
}
}
}
}
}

```

```

    }
  }
}
}

for(i in 1:a){#Update positions to wrap the space - Square by square#
  for(j in 1:b){
    nodes_position[i,j,1,1] = nodes_position[i,j,1,1] - a      #Space 1#
    nodes_position[i,j,2,1] = nodes_position[i,j,2,1] - b*(sqrt(3)/2)
    nodes_position[i,j,1,2] = nodes_position[i,j,1,2]          #Space 2#
    nodes_position[i,j,2,2] = nodes_position[i,j,2,2] - b*(sqrt(3)/2)
    nodes_position[i,j,1,3] = nodes_position[i,j,1,3] + a      #Space 3#
    nodes_position[i,j,2,3] = nodes_position[i,j,2,3] - b*(sqrt(3)/2)
    nodes_position[i,j,1,4] = nodes_position[i,j,1,4] - a      #Space 4#
    nodes_position[i,j,2,4] = nodes_position[i,j,2,4]
    nodes_position[i,j,1,6] = nodes_position[i,j,1,6] + a      #Space 6#
    nodes_position[i,j,2,6] = nodes_position[i,j,2,6]
    nodes_position[i,j,1,7] = nodes_position[i,j,1,7] - a      #Space 7#
    nodes_position[i,j,2,7] = nodes_position[i,j,2,7] + b*(sqrt(3)/2)
    nodes_position[i,j,1,8] = nodes_position[i,j,1,8]          #Space 8#
    nodes_position[i,j,2,8] = nodes_position[i,j,2,8] + b*(sqrt(3)/2)
    nodes_position[i,j,1,9] = nodes_position[i,j,1,9] + a      #Space 9#
    nodes_position[i,j,2,9] = nodes_position[i,j,2,9] + b*(sqrt(3)/2)
  }#Space 5 stays the same#
}
}
#_____#

# ===== BMU ===== #
BMU_matrix = array(data = NA, dim = c(n_iterations, 3))#Define a matrix to receive the clusterization#
colnames(BMU_matrix) = c("BMU Value", "BMU x", "BMU y") #Add BMU related columns to the final array#
eucli_distance = array(data = NA, dim = c(a, b)) #Receive the euclidean distances on every iteration#
squared_distance = array(data = NA, dim = c(a, b)) #Receive the squared distance on every iteration#
distarr = array(data = NA, dim = c(n_iterations, a*b)) #Store squared distances of all iterations#
radiusmat = array(data = NA, dim = c(n_iterations)) #Define array that will receive all radius iterations#
learningmat = array(data = NA, dim = c(n_iterations)) #Define array that will receive all learning rate iterations#
for (n in 1:n_iterations){
  for(i in 1:a){
    for(j in 1:b){

```

```

radiusmat[n] = radius #Store radius#
learningmat[n] = learning_rate #Store learning rate#
if(object_distance == "EUCLIDEAN"){#Calculate object distances#
  eucli_distance[i,j] = sqrt(sum((data[n,] - w[i,j])^2)) #Calculate the euclidean distance#
}
if(object_distance == "MANHATTAN"){
  eucli_distance[i,j] = abs((data[n,] - w[i,j])) #Calculate the manhattan distance#
}
}
}
bmu_value = min(eucli_distance) #Find BMU value#
bmu_location = which(eucli_distance == min(eucli_distance), arr.ind = TRUE) #Find BMU coordinates#
bmu_coord = numeric(0)
bmu_coord[1] = nodes_position[bmu_location[1], bmu_location[2],1,5]
bmu_coord[2] = nodes_position[bmu_location[1], bmu_location[2],2,5]
BMU_matrix[n, 1] = bmu_value #Store BMU coordinates and values#
BMU_matrix[n, 2] = bmu_coord[1]
BMU_matrix[n, 3] = bmu_coord[2]
#_____#

# ===== INFLUENCES ===== #
influences = array(data = 0, dim = c(a, b, 9))#Receive the calculated influences#
w_distances = array(data = NA, dim = c(a, b, 9))#Receive the calculated distances between nodes and BMU#
for(m in 1:9){
  for(i in 1:a){
    for(j in 1:b){
      w_distances[i,j,m] = (sum((nodes_position[i,j,] - bmu_coord)^2)) #Calculate distances between nodes and BMU#
      if (w_distances[i,j,m] <= radius^2){ #If distance smaller than radius, apply interference#
        influences[i,j,m] = exp(-w_distances[i,j,m]/(2*(radius^2)))
      }
    }
  }
}
com_infl = array(data = 0, dim = c(a, b))#Receive the calculated influences#
for(m in 1:9){
  for(i in 1:a){
    for(j in 1:b){
      if(com_infl[i,j]<influences[i,j,m]){

```

```

    com_infl[i,j] = influences[i,j,m]
  }
  w[i,j] = w[i,j] + (learning_rate*com_infl[i,j])*(data[n,] - w[i,j])
}
}
}
if(decay_type == "GAUSSIAN"){#Decay neighborhood radius and learning rate
  radius = initial_radius*exp(-n/time_cte)
  learning_rate = initial_learning_rate*exp(-n/n_iterations)
}
if(decay_type == "LINEAR"){#Decay neighborhood radius and learning rate
  radius = incline_rad*(n-n_iterations) + 0
  learning_rate = incline_lr*(n-n_iterations) + 0.01
}
}
#_____#
}
#+++++++#+
}

# ===== NORMALIZE MODEL ===== #
w_norm = array(data = NA, dim = c(a, b, dimension)) #Re-normalize the model#
if(normalize == TRUE){ #For variable selection#
  for(n in 1:dimension){
    if(normalization_type == "MINMAX"){
      w_norm[,n] = (w[,n] - min(w[,n]))/(max(w[,n]) - min(w[,n]))
    }
    if(normalization_type == "STANDARD"){
      w_norm[,n] = (w[,n] - mean(w[,n]))/sd(w[,n])
    }
  }
}
#_____#

# ===== VARIABLE SELECTION ===== #
dif_ind = array(data = NA, dim = c(dimension, 2)) #Create a matrix to receive the sum of distances#
for(n in 1:dimension){
  dif_ind[n,1] = sum(abs(w_norm[,n] - w_norm[,1]))/n_runs #Direct

```

```

dif_ind[n,2] = sum(abs(w_norm[,n] - (1 - w_norm[,1]))) / n_runs #Inverse
}
dif_ind_comp[2] = dif_ind_comp[2] + dif_ind[1] #Compile the calculated distances into a final result#
dif_ind_comp[3] = dif_ind_comp[3] + dif_ind[2]
#_____#
}

dif_ind_comp[1] = varnames

colnames(dif_ind_comp) = c("Variables", "Direct", "Inverse")
filename = paste(n_runs, "Dif_Ind_Comp.txt")
setwd("C:/Users/Natalia/Desktop/PEDIDO LENZ/ANALISE 05_06") #Configure work directory#
write.table(dif_ind_comp, file = filename, col.names = TRUE, row.names = FALSE)
#_____#

# ===== DENORMALIZE THE MODEL ===== #
if(normalize == TRUE){
  for(n in 1:dimension){
    if(normalization_type == "MINMAX"){
      w[,n] = w[,n] * (norm_parameters[2,n] - norm_parameters[1,n]) + (norm_parameters[1,n])
    }
    if(normalization_type == "STANDARD"){
      w[,n] = w[,n] * norm_parameters[2,n] + norm_parameters[1,n]
    }
  }
}
#_____#

# ===== CREATE PALLET ===== #
heatmap_colors = c('blue'="#0000FF", 'cyan'="#00FFFF", #Create color pallet#
                  'green'="#00FF00", 'yellow'="#FFFF00",
                  'red'="#FF0000") #Create color pallet#
color_grad_function = colorRampPalette(heatmap_colors)
ColRamp = color_grad_function(20) #Interpolate colors to create pallet#
ColorCode = rep("#FFFFFF", length(data)) #Set default as white
#_____#

```

```

# ===== SECONDARY PLOTS ===== #
#BMU evolution#
png(file = 'Evolution of BMU value.png', width, height)
plot(BMU_matrix[, 'BMU Value'], type="l", col="red",
      xlab = "Iterations", ylab = "BMU Value", main = "Evolution of BMU value")
dev.off()
#Radius evolution#
png(file = 'Evolution of radius value.png', width, height)
plot(radiusmat, type="l", col="red",
      xlab = "Iterations", ylab = "Radius Value", main = "Evolution of radius value")
dev.off()
#Radius evolution#
png(file = 'Evolution of learning rate value.png', width, height)
plot(learningmat, type="l", col="red",
      xlab = "Iterations", ylab = "Learning rate Value", main = "Evolution of learning rate value")
dev.off()
# _____ #

# === CREATE A HEXAGONAL PATTERN == #
if(type_lattice == "HEXAGONAL"){
  hexagon_function = function (x, y, unitcell = 1, col = col) {#Create hexagonal lattice#
    polygon(c(x, x, x + unitcell/2, x + unitcell, x + unitcell,
              x + unitcell/2), c(y + unitcell * 0.125,
                                y + unitcell * 0.875,
                                y + unitcell * 1.125,
                                y + unitcell * 0.875,
                                y + unitcell * 0.125,
                                y - unitcell * 0.125),
            col = col, border=NA)
  }#Create hexagon function#
}
# _____ #

# == CREATE A RECTANGULAR PATTERN = #
if(type_lattice == "RECTANGULAR"){
  rectangular_function = function (x, y, unitcell = 1, col = col) {#Create rectangular lattice#

```

```

polygon(c(x, x, x + unitcell, x + unitcell),
        c(y, y + unitcell, y + unitcell, y),
        col = col, border=NA)
}#Create hexagon function#
}
#_____#

setwd("C:/Users/Natalia/Desktop/PEDIDO LENZ/ANALISE 05_06")# Set the file path#

# === PLOT THE HEXAGONAL NETWORK == #
if(type_lattice == "HEXAGONAL"){
  for(n in 1:dimension){#Plot all the variables separately#
    filename = paste("HEX_", variables[n], unique(as.character(n)), ".png", sep = "")
    png(filename, width, height) #Open png file#
    plot_data = as.vector(w[,n])
    par(mar=c(5,1,5,5))
    par(oma=c(1,1,1,1))
    plot(0, 0, type = "n", axes = FALSE, xlim=c(0, b),#Initiate the plot#
         ylim=c(0, a), xlab="", ylab= "", main = variables[n], asp=1)
    Bins <- seq(min(plot_data, na.rm=T), max(plot_data, na.rm=T), length=length(ColRamp))
    for (i in 1:length(plot_data))
      if (!is.na(plot_data[i])) ColorCode[i] <- ColRamp[which.min(abs(Bins-plot_data[i]))]
    offset <- 0.5 #Offset for the hexagons when moving up a row
    for (row in 1:a) {#Plotting of hexagonal polygons on map
      for (column in 0:(b - 1))
        hexagon_function(column + offset, row - 1, col = ColorCode[row + a * column])
      offset <- ifelse(offset, 0, 0.5)
    }
    image.plot(legend.only=TRUE, col=ColRamp, zlim=c(min(plot_data, na.rm=T), max(plot_data, na.rm=T)))
    dev.off()#Add legend to the right if you want to
  }
}
#_____#

# = PLOT THE RECTANGULAR NETWORK == #
if(type_lattice == "RECTANGULAR"){
  for(n in 1:dimension){#Plot all the variables separately#
    filename = paste("REC_", variables[n], unique(as.character(n)), ".png", sep = "")

```

```

png(filename, width, height) #Open png file#
plot_data = as.vector(w[,n])
par(mar=c(5,1,5,5))
par(oma=c(1,1,1,1))
plot(0, 0, type = "n", axes = FALSE, xlim=c(0, b),#Initiate the plot#
      ylim=c(0, a), xlab="", ylab="", main = variables[n], asp=1)
Bins <- seq(min(plot_data, na.rm=T), max(plot_data, na.rm=T), length=length(ColRamp))
for (i in 1:length(plot_data))
  if (!is.na(plot_data[i])) ColorCode[i] <- ColRamp[which.min(abs(Bins-plot_data[i]))]
for (row in 1:a) {#Plotting of hexagonal polygons on map
  for (column in 0:(b - 1))
    rectangular_function(column, row - 1, col = ColorCode[row + a * column])
  }
image.plot(legend.only=TRUE, col=ColRamp, zlim=c(min(plot_data, na.rm=T), max(plot_data, na.rm=T)))
dev.off()#Add legend to the right if you want to
}
}
#_____#

#PLOTTING THE INVERSE LIFE IMAGE#
#===== CREATE INVERSE PALLET ===== #
heatmap_colors = c(`red`="#FF0000", `yellow`="#FFFF00",
                   `green`="#00FF00", `cyan`="#00FFFF",
                   `blue`="#0000FF") #Create color pallet#
color_grad_function = colorRampPalette(heatmap_colors)
ColRamp = color_grad_function(20)#Interpolate colors to create pallet#
ColorCode = rep("#FFFFFF", length(data)) #Set default as white
#_____#

# === PLOT THE HEXAGONAL NETWORK == #
if(type_lattice == "HEXAGONAL"){
  filename = paste("HEX_LIFE_INVERSE", ".png")
  png(filename, width, height) #Open png file#
  plot_data = as.vector(w[,1])
  par(mar=c(5,1,5,5))
  par(oma=c(1,1,1,1))
  plot(0, 0, type = "n", axes = FALSE, xlim=c(0, b),#Initiate the plot#
        ylim=c(0, a), xlab="", ylab="", main = variables[1], asp=1)

```



```

Bins <- seq(min(plot_data, na.rm=T), max(plot_data, na.rm=T), length=length(ColRamp))
for (i in 1:length(plot_data))
  if (is.na(plot_data[i])) ColorCode[i] <- ColRamp[which.min(abs(Bins-plot_data[i]))]
offset <- 0.5 #Offset for the hexagons when moving up a row
for (row in 1:a) {#Plotting of hexagonal polygons on map
  for (column in 0:(b - 1))
    hexagon_function(column + offset, row - 1, col = ColorCode[row + a * column])
  offset <- ifelse(offset, 0, 0.5)
}
image.plot(legend.only=TRUE, col=ColRamp, zlim=c(min(plot_data, na.rm=T), max(plot_data, na.rm=T)))
dev.off()#Add legend to the right if you want to
}
#_____#

neurontable = array(data = NA, dim = c(a*b, dimension)) #Create a matrix to receive the sum of distances#

for(i in 1:dimension){
  neurontable[,i] = w[,i]
}

write.table(neurontable, "neurons.txt")
write.table(BMU_matrix, "bmu.txt")
#_____#

#CLUSTERING#

# ===== K-MEANS ===== #
WSS = numeric(0) #Define variable to receive total within-cluster sum of square#
BSS = numeric(0) #Define variable to receive total between-cluster sum of square#
for(i in 1:max_clusters){
  WSS[i] = sum(kmeans(neurontable, i)$withinss) #Define total within-cluster sum of square#
  BSS[i] = sum(kmeans(neurontable, i)$betweenss) #Define total between-cluster sum of square#
}
png(file = 'Kmeans_scatterplot.png', width, height) #Create png file#
plot(1:max_clusters, WSS, type = "b", xlab = "Number of clusters",
     main = 'Within and Between cluster sum of square', col = 'red') #Scatterplot for visualization#
lines(1:max_clusters, BSS, col = 'blue')

```

```

legend(x = "topright", legend = c('WSS', 'BSS'), col = c('red', 'blue'), lwd = 1) #Add legend and position it#
dev.off()

n_clusters = 16 #Define number of clusters visually, using the Elbow method#
#_____#

kc = kmeans(neurontable, 16)

clusters = kc$cluster

neurontable = cbind(neurontable, clusters)

wposition = array(data = NA, dim = c(a*b, 2))

for(i in 1:2){
  wposition[,i] = nodes_position[,i,5]
}

neurontable = cbind(neurontable, wposition)

order = row.names(data)

bmuclusters = array(data = NA, dim = c(n_iterations))

for(i in 1:network_dimension){
  for(j in 1:n_iterations){
    if(BMU_matrix[j,2]==neurontable[i,10]){
      if(BMU_matrix[j,3]==neurontable[i,11]){
        bmuclusters[j] = neurontable[i,9]
      }
    }
  }
}

order = cbind(order, bmuclusters)

write.table(order, "order.txt")

```

ANEXO VI – Tabela de Correspondências entre as dimensões 1 a 4 da Análise de Correspondência Múltipla (MCA)

| Variáveis ativas | Coordenadas | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Dimensão1 | Dimensão2 | Dimensão 3 | Dimensão 4 |
| Grupo MBTI | -0,194 | 0,009 | 0,399 | 0,051 |
| Grupo SOM | 0,194 | -0,009 | -0,399 | -0,051 |
| Percepção.N | 1,092 | -0,213 | -0,035 | -0,053 |
| S | -0,876 | 0,171 | 0,028 | 0,042 |
| Aprendizado_Carreira_NF | 1,415 | 1,478 | -0,335 | -0,082 |
| Aprendizado_Carreira_NT | 0,866 | -1,404 | -0,175 | 0,032 |
| Aprendizado_Carreira_SF | -0,592 | 1,172 | 3,006 | -0,183 |
| Aprendizado_Carreira_ST | -0,907 | 0,061 | -0,300 | 0,067 |
| EN | 1,131 | -0,137 | -0,370 | 0,883 |
| ES | -0,868 | 0,188 | 0,249 | 0,033 |
| IN | 1,045 | -0,312 | 0,393 | -1,254 |
| IS | -0,883 | 0,154 | -0,195 | -0,249 |
| FJ | 0,689 | 1,316 | 1,120 | -1,509 |
| FP | 1,299 | -1,528 | 0,467 | 1,749 |
| TJ | -0,363 | -0,382 | -0,280 | -0,062 |
| TP | 0,662 | -1,336 | 2,000 | 1,459 |
| Temperamento_NF | 1,415 | 1,478 | -0,335 | -0,082 |
| Temperamento_NT | 0,866 | -1,404 | 0,175 | -0,032 |
| Temperamento_SJ | -0,891 | 0,151 | -0,141 | -0,097 |
| Temperamento_SP | -0,519 | 0,641 | 4,124 | 3,405 |
| ENTJ | 1,293 | 1,471 | 0,268 | -0,510 |
| ENFP | 1,504 | 1,544 | -1,054 | 1,541 |
| ENTJ | 0,847 | -1,325 | -0,253 | 0,447 |
| ENTP | 1,031 | -1,678 | 1,413 | 1,469 |
| ESFJ | -0,636 | 1,124 | 2,808 | -0,881 |
| ESFP | -0,408 | 1,387 | 4,422 | 3,480 |
| ESTJ | -0,914 | 0,071 | -0,245 | 0,183 |
| ESTP | -0,630 | -0,100 | 3,917 | 3,454 |
| INFJ | 1,333 | 1,401 | 0,407 | -1,933 |
| INTJ | 0,823 | -1,390 | 0,224 | -0,929 |
| INTP | 1,078 | -1,748 | 1,511 | 0,041 |
| ISFJ | -0,640 | 1,112 | 2,540 | -1,254 |
| ISTJ | -0,913 | 0,058 | -0,539 | -0,193 |
| ISTP | -0,633 | -0,112 | 3,649 | 3,081 |

Observação – os números em negrito indicam as variáveis com maior contribuição para a composição da dimensão.