

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA POLITÉCNICA

DAVID TADAMI SUZUKI

**Estrutura curricular dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de  
Materiais da Escola Politécnica da USP e estudo de caso de aprendizagem ativa**

São Paulo  
2023

DAVID TADAMI SUZUKI

**Estrutura curricular dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da USP e estudo de caso de aprendizagem ativa**

**Versão Corrigida**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração:  
Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Orientador:  
Prof. Dr. Fernando José Gomes Landgraf

Coorientador:  
Prof. Dr. Augusto Camara Neiva

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, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Assinatura do autor: \_\_\_\_\_

Assinatura do orientador: \_\_\_\_\_

### Catálogo-na-publicação

Suzuki, David Tadami

Estrutura curricular dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da USP e estudo de caso de aprendizagem ativa / D. T. Suzuki -- versão corr. -- São Paulo, 2023.

251 p.

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

1.Aprendizagem ativa 2.Diretrizes curriculares nacionais 3.Educação em engenharia 4.Estrutura curricular I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais II.t.

## DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Masami Suzuki e Emerenciana Suzuki, meus heróis, falecidos recentemente. Estariam se alegrando muito comigo, mesmo talvez não compreendendo em sua plenitude o significado deste trabalho para mim. À minha querida, amada e virtuosa esposa, Mara A. de Freitas Suzuki, companheira e cúmplice de todas as horas (mesmo faltando um pedaço do pulmão). Aos meus queridos filhos, Pedro Massami e Felipe Sueo, com quem muito tenho aprendido, dois dos meus maiores tesouros.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, que sempre me rodeia de pessoas altruístas, concedendo-me a oportunidade de relacionar-se com pessoas especiais, como as que serão citadas a seguir. É Ele quem me norteia, define, inspira, motiva e me fortalece. *Soli Deo Gloria!*

Ao Prof. Dr. Augusto Camara Neiva, pela orientação, incentivo, ajuda, amizade e extrema paciência. Suas ponderações e considerações muito contribuíram para o meu crescimento, não só acadêmico e profissional, mas também pessoal. Sua inquietação e habilidades em programação elevaram sobremaneira o nível da proposta inicial do trabalho.

Ao Prof. Dr. Fernando José Gomes Landgraf, por sua disposição e interesse sempre presente em auxiliar, e pelas sugestões e contribuições essenciais para o trabalho. Suas sábias palavras proferidas na qualificação reconduziram o trabalho para um outro patamar, muito mais embasado e melhor direcionado.

Ao Prof. Dr. José Luis Paiva pela colaboração, direcionamento e orientações concretas e precisas para o desenvolvimento do trabalho. Bons momentos compartilhados na montagem de sala para aprendizagem ativa no prédio do biênio Poli Usp, empurrando e puxando o carrinho de carga improvisado do Prof. Neiva.

À Profa. Dra. Valquíria Villas-Boas, que, mesmo distante e com uma agenda sobrecarregada, aceitou participar da banca examinadora. Sendo uma das autoras das novas DCNs dos Cursos de Engenharia e detentora de um profundo conhecimento nas áreas de aprendizagem ativa, contribuiu de maneira ímpar, robustecendo sobremaneira o teor e a revisão deste trabalho.

Mesmo correndo o risco de esquecer de alguém, gostaria de agradecer profundamente as demais pessoas especiais às quais referi inicialmente, que me ajudaram alcançar este estágio de realização. Eles sabem no que me ajudaram... minha gratidão ao Prof. Antonio Carlos Molero Gomes, Prof. Carlos Fernandes da Silva, David Alexander Urbina Leal, Prof. Gonçalo Siqueira, Prof. Hélio Wiebeck, Prof. Jun Suzuki, Prof. Luiz Tetsuharu Saito, Prof. Paulo Hélio Kanayama, Prof. Rodrigo Moura Lima de Aragão, Suellen Cristhine Cardozo Alves Nappi, Profa. Ticiane Sanches Valera e Prof. Wagner Murilo Seko.

Gratidão também aos demais funcionários, colegas e docentes da EPUSP e do Centro Paula Souza pela atenção e ajuda recebidas.

“Wisdom is the principal thing; Therefore, get wisdom. And in all your getting, get understanding. Exalt her, and she will promote you; She will bring you honor, when you embrace her.”

Proverbs 4:7-8

## RESUMO

SUZUKI, D. T. **Estrutura curricular dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da USP e estudo de caso de aprendizagem ativa.** 2023. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

As estruturas curriculares podem ser vistas como um ordenamento lógico de conhecimentos e habilidades para se alcançar o domínio de uma dada área do conhecimento. O trabalho desenvolvido nesta dissertação procura colaborar na reflexão sobre a estrutura curricular hoje oferecida pelos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), comparando-as com as estruturas curriculares de outras instituições conceituadas no Brasil e no exterior, convergindo com algumas discussões sobre as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos Cursos de Graduação em Engenharia e revisitando questões quanto ao conceito e utilização da aprendizagem ativa na Educação em Engenharia. Apresenta uma metodologia e a utilização de uma ferramenta computacional para auxiliar na análise, comparação e considerações das estruturas curriculares das universidades selecionadas; e a observação, coleta e análise de dados obtidos em uma participação em sala de aula onde, experimentalmente, foi empregada uma estratégia de aprendizagem ativa (AA), denominada sala de aula invertida, na disciplina PMT3202 (Diagrama de Equilíbrio), ministrada nos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais. Diante disso, foi possível identificar um certo grau de semelhança na comparação entre as estruturas curriculares nas universidades brasileiras, muito por conta de serem regulamentadas pelas DCNs, e diferenças bastante significativas entre as estruturas curriculares do curso em estudo com as universidades no exterior, principalmente as europeias, regidas e orientadas pelo processo de Bolonha. Os resultados do uso da estratégia sala de aula invertida para a disciplina PMT3202, embora utilizada de forma remota e durante o período da pandemia, mostram uma possibilidade para consideração no emprego da aprendizagem ativa nos cursos de Engenharia.

**Palavras-chave:** Aprendizagem ativa. Diretrizes curriculares nacionais. Educação em engenharia. Estrutura curricular.

## ABSTRACT

SUZUKI, D. T. **Curricular structure of Metallurgical Engineering and Materials Engineering courses at Escola Politécnica da USP and case study of active learning.** 2023. Dissertation (Master's) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Curriculum structures can be seen as a logical ordering of knowledge and skills to achieve mastery of a given area of knowledge. The work developed in this dissertation seeks to contribute to the reflection on the curricular structure offered today by Metallurgical Engineering and Materials Engineering courses at the Polytechnic School of the University of São Paulo, comparing them with the curricular structures of other renowned universities in Brazil and abroad, in line with some discussions on the new National Curriculum Guidelines (DCNs) for the Undergraduate Course in Engineering and revisiting issues regarding the concept and use of active learning in Engineering Education. It presents a methodology and the use of a computational tool to assist in the analysis, comparison and considerations of the curricular structures of the selected universities. It also reports the collection and analysis of data obtained during classes in which, experimentally, an active learning (AL) strategy, flipped classroom, was used. The classes were part of PMT3202 (Equilibria Diagram), a subject taught in the Metallurgical Engineering and Engineering courses. In view of this, it was possible to identify a certain degree of similarity in the curricular structures of Brazilian universities, mainly because they are regulated by the DCNs, and quite significant differences between the structure of the course under study and those of courses from universities abroad, mainly European countries, which are regulated and oriented by the Bologna process. The results of using the flipped classroom strategy for the PMT3202 subject, even though it was employed remotely and during the pandemic period, show one possibility for consideration in the use of active learning in Engineering courses.

Keywords: Active learning. National curriculum guidelines. Engineering education. Curricular structure.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Estrutura curricular 3 (EC3).....	28
Figura 3.2 - Aprendizagem e competência.....	36
Figura 3.3 - Sistema de graus na Universidade de Coimbra estruturado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha.....	42
Figura 3.4 - Logotipo da USTB.....	62
Figura 3.5 - Salas de aula adaptadas para o TEAL.....	75
Figura 5.1 - Cargas horárias totais e anuais para Engenharia de Materiais.....	88
Figura 5.2 - Cargas horárias totais e anuais para Engenharia Metalúrgica.....	88
Figura 5.3 - Relação entre disciplinas fundamentais e específicas para Engenharia de Materiais.....	91
Figura 5.4 - Cargas horárias relativas das classes incluindo apenas disciplinas, para Engenharia Metalúrgica.....	92
Figura 5.5 - Relação entre disciplinas fundamentais e específicas para Engenharia Metalúrgica.....	93
Figura 5.6 - Cargas horárias relativas dos grupos da classe “específicas” para Engenharia de Materiais. As percentagens são relativas à carga total de disciplinas, TCC e estágios.....	94
Figura 5.7 - Cargas horárias relativas dos grupos da classe “fundamentos” para Engenharia de Materiais. As percentagens são relativas à carga total de disciplinas, TCC e estágios.....	95
Figura 5.8 - Cargas horárias relativas dos grupos da classe “específicas” para Engenharia Metalúrgica. As percentagens são relativas à carga total de disciplinas, TCC e estágios.....	96
Figura 5.9 - Cargas horárias relativas dos grupos da classe “fundamentos” para Engenharia Metalúrgica. As percentagens são relativas à carga total de disciplinas, TCC e estágios.....	97
Figura 5.10 - Cargas horárias relativas das disciplinas de laboratório em relação à carga total de disciplinas, TCC e estágio, ou em relação à carga total apenas de disciplinas, para Engenharia Materiais.....	98

Figura 5.11 - Cargas horárias relativas das disciplinas de laboratório em relação à carga total de disciplinas, TCC e estágio, ou em relação à carga total apenas de disciplinas, para Engenharia Metalúrgica.....	99
Figura 5.12 - Cargas horárias relativas das disciplinas voltadas a metais, a cerâmicas, a polímeros e a compósitos, em relação à carga total de disciplinas, para Engenharia de Materiais.....	100
Figura 5.13 - Exemplo da solicitação de visualização de trecho de videoaula.....	103
Figura 5.14 - Exemplo de questionário aplicado online no início da quinta aula.....	104
Figura 5.15 - Exemplo de proposta de tema para discussão na reunião nas salas de discussão (“ <i>Breakout rooms</i> ”)......	105
Figura 5.16 - Exemplo de perguntas referentes a quatro questões da prova. Havia perguntas sobre todas as questões.....	106
Figura 5.17 - Perguntas sobre dificuldades individuais que podem ter afetado o desempenho do aluno.....	107
Figura 5.18 - Perguntas sobre problemas nas aulas que podem ter afetado o desempenho do aluno.....	107
Figura 5.19 - Perguntas sobre problemas no material didático que podem ter afetado o desempenho do aluno.....	108
Figura 5.20 - Pergunta sobre avaliação geral da disciplina.....	108

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Relação Candidatos Vaga na EPUSP entre 2012 e 2022.....	30
Quadro 3.2 - Relação Candidatos Vaga por Curso entre 2012 e 2022.....	31
Quadro 3.3 - Comparação entre DCNs atuais e anteriores.....	33
Quadro 3.4 - THE World University Rankings, na área de Engenharia Geral.....	44
Quadro 3.5 - Global Ranking of Academic Subjects (Shanghai Ranking).....	45
Quadro 3.6 - Ranking Universitário Folha versus Notas do MEC/Inep.....	47
Quadro 3.7 - Cursos selecionados.....	48
Quadro 3.8 - Disciplinas obrigatórias.....	66
Quadro 3.9 - Disciplinas mandatórias selecionáveis.....	66
Quadro 3.10 - Restricted Electives.....	67
Quadro 3.11 - Exemplo de uma estrutura curricular completa.....	68
Quadro 3.12 - Ementa e carga horária de Física para EPUSP e MIT no Curso de Engenharia de Materiais.....	73
Quadro 4.1 - Estrutura de classificação das disciplinas.....	78
Quadro 4.2 - Exemplo dos temas de dois grupos.....	79
Quadro 4.3 - Eletivas restritas (ou similares) exigidas e oferecidas.....	80
Quadro 4.4 - Exemplos de registros da lista de palavras-chave e de palavras detectáveis.....	82
Quadro 4.5 - Situações das disciplinas, ações possíveis e número de ações adotadas após definida a última versão da lista de palavras-chave.....	83
Quadro 4.6 - Ementas de quatro disciplinas dos cursos de Engenharia de Materiais da EPUSP na área de Química e Físico-Química.....	85
Quadro 4.7 - Disciplinas de 12 cursos de Engenharia de Materiais ou correlatos na área de Química e Físico-Química, selecionadas com base nas ementas apresentadas no Quadro 4.5.....	86
Quadro 5.1 - Cargas horárias relativas das classes (incluindo TCC e estágios) para Engenharia de Materiais.....	89

Quadro 5.2 - Cargas horárias relativas das classes incluindo apenas disciplinas, para Engenharia de Materiais.....	90
Quadro 5.3 - Nova estrutura de classificação das disciplinas baseada em formato das aulas.....	98
Quadro 5.4 - Nova estrutura de classificação das disciplinas baseada no conteúdo referentes às grandes classes de materiais.....	100
Quadro 5.5 - Sequência típica de uma aula.....	103

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Estrutura Curricular do Curso de Engenharia Metalúrgica – EPUSP.....	118
Apêndice B - Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Materiais – EPUSP.....	124
Apêndice C - Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Materiais – MACK.....	130
Apêndice D - Estrutura Curricular do Curso de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais – UFMG.....	135
Apêndice E - Estrutura Curricular do Curso de Engenharia Metalúrgica – UFRJ.....	142
Apêndice F - Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Materiais – UFRJ.....	150
Apêndice G - Estrutura Curricular do Curso de Engenharia Metalúrgica – UFRGS.....	158
Apêndice H - Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Materiais – UFRGS....	163
Apêndice I - Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Materiais – UFSCar.....	168
Apêndice J - Estrutura Curricular do Curso Bacharel de Ciências em Engenharia Metalúrgica e de Materiais – CSM (Colorado).....	173
Apêndice K - Estrutura Curricular do Curso Bacharel de Engenharia em Ciências dos Materiais – EEIGM (Lorraine).....	177
Apêndice L - Estrutura Curricular do Curso Bacharel em Engenharia de Materiais - NTU (Nanyang).....	183
Apêndice M - Estrutura Curricular do Curso Bacharel em Ciências e Engenharia de Materiais – PKU (Pekin).....	187
Apêndice N - Estrutura Curricular do Curso Bacharel de Ciências em Engenharia de Materiais – RWTH (Aachen).....	190
Apêndice O - Estrutura Curricular do Curso Engenharia em Ciência dos Materiais – Oxford.....	193
Apêndice P - Estrutura Curricular do Curso Bacharel em Engenharia Metalúrgica - USTB (Beijing).....	196
Apêndice Q - Estrutura Curricular do Curso Bacharel em Engenharia e Ciências dos Materiais – USTB (Beijing).....	202
Apêndice R - Estrutura Curricular do Curso de Bacharel em Ciência e Engenharia de Materiais – MIT.....	207
Apêndice S - Programa para localização de palavras-chave e atribuição de cargas .....	212

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - Aprendizagem Ativa

ARWU - *Academic Ranking of World Universities*

CAEG - Consórcios Acadêmicos para a Excelência do Ensino de Graduação

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CES - Câmara de Educação Superior

CNE - Conselho Nacional de Educação

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

CNI - Confederação Nacional da Indústria

CONFEA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

COPPE - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

CSM - *Colorado School of Mines*

EC - Estrutura Curricular

ECTS - *European Credit Transfer System*

EEIGM - *École Européenne d'Ingénieurs en Génie des Matériaux*

EHEA - *European Higher Education Area*

ENADE - Exame Nacional de Desempenho de Estudantes

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

EPUSP - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

FUVEST - Fundação Universitária para o Vestibular

GRAS - *Global Ranking of Academic Subjects*

IGC - Índice Geral de Cursos

IGI - Índice Global de Inovação

IME - Instituto Militar de Engenharia

INEP - Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

INSEAD - *Institut Européen d'Administration des Affaires*

IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação

MEC - Ministério da Educação

MEI - Mobilização Empresarial pela Inovação  
MIT - *Massachusetts Institute of Technology*  
NTU - *Nanyang Technological University*  
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico  
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável  
PIB - Produto Interno Bruto  
PKU - *Peking University*  
PMT - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais  
RUF - Ranking Universitário Folha  
RWTH - *Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule*  
SISU - Sistema de Seleção Unificada  
TEAL - *Technology Enabled Active Learning*  
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais  
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto  
UFPE - Universidade Federal de Pernambuco  
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
UFSCar - Universidade Federal de São Carlos  
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura  
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas  
USP - Universidade de São Paulo  
USTB - *University of Science and Technology Beijing*  
WIPO - *World Intellectual Property Organization*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	24
2.1 Objetivo geral .....	24
2.2 Objetivos específicos .....	24
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	25
3.1 História das escolas de Engenharia.....	25
3.2 História da EPUSP e do PMT .....	27
3.3 Estrutura curricular da EPUSP e atual demanda de candidatos por vaga .....	28
3.4 Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) .....	31
3.5 Competências .....	35
3.6 Aprendizagem ativa (AA).....	37
3.7 Currículo.....	38
3.8 Declaração e Processo de Bolonha .....	40
3.9 Cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais no Brasil e no exterior .....	43
3.8.1 Universidades e cursos no Brasil .....	49
3.8.1.1 Universidade Presbiteriana Mackenzie (MACK).....	49
3.8.1.2 Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).....	50
3.8.1.3 Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).....	51
3.8.1.4 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) .....	52
3.8.1.5 Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).....	54
3.8.2 Universidades e cursos no exterior.....	55
3.8.2.1 Colorado School of Mines (CSM).....	56
3.8.2.2 EEIGM (École Européenne d'Ingénieurs en Génie des Matériaux, Lorraine) .....	57
3.8.2.3 Nanyang Technological University, Singapore (NTU).....	58
3.8.2.4 Peking University (PKU).....	59
3.8.2.5 RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule) .....	60
3.8.2.6 Universidade de Oxford.....	60
3.8.2.7 University of Science and Technology Beijing (USTB) .....	61
3.8.2.8 Massachusetts Institute of Technology (MIT).....	64

<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	76
4.1	Compilação de grades curriculares.....	76
4.2	Comparação entre as grades curriculares .....	77
4.3	Procedimentos para a classificação das disciplinas .....	81
4.4	Verificando as ementas .....	84
4.5	Acompanhamento de oferta de disciplinas .....	84
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	87
5.1	Contabilização de carga horária nas diferentes categorias .....	87
5.2	Acompanhamento da disciplina PMT3202 (Diagramas de Equilíbrio) .....	101
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	109
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	111
<b>8</b>	<b>APÊNDICES</b> .....	118

## 1 INTRODUÇÃO

Já há algum tempo os cursos de engenharia têm se defrontado com a necessidade de reformular suas estruturas curriculares e suas metodologias de ensino na tentativa de mitigar as várias dificuldades que as instituições de ensino, sociedade, indústria e o país enfrentam na formação de mais e melhores engenheiros.

Essa necessidade não é limitada ao cenário nacional brasileiro, conforme descreve o relatório da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), publicado em 2021 [1], onde é destacado o papel crucial que o Ensino de Engenharia desempenha na realização de cada um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), objetivos globais “adotados pelos países-membros das Nações Unidas em 2015 como um apelo universal à ação para acabar com a pobreza, proteger o planeta e garantir que até 2030 todas as pessoas desfrutem de paz e prosperidade” [2].

Nesse mesmo relatório, Anette Kolmos, renomada pesquisadora na Educação em Engenharia, da Universidade de Aalborg, Dinamarca, relata, entre outras coisas, que o declínio constante de matrículas entre os jovens em ciências e a escassez de engenheiros é motivo de grande preocupação e apresenta alguns casos, orientando, propondo e indicando as tendências no ensino de engenharia [3].

O parágrafo abaixo, extraído do parecer do Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação (CES/CNE 01 de 2019), que fez valer o projeto de resolução que institui as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, expressa essa necessidade em um escopo mais abrangente:

O capital humano, sem dúvida, é um dos fatores críticos para o desenvolvimento econômico e social, sendo responsável em grande parte pelas diferenças de produtividade e competitividade entre os países. Por esse motivo, é fundamental buscar a melhoria constante da formação e qualificação dos recursos humanos disponíveis [4].

Ainda, segundo o parecer mencionado acima, os números apontados são muito preocupantes, revelando a fragilidade de competitividade e de inovação da indústria brasileira em comparação ao mercado internacional. Conforme o Índice Global de Inovação (IGI), elaborado pela Universidade Cornell em conjunto com o Instituto Europeu

de Administração de Empresas (INSEAD) e a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO), o Brasil ocupava em 2017 o 69º lugar entre os 128 países avaliados [5], tendo perdido 22 posições no ranking entre 2011 e 2016.

Segundo o IGI, o baixo desempenho do Brasil, entre outros fatores, foi devido à baixa pontuação obtida no indicador que diz respeito a recursos humanos e a pesquisa, em especial aquela relacionada aos graduados em Engenharia [4].

Analisando também o número de engenheiros existentes por habitante, o Brasil ocupava uma das últimas posições do ranking, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Embora nesta relação não esteja sendo considerado o Produto Interno Bruto (PIB), o que poderia conferir um panorama mais ajuizado sobre o assunto, o fato é que em 2014, países como Coreia do Sul, Finlândia e Rússia possuíam mais de 20 engenheiros para cada 10 mil habitantes, Chile e Portugal contavam com cerca de 16 engenheiros também para cada 10 mil habitantes, enquanto o Brasil registrava apenas 4,8 engenheiros para a mesma quantidade de habitantes. Embora o número de matriculados e concluintes dos cursos de Engenharia no país tenha aumentado nos últimos anos, algumas estimativas apontam uma elevada taxa de evasão, em torno de 50% [4].

Como o título sugere, o presente trabalho volta-se ao estudo da estrutura curricular oferecida atualmente nos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da USP, e compreende um estudo de caso de metodologia ativa aplicado em uma das disciplinas do curso PMT3202 (Diagramas de Equilíbrio).

O trabalho dirige-se ao presente, mas envolve tanto um olhar para o passado – necessário para entender o presente – como um olhar para o futuro, pois um dos objetivos do estudo é exatamente permitir que se descortinem diferentes perspectivas para este ou outros departamentos voltados à Engenharia Metalúrgica e à Engenharia de Materiais<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Pode ser considerado um mero truísmo a afirmação de que a Metalurgia está inserida no campo da Engenharia e Ciência dos Materiais. Assim, a coexistência, em uma mesma instituição, de um curso de Engenharia Metalúrgica e um de Engenharia de Materiais se explica talvez não pela divisão lógica dos conteúdos, mas sim por questões históricas da criação e do desenvolvimento destes departamentos, questões de mercado de trabalho e questões de disponibilidade de docentes. Uma análise desta questão e da interrelação entre os dois cursos merece um destaque especial.

Uma das motivações para este trabalho é a escassez de estudos sistemáticos sobre o tema no campo específico da Engenharia Metalúrgica, ao contrário do que ocorre em outros campos da Engenharia, como, por exemplo, na área Civil e Elétrica. Propostas semelhantes são encontradas com mais facilidades nessas áreas. Na área civil, encontramos um estudo com o título “Análise Comparativa do Currículo de Graduação em Engenharia Civil entre Universidades da China, EUA e Europa” [6] onde dados estatísticos em trinta universidades bem conceituadas na China, EUA e Europa foram coletados e comparados seus currículos, sendo analisados quatro aspectos: número total de horas de ensino, a estrutura do curso, o currículo de formação geral e o ensino prático. Na área elétrica, um estudo com o título “Análise sobre o Método Aprendizagem Baseada em Problemas na Engenharia Elétrica” [7], apresenta resultados obtidos da aplicação da aprendizagem ativa, preconizadas nas novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs).

Adotando-se o mesmo critério de busca sobre o tema na área da Engenharia Metalúrgica, percebe-se um número bem mais reduzido de artigos e dissertações. Acreditamos que a disponibilização e sistematização do tipo de informação desejado pode contribuir para vários tipos de reflexões e ações.

Para os docentes individuais, podemos listar, por exemplo, o apoio para:

- estruturação de conteúdo e metodologia de ensino/aprendizagem/avaliação em suas disciplinas;
- definição de planos acadêmicos individuais, metas, indicadores, etc.

Para os conselhos departamentais, comissões e outros grupos ou pessoas envolvidos na gestão acadêmica, podemos listar o apoio para:

- definição de estruturas curriculares e de infraestrutura didática;
- definição de planos acadêmicos departamentais, metas, indicadores, etc.
- definição de políticas de estágio, iniciação científica, pré-mestrado, intercâmbios acadêmicos e de docentes, interação com a indústria, etc.

As estruturas curriculares podem ser vistas como um ordenamento lógico de conhecimentos e habilidades para se alcançar o domínio de uma dada área do conhecimento.

A comparação entre as estruturas curriculares dos atuais cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) e das melhores instituições de ensino do mundo pode evidenciar algumas informações interessantes de serem analisadas.

A ideia é que a análise proposta possa ajudar a subsidiar uma discussão do que é hoje ensinado nas escolas de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, e também fomenta alguma discussão sobre as atuais práticas pedagógicas aplicadas no ensino de Engenharia. Também pode servir de parâmetro para verificar se os cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais estão atendendo as mais recentes Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Engenharia (DCNs de Engenharia), publicadas em 26/04/2019 e previstas para serem implantadas até 26/04/2023.

Espera-se, por último, que este trabalho possibilite futuras adequações no curso de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), bem como de outros cursos brasileiros. Assim, o presente trabalho se coloca uma pergunta: Como a análise das estruturas curriculares dos Cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da USP e a comparação destas com as de outros cursos congêneres no Brasil e no mundo podem gerar subsídios para a implementação das novas diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em Engenharia?

A implementação das novas diretrizes demandará subsídios sobre sequências de conteúdos, sequências de aquisição de competências, metodologias ativas, etc. Alguns destes aspectos serão mencionados no próximo capítulo. A contribuição do presente trabalho irá se focar essencialmente no primeiro conjunto de informações, ou seja, a sequência de conteúdos.

O texto principal desta dissertação está estruturado da seguinte forma: no Capítulo 2, são apresentados os objetivos geral e específicos da pesquisa. O Capítulo 3 expõe um breve histórico da origem das Escolas de Engenharia no mundo e no Brasil, em especial sobre o Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PMT) da EPUSP. Também são reunidas algumas informações sobre as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), vigente desde 2019 e em fase de implantação. No Capítulo 4, apresentamos os caminhos que nortearam as escolhas das instituições de

ensino, bem como os critérios e as ferramentas adotadas para as comparações entre suas estruturas curriculares. No Capítulo 5, são comentadas e detalhadas as comparações realizadas entre as estruturas curriculares de diversas instituições de ensino.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é reunir, comparar e analisar dados sobre as estruturas curriculares do Curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da USP e de outros cursos congêneres no Brasil e no mundo visando gerar subsídios para a implementação das novas diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em Engenharia, e apresentar alguns dados obtidos em participações em sala de aula de uma disciplina do curso onde, experimentalmente, foi empregada uma estratégia de aprendizagem ativa.

### 2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são os seguintes:

- a) identificar, caracterizar e correlacionar disciplinas dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da EPUSP e de outras universidades;
- b) apresentar características dos cursos selecionados, estabelecendo comparação de carga horária em classes de disciplinas;
- c) elencar alguns dados obtidos no emprego experimental de aprendizagem ativa (sala de aula invertida) em uma das disciplinas do curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da EPUSP.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, serão apresentados: a história das escolas de Engenharia no mundo e no Brasil; a história da POLI e do PMT; a estrutura curricular da EPUSP e atual demanda de candidatos por vaga; uma breve discussão sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais; o conceito de Competência; o conceito de Aprendizagem Ativa; o conceito de Currículo; a Declaração e o Processo de Bolonha; e cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais no Brasil e no exterior.

#### 3.1 História das escolas de Engenharia

A primeira escola onde se ministrou um curso formal de Engenharia, ao que tudo indica, foi a *École Nationale des Ponts et Chaussées* (Escola de Pontes e Estradas), fundada na França, em 1747, por iniciativa de Daniel-Charles Trudaine. Em 1783, é criada a *École Nationale Supérieure des Mines*, onde se formavam os engenheiros de Minas. Em 1795, também na França, é fundada a famosa *École Polytechnique*, onde se oferecia um curso de três anos que tinha como professores nada menos que Monge, Lagrange, Prony, Fourier e Poisson, que ensinavam matérias básicas de Engenharia, servindo de modelo para outras escolas. Em seguida os alunos eram encaminhados para as escolas especializadas, tais como Ponts et Chaussées, Supérieure des Mines, etc [8].

Segundo Brandão et al. [9], no Brasil, em 1699, iniciou-se a Aula de Fortificação no Rio de Janeiro, cujo objetivo era a criação de um corpo de soldados técnicos com habilidades de construção de fortificações para a defesa da Colônia e diminuição de dependência de engenheiros vindos da metrópole. A esta Aula de Fortificação, em 1738, foi acrescentada a Aula de Artilharia e, depois, em 1774, foi também agregada a cadeira de Arquitetura Militar, passando esse conjunto de aulas a se denominar Aula Militar do Regimento de Artilharia, considerada o marco inicial da formação de engenheiros militares no Brasil e que tinha a dupla finalidade de preparar artilheiros e de formar oficiais técnicos na Engenharia Militar.

Como consequência e evolução desta Aula Militar, em 1792, é criada a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, instalada na cidade do Rio de Janeiro,

com o objetivo de formar oficiais e engenheiros para o Brasil Colônia. Foi a primeira escola de Engenharia das Américas e a terceira do mundo [10].

Com a vinda de D. João VI, em 1810, passa-se a chamar Academia Real Militar, de onde se originou a atual Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e o Instituto Militar de Engenharia (IME).

A Academia Real Militar mudou de nome algumas vezes: Academia Imperial Militar em 1822, Academia Militar em 1833, Escola Militar em 1839.

Em 1855 é criada a Escola de Aplicação do Exército, e a Escola Militar transfere sua formação militar de dois anos para a nova escola, ficando responsável pela formação em Matemática e em Engenharia. Em 1858, a Escola Militar tem seu nome mudado para Escola Central, oferecendo os cursos de Matemática e Ciências Físicas e Naturais, com quatro anos de duração, e a formação em Engenharia Civil com mais dois anos complementares de disciplinas específicas. Em 1874, a Escola Central passa a se chamar Escola Politécnica, separando em definitivo o ensino militar do ensino civil [11].

Na sequência, foram criadas as seguintes escolas de engenharia [12]:

- em 1876, por decisão de D. Pedro II, é fundada a Escola de Minas de Ouro Preto, atual Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP);
- em 1893, é criada a Escola Politécnica de São Paulo (USP);
- em 1895, é criada a Escola de Engenharia de Pernambuco, atual Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);
- em 1896, é criada a Escola de Engenharia Mackenzie, primeira escola de engenharia privada no Brasil;
- ainda em 1896, é criada a Escola de Engenharia de Porto Alegre, atual Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);
- em 1897, é criada a Escola Politécnica da Bahia, atual Universidade Federal da Bahia (UFBA);
- em 1911, é criada a Escola Livre de Engenharia, atual Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

### 3.2 História da EPUSP e do PMT

Com relação à Escola Politécnica de São Paulo, ela foi fundada em 1893, por Antonio Francisco de Paula Souza, sendo ele também o seu primeiro diretor. A escola foi organizada segundo os moldes das escolas alemãs Technische Hochschule, institutos de tecnologia que tinham uma formação prática aliada a um forte ensino teórico [13].

Os primeiros cursos concebidos foram de Engenharia Industrial, Engenharia Agrícola e Engenharia Civil, e o Curso Anexo de Artes Mecânicas. Segundo Grimoni [12], em 1895, foi criado o curso de Engenheiro-Arquiteto e de Engenheiro-Geógrafo para quem concluísse o terceiro ano de Engenharia Civil. Em 1911, é criado o curso de Engenharia Mecânica-Elétrica. Em 1918, é criado o curso de Engenharia Química e em 1934 a Escola Politécnica é incorporada à Universidade de São Paulo.

Muitos pesquisadores, entre eles Shozo Motoyama, coautor do livro Escola Politécnica: 110 anos Construindo o Futuro, vinculam a criação da Universidade de São Paulo à derrota paulista na Revolução Constitucionalista. Segundo esses estudiosos, a perda da hegemonia política foi, de certa forma, substituída pela ambição de fomentar os recursos que alavancassem o desenvolvimento industrial do estado e preparassem os paulistas para serem as lideranças nacionais do futuro. Criar uma universidade que reunisse todo esforço educacional disperso em diversas instituições fazia parte da implementação dessa visão [13].

Em 1939, são criados os cursos de Engenharia de Minas e Metalúrgica e de Engenharia Mecânica. O curso de graduação original de Engenharia de Minas e Metalúrgica tinha duração de seis anos. Em 1955, esse curso foi separado em dois: Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Minas, cada qual com cinco anos de duração. Em 1969, são adicionados os cursos de Mestrado e Doutorado ao Programa de Graduação em Engenharia Metalúrgica. Em 1990, o programa de graduação torna-se mais abrangente, resultando na mudança do nome do curso para Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

Em 1995, acompanhando a revolução que ocorria no campo dos materiais, é criado o curso de graduação de Engenharia de Materiais [14].

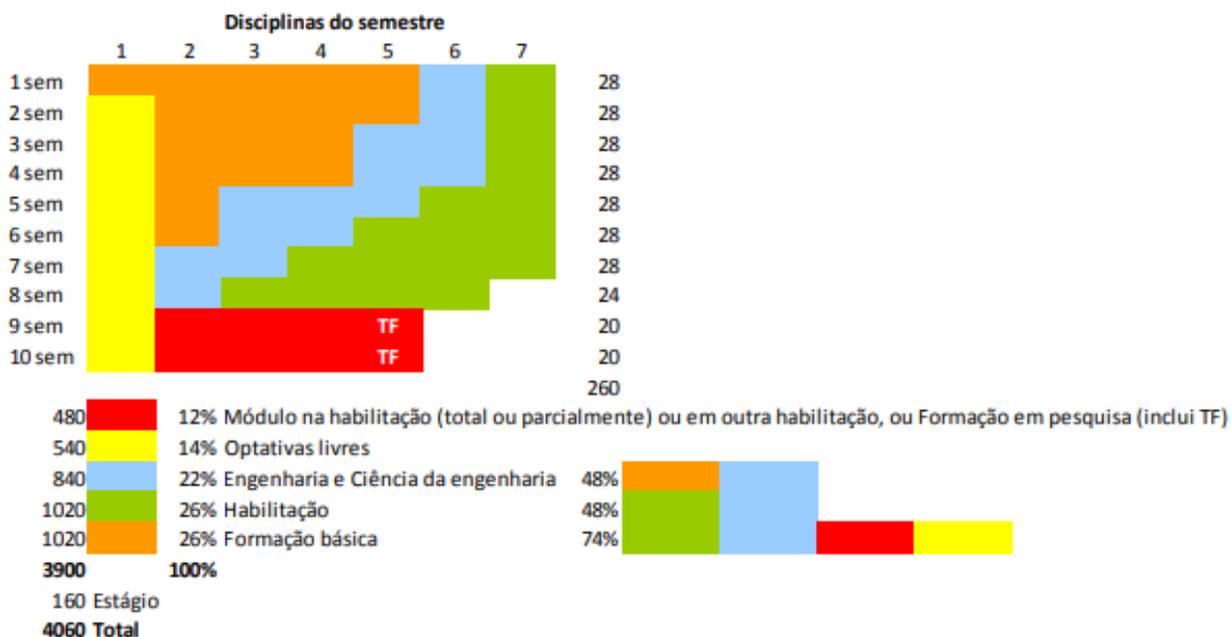
O Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PMT) é responsável pela formação de engenheiros de materiais e metalurgistas na Escola Politécnica da USP (EPUSP). O PMT também oferece cursos de Mestrado e Doutorado (stricto sensu) nas áreas do departamento.

Em 2020, por meio de uma articulação com a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), é aprovada a criação do curso de Engenharia Nuclear, já sendo oferecido a partir de 2021. A denominação do curso de graduação é alterada para Engenharia de Materiais, Metalúrgica e Nuclear [15].

### 3.3 Estrutura curricular da EPUSP e atual demanda de candidatos por vaga

Os cursos de Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Materiais da EPUSP seguem a estrutura geral denominada “Estrutura curricular 3” (EC3), adotada a partir de 2014. Vide Figura 3.1.

Figura 3.1 – Estrutura curricular (EC3)



Fonte: Estrutura curricular geral da EPUSP [16].

#### a) Ingresso

Os alunos ingressam em uma dentre doze carreiras ou grupos de carreiras: Computação, Elétrica, Civil, Ambiental, Minas, Petróleo, Naval, Mecânica, Mecatrônica, Química, Produção e a carreira comum “Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear”, por meio de vestibular, aplicado pela Fundação Universitária para o Vestibular (FUVEST), ou por meio do Sistema de Seleção Unificada (SISU), que tem como base o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Os três primeiros anos das carreiras de Engenharia Metalúrgica, Engenharia de Materiais e Engenharia Nuclear são comuns. Ao final do terceiro ano, com base nas notas obtidas nas disciplinas obrigatórias, os alunos fazem a opção entre uma das três carreiras, sendo 20 vagas destinadas ao curso de Engenharia Metalúrgica, 25 vagas para Engenharia de Materiais e 10 vagas para Engenharia Nuclear.

#### b) Conjuntos de disciplinas

Na EC3, são previstos quatro conjuntos de disciplinas para os quatro primeiros anos:

- fundamentais (núcleo básico comum) - bloco laranja;
- fundamentais da carreira escolhida - bloco azul;
- específicas da carreira escolhida (habilitação) - bloco verde;
- optativas livres - bloco amarelo.

A EC3 prevê que no quinto ano os alunos cursem dois módulos (um no primeiro e outro no segundo semestre - bloco vermelho) oferecidos pelos diversos departamentos da Escola Politécnica. Também inclui formação de pesquisa e Trabalho de Formatura (TF).

#### c) Estruturas anteriores

O Curso de Engenharia de Materiais foi criado em 1995. O Curso de Engenharia Nuclear, que não será abordado em nosso trabalho, foi criado em 2020 e oferecido para os ingressantes a partir de 2021.

Até meados da década de 90 do século passado, o tipo de ingresso ofertado aos estudantes era por carreira, denominada Engenharia e Ciências Exatas, até então com

dez opções (civil, elétrica, mecânica, metalúrgica, materiais, etc). Dentre as opções, era permitido que o estudante escolhesse quatro, em ordem de preferência. Essa modalidade foi denominada de EC1.

No período de 1999 a 2006, o ingresso passou a ser geral, e a escolha de carreira só poderia ser feita no final do segundo ano do curso. Em 2007, foi estabelecido o ingresso em quatro “Grandes Áreas”. As carreiras de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais estavam incluídas na Grande Área Química, junto com Engenharia Química e Engenharia de Minas. A estrutura curricular vigente entre 1999 a 2013 foi denominada EC2.

Em 2014, com a EC3, retornou-se ao ingresso por carreira ou por grupos menores de carreiras. Nesse contexto, foi criado o grupo Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Em 2021, esse grupo passou a incluir a Engenharia Nuclear.

d) Demanda de candidatos por vaga na EPUSP

O Quadro 3.1 retrata a demanda de candidatos por vaga ocorrida nos últimos 11 anos na EPUSP. Fica bastante evidenciada a diminuição do número de candidatos interessados nos cursos de Engenharia, um decréscimo aproximado de 55% entre os anos de 2012 a 2022.

Quadro 3.1 – Relação Candidatos Vaga na EPUSP entre 2012 e 2022

<b>Engenharia na Escola Politécnica da USP - Relação Candidatos Vaga (C/V)</b>			
<b>Concurso</b>	<b>Vagas</b>	<b>Inscritos</b>	<b>C/V</b>
FUVEST 2012	750	11933	15.91
FUVEST 2013	820	12680	15.46
FUVEST 2014	870	13499	15.52
FUVEST 2015	870	11495	13.21
FUVEST 2016	870	10205	11.73
FUVEST 2017	783	8780	11.21
FUVEST 2018	783	8482	10.83
FUVEST 2019	783	7868	10.05
FUVEST 2020	783	7573	9.67
FUVEST 2021	783	6521	8.3
FUVEST 2022	783	5398	6.9

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no acervo FUVEST (2012-2022) [17].

#### e) Demanda de candidatos por vaga no PMT

No Quadro 3.2, é possível verificar a demanda de candidatos em relação ao curso escolhido na EPUSP. Conforme já relatado acima, até 2013 o ingresso era pelas chamadas Grandes Áreas. A partir de 2014, com a introdução da EC3, o ingresso passa a ser por curso ou por um pequeno conjunto de cursos, o que permitiu identificar a real demanda pelos cursos oferecidos no departamento PMT, entre 1,7 a 3,0 candidatos por vaga nos últimos nove anos, ou seja, cerca de três a cinco vezes menor que a média para a Poli. A relação candidatos/vaga foi calculada considerando a primeira opção de curso do candidato.

Quadro 3.2 - Relação Candidatos Vaga por Curso entre 2012 e 2022

Engenharia na Escola Politécnica da USP - INSCRITOS POR OPÇÃO DE CURSO - Relação Candidatos Vaga (C/V)					
Concurso - Curso	Vagas	Opção 1	Opção 2	Opção 3	C/V Opção 1
FUVEST 2012 - Engenharia Química\Metalúrgica\Materiais\Minas	110	1744	1214	1089	15.85
FUVEST 2013 - Engenharia Química\Metalúrgica\Materiais\Minas	140	1825	1378	1152	13.04
FUVEST 2014 - Engenharia de Materiais\Metalúrgica	40	120	672	867	3.00
FUVEST 2015 - Engenharia de Materiais\Metalúrgica	40	102	632	794	2.55
FUVEST 2016 - Engenharia de Materiais\Metalúrgica	50	132	479	639	2.64
FUVEST 2017 - Engenharia de Materiais\Metalúrgica	45	117	480	603	2.60
FUVEST 2018 - Engenharia de Materiais\Metalúrgica	45	100	461	592	2.22
FUVEST 2019 - Engenharia de Materiais\Metalúrgica	45	78	360	455	1.73
FUVEST 2020 - Engenharia de Materiais\Metalúrgica	45	85	310	445	1.89
FUVEST 2021 - Engenharia de Materiais\Metalúrgica\Nuclear	49	142	430	485	2.90
FUVEST 2022 - Engenharia de Materiais\Metalúrgica\Nuclear	49	106	274	366	2.16

Fonte: Elaborado pelo autor com base no acervo FUVEST (2012-2022)

#### 3.4 Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs)

O atual Conselho Nacional de Educação (CNE) foi criado no ano de 1995 com o propósito de colaborar com a formulação da Política Nacional de Educação e exercer atribuições normativas, deliberativas e de assessoramento ao Ministro da Educação [18]. Em 1996, por meio da Lei Nº 9.394, é estabelecida a Nova Lei de Diretrizes e Bases da

Educação Nacional (LDB), com o objetivo de disciplinar a educação escolar no Brasil, vinculando-se ao mundo do trabalho e à prática social [19].

Para os cursos de graduação de Engenharia, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) só foram estabelecidas no ano de 2002, por meio da Resolução CNE/CES nº11, de 11 de março de 2002. O que se notou posteriormente foram propostas pouco alinhadas com o conceito de diretrizes curriculares, sendo verificadas apenas adaptações de grades curriculares anteriores.

Passados 17 anos, aprovou-se no ano de 2019, por meio da Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, uma nova versão das DCNs de Engenharia, desta feita contando com a participação de entidades de ensino de Engenharia, como a ABENGE (Associação Brasileira de Educação em Engenharia), grupos de educação do sistema CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) / CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) e com a participação da MEI (Mobilização Empresarial pela Inovação), movimento coordenado pela CNI (Confederação Nacional da Indústria), sendo envolvidos acadêmicos, empresários e especialistas do assunto [4].

É importante destacar o papel da MEI neste contexto. A Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), concebida no âmbito da CNI, foi criada em 2008 e tem o objetivo de trabalhar para que a inovação seja reconhecida como imprescindível para o Brasil alcançar o crescimento econômico e o bem estar social. É protagonista na colaboração e na parceria com os setores públicos, privados e acadêmicos, sinalizando a importância de propostas de políticas públicas que busquem ampliar e orientar capacidades, ativos, vocações e competências [20].

O Grupo de Trabalho para o Fortalecimento das Engenharias da MEI participou ativamente na revisão das DCNs e no texto aprovado espera-se que as novas DCNs estimulem a intensificação de atividades que combinem teoria e prática, incentivem a cooperação entre universidades e o setor industrial, desenvolvam nos alunos a noção de aprendizado como um processo contínuo, enfim, que seja assegurada uma formação mais contextualizada e capaz de preparar os novos engenheiros na busca de soluções para os problemas do mundo real [11].

As novas DCNs trazem resoluções para que os cursos de Engenharia sejam organizados no desenvolvimento de competências, partindo de atividades que envolvam

teoria, prática e contexto de aplicação. As DCNs anteriores organizavam os cursos com base em conhecimentos a serem adquiridos pelo conteúdo do componente curricular. O Quadro 3.3 apresenta uma síntese de comparação entre as atuais DCNs e as anteriores, ressaltando que as novas DCNs estabelecem um prazo de 3 anos, a partir de sua data de publicação (26/04/2019), para sua implementação nos cursos de Engenharia em funcionamento [11].

Assim sendo, o prazo limite para a implantação das DCNs do Curso de Graduação de Engenharia deveria ser até 26/04/2022. No entanto, considerando as circunstâncias decorrentes da pandemia da COVID-19 impostas às instituições de ensino superior (IES), a Resolução CNE/CES nº 1, de 29 de dezembro de 2020 [21], adicionou 1 (um) ano ao prazo de implantação inicialmente estabelecido, ficando assim para 26/04/2023.

Quadro 3.3 – Comparação entre DCNs atuais e anteriores

<b>Tópico</b>	<b>Novas DCNs</b>	<b>DCNs anteriores</b>
Termo utilizado para fazer referência a área do curso (Civil, Elétrica, Mecânica...)	Utiliza o termo “Habilitação” (Retomado o termo usado na Resolução CFE nº48/1976)	Utilizava o termo “Modalidade” (confundia-se com modalidade de educação básica, profissional...)
Objetivo da Resolução que institui as DCNs	Organização, avaliação e desenvolvimento do curso	Apenas mencionava a organização do curso
Perfil do egresso	Mais abrangente, detalhando as características esperadas do egresso	Descrevia o perfil esperado do egresso, mas com menos detalhes
Concepção do curso	Desenvolvimento de competências, sendo elas descritas detalhadamente	Desenvolvimento baseado em conteúdos
Campos de atuação	Engenheiro inovador, empreendedor e "professor"	Não considerava este aspecto
Projeto Pedagógico de Curso (PPC)	Mais abrangente, especificando e descrendo claramente o que se espera do PPC	Mencionava a necessidade do PPC e indicava alguns aspectos a serem considerados
Atividades do curso	Mais abrangente, com vários incisos a mais, entre elas o estímulo para atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação	Ênfase em se reduzir o tempo em sala de aula, trabalhos de síntese/ integração dos conhecimentos adquiridos e estímulos a atividades complementares, tais como iniciação científica

Metodologia de aprendizagem	Metodologia ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno	Não considerava este aspecto
Acolhimento do ingressante	Nivelamento e apoio psicopedagógico/social, visando a diminuição da retenção e evasão	Não considerava este aspecto
Carga e duração	De acordo com a CNE/CES nº 02/2007 (Carga horária mínima de 3600 horas e cinco anos)	Não considerava este aspecto
Conteúdos	Estabelece apenas os básicos: Administração e Economia; Algoritmos e Programação; Ciência dos Materiais; Ciências do Ambiente; Eletricidade; Estatística. Expressão Gráfica; Fenômenos de Transporte; Física; Informática; Matemática; Mecânica dos Sólidos; Metodologia Científica e Tecnológica; Química e Desenho Universal. Os conteúdos específicos e profissionais devem ser explicitados no PPC	Estabelecia os conteúdos básicos e profissionalizantes de algumas modalidades
Estágio obrigatório	Previsto (mínimo 160 horas)	Considerava (mínimo 160 horas)
Atividade obrigatória de final de curso	Projeto de Final de Curso	Trabalho de Final de Curso
Avaliação dos estudantes	Como parte do processo de aprendizagem	Baseada nas atividades e conteúdos
Corpo docente	Estabelece programa de formação e desenvolvimento; e definição de indicadores de valorização das atividades no curso	Não considerava este aspecto
Implantação e acompanhamento	Prevê acompanhamento da implantação e avaliação	Considerava o acompanhamento da implantação e sua permanente avaliação
Prazo para implantação	3 anos a partir da publicação (26/04/2019) sendo acrescido mais 1 ano por conta da COVID, conforme CNE/CES nº1/2020	Não foi estabelecido prazo

Fonte: Adaptado de Oliveira [11].

### 3.5 Competências

O conceito de competência está muito evidenciado nos dias atuais. Discussões mais intensas quanto a este conceito também têm sido mais frequentes e diferentes conotações podem ser encontradas na literatura. Isso pode ser explicado pelo fato do significado da palavra também “evoluir” com o passar do tempo.

Segundo Fleury e Fleury [22], “a noção de competência aparece assim associada a verbos como: saber agir, mobilizar recursos, integrar saberes múltiplos e complexos, saber aprender, saber engajar-se, assumir responsabilidades, ter visão estratégica. Do lado da organização, as competências devem agregar valor econômico para a organização e valor social para o indivíduo.”

Vários outros conceitos, inclusive o mencionado acima, parecem convergir para o que foi proposto por Durand [23] e aparentemente possuem uma boa aceitação no universo empresarial e no meio acadêmico. Ele define o termo competência baseando-se em três dimensões denominada CHA: Conhecimentos (C), Habilidades (H) e Atitudes (A), englobando, assim, aspectos cognitivos, técnicos, sociais e afetivos relacionados ao trabalho.

Dois pensamentos serviram de embasamento para relacionar o processo de aprendizagem e competências.

Johann Heinrich Pestalozzi, educador suíço, elucidou aprendizagem como um processo de desenvolvimento natural, espontâneo e harmônico das capacidades humanas, onde o ato educativo é adquirido e conservado na medida em que se estabelece uma diferença entre as leis gerais do desenvolvimento, envolvendo atividade da cabeça, das mãos e do coração [24].

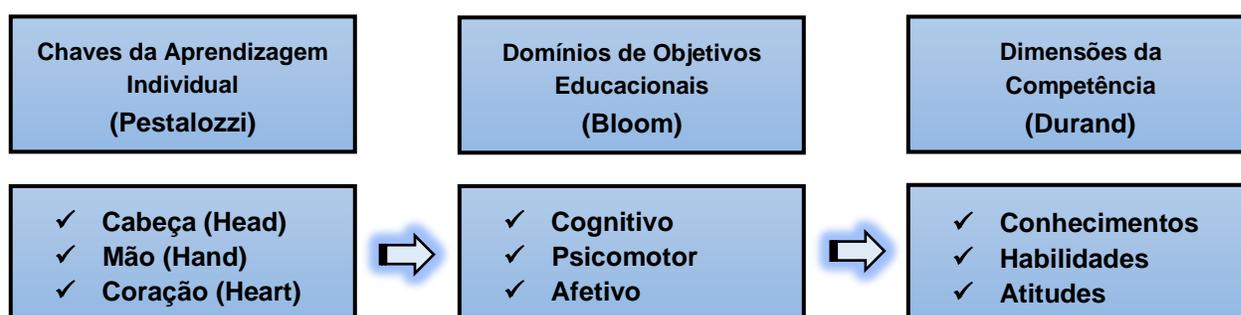
Benjamin Samuel Bloom, psicólogo e pedagogo, com outros professores universitários norte-americanos, apresentou a Taxonomia de Objetivos Educacionais (Taxonomia de Bloom), a qual considera três domínios de objetivos educacionais: o domínio cognitivo (relacionado a processos como memória e desenvolvimento de capacidades intelectuais), psicomotor (relacionado ao desenvolvimento de habilidades motoras) e afetivo (reações de ordem afetiva e de empatia, expressos como interesses, atitudes ou valores) [25].

Assim, embasado nestas teorias, as competências abordadas por Durand [23] foram definidas da seguinte forma:

- **Conhecimento (saber):** corresponde a uma série de informações assimiladas e estruturadas pelo indivíduo que permitem compreender o mundo, se relacionando com o saber adquirido através de experiências pessoais nas escolas, universidades, cursos, entre outros contextos.
- **Habilidade (como fazer):** relaciona-se à capacidade de aplicar e fazer uso produtivo do conhecimento, ou seja, de buscar informações e utilizá-las em uma ação para atingir um propósito específico.
- **Atitude (querer fazer):** capacidade de analisar determinado cenário e agir de forma autônoma e eficiente, propulsionada por valores, princípios, crenças e sentimentos.

A Figura 3.2 sintetiza as propostas de Pestalozzi, Bloom e outros e de Durand, relacionando aprendizagem e competência [26].

Figura 3.2 - Aprendizagem e competência



Fonte: Brandão, Guimarães e Borges-Andrade [26].

Quando a competência é relacionada com o processo de ensino e aprendizagem, estando os conhecimentos e habilidades identificadas nas ações e atitudes dos alunos, o processo torna-se centrado nestes atores, que são o foco das novas DCNs. O desenvolvimento de competências não exclui o conhecimento de conteúdos, mas na nova perspectiva, os conteúdos deverão ser mobilizados pelos estudantes por meio das

ações que praticam no processo de ensino e aprendizagem, e não mais apenas apresentados pelos docentes.

Uma ampla e profunda revisão sobre o conceito de competência foi apresentado por Mesquita [27]. Ela explora o conceito conforme quatro abordagens identificadas por Pacheco<sup>2</sup> (2011, apud [27], 2015): teóricos, organizacionais, curriculares e pedagógicos, enfatizando os dois últimos tópicos, que são focos de seu estudo.

### 3.6 Aprendizagem ativa (AA)

Embora a expressão “metodologias ativas” esteja bem disseminada no meio acadêmico, segundo Elmôr Filho et al. [28], ativo é o processo de aprendizagem dos estudantes e não as estratégias ou os métodos pedagógicos, daí a preferência pela utilização da expressão “aprendizagem ativa” (AA).

Gudwin [29] explica aprendizagem ativa como um conjunto de práticas pedagógicas que diferem das técnicas clássicas de aprendizagem, como, por exemplo, as aulas discursivas tradicionais, onde o professor “ensina” e o aluno “aprende”. Na aprendizagem ativa, o aluno não é apenas um receptor de informações, mas engaja-se “de maneira ativa na aquisição do conhecimento, focando seus objetivos e indo atrás do conhecimento de maneira pró-ativa”, conclui ainda Gudwin.

Do exposto acima, podemos resumir aprendizagem ativa como qualquer metodologia de aprendizagem onde o aluno deixa de ser passivo ou coadjuvante para tornar-se ativo ou ator principal do seu próprio processo de conhecimento.

O modo tradicional de lecionar aulas não atende mais às necessidades da nossa sociedade e também não alcança mais essa nova geração de alunos [30], e, conforme já mencionado anteriormente, as novas DCNs definem resoluções para que os cursos de Engenharia sejam organizados no desenvolvimento de competências e incentivem a adoção de metodologias ativas de aprendizagem, partindo de atividades que envolvam teoria, prática e contexto de aplicação.

---

<sup>2</sup> Pacheco, J. A. **Discursos e lugares das competências em contextos de educação e formação**. Porto: Porto Editora, 2011.

O cenário e a atual demanda da educação em Engenharia mostra-se bem ajustada com a seguinte expressão: “O comportamento dos estudantes tem mudado radicalmente, o que nos leva a crer que os sistemas educacionais vigentes devem ser (re)pensados, a fim de compreender, criar e utilizar ambientes de aprendizagem com a qualidade necessária” [28].

Diversas disciplinas dos cursos de Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Materiais apresentam algumas atividades que envolvem a participação ativa dos alunos. Por exemplo, as disciplinas frequentemente têm aulas de laboratório, apresentação de seminários, etc. Contudo, iremos restringir o conceito de aprendizagem ativa a estratégias e métodos que têm recebido esta classificação em inúmeros artigos e livros, tais como:

- *flipped classroom* (sala de aula invertida);
- *peer instruction* (instrução pelos colegas);
- *just-in-time teaching* (ensino sob medida);
- *problem-based learning* (aprendizagem baseada em problemas);
- *jigsaw* (painel integrado);
- *project-based learning* (aprendizagem baseada em projetos).

Adotando-se tal critério, são ainda poucas as iniciativas de aprendizagem ativa nas disciplinas oferecidas pelo Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Uma das iniciativas, ainda tímida, ocorreu na disciplina PMT3202 (Diagramas de Equilíbrio). Por este motivo, o acompanhamento da oferta desta disciplina foi incluído no escopo do presente trabalho.

Diversos trabalhos propõem-se a demonstrar a efetividade das estratégias e dos métodos de Aprendizagem Ativa, de diferentes maneiras. Podemos citar, por exemplo, Prince [31] e Michael [32].

### 3.7 Currículo

Frequentemente entende-se como currículo ou estrutura curricular a listagem dos nomes e cargas horárias das disciplinas ou outras atividades, e os conteúdos de suas

ementas. As intenções que estão por trás destas estruturas muitas vezes ficam implícitas. Elas fariam parte do que pode ser denominado um “currículo oculto” . Mais recentemente, contudo, estas intenções têm sido mais claramente explicitadas, e a própria estruturação dos currículos passou a levar em conta, além da lógica inerente aos conteúdos, a lógica correspondente aos desenvolvimento das diversas competências desejadas que os alunos adquiram em cada momento dos cursos e ao final do curso.

Uma revisão interessante com diversas abordagens sobre a amplitude do conceito de currículo foi elaborada por Mesquita [27], que considerou que o “currículo é realizado por pessoas, logo não é neutro, encontra-se social, cultural e historicamente situado”. A autora relata historicamente dois tipos de abordagem. Uma primeira teria uma essência técnica, em que o currículo é um produto que se apresenta de forma ordenada, estruturada e organizada, defendida já em 1918 por Bobbit<sup>3</sup> (1918, apud [27], 2015), e desenvolvida por diversos autores ao longo do século XX. Uma segunda abordagem, na visão da autora, coloca a ênfase no processo que se “caracteriza por uma natureza ampla e dinâmica onde subsiste a valorização das experiências”, e já era também defendida na primeira metade do século XX (Caswell & Campbell<sup>4</sup>, 1935; Tanner & Tanner<sup>5</sup>, 1980, apud [27], 2015).

Mesquita [27] também aborda os princípios de desenvolvimento curricular e afirma que dele sobressai a ideia de processo, de sequência e de continuidade.

Neste âmbito, segundo Pacheco<sup>6</sup> (2006, apud [27], 2015), pode-se dizer que o desenvolvimento curricular é utilizado para expressar uma prática, dinâmica e complexa, que se processa em diferentes momentos e fases, de modo a formar um conjunto estruturado, integrando quatro aspectos principais: justificação teórica, elaboração/planejamento, operacionalização e avaliação.

---

<sup>3</sup> Bobbitt, F. **The Curriculum**. Boston, New York, Chicago: Houghton Mifflin Company, 1918.

<sup>4</sup> Caswell, H.; Campbell, D. **Curriculum Development**. New York: American Book Co, 1935.

<sup>5</sup> Tanner, D.; Tanner, L. **Curriculum development : theory into practice** (2nd ed.). New York: MacMillan, 1980.

<sup>6</sup> Pacheco, J. A. **Currículo: Teoria e Práxis** (3ª ed.). Porto: Porto Editora, 2006.

### 3.8 Declaração e Processo de Bolonha

A Declaração de Bolonha [33] faz parte de uma política educacional de ensino superior que foi assinada pelos ministros da educação de 29 países europeus na cidade de Bolonha, em 19 de junho de 1999.

A partir daí, desencadeou-se o chamado Processo de Bolonha, que culminou com a criação do Espaço Europeu de Ensino Superior (European Higher Education Area - EHEA) em 2010 e que já conta com a participação de 49 países [33].

Importante registrar que o Processo de Bolonha iniciou-se de maneira embrionária com a assinatura da Declaração de Sorbonne, em 1998. Neste documento, os ministros responsáveis pelo ensino superior na França, Itália, Alemanha e Reino Unido defendiam a harmonização e a compatibilização entre os sistemas europeus.

O Espaço Europeu de Ensino Superior foi idealizado para ser um espaço aberto, internacionalmente atrativo e competitivo, onde as instituições de ensino superior, suportadas por profissionais engajados, possam cumprir suas diversas missões na sociedade do conhecimento, e onde os alunos, beneficiando-se da facilidade na mobilidade e reconhecimento justo de suas qualificações, possam encontrar percursos educacionais mais adequados [34].

Um dos principais instrumentos utilizados na implementação do Processo de Bolonha foi a adoção do sistema europeu de transferência e acumulação de créditos, chamado ECTS (European Credit Transfer System). Baseia-se no princípio de que 60 créditos medem o volume total de trabalho de um estudante em um ano. Na Europa, esse volume de trabalho situa-se entre as 1500 e 1800 horas por ano e nesses casos um crédito corresponde a 25-30 horas de trabalho. De um modo geral, 30 créditos equivalem a um semestre de estudos e 20 créditos a um trimestre [35].

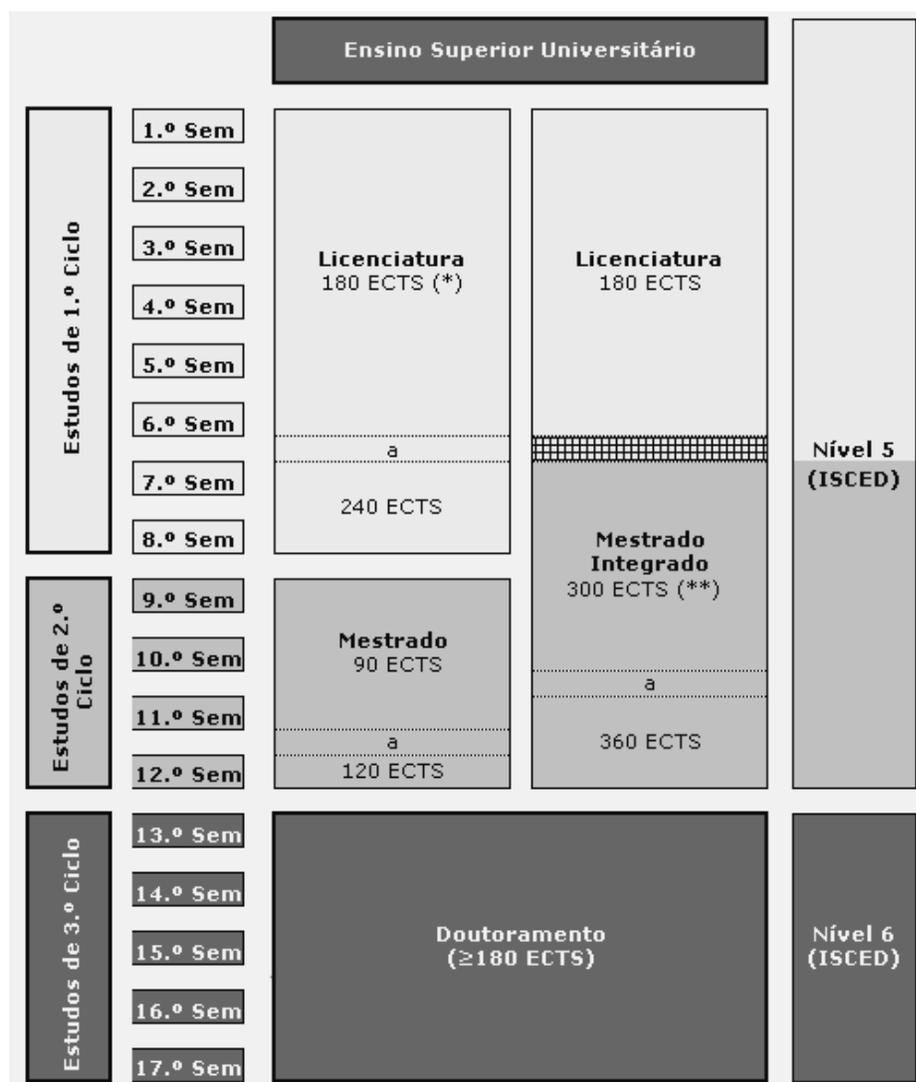
O Espaço Europeu de Ensino Superior está baseado no reconhecimento mútuo de graus e outras qualificações do ensino superior, a transparência (graus elegíveis e comparáveis organizados numa estrutura de três ciclos) e a cooperação europeia na garantia da qualidade.

Segue abaixo o sistema de graus em vigor na Universidade de Coimbra, que está estruturado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha [35].

O sistema está fundamentado em uma estrutura de ensino superior em três ciclos:

- **1º Ciclo** - Equivale ao grau de Licenciatura. Tem uma duração normal de seis a oito semestres e confere de 180 a 240 créditos ECTS.
- **2º Ciclo** - Equivale ao grau de Mestrado. Tem uma duração normal de três a quatro semestres e confere de 90 a 120 créditos ECTS.
- **Ciclo de Estudos Integrado (1º e 2º Ciclos)** - Equivale aos graus de Licenciatura e de Mestrado (Mestrado Integrado). Tem uma duração normal de dez a doze semestres e confere de 300 a 360 créditos ECTS.
- **3º Ciclo** - Equivale ao grau de Doutorado. Tem uma duração média entre seis e dez semestres e confere de 180 a 300 créditos ECTS.

Figura 3.3 - Sistema de graus na Universidade de Coimbra estruturado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha



Fonte: Informação para candidatos internacionais, Universidade de Coimbra [35].

(\*) Excetuam-se os casos em que seja indispensável, para o acesso ao exercício de determinada atividade profissional, uma formação compreendida entre 210 e 240 créditos ECTS.

(\*\*) O Mestrado Integrado é um ciclo de estudos integrado que congrega os níveis de 1.º e 2.º ciclos. Aplica-se a cursos que qualificam os estudantes para a prática de profissões específicas, tais como as de engenheiro, médico, dentista, farmacêutico e psicólogo. A duração do curso é de dez a 12 semestres e confere entre 300-360 créditos ECTS. A duração e o número de créditos são definidos de acordo com: a) normas legais da União Europeia e; b) uma prática estável e consolidada na União Europeia. O grau atribuído no final do ciclo integrado é o de mestre.

ISCED (International Standard Classificativos of Education) é uma classificação internacional de referência para organizar programas de educação e qualificações relacionadas por níveis e áreas.

Embora a Universidade de Coimbra não tenha sido relacionada no estudo das comparações curriculares, sua estrutura de graduação, em consonância com o Processo de Bolonha, permitiu uma compreensão maior na análise das estruturas curriculares das universidades européias que foram objeto de estudo (Aachen, Oxford e EEIGM/Lorraine).

### 3.9 Cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais no Brasil e no exterior

Existem vários institutos e consultorias especializados em promover o ranqueamento de universidades, e cada um possui a sua metodologia e indicadores específicos para avaliação e classificação. Por exemplo, o *THE (Times Higher Education) World University Ranking* [36], um dos mais conceituados, fornece um ranqueamento com ênfase no ensino, pesquisa, citações, transferência de conhecimento e perspectiva internacional. Disponibiliza também ranqueamentos com classificações regionais, temáticas e perfis distintos como ênfase em reputação ou universidades “jovens”, com menos de 50 anos de existência. O site deste instituto possibilita a obtenção do ranqueamento de forma global, considerando e indexando todos os cursos ofertados pela universidade, ou, como informado acima, de forma temática, por áreas de conhecimento. No caso, não havia opções de seleção específicas para os cursos de Engenharia Metalúrgica ou Engenharia de Materiais, sendo selecionada a opção “Engenharia Geral”. Esta classificação é mostrada no Quadro 3.4.

Observa-se que, neste ranking, a melhor universidade brasileira classificada na área de engenharia é a USP, situada entre a 301ª e 400ª colocação. A partir da 100ª colocação, não é especificada a colocação individual, mas sim em colocações de 25 em 25, e a partir da 200ª posição, de 50 em 50, e assim por diante. As universidades que se encontram nestas faixas de colocações estão posicionadas em ordem alfabética.

Uma outra publicação anual de ranking universitário influente é o *Academic Ranking of World Universities (ARWU)*, também conhecido por Shanghai Ranking, que considera, entre outras métricas, o número de ex-alunos e funcionários que ganharam Prêmios Nobel e número de artigos publicados nas duas principais revistas científicas do mundo, a britânica *Nature* e a norte-americana *Science*.

Quadro 3.4 - THE World University Rankings, na área de Engenharia Geral

THE World University Rankings 2023 by Subject: Engineering		
Posição (Ranking)	Universidade (Institution)	País (Country)
1	Harvard University	United States
2	Stanford University	United States
3	University of California, Berkeley (UCB)	United States
4	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	United States
5	University of Oxford	United Kingdom
6	California Institute of Technology (Caltech)	United States
7	University of Cambridge	United Kingdom
8	National University of Singapore (NUS)	Singapore
9	Princeton University	United States
10	ETH Zurich - Swiss Federal Institute of Technology	Switzerland
11	Georgia Institute of Technology	United States
12	Peking University	China (Mainland)
13	Nanyang Technological University, Singapore (NTU)	Singapore
14	Imperial College London	United Kingdom
15	Tsinghua University	China (Mainland)
301-400	University of São Paulo	Brazil
401-500	University of Campinas	Brazil
501-600	Federal University of Piauí	Brazil
601-800	Federal University of Rio de Janeiro	Brazil
601-800	Federal University of Santa Catarina	Brazil
601-800	Pontifícia Universidade Católica do Paraná	Brazil
801-1000	Universidade Estadual Paulista (Unesp)	Brazil
801-1000	Universidade Federal do Ceará (UFC)	Brazil
801-1000	Federal University of Minas Gerais	Brazil
801-1000	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Brazil
801-1000	Federal University of Santa Maria	Brazil
801-1000	Federal University of São Carlos	Brazil

Fonte: Elaborado pelo autor com base no *THE World University Rankings 2023 by Subject: Engineering* [36].

O ARWU foi publicado pela primeira vez em 2003 pela Universidade Xangai Jiao Tong. Embora o objetivo inicial fosse encontrar a posição global das melhores universidades chinesas, os indicadores utilizados para classificar as universidades atraiu a atenção de muitas universidades e hoje mais de 1800 universidades são classificadas e 1000 publicadas. Desde 2009, o ARWU é publicado pela Shanghai Ranking

Consultoria, empresa totalmente desvinculada de qualquer universidade ou agência governamental.

No site da Shanghai Ranking, a consulta por área de interesse (*Global Ranking of Academic Subjects – GRAS*) [37] apresenta uma gama maior de cursos, sendo possível obter os ranqueamentos específicos para os cursos de Engenharia Metalúrgica e de Ciência e Engenharia de Materiais, conforme o Quadro 3.5.

Quadro 3.5 – Global Ranking of Academic Subjects (Shanghai Ranking)

Global Ranking of Academic Subjects 2022 Metallurgical Engineering			Global Ranking of Academic Subjects 2022 Materials Science & Engineering		
<a href="https://www.shanghairanking.com/rankings/gras/2022/RS0227">https://www.shanghairanking.com/rankings/gras/2022/RS0227</a>			<a href="https://www.shanghairanking.com/rankings/gras/2022/RS0213">https://www.shanghairanking.com/rankings/gras/2022/RS0213</a>		
Posição (Ranking)	Universidade (Institution)	País (Country)	Posição (Ranking)	Universidade (Institution)	País (Country)
1	University of Science and Technology Beijing	China	1	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	United States
2	Northeastern University (Shenyang)	China	2	Georgia Institute of Technology	United States
3	Central South University	China	3	Harvard University	United States
4	Shanghai Jiao Tong University	China	4	Northwestern University	United States
5	Northeastern University (Shenyang)	China	5	Stanford University	United States
6	University of Tennessee - Knoxville	United States	6	University of Cambridge	United Kingdom
7	The University of Manchester	United Kingdom	7	University of California, Berkeley	United States
8	Harbin Institute of Technology	China	8	Nanyang Technological University	Singapore
9	Chongqing University	China	9	Tsinghua University	China
10	Tohoku University	Japan	10	University of California, Los Angeles	United States
11	Xi'an Jiaotong University	China	11	University of Science and Technology of China	China
12	Monash University	Australia	12	Peking University	China
13	University of Science and Technology of China	China	13	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States
14	The Ohio State University - Columbus	United States	14	Pennsylvania State University - University Park	United States
15	Tsinghua University	China	15	National University of Singapore	Singapore
101-150	Federal University of Sao Carlos	Brazil (1)	201-300	University of Sao Paulo	Brazil (1)
151-200	University of Sao Paulo	Brazil (2)			

Fonte: Elaborado pelo autor com base no *Global Ranking of Academic Subjects 2022, Metallurgical Engineering and Materials Science & Engineering* [37].

Assim como no “*THE World University Ranking*”, no “Shanghai Ranking”, a partir de uma determinada posição na classificação, não é especificada a colocação individual, mas apenas em faixas classificatórias, posicionadas em ordem alfabética. Para o curso de Engenharia Metalúrgica, o GRAS classificou as 200 melhores universidades, e para o curso de Ciência e Engenharia de Materiais, as 500 melhores universidades.

Com relação aos institutos nacionais que divulgam as classificações das universidades brasileiras, os mais conhecidos são: o Ranking Universitário Folha (RUF) [38], do grupo Folha de São Paulo, e Guia dos Estudantes, da Editora Abril. Nestes, porém, existem informações desatualizadas e as opções de áreas não contemplam os cursos em estudo.

O ranking divulgado pela RUF, bastante conceituado, era produzido por jornalistas e pesquisadores, tendo à frente a pesquisadora Dra. Sabine Righetti, coordenadora e fundadora da Rede Brasileira de Pesquisa em Rankings, Índices e Tabelas Classificatórias na Educação Superior (REDE RANKINTACS), e professora e orientadora em cursos de especialização e programa de mestrado da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). A última divulgação da RUF ocorreu em 2019 e, em contato por e-mail com a Dra. Sabine, ela informou que a publicação foi interrompida durante a pandemia e que o seu retorno tem sido discutido no grupo Folha.

O Ministério da Educação (MEC), por meio de sua autarquia, Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) [39], divulga anualmente o IGC, Índice Geral de Cursos, um dos indicadores do desempenho das instituições de ensino superior no Brasil. Esse índice leva em conta a média nos últimos 3 anos do CPC, Conceito Preliminar de Curso, conceito este utilizado para avaliar os cursos das instituições. Considera ainda as notas dos programas de mestrado e doutorado a partir de dados da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e da distribuição dos alunos nos diferentes níveis de ensino na graduação, mestrado ou doutorado. A escala vai de 1 a 5. Nela, 1 e 2 são avaliações consideradas insatisfatórias, 3 é regular, e 4 e 5 são consideradas satisfatórias.

O índice IGC também é conhecido como nota do MEC e sua última publicação é de 2019. A publicação de 2021 estava prevista para dezembro de 2022, mas foi adiada para janeiro de 2023. No Quadro 3.6, é mostrado um comparativo entre os

ranqueamentos do RUF e do MEC no ano de 2019. Importante observar que a USP não faz parte da classificação do MEC pois não participa do ENADE (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes), um dos critérios de avaliação que é computado no índice IGC. As redes estaduais e municipais de educação superior podem optar por não participar do ENADE, sendo este o caso da USP.

Quadro 3.6 – Ranking Universitário Folha versus Notas do MEC/Inep

Ranking Universitário Folha (RUF) - 2019 Melhores Universidades			Notas do MEC/Inep - 2019 Índice Geral de Cursos (IGC)		
<a href="https://ruf.folha.uol.com.br/2019/ranking-de-universidades/principal/">https://ruf.folha.uol.com.br/2019/ranking-de-universidades/principal/</a>			<a href="https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-de-qualidade-da-educacao-superior">https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-de-qualidade-da-educacao-superior</a>		
Posição	Universidade	Nota	Posição	Universidade	Nota
1	Universidade de São Paulo (USP)	98,02	1	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	4,42
2	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	97,09	2	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	4,30
3	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	97,00	3	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	4,30
4	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	96,72	4	Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)	4,17
5	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	95,68	5	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	4,14
6	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)	92,67	6	Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB)	4,12
7	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	92,58	7	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)	4,10
8	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	92,02	8	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	4,08
9	Universidade de Brasília (UNB)	91,21	9	Universidade Federal de Viçosa (UFV)	4,08
10	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	89,77	10	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)	4,06
11	Universidade Federal do Ceará (UFC)	89,47	11	Universidade Federal de Lavras (UFLA)	4,05
12	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)	89,15	12	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSA)	4,03
13	Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)	87,81	13	Universidade Federal do ABC (UFABC)	4,00
14	Universidade Federal da Bahia (UFBA)	86,95	14	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	4,00
15	Universidade Federal de Viçosa (UFV)	86,84	15	Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)	3,97

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Ranking Universitário Folha (RUF) [38] e Notas do MEC/Inep [39].

Com base nas posições dos ranqueamentos, diversificação da região geográfica e peso da tradição, foram selecionadas 14 universidades, totalizando 19 cursos, sendo 6 de Engenharia Metalúrgica e 13 de Engenharia de Materiais, sobre as quais nas seções a seguir serão apresentadas breves informações.

Verifica-se no ranqueamento nacional que as primeiras colocações são tradicionalmente ocupadas por instituições federais ou estaduais. Foi escolhida uma universidade de cunho privado, com boa colocação (Universidade Mackenzie), para participar deste trabalho. Os cursos a serem descritos estão listados no Quadro 3.7. As referências para cada curso estão listadas na seção seguinte.

Quadro 3.7 – Cursos selecionados

Universidade	Habilitações	Unidade Acadêmica	Departamento	Referência e identificação no presente trabalho	Duração do curso (anos)
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Brasil	Eng. Metalúrgica	Escola Politécnica (EPUSP)	Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PMT)	[40] EPUSP	5
	Eng. de Materiais				
UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE, Brasil	Eng. de Materiais	Escola de Engenharia	Engenharia	[41] Mack	5
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Brasil	Eng. Metalúrgica	Escola de Engenharia	Engenharia Metalúrgica e de Materiais	[42] UFMG	5
	Eng. de Materiais				
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Brasil	Eng. Metalúrgica	Escola Politécnica	Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM)/COPPE	[43] UFRJ	5
	Eng. de Materiais				
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Brasil	Eng. Metalúrgica	Escola de Engenharia	Metalurgia (DEMET)	[44] UFRGS	5
	Eng. de Materiais		Materiais (DEMAT)		
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, Brasil	Eng. de Materiais	Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia	Engenharia de Materiais (DEMa)	[45] UFSCar	5
COLORADO SCHOOL OF MINES, Estados Unidos	Bachelor of Science in Metallurgical and Materials Engineering	Colorado School of Mines	Metallurgical and Materials Engineering (MME)	[46] Colorado	4

EEIGM (University of Lorraine), França	Bachelor of Engineering in Materials Science	University of Lorraine and others (consortium of universities)	École Européenne d'Ingénieurs en Génie des Matériaux (EEIGM)	[47] Lorraine	5
NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, Singapura	Bachelor of Engineering (Materials Engineering)	College of Engineering	School of Materials Science and Engineering (MSE)	[48] Nanyang	4
PEKING UNIVERSITY, China	Bachelor of Engineering in Materials Science and Engineering	College of Engineering	Materials Science and Engineering (MSE)	[49] Peking	4
RWTH AACHEN UNIVERSITY, Alemanha	Materials engineering B.Sc.	Faculty of Georesources and Materials Engineering	Materials Science and Engineering	[50] Aachen	3
UNIVERSITY OF OXFORD, Inglaterra	M.Eng in Materials Science	Materials Science	Department of Materials at Oxford University	[51] Oxford	4
UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING, China	Bachelor of Metallurgical Engineering	School of Metallurgical and Ecological Engineering	Department of Ferrous Metallurgy and others	[52] USTB	4
	Bachelor of Materials Science and Engineering	School of Materials Science and Engineering	Materials Science and Engineering and others		
MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	Bachelor of Science (SB) in Materials Science and Engineering	School of Engineering	Department of Materials Science and Engineering (DMSE)	[53] MIT	4

### 3.8.1 Universidades e cursos no Brasil

#### 3.8.1.1 Universidade Presbiteriana Mackenzie (MACK)

O Instituto Presbiteriano Mackenzie iniciou suas atividades em 1870, quando um casal de missionários presbiterianos chegou à cidade de São Paulo. Um advogado americano, John Theron Mackenzie, sem nunca ter vindo ao Brasil, deixou em testamento uma doação à Igreja Presbiteriana americana para que se construísse no Brasil uma escola de Engenharia. Desta forma, tem início o nome utilizado até hoje: Mackenzie. Em

fevereiro de 1896, teve início o curso da Escola de Engenharia Mackenzie, com diplomas ainda expedidos pela Universidade de Nova Iorque [41].

Hoje, além do curso de Engenharia Civil, a Escola de Engenharia Mackenzie oferece a graduação em mais cinco áreas: Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Materiais, Engenharia de Produção e Engenharia Química.

O curso de Engenharia de Materiais foi implantado no 1º semestre de 1992 e teve o seu reconhecimento pelo MEC em 1994. Ele é oferecido no período integral (em suas quatro primeiras etapas, seguindo em período noturno a partir da quinta etapa) e noturno, permitindo que o perfil do corpo discente seja composto tanto por discentes egressos do ensino médio como por aqueles que já estão engajados no mercado de trabalho. O ingresso em período noturno a partir da quinta etapa (para aqueles que optaram pelo período integral) ou desde o início para os que optam pelo curso noturno possibilita maior interação da universidade com as indústrias, resultando na realização de pesquisas em conjunto entre o curso de Engenharia de Materiais do Mackenzie e o setor privado. A duração do curso é de 5 anos, divididos em 10 semestres (etapas).

### 3.8.1.2 Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

O Curso de Engenharia Metalúrgica tem sua origem no curso de Engenharia Industrial Metalúrgica, criado em 1945 pela Escola de Engenharia da então Universidade de Minas Gerais, que ainda não havia sido federalizada. Com a extinção do curso em 1960, criou-se o curso de Engenharia de Minas e Metalurgia cujo desdobramento, em 1966, possibilitou o surgimento dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Minas, separadamente. Neste novo formato, o engenheiro metalurgista deveria ser capacitado no desenvolvimento, produção e utilização de metais e ligas, desde a sua extração dos minérios, o seu refino e sua conformação, até a obtenção de produtos em conformidade com as diferentes aplicações. Com a contratação de docentes na área de Engenharia de Materiais, a partir de 1995 amplia-se o escopo do engenheiro metalurgista no desenvolvimento de novos materiais e/ou novos processos de fabricação, contribuindo, assim, para atender também à demanda crescente de novos materiais, incluindo cerâmicos, poliméricos, conjugados e opto-eletrônicos.

O Curso de Engenharia Metalúrgica está estruturado em 10 períodos (semestres) e seu projeto pedagógico prevê duas possibilidades de percurso acadêmico curricular:

1. Bacharelado (percurso padrão);
2. Bacharelado com Formação Complementar pré-estabelecida em Engenharia de Materiais (FCEM).

A carga horária total a ser integralizada para o Curso de Engenharia Metalúrgica, nos dois percursos curriculares previstos, é de 3600 horas (240 créditos). A carga horária está distribuída entre os Núcleos de Formação Específica, Formação Complementar e Formação Livre [42].

Esta particularidade na estrutura curricular da UFMG recebe um tratamento diferenciado na preparação para a execução do programa que vai auxiliar na comparação entre as estruturas curriculares, conforme descrição do item 4.3.

### 3.8.1.3 Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Em 7 de setembro de 1920, o governo federal criou sua primeira universidade: a Universidade do Rio de Janeiro (URJ). A URJ foi constituída a partir da reunião de três escolas criadas no início do século XIX, após a vinda da Família Real e da Corte Portuguesa para o Brasil: a Escola de Engenharia (criada a partir da Academia Real Militar, em 1810), a Faculdade de Medicina (criada em 1832) e a Faculdade de Direito (criada em 1891).

Em julho de 1937, a URJ foi reorganizada e transformada na Universidade do Brasil (UB), incorporando a ela diversas unidades e institutos já existentes, nas áreas de Química, Filosofia, Ciências e Letras, Metalurgia e Música.

Em 1965, o governo federal padronizou o nome das instituições universitárias federais e sancionou a Lei n.º 4.759, que dispunha, em seu artigo primeiro, que as universidades e escolas técnicas federais da União seriam qualificadas de “federais”, tendo a denominação do respectivo Estado. Assim, a UB foi reorganizada e transformada em Universidade Federal do Rio de Janeiro [43].

Os cursos de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais estão ligados ao Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais (DMM) da Escola Politécnica

da UFRJ. O DMM atua de forma integrada com o Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM) do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE). Desta forma, todo o corpo docente e a infraestrutura física são compartilhados entre a graduação e a pós-graduação, assim como ocorre no Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PMT) da EPUSP.

O curso de Engenharia Metalúrgica originou-se de uma cadeira de Metalografia da Escola de Engenharia, que funcionava no Largo de São Francisco de Paula. Os dois primeiros engenheiros colaram grau em 1935. Em 1967, o departamento transferiu-se para a Ilha do Fundão e, desde então, passou a atuar de forma integrada com o recém-criado Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais (PEMM/COPPE). Em 2000, o curso de Engenharia de Materiais foi desmembrado do curso Engenharia Metalúrgica e de Materiais, passando a ser um novo curso. Portanto, o departamento DMM oferece os dois cursos de graduação.

O curso de Engenharia Metalúrgica possui uma carga horária total de 4450 horas, distribuídas em 10 semestres, contando com aulas teóricas e práticas em turno integral. O ciclo básico corresponde aos quatro primeiros semestres. O prazo máximo de integralização é de 15 semestres.

O curso de Engenharia de Materiais tem duração também prevista para 10 semestres letivos. Para a obtenção do diploma o aluno deverá cumprir um mínimo de 231 créditos, equivalentes a uma carga horária total de 4345 horas.

#### 3.8.1.4 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

A história da UFRGS começa com a fundação da Escola de Farmácia e Química, em 1895 e da Escola de Engenharia, em 1896. Assim iniciava também a educação superior no Rio Grande do Sul. Ainda no século XIX, foram fundadas a Faculdade de Medicina de Porto Alegre e a Faculdade de Direito, marcando o início dos cursos humanísticos no Estado. Mas somente em 28 de novembro de 1934, foi criada a Universidade de Porto Alegre, composta inicialmente pela Escola de Engenharia, Faculdade de Medicina, Faculdade de Direito, Faculdade de Agronomia e Veterinária, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e pelo Instituto de Belas Artes. Em dezembro

de 1950, a universidade foi federalizada mas somente em 1968 passou a ser denominada Universidade Federal do Rio Grande do Sul [44].

O curso de Engenharia Metalúrgica começou formalmente nos anos 50 do século passado, a partir dos cursos de Engenharia de Minas e Mecânica. A primeira reunião específica do Departamento de Metalurgia foi realizada em 1952 e os primeiros engenheiros metalúrgicos se formaram em 1958. O curso de Engenharia de Materiais foi criado em 1994, com os primeiros alunos ingressando no primeiro semestre de 1995 e a primeira turma de formandos colando grau no final do segundo semestre de 1999.

Dentre as universidades brasileiras pesquisadas, a UFRGS é a única que possui um departamento dedicado ao curso de Engenharia Metalúrgica (DEMET) e outro dedicado ao curso de Engenharia de Materiais (DEMAT). Nas demais, incluindo-se a EPUSP, quando oferecidos os dois cursos, eles estão subordinados ao mesmo departamento.

O número de ingressantes no curso de Engenharia Metalúrgica anualmente é de 65 estudantes, e o ingresso é realizado apenas no primeiro período letivo de cada ano. A carga horária total do Curso é de 4010 horas, distribuídas da seguinte forma:

- disciplinas obrigatórias: 3225 horas;
- disciplinas adicionais de escolha livre: mínimo de 120 horas;
- disciplinas eletivas de escolha livre: mínimo de 375 horas;
- atividades complementares de livre escolha: mínimo de 90 horas;
- atividade curricular obrigatória Estágio Supervisionado: mínimo de 200 horas.

As atividades estão organizadas de tal maneira que um estudante pode cumprir as 10 etapas (semestres) necessárias em um tempo de integralização previsto mínimo de 5 anos.

O curso de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul oferece 40 vagas anuais com ingresso no primeiro semestre letivo. O curso é formado por 3840 horas de atividades de ensino, distribuídos da seguinte forma:

- 3120 horas de atividades obrigatórias (incluindo 360 horas de Estágio Supervisionado e 180 horas de trabalho de diplomação em Engenharia de Materiais);
- 630 horas de componentes de livre escolha, disciplinas eletivas (optativas);
- 90 horas de atividades complementares.

O tempo de integralização mínimo previsto é de 5 anos (10 semestres) e o tempo máximo, de 10 anos (20 semestres).

#### 3.8.1.5 Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

A Universidade Federal de São Carlos, fundada em 1968, foi a primeira instituição federal de ensino superior instalada no interior do Estado de São Paulo. A Universidade possui quatro campi: São Carlos, Araras, Sorocaba e Lagoa do Sino, divididos em 48 departamentos acadêmicos e oferecendo 64 cursos e um total de 2.897 vagas na graduação presencial. Além disso, conta com 52 programas de pós-graduação, 12 cursos de mestrado profissional, 44 de mestrado acadêmico, 31 de doutorado e 96 cursos de especialização [45].

Foi na década de 60 do século passado que começaram a ser criados os primeiros cursos de Ciência e Engenharia de Materiais. Em 1970, na mesma época em que eram implantados os cursos ainda pioneiros de graduação na área de Engenharia e Ciência dos Materiais nos países desenvolvidos, particularmente nos Estados Unidos e na Inglaterra, foi criado o curso de graduação em Engenharia dos Materiais da Universidade Federal de São Carlos, junto, praticamente, com a criação da própria universidade. Antes disso, existia apenas um curso de pós-graduação em Ciência de Materiais no Instituto Militar de Engenharia (IME), no Rio de Janeiro.

O curso de Engenharia de Materiais tem duração prevista para 10 semestres, no qual o aluno deverá cumprir o mínimo de 266 créditos, equivalentes a uma carga horária total de 3990 horas, distribuídos da seguinte maneira:

- disciplinas do Núcleo Básico (124 créditos);
- disciplinas do Núcleo Profissionalizante (62 créditos);
- habilitação/ênfase (Materiais Cerâmicos, Poliméricos ou Metálicos) com o cumprimento integral das disciplinas obrigatórias da ênfase escolhida (22 créditos);
- disciplinas optativas técnicas (no mínimo 16 créditos);
- Estágio Profissional (24 créditos);
- atividades complementares (no mínimo 10 créditos);
- Trabalho de Conclusão de Curso (8 créditos).

### 3.8.2 Universidades e cursos no exterior

Os diversos cursos analisados neste trabalho seguem formatos diferentes de estruturação. A estrutura geral dos cursos da EPUSP foi descrita na Seção 3.3. Os demais cursos ofertados pelas universidades brasileiras possuem uma estrutura semelhante à da EPUSP nos quatro primeiros anos, em grande parte devido aos cursos serem organizados e desenvolvidos em consonância com as DCNs, o que universaliza o formato dos cursos. A EPUSP diferencia-se pela existência dos módulos no quinto ano (módulo vermelho), cujo objetivo é flexibilizar os cursos. Possuem três enfoques: permitir a especialização dentro da própria habilitação, oferecer disciplinas da pós-graduação e conceder ao aluno liberdade de fazer um ano de sua graduação em qualquer outro curso da EPUSP.

Os cursos no exterior diferenciam-se dos brasileiros de diversas maneiras. Por exemplo, no curso de Engenharia de Materiais da RWTH Aachen University, na Alemanha, a duração do curso é de 3 anos e existe uma quantidade maior de disciplinas passíveis de comparação com os cursos de Engenharia de Materiais no Brasil, com um direcionamento mais técnico. Já na Oxford University, a duração do curso é de 4 anos, com a titulação de “M.Eng in Materials Science”, mais focado em programas acadêmicos.

Ficou constatada que a duração dos cursos de Engenharia no exterior geralmente é de menor duração. Ao analisar os resumos da tabela/planilha das estruturas curriculares dos cursos, que estão nos apêndices deste trabalho (Capítulo 8), verificou-se que a carga horária das universidades no exterior destinada às disciplinas do núcleo básico, Física, Matemática e Química, em geral, é bem menor que as praticadas nas universidades brasileiras.

Uma explicação para esse fato, pode ser em razão do ensino médio praticado no exterior ser mais abrangente, não sendo necessária a revisão ou mesmo o aprendizado de conceitos mais básicos na graduação. Outro aspecto a ser ressaltado é que alguns planos de curso pressupõem muito tempo de estudo por conta do aluno, de forma autônoma, não contabilizando na carga horária despendida em sala de aula.

### 3.8.2.1 Colorado School of Mines (CSM)

A CSM está localizada em Golden, no estado do Colorado, Estados Unidos. Trata-se de uma universidade pública, fundada em 1873 pela Igreja Episcopal, tornando-se uma instituição estadual em 1876, quando o Colorado tornou-se um estado. Os cursos oferecidos inicialmente pela CSM incluíam Química, Metalurgia, Mineralogia, Engenharia de Minas, Geologia, Botânica, Matemática e Desenho [38].

Um dos motivos para a seleção desta universidade neste trabalho é o nome do departamento, Metallurgical and Materials Engineering – MME (Engenharia Metalúrgica e de Materiais), visto que as denominações dos programas de graduação têm convergido apenas para Engenharia de Materiais. Para efeito de comparação entre as estruturas curriculares, optamos em classificar a CSM apenas como Engenharia Metalúrgica, visto que a amostragem de cursos para Engenharia de Materiais é muito maior. A CSM, com o seu curso de Engenharia de Minas, vem sendo classificada como a melhor escola de mineração do mundo pela QS World University Rankings desde de 2016. José Ermírio de Moraes e seu filho, Antonio Ermírio de Moraes, foram brasileiros ilustres formados na CSM, sendo José Ermírio como engenheiro de Minas em 1921 e Antonio Ermírio como engenheiro metalúrgico em 1949. Ambos presidiram e expandiram o Grupo Votorantim, fazendo dele uma multinacional brasileira com atuação em 16 países, em vários segmentos, como cimento, celulose, papel, alumínio, zinco, níquel, aços, etc. José Ermírio de Moraes faleceu em 1973 e Antonio Ermírio de Moraes em 2014, sendo ainda hoje referências no mundo empresarial brasileiro e reverenciados por suas ações de cunho social [55].

O bacharelado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais na CSM tem duração de 4 anos, podendo-se ainda obter a titulação de mestrado, com ênfase em Materiais Eletrônicos, cursando mais um ano. Trata-se de um programa de 5 anos projetado para atender as necessidades das indústrias eletrônicas e similares de alta tecnologia.

O curso possui quatro áreas de interesse que deverão ser escolhidas pelo aluno a partir do 7º semestre, quando ele deverá fazer a opção das disciplinas eletivas do departamento a serem cursadas (MTGN Electives).

As áreas de interesse são:

1. Metalurgia Física e de Manufatura;
2. Materiais Cerâmicos e Eletrônicos;
3. Processamento Físico-Químico de Materiais;
4. Biomateriais.

### 3.8.2.2 EEIGM (École Européenne d'Ingénieurs en Génie des Matériaux, Lorraine)

A EEIGM, Escola Européia de Engenheiros em Engenharia de Materiais, é uma das 11 escolas de engenharia do Instituto Nacional Politécnico de Lorraine (Lorraine INP). O programa foi criado em 1991 pelos departamentos de materiais de três universidades européias (Universidade de Lorraine, França; Universidade Politécnica da Catalunha, Espanha; Universidade de Saarlands, Alemanha) e hoje conta com mais três universidades parceiras (Universidade Politécnica de Valência, Espanha; Universidade de Tecnologia da Luleå, Suécia; Universidade Livre de Bruxelas, Bélgica), totalizando uma parceria entre seis universidades. Esse consórcio singular de universidades na área de Engenharia de Materiais proporciona oportunidades para uma formação de alto nível, agregada ao conhecimento de outros idiomas e outras culturas [47].

Basicamente, os alunos passam dois anos de estudos em seu próprio país e depois três semestres em Nancy, na Universidade de Lorraine. Dependendo da especialização, os alunos continuam com mais um semestre de estudo (em Nancy ou em outro lugar) e um semestre com projeto de pesquisa em uma das seis universidades parceiras, terminando seus estudos com um estágio industrial de um semestre em uma indústria, também parceira do consórcio de universidades, em qualquer lugar do mundo, totalizando um curso de 5 anos. Os alunos recebem um diploma de engenharia francês em Ciência dos Materiais, que é reconhecido e co-assinado pelas universidades do consórcio. A obtenção do grau de engenheiro da EEIGM confere automaticamente ao diplomado o grau de Mestre. A EEIGM mantém acordos de intercâmbio estudantil, dupla titulação e colaboração científica com a EPUSP.

### 3.8.2.3 Nanyang Technological University, Singapore (NTU)

Inaugurada em 1º de julho de 1991, a Nanyang Technological University (NTU) começou como uma universidade de ensino e hoje se transformou em uma universidade global de pesquisa intensiva. Sua instituição predecessora, o Instituto Tecnológico de Nanyang (NTI), foi criada em 1981 no terreno da antiga Universidade de Nanyang para educar engenheiros orientados para a economia florescente de Singapura. Em 1991, o NTI fundiu-se com o Instituto Nacional de Educação para formar a Universidade Tecnológica de Nanyang (NTU). A NTU tornou-se autônoma em 2006 e hoje é uma das duas maiores universidades públicas de Singapura.

Embora seja uma universidade relativamente nova, a NTU possui cerca de 33.000 alunos de graduação e pós-graduação em Engenharia, Negócios, Ciências, Humanidades, Artes, Ciências Sociais, Educação e Medicina [48].

A Escola de Ciência e Engenharia de Materiais (School of Materials Science and Engineering - MSE), uma das seis escolas que compõem a Faculdade de Engenharia, é frequentemente classificada entre as três primeiras no ranking mundial de Ciência de Materiais no QS World Universities Ranking por assunto e Ranking das Melhores Universidades Globais do US News. A graduação para o bacharelado em Engenharia de Materiais é um programa de 4 anos. Caso os alunos tenham um desempenho extremamente bom no primeiro semestre do 1º ano, eles poderão ingressar no Programa de Bacharelado Acelerado. Assim, o curso poderá ser concluído em sete semestres (3,5 anos) em vez dos habituais oito semestres (4 anos). O MSE oferece atualmente seis especializações de nicho no programa de Ciência e Engenharia de Materiais. Essas especializações, na própria graduação, permitem que os alunos busquem maior aprofundamento em uma área e agreguem valor aos seus diplomas. São elas:

- 1 - Materiais Médicos;
- 2 - Engenharia;
- 3 - Nanociência e Nanotecnologia;
- 4 - Inovação e Propriedade Intelectual;
- 5 - Materiais e Inteligência Artificial (AI);
- 6 - Materiais e Sustentabilidade.

#### 3.8.2.4 Peking University (PKU)

Originalmente estabelecida como Universidade Imperial de Pequim em 1898, foi a primeira universidade formalizada nacionalmente na China, sendo considerada uma das melhores do país. O nome da universidade em inglês permaneceu Peking University, em vez de Beijing University, nome correto em mandarim, idioma oficial da China. Possui seis faculdades, divididas nas seguintes áreas: Humanidades, Ciências Sociais, Economia e Gestão, Ciências, Tecnologias de Informação e Engenharia, Ciências da Saúde. É composta por 55 escolas e departamentos, 60 entidades de pesquisa e 10 hospitais afiliados. Existem mais de 48.600 alunos (incluindo quase 2.500 estudantes internacionais), bem como mais de 12.600 professores e funcionários, incluindo mais de 123 acadêmicos da Academia Chinesa de Ciências e da Academia Chinesa de Engenharia [49].

Em 2005, foi criado o Departamento de Materiais Avançados e Nanotecnologia e, em 2012, foi mudada sua denominação para Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais. Em setembro de 2020, como uma das medidas importantes para implementar seu “Plano de Desenvolvimento de Novas Disciplinas de Engenharia”, a PKU reuniu todos os departamentos considerados relevantes e estabeleceu a Escola de Ciência e Engenharia de Materiais (SMSE - School of Materials Science and Engineering). Foram estabelecidos sete institutos de pesquisa: Materiais de Carbono Avançado, Novos Materiais Estruturais, Novos Materiais de Conceito, Materiais de Nova Energia, Materiais Biomédicos, Materiais Fotoelétricos Orgânicos e Materiais Magnéticos de Terras Raras. O bacharelado em Ciências e Engenharia de Materiais tem duração de 4 anos. O período de estudo previsto para estudantes de mestrado é de 3 anos, e para doutorado, 4 anos [56].

Embora as informações essenciais para o trabalho tenham sido compiladas, foram encontradas algumas dificuldades em obter informações detalhadas do curso de graduação. O plano de curso encontra-se em chinês e as ilustrações com informações, em imagens, dificultam a tentativa de tradução.

### 3.8.2.5 RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule)

A universidade RWTH está localizada em Aachen, no estado da Renânia do Norte-Vestfália, Alemanha. Fundada em 1870, é considerada referência na área de Engenharia e atrai estudantes do mundo inteiro. Com 260 institutos em nove faculdades, ela pertence às instituições científicas líderes na Europa. Entre 2021 e 2022, em apenas um único semestre, mais de 47.000 estudantes estavam inscritos em 170 cursos, dentre os quais mais de 14.000 eram estudantes estrangeiros de 138 países [50].

O bacharelado em Ciências de Engenharia de Materiais tem duração de 3 anos e o programa não oferece oportunidade de especialização, a qual poderá ser realizada no mestrado. No programa de mestrado em Engenharia de Materiais, com duração de 2 anos, os alunos podem escolher várias especializações: Metalurgia Geral e Física do Metal, Modelagem Plástica, Metalurgia do Ferro, Fundição de Ferro, Compostos de Vidro e Cerâmica, Tecnologia de Alta Temperatura, Cerâmica e Materiais à Prova de Fogo, Metalurgia, Ferro e Aço, Tecnologia de Processo Metalúrgico, Corrosão e Proteção contra Corrosão.

### 3.8.2.6 Universidade de Oxford

A Universidade de Oxford é uma das mais antigas do mundo, e a mais antiga do Reino Unido. É considerada uma das melhores universidades do mundo. A universidade oferece mais de 350 cursos de licenciatura e de pós-graduação, em quase todas as áreas do conhecimento. A instituição tem mais de 22 mil estudantes, dos quais cerca de 12 mil são estudantes de graduação, e mais de 8 mil são estudantes de pós-graduação. É também formadora de 30 primeiros-ministros britânicos e de mais de 50 ganhadores do Prêmio Nobel. Destaca-se igualmente na área da pesquisa, onde recentemente, atuou no papel de protagonista em resposta à pandemia COVID-19 desde o início da crise e ainda permanece na vanguarda dos esforços mundiais no combate a doença [51].

O Departamento de Materiais da Universidade de Oxford oferece ensino com a titulação de mestrado em Engenharia de Ciência dos Materiais (MS), com duração de 4 anos. Trata-se de um programa de graduação, credenciado pelo Conselho de

Engenharia do Reino Unido. Anteriormente, este curso era denominado Metalurgia e Ciência dos Materiais (MSOM).

Conforme mencionado na Seção 3.7, na implementação do Processo de Bolonha, vários países europeus adotaram o “sistema europeu de transferência e acumulação de créditos”, chamado ECTS (European Credit Transfer System). O sistema de crédito utilizado nas universidades do Reino Unido é diferente, considera que cada ano de estudo em tempo integral equivale a 120 créditos na graduação e 180 créditos na pós-graduação, de acordo com o Higher Education Credit Framework for England (HECFE). No ECTS, isso equivale a 60 créditos para graduação e 90 créditos para pós-graduação. Os cursos da Universidade de Oxford não são ministrados de forma modular, portanto, não são aplicados pesos de crédito aos componentes individuais em seus cursos.

No início do 3º ano, é possível ao estudante transferir-se para um bacharelado de 3 anos, licenciatura em Ciência dos Materiais. Um aluno que opte por fazer isso faz um conjunto menor de cursos de opções de materiais e realiza um módulo de pesquisa baseada na literatura. Esse tipo de graduação não é credenciado pelo Conselho de Engenharia do Reino Unido. Essa opção é destinada ao aluno ocasional que pode mudar de ideia sobre sua carreira enquanto segue no programa de M.Eng.

#### 3.8.2.7 University of Science and Technology Beijing (USTB)

Fundada oficialmente em 1952 como Instituto de Tecnologia de Ferro e Aço, a USTB tem suas origens em 1895, quando as primeiras disciplinas de Mineração e Metalurgia foram elaboradas na *Beiyang Western Academy*. Após algumas reorganizações, em 1988 a USTB recebe sua denominação atual, University of Science and Technology Beijing.

A Universidade de Ciência e Tecnologia de Beijing é uma instituição multidisciplinar dedicada à excelência em ensino e pesquisa, contando com cerca de 25.000 alunos, com quase metade cursando pós-graduação, e mais de 1.800 docentes. Alunos e professores trabalham juntos, ao lado de muitos parceiros na

indústria privada e instituições acadêmicas, envolvendo-se em pesquisas de ponta, particularmente nas áreas de Ciência e Engenharia de Materiais, Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Minas.

O logotipo USTB exibe com destaque um "ding", um antigo caldeirão chinês. Além de ser um símbolo de poder na China antiga, representa a experiência da USTB em metalurgia e suas contribuições para a indústria siderúrgica desde a fundação da universidade em 1952. Representa também o compromisso contínuo da USTB em honrar o passado ao mesmo tempo em que busca a inovação científica [52].

Figura 3.4 – Logotipo da USTB



Fonte: University of Science and Technology Beijing [52].

A USTB possui 16 escolas e 10 institutos de pesquisas. Uma das motivações da escolha da USTB para esta pesquisa é o fato de ela possuir uma escola dedicada ao ensino de Engenharia Metalúrgica e outra ao ensino de Ciência e Engenharia de Materiais, como também sua escola de Engenharia Metalúrgica estar classificada como uma das melhores do mundo<sup>7</sup>, 1º lugar no ano de 2022 no site da Shanghai Ranking por área de interesse (Quadro 3.5) e 2º lugar, também no ano 2022, de acordo com o site EduRank.org, ranking independente baseado em métricas de 14.131 universidades de 183 países.

Descrevemos a seguir os dois cursos mencionados:

- Escola de Ciência e Engenharia de Materiais (School of Materials Science and Engineering – SMSE)

---

<sup>7</sup> Importante lembrar que, atualmente, os principais institutos de pesquisa que divulgam os rankings das universidades não fazem mais distinções entre Metalurgia e Ciência de Materiais, considerando a primeira como parte da segunda.

A Escola foi fundada inicialmente em outubro de 1996 com a criação de três departamentos e um grupo de pesquisa: o Departamento de Processamento de Metais, o Departamento de Ciência de Superfície, o Departamento de Engenharia de Corrosão e o Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Fundição. Em dezembro de 1998, o Departamento de Ciências Aplicadas à Física dos Materiais e o Departamento de Físico-Química – que antes pertenciam à Escola de Ciências Aplicadas – foram incorporados à SMSE. Atualmente, a SMSE está organizada do seguinte modo:

- 1 - Departamento de Ciência de Materiais;
- 2 - Departamento de Processamento de Materiais e Engenharia de Controle;
- 3 - Departamento de Física e Química de Materiais;
- 4 - Departamento de Materiais Inorgânicos Não Metálicos;
- 5 - Instituto de Metalurgia do Pó e Cerâmica Avançada.

- Escola de Engenharia Metalúrgica e Ecológica (School of Metallurgical and Ecological Engineering)

A história da Escola de Engenharia Metalúrgica confunde-se com as raízes da USTB, iniciadas no fim do século XIX. Trata-se de uma escola muito bem-conceituada na China por sua grande contribuição ao desenvolvimento nacional da economia e da indústria metalúrgica, e no exterior, sempre figurando nas primeiras colocações no ranking das melhores universidades no curso de Metalurgia. Essa escola é composta de quatro departamentos:

- 1 - Departamento de Metalurgia do Ferro e Aço;
- 2 - Departamento de Metalurgia Não Ferrosa;
- 3 - Departamento de Físico-Química;
- 4 - Departamento de Ciência e Engenharia Ecológica.

Assim como já relatado anteriormente, com relação à dificuldade na obtenção de dados da Pekin University (PKU), o mesmo ocorreu com a University of Science and Technology Beijing (USTB). O acesso ao site das universidades chinesas, dedicado em inglês, estava muitas vezes indisponível. O plano de curso de Metalurgia encontrado estava em chinês, sendo muito difícil traduzi-lo integralmente. Outro problema encontrado foi o fato de a lista de disciplinas estar distribuída por tipo de disciplina (geral, profissional,

etc.) e não por semestre. Uma vez que nem todas as disciplinas explicitavam em qual semestre deveriam ser cursadas, elas foram alocadas nos semestres em que havia menos disciplinas. O plano de curso de Ciência e Engenharia de Materiais não foi encontrado no site, nem em inglês e nem em chinês, sendo solicitado e obtido por e-mail. Fica aqui o registro de que durante a pesquisa, em vários e-mails enviados para várias universidades solicitando algum esclarecimento quanto ao curso oferecido, somente a Escola de Ciência e Engenharia de Materiais da USTB prontificou-se a oferecer alguma informação.

Os cursos de Ciência e Engenharia de Materiais e de Engenharia Metalúrgica e Ecológica têm duração de 4 anos, divididos em 8 semestres.

#### 3.8.2.8 Massachusetts Institute of Technology (MIT)

Localizado em Cambridge, no estado de Massachusetts, Estados Unidos, o MIT [53] situa-se entre as melhores universidades do mundo, sendo referência por suas pesquisas, quantidade de laureados com o Prêmio Nobel (96) e pioneiro em novas formas de ensino e aprendizagem. Possui cerca de 30 departamentos, divididos em cinco escolas e uma faculdade:

- Escola de Arquitetura e Planejamento (School of Architecture and Planning);
- Escola de Engenharia (School of Engineering);
- Escola de Humanidades, Artes e Ciências Sociais (School of Humanities, Arts, and Social Sciences);
- Escola de Administração MIT Sloan (MIT Sloan School of Management);
- Escola de Ciências (School of Science);
- Faculdade de Computação MIT Schwarzman (MIT Schwarzman College of Computing).

Na Escola de Engenharia, o Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (Department of Materials Science and Engineering - DMSE) oferece vários programas de graduação.

Selecionamos para nossa pesquisa o Bacharelado em Ciência e Engenharia de Materiais (Course 3, conforme detalhado abaixo), por apresentar uma proposta que mais se aproxima do curso de Engenharia de Materiais oferecido pela EPUSP.

Todos os alunos devem preencher os Requisitos Gerais do Instituto (General Institute Requirements-GIRs) e o Programa Departamental do curso escolhido. No caso dos GIRs, podemos resumir do seguinte modo:

- Requisito de Ciências (Science Requirement)

São seis disciplinas, Cálculo I e II, Física I e II, Química e Biologia, todas cursadas entre o 1º e 2º semestre.

- Requisito de Humanidades, Artes e Ciências Sociais (Humanities, Arts, and Social Sciences - HASS)

As disciplinas classificadas como “HASS” deverão ser cursadas em cada semestre do curso, totalizando oito disciplinas, uma vez que a duração do curso é de 4 anos. As disciplinas escolhidas deverão estar distribuídas ao menos em uma categoria de Humanidades, de Artes e de Ciências Sociais. As demais restantes, cinco outras disciplinas, poderão ser concentradas em uma das categorias. Existe uma infinidade de disciplinas a serem escolhidas em cada categoria, por exemplo, em Artes, por volta de 200 temas, desde “Música da Indonésia” a “Fotografia Francesa”.

- Requisito de Eletivas Restritas em Ciência e Tecnologia (Restricted Electives in Science and Technology - REST)

É necessário cursar duas disciplinas classificadas como REST, que muitas graduações em STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática - Science, Technology, Engineering and Mathematics) obtêm-se automaticamente por meio dos seus cursos obrigatórios. Por exemplo, a disciplina Termodinâmica dos Materiais (3.020 - Thermodynamics of Materials) contempla esse requisito.

- Requisito de laboratório (Laboratory Requirement)

Consiste em assuntos que exigem grande comprometimento da atenção do aluno em projetos abrangentes, em vez de experimentos ou exercícios isolados. No curso selecionado, a disciplina Estrutura de Materiais (3.010 – Structure of Materials) contempla esse requisito.

No Quadro 3.8, temos as indicações das disciplinas obrigatórias (Required Subjects) do Programa Departamental DMSE. Todas elas devem ser integralmente cursadas a partir do 3º semestre até o 8º semestre.

Quadro 3.8 – Disciplinas obrigatórias

<b>Materials Science and Engineering (Course 3)</b>				
<b>REQUIRED SUBJECTS (RS)</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Bloco de Disciplina</b>	<b>Crédito MIT</b>	<b>Carga Horária</b>
18.03	Differential Equations	RS	12	70
3.010	Structure of Materials (partial CI-M)	RS	12	70
3.013	Mechanical Behavior of Materials	RS	12	70
3.019	Introduction to Symbolic and Mathematical Computing	RS	3	42
3.020	Thermodynamics of Materials (partial CI-M)	RS	12	84
3.023	Synthesis and Design of Materials	RS	12	84
3.030	Microstructural Evolution in Materials	RS	12	84
3.033	Electronic, Optical and Magnetic Properties of Materials	RS	12	84
3.042	Materials Project Laboratory (CI-M)	RS	12	98
3.044	Materials Processing	RS	12	56

Os alunos também devem cumprir um mínimo de 18 créditos, escolhendo dentre as disciplinas indicadas no Quadro 3.9, de acordo com a sua área de interesse.

Quadro 3.9 – Disciplinas obrigatórias selecionáveis

<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Bloco de Disciplina</b>	<b>Crédito MIT</b>	<b>Carga Horária</b>
1.00	Engineering Computation and Data Science	RS	12	70
2.086	Numerical Computation for Mechanical Engineers	RS	12	56
3.021	Introduction to Modeling and Simulation 2	RS	12	56
3.029	Mathematical and Computational Thinking for Materials Scientists and Engineers I	RS	9	42
3.039	Mathematical and Computational Thinking for Materials Scientists and Engineers II	RS	9	42
60.001	Introduction to Computer Science Programming in Python	RS	6	42
60.002	Introduction to Computational Thinking and Data Science	RS	6	42

É oferecida a opção entre realizar um estágio (Internship Program) remunerado em alguma indústria ou participar de um programa de pesquisa (Undergraduate Thesis) orientado por um membro do corpo docente do MIT.

Quadro 3.10 – Restricted Electives

<b>Materials Science and Engineering (Course 3) RESTRICTED ELECTIVES (RE)</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Bloco de Disciplina</b>	<b>Crédito MIT</b>	<b>Carga Horária</b>
3.004	Principles of Engineering Practice	RE	12	84
3.017	Modelling, Problem Solving, Computing, and Visualization	RE	12	56
3.021	Introduction to Modeling and Simulation	RE	12	56
3.046	Advanced Thermodynamics of Materials	RE	12	42
3.052	Nanomechanics of Materials and Biomaterials	RE	12	42
3.053[J]	Molecular, Cellular, and Tissue Biomechanics	RE	12	56
3.054	Cellular Solids: Structure, Properties, Applications	RE	12	42
3.055	Biomaterials Science and Engineering	RE	12	42
3.063	Polymer Physics	RE	12	56
3.064	Polymer Engineering	RE	12	42
3.07	Introduction to Ceramics	RE	12	42
3.071	Amorphous Materials	RE	12	42
3.074	Imaging of Materials	RE	12	42
3.080	Strategic Materials Selection	RE	12	42
3.081	Industrial Ecology of Materials	RE	12	42
3.086	Innovation and Commercialization of Materials Technology	RE	12	56
3.087	Materials, Societal Impact, and Social Innovation	RE	12	42
3.14	Physical Metallurgy	RE	12	42
3.15	Electrical, Optical, and Magnetic Materials and Devices	RE	12	42
3.152	Magnetic Materials	RE	12	42
3.154[J]	Materials Performance in Extreme Environments	RE	12	70
3.155[J]	Micro/Nano Processing Technology (CI-M)	RE	12	98
3.156	Photonic Materials and Devices	RE	12	42
3.16	Industrial Challenges in Metallic Materials Selection	RE	12	42
3.171	Structural Materials and Manufacturing	RE	12	28
3.18	Materials Science and Engineering of Clean Energy	RE	12	42
3.19	Sustainable Chemical Metallurgy	RE	12	42

Os alunos também devem escolher entre uma sequência de disciplinas eletivas restritas (Restricted Electives), descritas no Quadro 3.10, que fornecem uma cobertura mais especializada das principais classes de materiais: biomateriais, cerâmicas, materiais eletrônicos, metais e polímeros, além de tópicos transversais relevantes para todos os tipos de materiais. É necessário cumprir 36 créditos.

Finalizando, é necessário cumprir mais 48 créditos de disciplinas eletivas irrestritas (Unrestricted Elective), em qualquer curso que o aluno desejar oferecido no MIT.

Seguindo os requisitos explicitados acima, é apresentado no Quadro 3.11 um exemplo de como a graduação de Bacharel em Ciência e Engenharia de Materiais poderia ser concebida ao longo do curso. Nas disciplinas possíveis de serem selecionadas, procurou-se optar por disciplinas análogas às ofertadas pelo PMT, procurando aumentar a margem de comparação entre os cursos.

Quadro 3.11 - Exemplo de uma estrutura curricular completa

MIT - Massachusetts Institute of Technology Materials Science and Engineering (Course 3) (Bacharel em Ciência e Engenharia de Materiais)				
First Year Fall Term (1º Ano - Outono)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
-	Calculus I	GIR	12	70
-	Physics I	GIR	12	70
-	Introduction to Solid-State Chemistry	GIR	12	70
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			48	280
First Year Spring Term (1º Ano - Primavera)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
-	Calculus II	GIR	12	70
-	Physics II	GIR	12	70
-	Biology	GIR	12	70
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			48	280

<b>Sophomore Year Fall Term (2º Ano - Outono)</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Bloco de Disciplina</b>	<b>Crédito MIT</b>	<b>Carga Horária</b>
<u>3.010</u>	Structure of Materials (partial CI-M)	RS	12	70
<u>3.013</u>	Mechanical Behavior of Materials	RS	12	70
<u>3.019</u>	Introduction to Symbolic and Mathematical Computing	RS	3	42
<u>18.03</u>	Differential Equations	RS	12	70
-	HASS Subject	GIR	12	70
<b>Subtotal</b>			<b>51</b>	<b>322</b>
<b>Sophomore Year Spring Term (2º Ano - Primavera)</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Bloco de Disciplina</b>	<b>Crédito MIT</b>	<b>Carga Horária</b>
<u>3.020</u>	Thermodynamics of Materials (partial CI-M)	RS	12	84
<u>3.023</u>	Synthesis and Design of Materials	RS	12	84
<u>3.029</u>	Mathematics and Computational Thinking for Materials Scientists and Engineers I	RS	9	42
-	HASS Subject	GIR	12	70
<b>Subtotal</b>			<b>45</b>	<b>280</b>
<b>In the summer term between sophomore and junior year, student registers for:</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Bloco de Disciplina</b>	<b>Crédito MIT</b>	<b>Carga Horária</b>
<u>3.930</u>	Internship Program	RS	6	84
<b>Subtotal</b>			<b>6</b>	<b>84</b>
<b>Junior Year Fall Term (3º Ano - Outono)</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Bloco de Disciplina</b>	<b>Crédito MIT</b>	<b>Carga Horária</b>
<u>3.030</u>	Microstructural Evolution in Materials	RS	12	84
<u>3.033</u>	Electronic, Optical, and Magnetic Properties of Materials	RS	12	84
<u>3.039</u>	Mathematics and Computational Thinking for Materials Scientists and Engineers II	RS	9	42
-	HASS Subject	GIR	12	70
<b>Subtotal</b>			<b>45</b>	<b>280</b>
<b>Junior Year Spring Term (3º Ano - Primavera)</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Bloco de Disciplina</b>	<b>Crédito MIT</b>	<b>Carga Horária</b>
<u>3.044</u>	Materials Processing	RS	12	56
<u>3.063</u>	Polymer Physics	RE	12	56

<u>2.086</u>	Numerical Computation for Mechanical Engineers	URE	12	56
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			48	238
<b>In the summer term between junior and senior year, student registers for:</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>3.931</u>	Internship Program	RS	6	84
Subtotal			6	84
<b>Senior Year Fall Term (4º Ano - Outono)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>3.042</u>	Materials Project Laboratory (CI-M)	RS	12	98
<u>3.14</u>	Physical Metallurgy	RE	12	42
<u>3.074</u>	Imaging of Materials	URE	12	42
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			48	252
<b>Senior Year Spring Term (4º Ano - Primavera)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>3.07</u>	Introduction to Ceramics	RE	12	42
<u>3.080</u>	Strategic Materials Selection	URE	12	42
<u>3.046</u>	Advanced Thermodynamics of Materials	URE	12	42
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			48	196

O currículo foi revisado recentemente, no ano de 2020. Nota-se que neste projeto pedagógico, no todo, o número de disciplinas não é tão grande se comparado com o da EPUSP. Enquanto no primeiro semestre na EPUSP temos oito disciplinas, no MIT temos apenas quatro, sendo uma delas ligada à área de Humanidades (HASS - Humanities, Arts, and Social Sciences). As correlações entre os dois cursos são também dificultadas pelo fato de o curso na EPUSP ter uma duração de 5 anos, e o do MIT apenas 4 anos.

Importante também ressaltar o raciocínio utilizado para correlacionar o número de créditos com a carga horária. Conforme o regulamento, um crédito MIT equivale, aproximadamente, a 14 horas de carga horária por termo, no caso, semestre. Na listagem das disciplinas oferecidas, para cada disciplina é atribuída uma série de três números

(por exemplo, 3-2-7). A soma dos números ( $3+2+7=12$ ) indica o número de créditos da disciplina. O primeiro número está relacionado a aulas e apresentações. O segundo corresponde a aulas de laboratório, projetos ou trabalho de campo. O terceiro número está relacionado com preparação e estudo fora da sala de aula. Assim, sabendo-se que em muitas das instituições estudadas não é levada em conta a carga horária estudada fora da sala de aula, consideramos apenas a soma dos dois primeiros números ( $3+2=5$ ), ou seja, considerando apenas a participação em aulas normais e aulas de laboratórios. Assim, neste exemplo, a disciplina teria uma carga horária de  $14 \times 5 = 70$  horas por termo.

O diploma acadêmico do MIT é de bacharel em Ciência e Engenharia de Materiais (SB – Bachelor of Science in Materials Science and Engineering) e existem três programas acadêmicos oferecidos pelo departamento:

- Course 3: Os alunos são preparados para o emprego em indústrias relacionadas a materiais e trabalhos de pós-graduação em Engenharia ou Ciência de Materiais. Todos os alunos são obrigados a concluir o Programa de Estágio ou o Programa de Tese. Esse curso é credenciado pela Comissão de Credenciamento de Engenharia da ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), sendo o escolhido para o nosso estudo comparativo.
- Course 3-A: Direcionado aos alunos atraídos pelas muitas oportunidades disponíveis na disciplina de materiais, mas também têm interesses especiais que não são satisfeitos pelo programa do Course 3. O programa 3-A pode ser útil em casos como um currículo mais flexível no qual um número maior de opções eletivas está disponível. Por exemplo, alguns alunos podem querer fazer mais disciplinas de Biologia e Química em preparação para a Faculdade de Medicina, ou mais disciplinas de Administração antes de entrar em um programa de MBA ou Direito.
- Course 3-C: Atende alunos com interesse específico em Arqueologia e Ciência Arqueológica. Destina-se a proporcionar aos alunos uma ampla exposição a campos que contribuem com abordagens teóricas e metodológicas fundamentais para o estudo das sociedades antigas e históricas

A título de exemplo, se compararmos uma disciplina fundamental como Física, verificamos que:

**EPUSP:**

Física I - 1º Semestre – 45 horas/aula  
Física II - 2º Semestre – 30 horas/aula  
Física III - 3º Semestre – 60 horas/aula  
Física Experimental A - 3º Semestre - 30 horas/aula  
Física IV - 4º Semestre – 60 horas/aula  
Física Experimental B - 4º Semestre - 30 horas/aula

**MIT:**

Física I - 1º Fall Term - 70 horas/aula  
Física II - 1º Spring Term - 70 horas/aula

Para Física Experimental A e B ofertadas pela EPUSP, temos o seguinte o programa:

Física Experimental A (\*):

A cada semestre a equipe deverá escolher 5 experiências dentre as listadas abaixo:

Física Experimental A (Mecânica)

- 1) Mesa de ar: colisões 2-D e forças centrais.
- 2) Plano inclinado: carrinho + mola / cinemática + estática.
- 3) Pêndulo simples (explorando, inclusive, o comportamento para grandes ângulos).
- 4) Roda de inércia com queda de pesos - conservação de momento angular.
- 5) Pêndulo de torção (movimento oscilatório com e sem amortecimento).
- 6) Cordas vibrantes (determinação da relação entre frequência, tensão e densidade linear da corda).
- 7) Viscosidade (viscosímetro de Stokes).
- 8) Ponte de treliças (estática).

Física Experimental B (\*\*):

A cada semestre a equipe deverá escolher 5 experiências dentre as listadas abaixo:

Física Experimental B (eletromagnetismo)

- 1) Balança de corrente.
- 2) Balança Eletrostática.
- 3) Velocidade da onda eletromagnética num cabo coaxial (linha de transmissão).
- 4) Difração e interferência ótica.
- 5) Espectroscopia ótica.
- 6) Constante de Planck (limiar de emissão de diodos).

Quadro 3.12 - Ementa e carga horária de Física para EPUSP e MIT no Curso de Engenharia de Materiais

EPUSP Engenharia de Materiais		MIT Bacharel em Ciência e Engenharia de Materiais	
Disciplinas	Carga Horária	Disciplinas	Carga Horária
<p>Física I, II, III, IV, Experimental A e B</p> <p><b>Física I</b> As Leis de Newton. Forças fundamentais da Natureza e forças derivadas. Trabalho, energia, momento linear e momento angular. Leis de conservação e simetrias na Natureza. A Lei Universal da Gravitação e a descrição dos movimentos dos planetas. As leis de Kepler. Relação entre a LGU e o peso dos corpos na Terra.</p> <p><b>Física II</b> Movimento oscilatório, movimento harmônico simples, pêndulo simples, pêndulo físico; Oscilações amortecidas, Oscilações forçadas e ressonância. Ondas em meios elásticos. Equação de Ondas. Equação das cordas vibrantes. Reflexão de ondas. Superposição de ondas. Interferência. Batimentos. Modos Normais. Ondas sonoras. Efeito Doppler.</p> <p><b>Física III</b> 1. Carga Elétrica, Campo Elétrico, Lei de Gauss, Potencial Elétrico, Capacitância; 2. Corrente elétrica, Resistência, Força Eletromotriz, Campo Magnético e Forças Magnéticas, Fontes de Campo Magnético, Materiais Magnéticos; 3. Indução Eletromagnética, Indutância, Ondas Eletromagnéticas, Vetor de Poynting, Pressão de Radiação.</p> <p><b>Física IV</b> 1. Interferência, Princípio de Huygens, Difração, Cinemática Relativística; 2. Dinâmica Relativística, Fótons, Elétrons e Átomos, Natureza Ondulatória das Partículas, Corpo Negro, Efeito Fotoelétrico; 3. Espalhamento Compton, Modelo de Bohr, Teoria de de Broglie, Princípio da Incerteza, Equação de Schrödinger, Poço de Potencial, Tunelamento, Átomo de Hidrogênio, Princípio de Exclusão e Estrutura Atômica.</p> <p>Física experimental A (* ) descrição do programa está no texto</p> <p>Física Experimental B (**) descrição no programa está no texto</p>	255	<p>Physics I, II</p> <p><b>Physics I</b> Apresenta a mecânica clássica. Espaço e tempo: cinemática em linha reta; movimento em um avião; forças e equilíbrio estático; dinâmica de partículas, com força e conservação de momento; quadros inerciais relativos e força não inercial; trabalho, energia potencial e conservação de energia; teoria cinética e o gás ideal; corpos rígidos e dinâmica rotacional; movimento vibracional; conservação do momento angular; movimentos de força central; mecânica dos fluidos. Matéria ministrada no formato TEAL (Technology-Enabled Active Learning), que apresenta os alunos trabalhando em grupos de três, discutindo conceitos, resolvendo problemas e fazendo experimentos de mesa com o auxílio de aquisição e análise de dados por computador.</p> <p><b>Physics II</b> Introdução ao eletromagnetismo e eletrostática: carga elétrica, lei de Coulomb, estrutura elétrica da matéria; condutores e dielétricos. Noções de campo eletrostático e potencial, energia eletrostática. Correntes elétricas, campos magnéticos e lei de Ampère. Materiais magnéticos. Campos variáveis no tempo e lei de indução de Faraday. Circuitos elétricos básicos. Ondas eletromagnéticas e equações de Maxwell. Matéria ensinada usando o formato de estúdio TEAL (Technology Enabled Active Learning) que utiliza interação de pequenos grupos e tecnologia atual para ajudar os alunos a desenvolver intuição e modelos conceituais de fenômenos físicos.</p>	140

Comparando as ementas no Quadro 3.12, em contraponto à Física Experimental A e B da EPUSP, temos o formato TEAL (Technology Enabled Active Learning) mencionado na ementa do MIT. Com relação ao TEAL, traduzido para o português como “Aprendizado Ativo Habilitado por Tecnologia”, são combinados experimentos em desktop com visualizações de experimentos, para “tornar visível o que é invisível”.

As salas de aula TEAL, Figura 3.5, contêm uma estação de trabalho do instrutor no centro da sala cercada por treze mesas redondas, cada uma com capacidade para nove alunos. Treze quadros brancos e oito projetores de vídeo estão instalados nas laterais da sala. Cada mesa contém três grupos de três. Os grupos são formados pela mistura de alunos de vários níveis de conhecimento em um único grupo para facilitar a instrução entre pares. Cada grupo usa um computador para ver os slides das palestras e coletar dados dos experimentos.

De acordo com o site [54], uma aula típica de eletromagnetismo incorpora palestra, “recitação” (discussão ou resolução de problemas) e experimentos práticos em uma apresentação. Os instrutores oferecem palestras de 20 minutos intercaladas com perguntas para discussão, visualizações e exercícios de lápis e papel. Os alunos usam simulações animadas projetadas para ajudá-los a visualizar conceitos e realizar experimentos em grupos durante a aula.

Os instrutores periodicamente fazem perguntas conceituais que os alunos discutem e respondem por meio de um sistema de votação eletrônica com teclados portáteis de votação. Os instrutores não mais lecionam de um local fixo, mas circulam com um microfone sem fio conversando com os alunos sobre seus trabalhos, avaliando sua compreensão, facilitando a interação e promovendo um melhor aprendizado [54].

Figura 3.5 – Salas de aula adaptadas para o TEAL



Fonte: Technology Enabled Active Learning [54].

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo, serão inicialmente detalhados a compilação de grades curriculares; a comparação entre as grades curriculares; os procedimentos para a classificação das disciplinas; a verificação das ementas; e o acompanhamento de oferta da disciplina PMT3203 (Diagrama de Equilíbrio).

### 4.1 Compilação de grades curriculares

Foi feita uma compilação de grades curriculares dos cursos mencionados no Quadro 3.7. Procurou-se inicialmente montar as grades curriculares de uma maneira uniformizada, em sequência seriada das disciplinas. Em alguns casos, este formato não se mostrou adequado. No MIT, por exemplo, muitas disciplinas são listadas como optativas e não estão definidas para um semestre específico. Para as universidades no exterior de língua não-inglesa, foram usualmente utilizadas as versões em inglês de suas páginas. Usualmente estas páginas eram mais limitadas que as páginas nas línguas nativas. Assim, em especial no caso das duas universidades chinesas, PKU e USTB, foram consultadas as páginas nas línguas originais, utilizando-se um tradutor *online*.

As tabelas incluem o nome e o código da disciplina, carga horária, crédito-aula e, no caso da Escola Politécnica da USP, crédito-trabalho (horas dedicadas ao trabalho em um projeto que não se confundem com horas de estudo ou horas de aulas). Elas incluem ainda, quando aplicável, alguma classificação explicitada pela instituição, como “disciplina básica”, “disciplina aplicada”, “optativa”, etc. Os Apêndices de A a R (Capítulo 8), localizados no final do texto, apresentam estas tabelas com as grades curriculares de todos os cursos escolhidos.

Em alguns casos, os valores de carga horária, créditos-aula e créditos-trabalho inseridos nas tabelas não são necessariamente aqueles explicitados pelas instituições, mas sim valores convertidos para uma base uniformizada. Um exemplo deste caso ocorreu no MIT, conforme descrito na Seção 3.8.2.8.

## 4.2 Comparação entre as grades curriculares

As disciplinas ou atividades foram classificadas em uma estrutura de árvore, com 133 temas agrupados em 38 grupos, por sua vez agrupados em dez classes, como mostrado no Quadro 4.1. O tipo de conteúdo associado a cada categoria torna-se auto evidente com base em seus títulos, com duas exceções: “processos A” e “processos B”. “Processos A” apresenta disciplinas que abordam processos mais voltados às etapas iniciais dos ciclos de vida dos materiais, como processamento de minérios, metalurgia extrativa, síntese de polímeros, etc. “Processos B”, por sua vez, traz disciplinas mais voltadas para etapas intermediárias ou finais, como transformações mecânicas, fundição, soldagem, tratamentos térmicos, etc.

Para cada curso, computou-se a carga horária acumulada das disciplinas em cada categoria. Para não ocorrer duplicação na contabilização das cargas, cada disciplina foi classificada em um único tema e, por conseguinte, em um único grupo e uma única classe. Em alguns casos, contudo, uma disciplina claramente deveria pertencer a dois ou mais temas, ou grupos, ou classes. Neste caso, a carga horária era subdividida entre as categorias contempladas, de forma que a contribuição da disciplina para a carga horária total de um dado curso não fosse superestimada. Uma disciplina de 30 horas que trate, por exemplo, de degradação de polímeros, poderia ser classificada simultaneamente em “biologia/ambiente” como em “características e seleção de materiais”. Assim, poderíamos atribuir 15 horas ao primeiro grupo e 15 horas ao segundo grupo.

Pode-se observar no Quadro 4.1 que todos os conjuntos de grupos de uma dada classe incluem um grupo “outros” (na classe “fundamentos”, por exemplo, este grupo será denominado “fundamentos - outros”). Este grupo irá abrigar tanto disciplinas que tratem genericamente do assunto de uma dada classe como disciplinas que desejamos incluir em uma dada classe, mas que não encontra um grupo adequado ao qual pertencer. O mesmo ocorre nos conjuntos de temas que pertencem a um dado grupo: um dos temas será “outros”. Isto é exemplificado no Quadro 4.2, que apresenta os temas dos grupos “caracterização” e “física e química dos materiais”.

Quadro 4.1 – Estrutura de classificação das disciplinas

CLASSES	GRUPOS	número de temas
fundamentos	física	6
	físico-química	1
	matemática	10
	mecânica	1
	mecânica dos materiais	1
	química	4
	termodinâmica, cinética e transporte	10
	fundamentos - outros	1
ciências e técnicas da engenharia	biologia/ambiente	1
	eletricidade e eletrônica	3
	instrumentação	1
	modelamento	1
	otimização, controle e padronização	5
	planejamento experimental e método científico	3
	projetos integradores	1
	qualidade	1
	representação gráfica	1
	segurança	1
	tecnologia da informação	3
	ciências e técnicas da engenharia - outros	1
específicas	análise e prevenção de falhas	1
	características e seleção de materiais	12
	caracterização	15
	física e química dos materiais	4
	processos A	4
	processos B	4
	específicas - outros	1
gestão, carreira, indústria	carreira	3
	gestão/empreendedorismo/economia	12
	indústria	4
	projeto	1
	gestão, carreira, indústria - outros	1
comunicação	comunicação (único grupo)	3
humanidades e artes	humanidades e artes (único grupo)	1
eletivas livres	eletivas livres (único grupo)	1
estágio	estágio (único grupo)	1
outros	outros (único grupo)	6
TCC	TCC (único grupo)	3
Total de número de temas		133

Quadro 4.2 – Exemplo dos temas de dois grupos

GRUPO	TEMA
caracterização	caracterização microestrutural
	ceramografia
	corrosão
	cristalografia
	difração
	ensaio
	espectroscopia
	metalografia
	metrologia
	microscopia
	radiologia
	raios X
	física dos materiais
	superfície
	caracterização - outros
física e química dos materiais	estrutura
	física dos materiais
	química dos materiais
	física e química dos materiais - outros

Assim, uma disciplina que, por exemplo, trate de caracterização magnética de materiais será classificada no grupo “caracterização” e no tema “caracterização - outros”, pois nenhum dos demais temas deste grupo é adequado para este assunto. Evidentemente, uma alternativa seria criar um novo tema, “caracterização magnética”, para abrigar esta e outras disciplinas semelhantes. Criar ou não criar um novo tema envolve um compromisso entre uma classificação completa e um número excessivo de temas.

As cargas horárias de disciplinas obrigatórias eram adicionadas integralmente nos respectivos temas, grupos e classes. Quando as disciplinas eram optativas restritas, ou seja, a serem escolhidas dentro de um conjunto restrito, sua carga horária era multiplicada por um fator que representava a probabilidade homogênea de ela ser escolhida pelo aluno. Se, por exemplo, o aluno deveria escolher 36 créditos dentro de uma lista de vinte disciplinas optativas com doze créditos cada, a probabilidade de

escolha de cada uma corresponderia a um número de créditos igual a  $12 \cdot 36 / 240 = 12 \cdot 0,15 = 1,8$ . Este fator 0,15 corresponde a  $N_{\text{exigidas}} / N_{\text{oferecidas}}$ , onde  $N_{\text{exigidas}}$  é o número mínimo de créditos (ou carga horária) em disciplinas optativas restritas exigidas na estrutura curricular e  $N_{\text{oferecidas}}$  é o número de créditos (ou carga horária) em disciplinas ofertadas como optativas restritas.

O Quadro 4.3 apresenta os fatores que foram utilizados para os diversos tipos de disciplinas ou pacotes optativos oferecidos e exigidos pelos diversos cursos.

Quadro 4.3 – Eletivas restritas (ou similares) exigidas e oferecidas

curso	tipo	oferecidos	exigidos	créditos ou horas?	fator
Aachen	curso complementar I	210	30	horas	0.143
	curso complementar II	60	30	horas	0.500
EPUSP	eletivas "livres" recomendadas	990	345	horas	0.348
	obrigatórias no módulo PMM	180	180/2	horas	0.500
	eletivas restritas no módulo PMM	345	180/2	horas	0.261
	obrigatórias no módulo PMN	360	360/2	horas	0.500
Lorraine	alemão ou espanhol	768	444.5	horas	0.579
Mack	eletivas restritas	114	76	horas	0.667
MIT	eletivas restritas	315	36	créditos	0.114
	escolha entre 7 obrigatórias	66	18	créditos	0.273
	escolha entre 3 obrigatórias	24	12	créditos	0.500
Nanyang	eletivas restritas	84	9	créditos	0.107
Oxford	disciplinas suplementares	48	16	horas	0.333
Peking	eletivas sugeridas	47	47	créditos	1.000
UFMG	eletivas gerais	166	4	créditos	0.024
	eletivas FCEM	53	15	créditos	0.283
UFRGS	pares de alternativas	4	2	créditos	0.500
	eletivas restritas	152	42	créditos	0.276
UFRJ	eletivas restritas	114	4	créditos	0.035
	eletivas condicionadas	398	24	créditos	0.060
UFSCar	optativas técnicas	49	16	créditos	0.327
	opção por ênfases	66	22	créditos	0.333
USTB	eletivas restritas	36.5	8	créditos	0.219

### 4.3 Procedimentos para a classificação das disciplinas

A classificação das disciplinas nos diversos temas foi feita com base no nome das disciplinas, seja diretamente por meio da identificação de palavras-chave nestes nomes, seja indiretamente, por meio da identificação conceitual do assunto tratado.

A localização de palavras-chave e atribuição de temas a cada disciplina foram feitas com o auxílio de rotinas desenvolvidas em Microsoft VB-Net. A primeira rotina destinava-se à localização das palavras-chave nos nomes das disciplinas. A segunda rotina destinava-se à contabilização das cargas horárias nas diferentes categorias.

Um dos arquivos de entrada para este conjunto de rotinas é a lista de palavras-chave que inclui cada palavra completa em português e inglês, usualmente na forma de substantivo, bem como trechos iniciais destas palavras que permitem a identificação de adjetivos ou advérbios associados, e também variantes de gênero e número. Além disso, são previstas variantes sem acento para as versões em português, uma vez que algumas páginas dos cursos brasileiros eventualmente usam tabelas não-acentuadas. Para a palavra-chave “Física”, por exemplo, a lista oferece ao programa os próprios termos “física” e “physics”, e os trechos “phys”, “fís” e “fis”, o que permite a identificação dos adjetivos “físico”, “física”, “físicos” e “físicas”, com ou sem acento, do adjetivo “physical” entre outros.

Em alguns casos, optou-se por localizar palavras-chave através de dois termos independentes. Por exemplo, “Metalurgia Física” era localizada com o operador lógico “E” para os termos “metal” e “física”. Com isso, uma disciplina com “Física dos Metais” em seu nome também seria localizada e atribuída àquela palavra-chave.

Para evitar falsos positivos, a lista inclui também campos para classificações a serem evitadas, o que corresponde ao operador lógico “NÃO”. Por exemplo, para a palavra-chave “ore” (“minério”), queremos evitar disciplinas que tenham palavras contendo o trecho “ore”, como “reatores”, “motores”, “foreign”, etc. Usamos também este recurso de modo conceitual, como no caso do termo “Físico-Química”, que foi incluído no campo negativo das palavras “Física” e “Química”. Desejávamos que as disciplinas que tratassem deste tema fossem incluídas apenas no grupo “Físico-Química”.

Cada palavra-chave encontrada remete a um tema, que por sua vez está associado a um grupo e uma classe. Um mesmo tema pode ser associado a mais de uma palavra-chave (223 palavras-chave para 167 temas). Por exemplo, as palavras-chave “adesivo”, “blendas”, “elastômero”, “fibra”, “filme”, “madeira”, “plástico”, “polímero”, “PVC” e “termofixo” remetem ao tema “polímero”. Alguns exemplos de registros do arquivo de palavras-chave são mostrados no Quadro 4.4.

Quadro 4.4 – Exemplos de registros da lista de palavras-chave e de palavras detectáveis

	<b>exemplo 1</b>	<b>exemplo 2</b>	<b>exemplo 3</b>
<b>palavras-chave</b>	minério ore	matéria prima raw material	estrutura structure
<b>termos adicionais</b>	miner mining	matér mater	struct estrut
<b>operador “E”</b>		prima raw	
<b>operador “NÃO”</b>	reatores vetores protetores  computadores integradores  condutores foreign	drawing primar	destrutivo
<b>tema</b>	extrativa e tratamento de minérios	extrativa e tratamento de minérios	estrutura
<b>grupo</b>	processos A	processos A	física e química dos materiais
<b>classe</b>	específicas	específicas	específicas
<b>exemplos de palavras detectáveis</b>	minério, minérios, ore, ores, mineral, minerais, mineração, minerals, mining	matéria prima, raw material	estrutura, structure, structural, estrutural, estruturas, structures

Como já mencionado, a primeira rotina desenvolvida faz a localização das palavras-chave associadas a cada nome de disciplina, e indica os temas correspondentes. Para cada disciplina, podem ocorrer as seguintes situações: a) nenhuma palavra-chave foi localizada, b) uma ou mais palavras-chave foram localizadas, e elas remetem a diferentes temas, e c) uma ou mais palavras-chave foram localizadas, e elas remetem a um único tema. As ações possíveis para cada uma destas situações são mostradas no Quadro 4.5.

Quadro 4.5 – Situação das disciplinas, ações possíveis e número de ações adotadas após definida a última versão da lista de palavras-chave

<b>Situação das disciplinas</b>	<b>n</b>	<b>Ações possíveis</b>	<b>Ações adotadas</b>
Nenhuma palavra-chave foi localizada	96	Atribuir um tema existente	96
		Criar um novo tema e uma nova palavra-chave, e rodar novamente a primeira rotina	0
Uma ou mais palavras-chave foram localizadas, e elas remetem a diferentes temas	274	Escolher um dentre os temas localizados	241
		Rejeitar os temas e atribuir um outro tema existente	33
		Rejeitar os temas, criar um novo tema e uma nova palavra-chave, e rodar novamente a primeira rotina	0
Uma ou mais palavras-chave foram localizadas, e elas remetem a um único tema	983	Aceitar o tema localizado	963
		Rejeitar o tema e atribuir um outro tema existente	20
		Rejeitar o tema, criar um novo tema e uma nova palavra-chave, e rodar novamente a primeira rotina	0
	1353		1353

Para estas ações, edita-se o arquivo de saída da primeira rotina para inserir as opções ou novos temas. No caso de criação de novos temas e respectivas palavras-chave, cria-se um novo arquivo de palavras-chave e roda-se novamente a primeira rotina. Caso contrário, roda-se imediatamente a segunda rotina, que lê o arquivo editado e gera os arquivos de saída com as cargas atribuídas a cada tema, grupo e classe, para cada curso. Para esta segunda rotina, é necessário que o arquivo de

entrada traga também os fatores de correção de carga listados na Tabela 1 para cada disciplina optativa ou similar.

#### 4.4 Verificando as ementas

Para a tomada de decisões mencionada no Quadro 4.5, foi necessário, em alguns casos, dar atenção às ementas de algumas disciplinas. Para fazer isto de modo sistemático, agrupamos ementas de disciplinas que potencialmente poderiam pertencer a um mesmo grupo temático. Um exemplo é apresentado nos Quadros 4.6 e 4.7, na área de Química e Físico-Química para Engenharia de Materiais. O primeiro quadro traz a ementa de quatro disciplinas deste assunto, e o segundo traz uma lista de disciplinas potencialmente semelhantes em doze universidades. O quadro não está alinhado com a classificação final mostrada na Seção 4.2. Por exemplo, a disciplina “Conservação de Massa e Energia”, mostrada no Quadro 4.6 ao lado de disciplinas de Química, foi finalmente incorporada ao grupo “termodinâmica, cinética e transporte” e não ao grupo “química”.

#### 4.5 Acompanhamento de oferta de disciplinas

Como mencionado na Seção 3.4, existem propostas de implementação de estratégias e métodos de Aprendizagem Ativa (AA) em algumas disciplinas do Departamento de Engenharia Química e de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, sendo dado o exemplo da disciplina PMT3202 (Diagramas de Equilíbrio).

Foi incluído no escopo do presente trabalho o acompanhamento desta e de outras disciplinas. O candidato acompanhou as aulas ofertadas remotamente pela disciplina em 2020, e participou da compilação dos resultados da aplicação de questionários online.

Quadro 4.6 – Ementas de quatro disciplinas dos cursos de Engenharia de Materiais da EPUSP na área de Química e Físico-Química

Universidade	Horas	Disciplinas
<p style="text-align: center;"><b>EPUSP Engenharia de Materiais</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>225</b></p>	<p><b>Química (45+60+60+60=225h)</b>  <b>Fundamentos das Transformações Químicas (1º Sem - 45h)</b>  O objetivo do curso é mostrar que as transformações químicas são promovidas pela existência de uma força motriz e são regidas por fenômenos dinâmicos. Para isso, preconiza-se a realização de experimentos que permitam ao aluno apreender os conceitos mais importantes para a análise das transformações químicas e físicas envolvidas. Busca-se a compreensão a) da diferença de potencial – térmico, mecânico ou químico – como força motriz para as transformações e b) dos mecanismos que definem suas velocidades.</p> <p><b>Conservação de Massa e Energia (2º Sem – 60h)</b>  Apresentar métodos para elaboração de balanços materiais e energéticos em processos químicos simples e com múltiplas unidades, em sistemas reativos e não reativos. Aplicar as equações de conservação de massa e energia a processos em regime permanente e transiente. Apresentar a análise de graus de liberdade em processos químicos.</p> <p><b>Química Inorgânica (3º Sem -60h)</b>  Propriedades Periódicas. Reações Químicas: evidências experimentais, equação na forma iônica. Equilíbrios Químicos: ácido base, solubilidade, complexação e de óxido-redução. Aplicações no tratamento de efluentes industriais. Elementos metálicos e não metálicos: correlação entre estrutura, propriedades físicas e reatividade química. Obtenção de metais a partir de seus minérios. Descrição de principais compostos de alguns elementos não metálicos. Metais em solução: compostos de coordenação, propriedades e aplicações. Materiais inorgânicos de interesse industrial.</p> <p><b>Físico - Química X V I I (4º Sem – 60h)</b>  Pressão de vapor de líquido puro; calor de vaporização. Diagrama de fase líquido-vapor de sistemas binários; misturas azeotrópicas; refratometria. Destilação fracionada; determinação de número de placas teóricas. Diagrama de fase ternário; volumetria. Condução eletrolítica; determinação da constante de dissociação de um ácido fraco. Cinética de polimerização e determinação da massa molar média do polímero; dilatometria e viscosidade. Cinética de inversão da sacarose; polarimetria. Cinética da hidrólise de acetato de etila; determinação de energia de ativação; condutometria. Tensão superficial; trabalho de adesão e coesão; concentração micelar crítica de um detergente. Adsorção de líquido em sólido; isoterma de Freundlich. Viscosidade de líquidos; fluidos não-newtonianos.</p>

Quadro 4.7 – Disciplinas de 12 cursos de Engenharia de Materiais ou correlatos na área de Química e Físico-Química, selecionadas com base nas ementas apresentadas no Quadro 4.6

Universidade	Horas	Disciplinas
Aachen	225	225 (135+90) Chemistry / Physical Chemistry
Colorado	192	192 (64+64+48+16) Principles of Chemistry I and II / Chemical Processing of Materials / Chemical Processing of Materials laboratory
EEIGM (Lorraine)	161,5	161,5 (56+32+34,5+39) Físico-Química / Físico-Química II / Engenharia de reação química / Química macromolecular
Mack	266	266 (38+76+114+38) Química Geral / Química dos Elementos / Química Analítica Qualitativa / Termodinâmica Química
MIT	160	160 (80+80) Introduction to Solid-State / Chemistry Synthesis and Design of Materials
Oxford	0	
Peking	307	307 (64+64+51+48+80) General Chemistry B / General Chemistry Lab B / Physical Chemistry / Materials Chemistry / Structural Chemistry
Singapore	78	78 (39+39) Materials Chemistry I / Materials Chemistry II
UFMG	330	330 (60+30+120+120) Química Geral B / Química Geral Experimental / Química Inorgânica I / Química Analítica I
UFRGS	315	315 (60+60+60+60+75) Química Geral Experimental / Química Geral Teórica / Química Inorgânica para Engenheiros B / Química Analítica Aplicada B / Química Analítica Instrumental Aplicada-A
UFRJ	60	Química EE
UFSCar	240	240 (60+60+60+60) Química Experimental Geral / Química 2 (Geral) / Química Inorgânica / Química Analítica Experimental A

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo será contabilizado e visualizado por meio de gráficos e quadros a carga horária nas diferentes categorias para os cursos de Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Materiais, com discussões dos resultados obtidos. Também será detalhado o processo que envolveu o acompanhamento das aulas da disciplina PMT3202 (Diagramas de Equilíbrio).

### 5.1 Contabilização de carga horária nas diferentes categorias

#### Cargas horárias totais e anuais:

As cargas horárias totais referentes a cada um dos treze cursos de Engenharia de Materiais estudados são apresentadas na Figura 5.1. Estes valores absolutos devem ser assumidos com algum cuidado, pois os critérios de hora-aula podem ser diferentes nos diversos cursos, e há atividades que recebem uma carga horária em algumas universidades e não recebem em outras, além de outras possíveis diferenças. Um dos fatores que afeta a carga horária total é o tempo previsto para o curso. Todos os cursos brasileiros são previstos para cinco anos, enquanto vários dos cursos estrangeiros são previstos para quatro anos, e um deles para três anos (vide Quadro 3.5). Para avaliarmos a relação entre os dois fatos, a Figura 5.1 apresenta também as cargas horárias totais divididas pelas durações dos cursos, ou seja, as médias anuais. As maiores cargas são as da UFRGS, e as menores são da Universidade de Peking. Se considerarmos a carga total ao longo do curso, a relação EPUSP/Peking é igual a 2,01 (para o caso de incluirmos TCC e estágio). Se considerarmos as médias anuais, a relação cai para 1,61.

As cargas horárias totais referentes a cada um dos seis cursos de Engenharia Metalúrgica estudados são apresentadas na Figura 5.2. Observa-se que os cursos brasileiros, com cinco anos de duração, apresentam carga mais elevada que os cursos de Colorado e USTB, que duram quatro anos. Novamente, o cálculo da carga média anual mostra resultados mais equilibrados, como seria de se esperar.

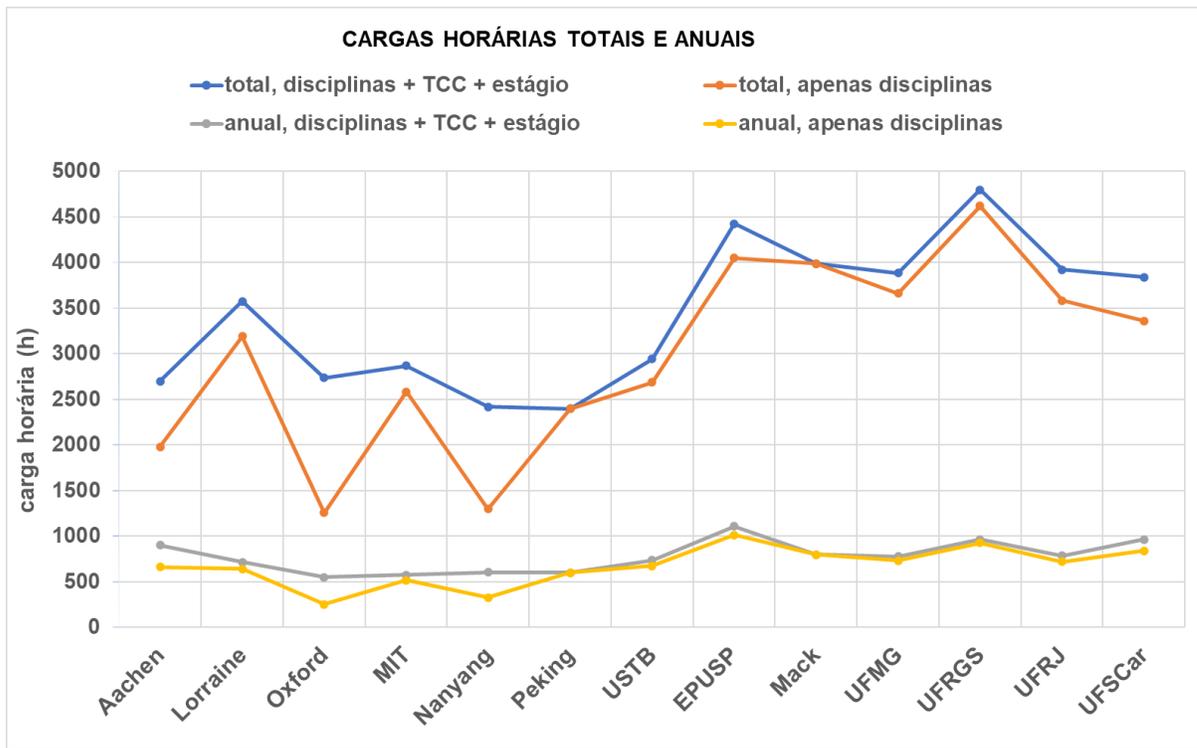


Figura 5.1 – Cargas horárias totais e anuais para Engenharia de Materiais

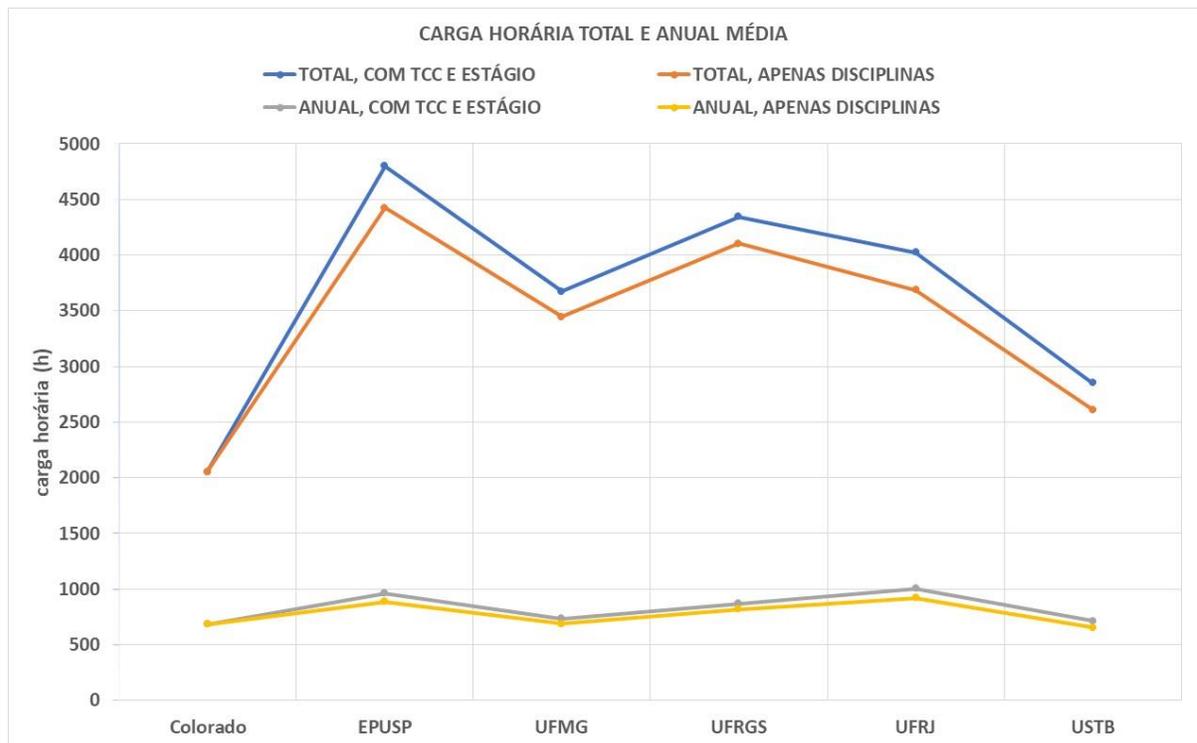


Figura 5.2 – Cargas horárias totais e anuais para Engenharia Metalúrgica

Cargas horárias relativas, para as classes:

Para fazermos a comparação das cargas horárias das disciplinas classificadas nas dez classes definidas no Quadro 4.1, utilizaremos valores relativos das cargas, ou seja, as cargas de cada classe em um dado curso divididas pela carga total do curso. Com isso, damos ênfase à relação de importância entre as várias classes, que não é afetada pela carga total de cada curso.

O Quadro 5.1 mostra estes valores para os cursos de Engenharia de Materiais, considerando-se na carga total a parcela correspondente a TCC e estágios. Observa-se a predominância das disciplinas fundamentais e específicas na maioria dos cursos.

Quadro 5.1 – Cargas horárias relativas das classes (incluindo TCC e estágios) para Engenharia de Materiais

	fundamentos	ciências e técnicas da engenharia	específicas	gestão, carreira, indústria	comunicação	humanidades e artes	eletivas livres	estágio	outros	TCC	
Aachen	36.7%	1.7%	28.3%	4.4%	0.0%	0.0%	2.2%	13.3%	0.0%	13.3%	100.0%
Lorraine	27.7%	18.2%	16.3%	1.8%	12.8%	0.3%	0.0%	10.1%	12.1%	0.6%	100.0%
Oxford	7.9%	8.8%	18.7%	2.2%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	8.0%	54.1%	100.0%
MIT	27.7%	7.9%	36.7%	3.4%	0.0%	15.5%	0.0%	7.9%	0.0%	0.9%	100.0%
Nanyang	9.8%	5.7%	26.4%	4.8%	2.9%	1.6%	0.0%	33.0%	2.5%	13.2%	100.0%
Peking	38.5%	27.6%	28.9%	0.0%	2.1%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	0.0%	100.0%
USTB	35.6%	11.7%	19.5%	8.2%	6.2%	5.4%	0.0%	0.5%	4.9%	8.2%	100.0%
EPUSP	36.1%	6.8%	42.9%	5.2%	1.2%	0.0%	0.0%	4.0%	0.0%	3.7%	100.0%
Mack	37.1%	7.1%	41.9%	8.1%	0.0%	3.8%	1.9%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
UFMG	35.6%	15.6%	34.9%	2.5%	0.0%	0.8%	2.3%	6.6%	0.2%	1.5%	100.0%
UFRGS	38.4%	9.6%	42.7%	3.1%	1.0%	0.3%	0.0%	0.0%	1.3%	3.8%	100.0%
UFRJ	33.1%	9.3%	40.9%	4.4%	0.1%	1.2%	0.0%	4.1%	2.3%	4.6%	100.0%
UFSCar	34.9%	7.8%	36.5%	6.8%	0.0%	1.6%	0.0%	9.4%	0.0%	3.1%	100.0%

O curso de Oxford, contudo, apresenta uma configuração completamente diferente, com forte predominância do TCC. Isto ocorre porque o trabalho de formatura tem uma grande importância no curso de Oxford, com uma carga de 1480 horas. Este fato é academicamente importante e merece nossa atenção. Entretanto, esta carga elevada em uma única classe dificulta nossa avaliação da relação de cargas entre as classes correspondentes a disciplinas. Por este motivo, apresentamos no Quadro 5.2 os mesmos resultados, mas considerando agora apenas as disciplinas.

Quadro 5.2 – Cargas horárias relativas das classes incluindo apenas disciplinas, para Engenharia de Materiais

	fundamentos	ciências e técnicas da engenharia	específicas	gestão, carreira, indústria	comunicação	humanidades e artes	eletivas livres	outros	
Aachen	50.0%	2.3%	38.6%	6.1%	0.0%	0.0%	3.0%	0.0%	100.0%
Lorraine	31.0%	20.4%	18.3%	2.0%	14.3%	0.4%	0.0%	13.6%	100.0%
Oxford	17.3%	19.3%	40.7%	4.8%	0.0%	0.7%	0.0%	17.3%	100.0%
MIT	30.3%	8.6%	40.2%	3.8%	0.0%	17.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Nanyang	18.2%	10.7%	49.1%	8.9%	5.4%	3.0%	0.0%	4.7%	100.0%
Peking	38.5%	27.6%	28.9%	0.0%	2.1%	0.0%	0.0%	2.8%	100.0%
USTB	39.0%	12.8%	21.3%	8.9%	6.7%	6.0%	0.0%	5.4%	100.0%
EPUSP	39.1%	7.4%	46.5%	5.7%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Mack	37.1%	7.1%	41.9%	8.1%	0.0%	3.8%	1.9%	0.0%	100.0%
UFMG	38.7%	17.0%	38.0%	2.7%	0.0%	0.9%	2.5%	0.2%	100.0%
UFRGS	39.8%	10.0%	44.3%	3.2%	1.0%	0.3%	0.0%	1.3%	100.0%
UFRJ	36.3%	10.1%	44.7%	4.8%	0.1%	1.3%	0.0%	2.5%	100.0%
UFSCar	39.9%	8.9%	41.7%	7.7%	0.0%	1.8%	0.0%	0.0%	100.0%

Observamos que vários outros aspectos merecem atenção. Por exemplo, os cursos que mais atenção dão às disciplinas de ciências e técnicas da engenharia são os de Lorraine e de Peking. Lorraine também dá grande atenção à questão de comunicação (através de várias disciplinas de línguas). Outro destaque interessante é a atenção que o MIT dá às disciplinas de humanidades e artes.

A relação entre as cargas horárias das disciplinas fundamentais e disciplinas específicas são muito diferentes entre os diversos cursos. Por este motivo, apresentamos estas relações ordenadas de forma crescente na Figura 5.3 (relembramos que nossos dados para Oxford e Nanyang não incluem disciplinas fundamentais e que, por este motivo, estes dois cursos não foram incluídos na Figura 5.3). Para oito cursos, esta relação esteve dentro de uma faixa entre 1,07 e 1,33. Dois cursos, EPUSP e Mack, tiveram valores abaixo de 1,00, ou seja, mostraram predominância das disciplinas específicas. No lado oposto, dois cursos, Lorraine e USTB, mostraram forte predominância das disciplinas fundamentais, com relações muito acima de 1,33.

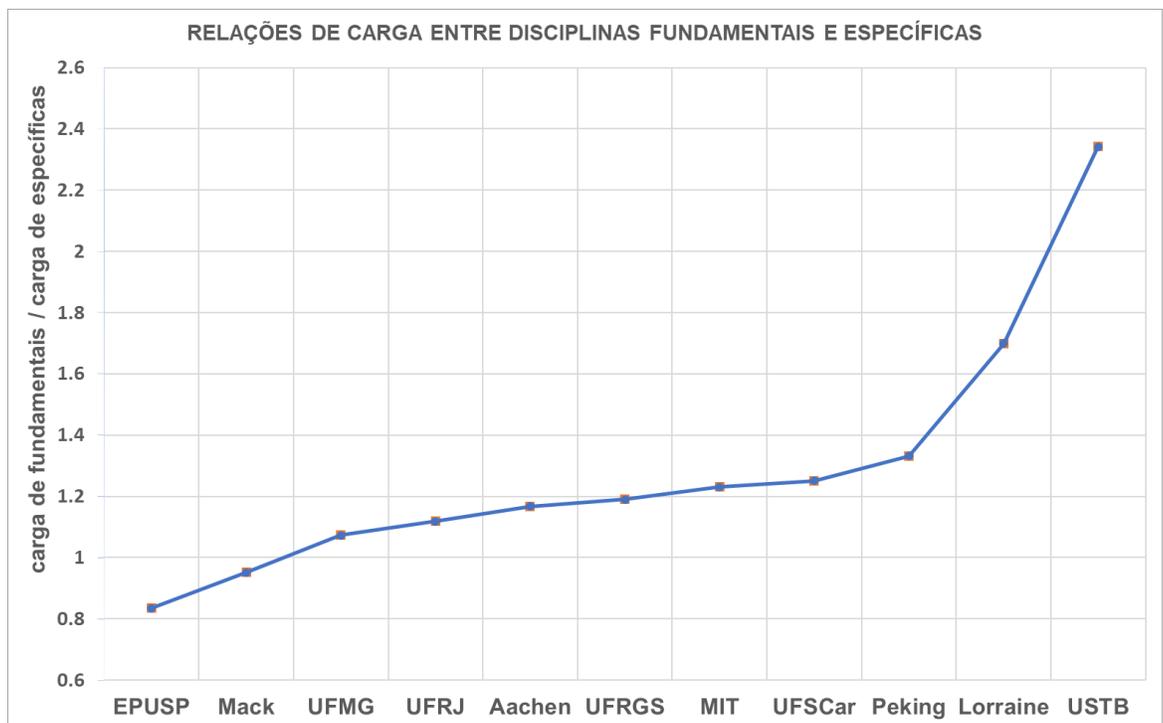


Figura 5.3 – Relação entre disciplinas fundamentais e específicas para Engenharia de Materiais

As Figuras 5.4 e 5.5 apresentam resultados semelhantes ao Quadro 5.2 e Figura 5.3, respectivamente, mas para Engenharia Metalúrgica. Na Figura 5.4 observa-se, novamente, a predominância das disciplinas fundamentais e específicas, agora seguidas apenas pelas de ciências e técnicas de engenharia. A relação entre as cargas horárias fundamental/específica, mostrada na Figura 5.5, indicam uma predominância das disciplinas específicas para os cursos na UFRJ, USTB e EPUSP, abaixo de 1,0.

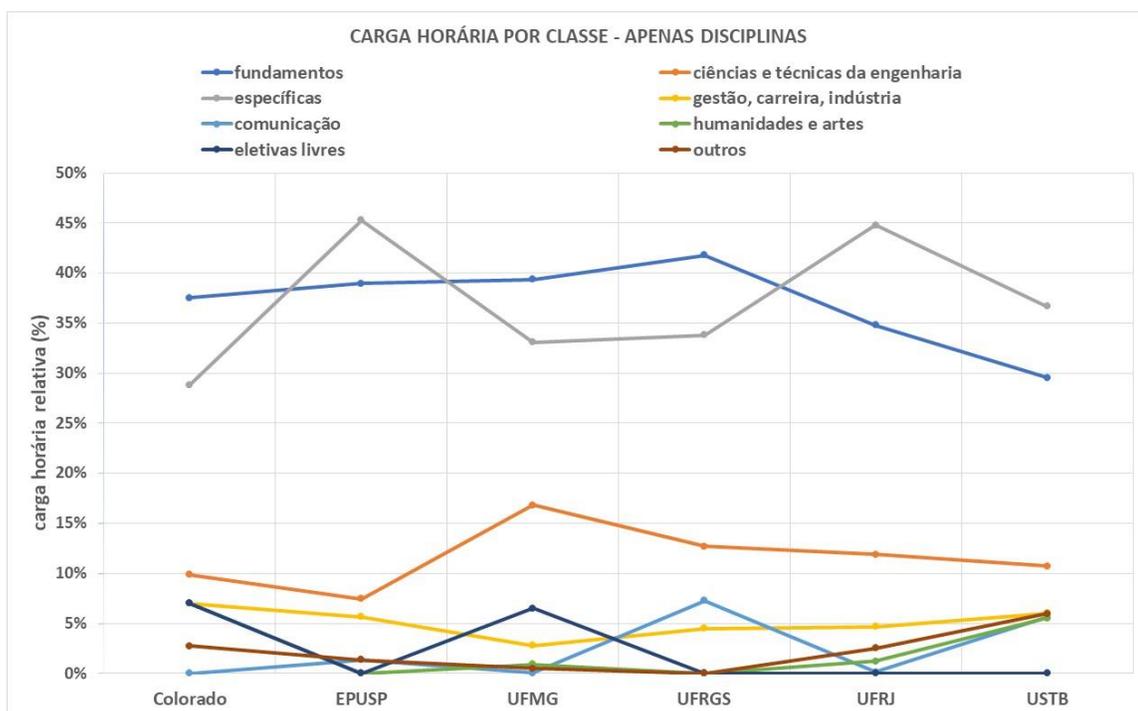


Figura 5.4 – Cargas horárias relativas das classes incluindo apenas disciplinas, para Engenharia Metalúrgica

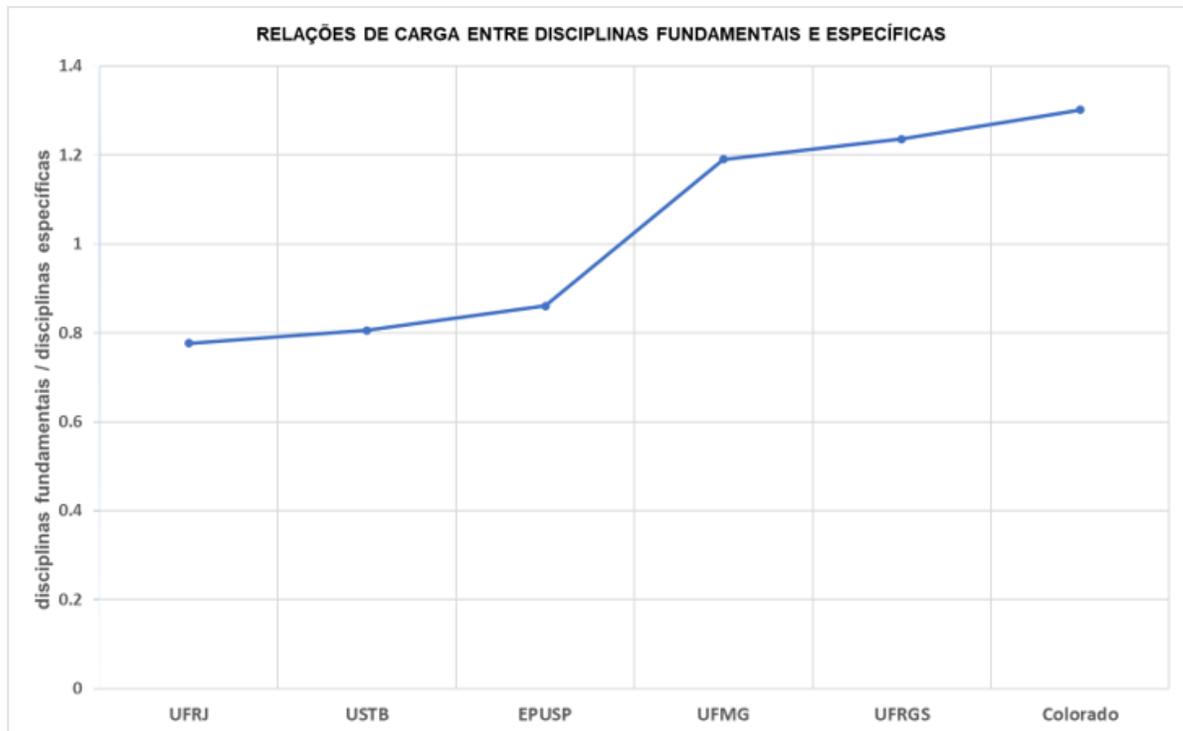


Figura 5.5 – Relação entre disciplinas fundamentais e específicas para Engenharia Metalúrgica

### Cargas horárias relativas, para alguns exemplos de classes

A comparação das cargas horárias dos diferentes grupos em uma dada classe permite que observemos diferenças mais específicas entre os cursos. Um primeiro exemplo é apresentado na Figura 5.6, que mostra as cargas dos diversos grupos pertencentes à classe das disciplinas “específicas” para Engenharia de Materiais. Em todos os cursos, com exceção de Oxford e MIT, a maior parte das disciplinas desta classe está no grupo “características e seleção de materiais”. Em Oxford e no MIT, o grupo predominante é “física e química de materiais”. No caso da UFMG, a carga de “processos A” praticamente se iguala à de “características e seleção de materiais”. Os “Processos B” são razoavelmente importantes no Mack e na EPUSP. Para nenhum curso, o tema “física e química dos materiais” chega a igualar a carga do tema “características e seleção de materiais”, mas ele atinge valores razoavelmente altos nos cursos do MIT, de Peking e da UFRJ.

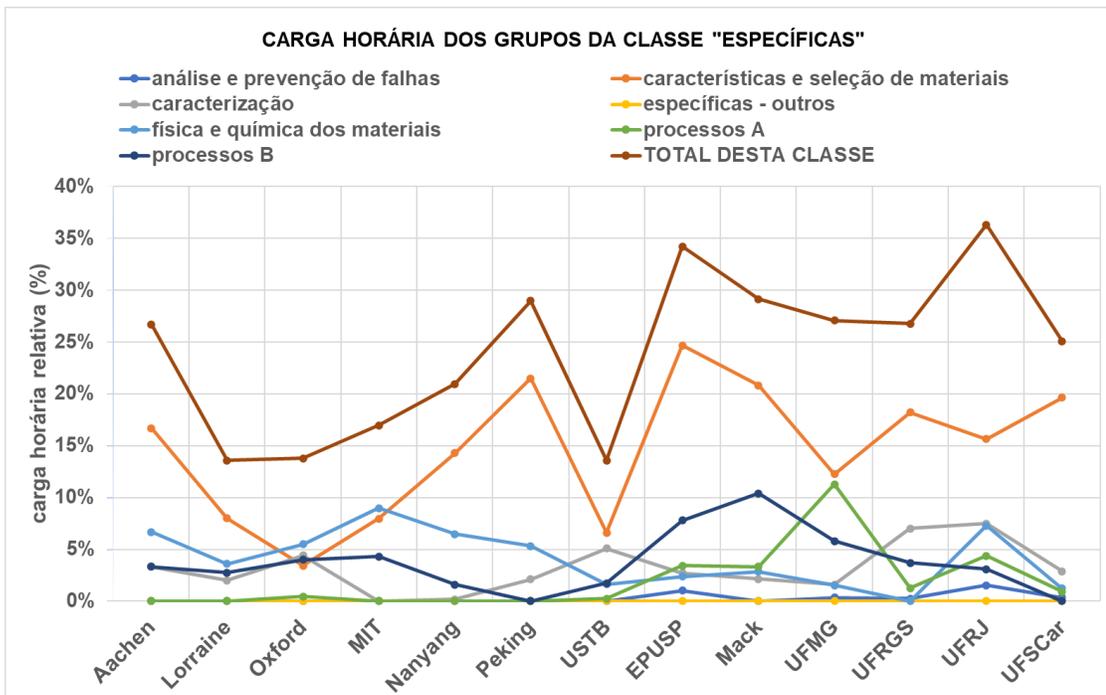


Figura 5.6 – Cargas horárias relativas dos grupos da classe “específicas” para Engenharia de Materiais. As porcentagens são relativas à carga total de disciplinas, TCC e estágios.

Um exemplo semelhante é mostrado na Figura 5.7 para a classe “fundamentos”. Mais uma vez, a baixa carga horária em Nanyang e Oxford reflete o fato de que a maioria das disciplinas de Matemática e outras ciências fundamentais não foram consideradas para esses cursos. Para a maioria dos cursos, observa-se uma predominância dos grupos “matemática”, “física”, seguidas por “termodinâmica, cinética e transporte” e “química”. No Mack, UFMG, UFRGS e UFSCar, seguidos pela EPUSP, Pequim e Aachen, a carga horária de “química” é significativamente alta.

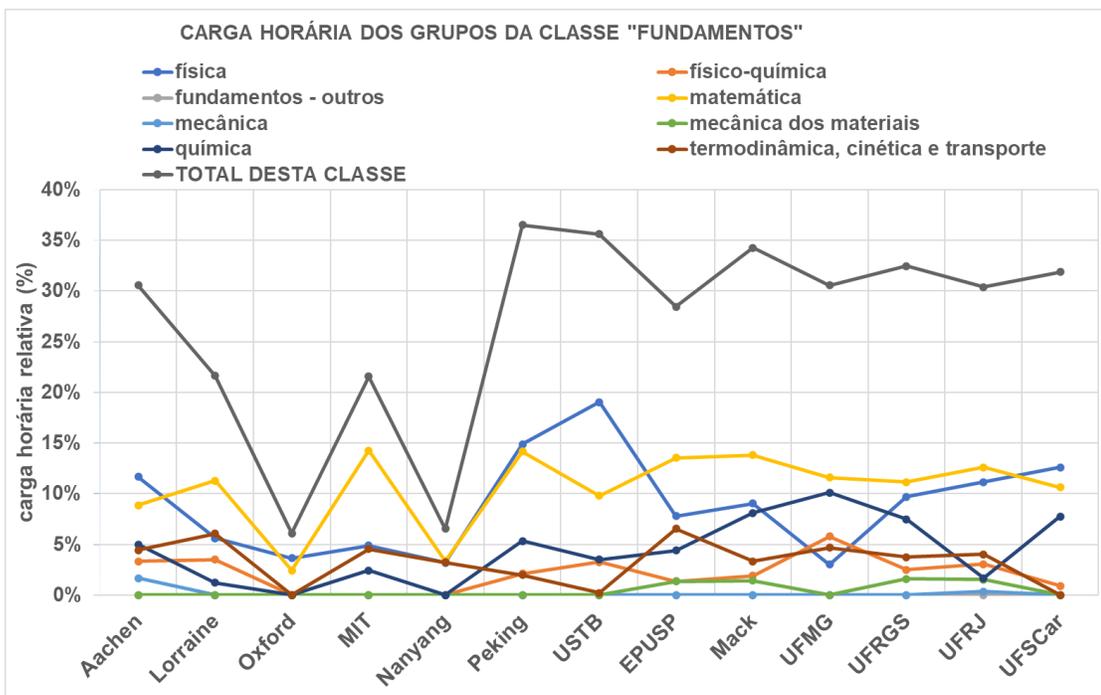


Figura 5.7 – Cargas horárias relativas dos grupos da classe “fundamentos” para Engenharia de Materiais. As porcentagens são relativas à carga total de disciplinas, TCC e estágios.

As Figuras 5.8 e 5.9 mostram resultados semelhantes, respectivamente, aos das Figuras 5.6 e 5.7, para a Engenharia Metalúrgica.

Para a classe “específicas” (Figura 5.8), observa-se uma maior diferença entre os diferentes cursos do que ocorrera em Engenharia de Materiais. Para Engenharia de Materiais, o grupo “características e seleção de materiais” predominava em todos os cursos. Em Engenharia Metalúrgica, este grupo predomina em Colorado, EPUSP e USTB, mas não nos três demais, dominados por disciplinas envolvendo processos: “Processos B” torna-se predominante na UFRGS e na UFRJ, enquanto “Processos A” torna-se predominante na UFMG.

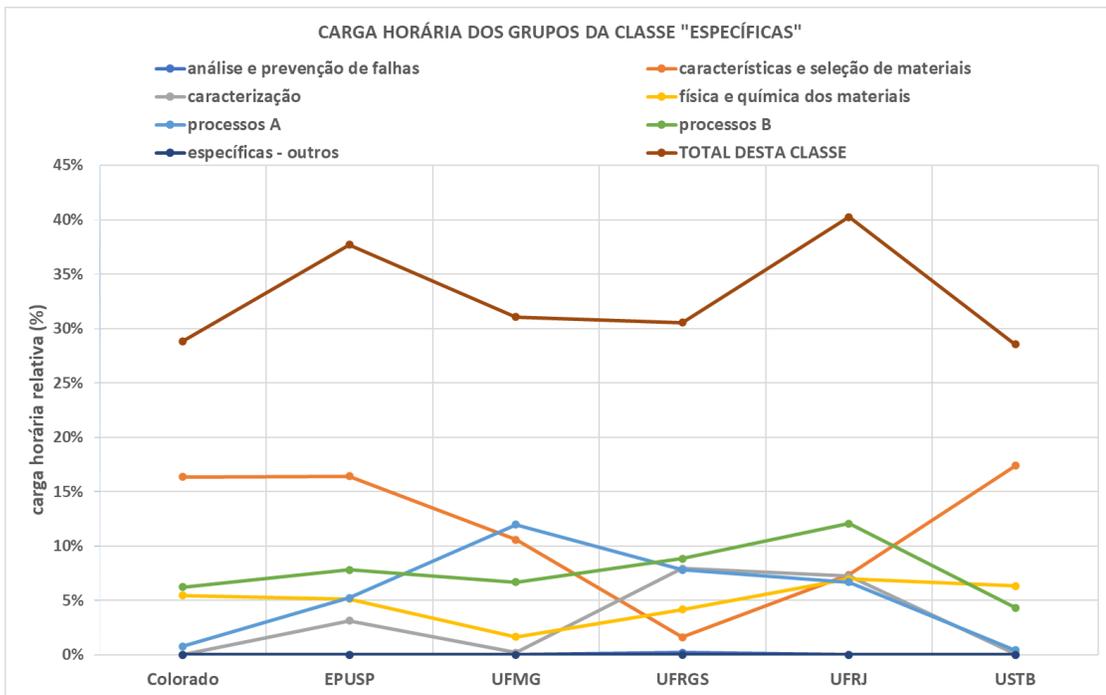


Figura 5.8 – Cargas horárias relativas dos grupos da classe “específicas” para Engenharia Metalúrgica. As porcentagens são relativas à carga total de disciplinas, TCC e estágios.

Com respeito à classe “fundamentos” (Figura 5.9), observa-se que o grupo “matemática” predomina em cinco cursos, e fica muito próximo do grupo predominante – “física” – da USTB. Para a Engenharia de Materiais, como vimos, situação semelhante ocorria, com alternâncias de predominância entre “matemática” e “física”. Por outro lado, o grupo “química” situa-se em segundo lugar na UFMG, tal como também ocorrera para Engenharia de Materiais.

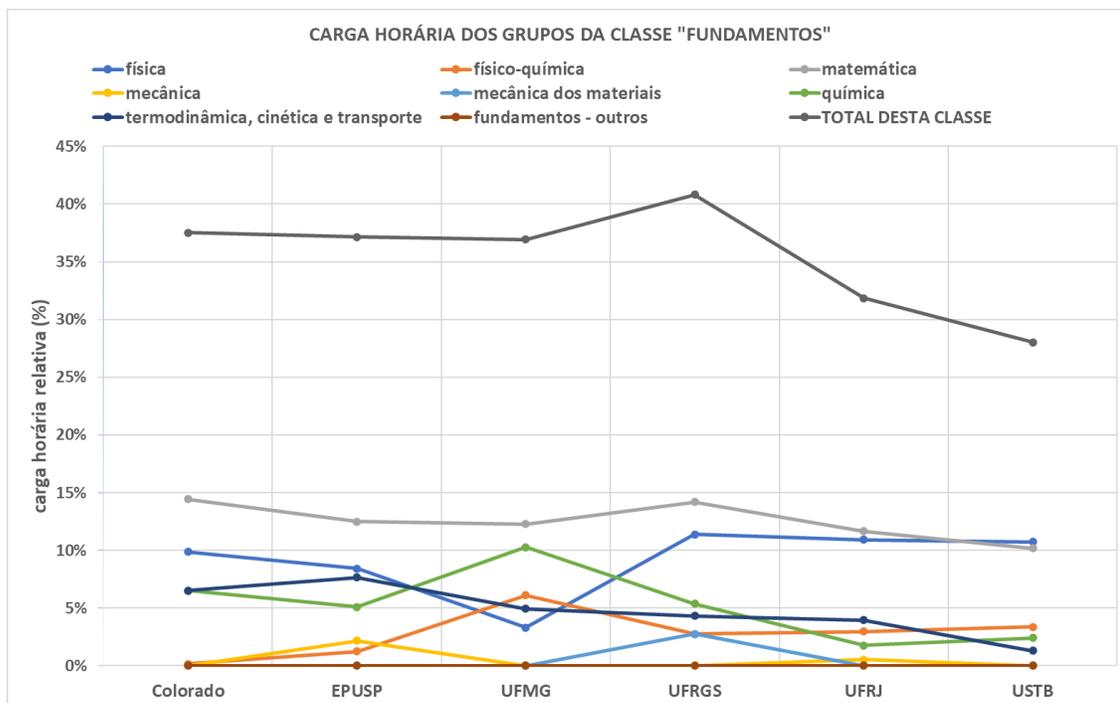


Figura 5.9 – Cargas horárias relativas dos grupos da classe “fundamentos” para Engenharia Metalúrgica. As porcentagens são relativas à carga total de disciplinas, TCC e estágios.

### Aulas de laboratório:

Nas categorias apresentadas no Quadro 4.1, não há qualquer menção a aulas práticas. Esta omissão foi proposital, pois aquela classificação voltou-se ao conteúdo, e não à forma das aulas. Misturar os dois tipos de conceito levaria a superposições ou ausências inadequadas. Para levar em conta a relação entre aulas práticas e aulas teóricas, precisamos elaborar uma nova estrutura de categorias. Um exemplo é mostrado no Quadro 5.3.

Para localização de disciplinas de laboratório, utilizamos palavras-chave com os termos “laboratório”, “experimental” e “prático”, tomando o cuidado de eliminar eventuais disciplinas teóricas que envolvessem estes termos. Para as disciplinas teóricas, os temas surgiram por negação. Ou seja, “não-laboratório”, “não-eletiva livre”, “não-estágio” e “não-TCC”.

Quadro 5.3 – Nova estrutura de classificação das disciplinas baseada em formato das aulas

CLASSES	GRUPOS	número de temas
aulas teóricas	aulas teóricas	4
aulas de laboratório	aulas de laboratório	2
eletivas livres	eletivas livres	1
estágio	estágio	1
TCC	TCC	5

13

O resultado da aplicação deste novo arquivo de palavras-chave é mostrado na Figura 5.10 para Engenharia de Materiais. Observa-se que a maior utilização de aulas práticas ocorre nas duas universidades chinesas (Peking e USTB), e as menores ocorrem em Lorraine e Nanyang. Relembramos, contudo, que estas conclusões foram baseadas nos nomes das disciplinas e estes nomes, eventualmente, podem omitir o caráter prático.

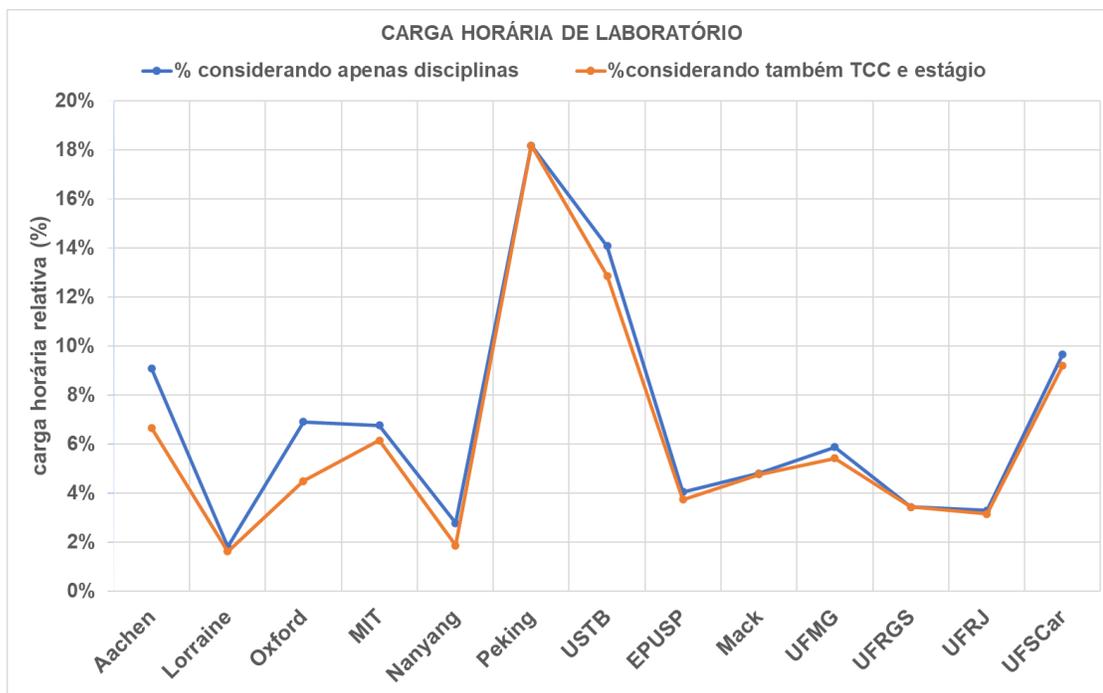


Figura 5.10 – Cargas horárias relativas das disciplinas de laboratório em relação à carga total de disciplinas, TCC e estágio, ou em relação à carga total apenas de disciplinas, para Engenharia de Materiais.

No caso dos cursos de Engenharia Metalúrgica, mostrado na Figura 5.11, observa-se que os cursos de Colorado e USTB apresentam as proporções mais altas de aulas práticas, e a EPUSP e a UFRJ as proporções mais baixas.

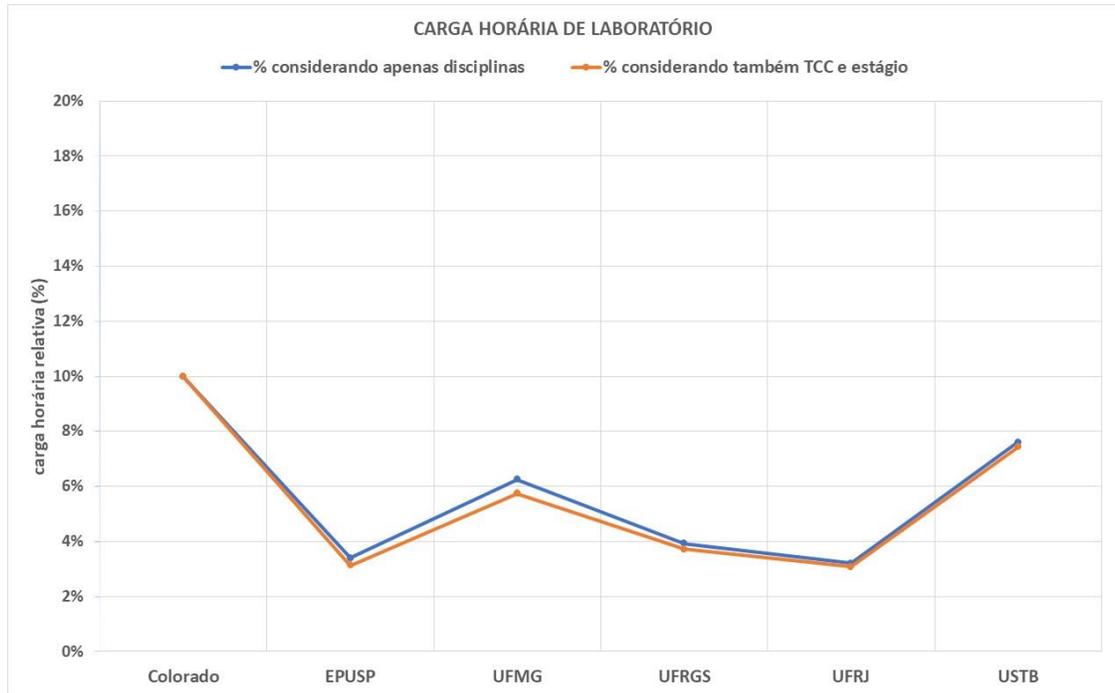


Figura 5.11 – Cargas horárias relativas das disciplinas de laboratório em relação à carga total de disciplinas, TCC e estágio, ou em relação à carga total apenas de disciplinas, para Engenharia Metalúrgica.

#### Relação entre cerâmica, metais, polímeros e compósitos:

Tal como no caso das aulas de laboratório, o Quadro 4.1 também não apresenta categorias do tipo “cerâmicas”, “metais”, etc. Evitamos estas categorias porque elas iriam se sobrepor a outras, como, por exemplo, “caracterização”, “processos A” e “processos B”. Para termos esta informação, novamente recorremos a uma nova estrutura de categorias, tal como fizemos para “laboratório”. A nova estrutura é mostrada no Quadro 5.4. O resultado é mostrado na Figura 5.12.

Quadro 5.4 – Nova estrutura de classificação das disciplinas baseada no conteúdo referentes às grandes classes de materiais com proposta de apenas um grupo para cada classe.

CLASSES	GRUPOS	número de temas
outros temas	outros temas	4
metais	metais	2
cerâmicas	cerâmicas	4
polímeros	polímeros	6
compósitos	compósitos	1
eletivas livres	eletivas livres	1
estágio	estágio	1
TCC	TCC	5

13

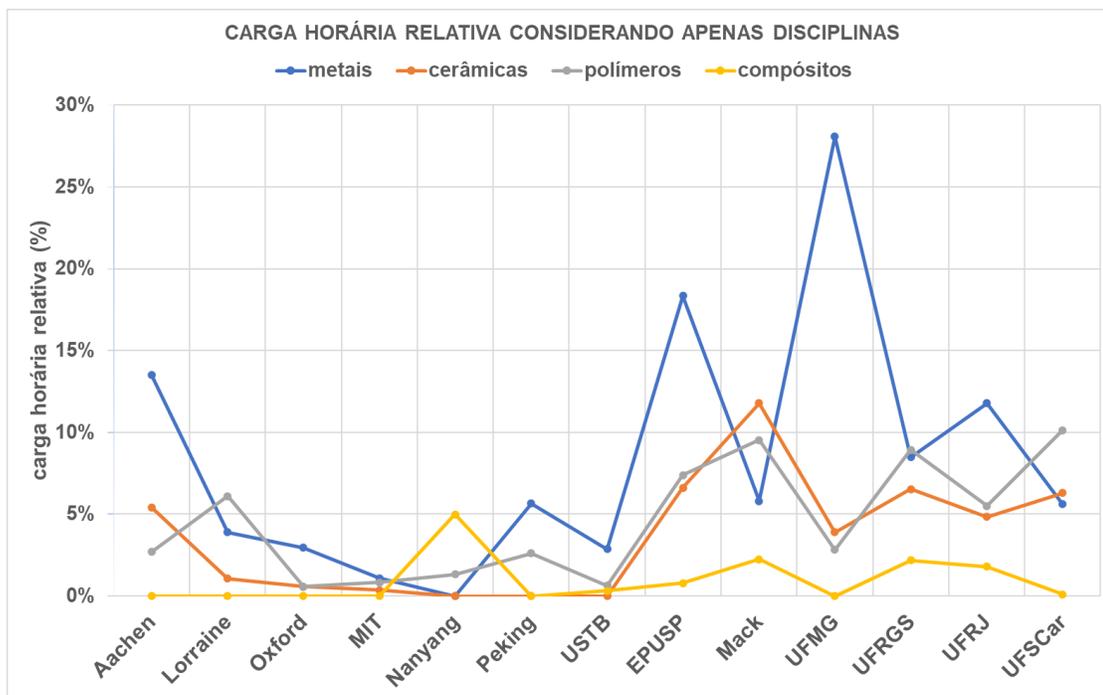


Figura 5.12 – Cargas horárias relativas das disciplinas voltadas a metais, a cerâmicas, a polímeros e a compósitos, em relação à carga total de disciplinas, para Engenharia de Materiais.

Observa-se em Aachen, na EPUSP, em Peking, na UFMG e na UFRJ uma forte predominância dos metais. O Mackenzie e a UFSCar apresentam quadros equilibrados, com predominância de cerâmicos e polímeros, respectivamente. Compósitos têm destaque em Nanyang. Relembramos, novamente, que a classificação foi feita apenas com base no nome das disciplinas. Disso resultou, que não foram incluídas, por exemplo, disciplinas envolvendo química orgânica, que poderiam indicar maior atenção aos polímeros, disciplinas envolvendo conformação mecânica, que poderiam indicar um interesse por metais, e disciplinas envolvendo sinterização em temperaturas elevadas, que poderiam indicar um interesse em cerâmicas. Teria sido possível fazer esta contabilização, talvez sob o risco de alguma imprecisão ou subjetividade, mas nos limitamos às menções explícitas a estas classes de materiais.

## 5.2 Acompanhamento da disciplina PMT3202 (Diagramas de Equilíbrio)

O candidato acompanhou a oferta da disciplina PMT3202 (Diagramas de Equilíbrio) tanto em função do presente mestrado quanto como membro da equipe de um projeto da Pró-Reitoria de Graduação voltado à questão da avaliação de disciplinas.

Esta disciplina foi escolhida após aplicarmos uma consulta ao corpo docente dos cursos de Engenharia de Materiais e Engenharia Metalúrgica da EPUSP a respeito de seus posicionamentos e expectativas em relação às possibilidades de incorporação de conceitos de competências e de aprendizagem ativa em suas disciplinas, com vistas a uma futura reformulação de estrutura curricular em atendimento às novas DCNs. Como o número de respostas foi pequeno (nove), não apresentamos tal pesquisa na presente dissertação, mas tomamos a própria falta de respostas como um indicativo de que poucas disciplinas já praticavam algumas atividades que podiam ser classificadas como de aprendizagem ativa. Dentre as quatro que mencionaram já utilizarem alguma técnica de aprendizagem ativa, decidimos acompanhar a disciplina PMT3202, que criou em 2019 um conjunto de videoaulas para serem utilizadas em sala de aulas invertidas.

A disciplina PMT3202 é oferecida no terceiro semestre dos cursos de Engenharia Metalúrgica, Engenharia de Materiais e Engenharia Nuclear. As competências a serem desenvolvidas pelos alunos são importantes para inúmeras disciplinas destes cursos, e

a prioridade tem sido dada ao domínio e à familiaridade com aspectos conceituais básicos, que podem ser plenamente compreendidos e exemplificados com diagramas binários. A parte final da disciplina volta-se então aos diagramas ternários e suas formas de representação plana e espacial.

Até 2019, as aulas foram essencialmente expositivas, com o suporte necessário de apresentações em power-point, com ilustrações em grande parte preparadas pelo próprio docente, uma vez que são necessários muitos gráficos a cores. A lousa também era intensamente utilizada. O programa da disciplina contava ainda com exercícios para casa e exercícios para resolução em sala de aula, com livre consulta e discussão entre os colegas.

A disciplina era muito bem avaliada na chamada “Consulta Discente sobre o Ensino”, realizada pela Comissão de Ensino da EPUSP. Como exemplo, um trecho da avaliação de 2017: “... Em atividades para avaliação, o que foi cobrado foi condizente com o que é lecionado e o aprendido foi considerado bom e muito bom por 79,49% das respostas. As atividades são muito apreciadas pelos alunos, uma vez que quando se ajudam em sala para resolver os exercícios é perceptível onde estão as dificuldades e todos em conjunto conseguem resolvê-las...” [57].

Segundo o docente, contudo, em 2018 os resultados foram decepcionantes. Muitas notas estiveram próximas de 5 e uma parcela grande da turma se mostrou desinteressada e meramente memorizou formas de resolver os exercícios. Por conta disso, em 2019 foram preparadas inúmeras videoaulas para a disciplina, com o intuito de servirem de suporte para metodologias ativas de ensino/aprendizagem. Não houve tempo hábil para a reformulação das aulas, de modo que este material foi utilizado principalmente para estudo pós-aula.

Em 2020, a disciplina pretendia utilizar o material para visualização prévia pelos alunos, como preparação a aplicação da Sala de Aula Invertida e grupos de discussão a serem realizadas na Sala de Aprendizagem Ativa do Prédio do Biênio, criada no início daquele ano. Entretanto, estes planos foram interrompidos pela pandemia de COVID-19. Dada a necessidade de oferta emergencial de aulas remotas, não foi possível aplicar as inovações previstas, e as aulas foram essencialmente expositivas.

Em 2021, contudo, foi possível reformular a oferta remota. Procurou-se adotar, ainda de forma experimental, a estratégia da Sala de Aula Invertida: indicava-se aos alunos que assistissem determinados trechos das videoaulas, e iniciava-se a aula remota com um questionário online sobre o referido conteúdo.

As respostas dos alunos eram então discutidas, e fazia-se uma breve apresentação expositiva mais completa sobre o tema. Em seguida, propunham-se questões para serem discutidas em subgrupos (“breakout rooms”, no Google-Meet ou no Zoom). Esta sequência é resumida no Quadro 5.5.

Quadro 5.5 – Sequência típica de uma aula

- a) Atividade prévia (pelos alunos): pequeno texto ou trecho de videoaula.
- b) Início da aula: tempo livre de cerca de 10 minutos para revisão do texto ou da videoaula.
- c) Enquete rápida (“quiz”), individual, sobre o conteúdo (cerca de 5 minutos).
- d) Discussão, pelo docente, dos resultados da enquete (cerca de 5 minutos).
- e) Apresentação expositiva pelo docente (cerca de 35 minutos).
- f) Atividade de grupo para os alunos (cerca de 30 minutos).
- g) Relato dos grupos e fechamento (cerca de 15 minutos).

Na Figura 5.13, apresentamos um exemplo da solicitação de visualização de trecho de videoaula. Na Figura 5.14, apresentamos um exemplo de questionário aplicado online no início da aula.

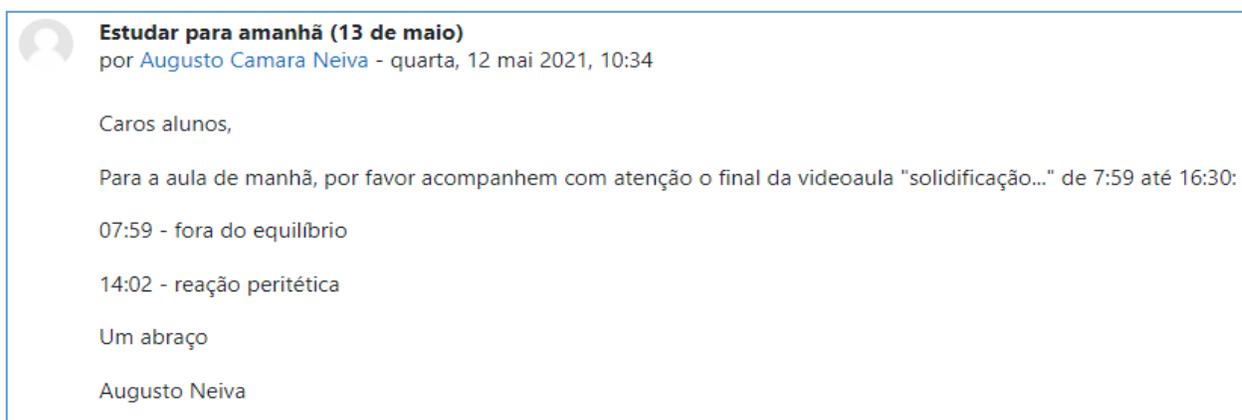


Figura 5.13 - Exemplo da solicitação de visualização de trecho de videoaula

SOBRE SOLIDIFICAÇÃO FORA DO EQUILÍBRIO DE LIGA CUJO DIAGRAMA APRESENTA EQUILÍBRIO EUTÉTICO

- Se a microestrutura de uma liga não bate com o diagrama de equilíbrio, este deve estar errado
- Para o diagrama de fases ser obedecido em uma solidificação, a taxa de retirada de calor deve ser compa...
- Quando se forma um cristal zonado, sua região central tem composição próxima à da formação inicial de...
- A composição média de um cristal zonado em uma dada temperatura é igual à sua composição de equilíb...
- Se a composição média de um cristal for inferior a sua composição de equilíbrio em uma solidificação, o l...
- Uma microestrutura eutética só aparece quando a composição da liga está entre as composições de equil...

---

SOBRE SOLIDIFICAÇÃO EM EQUILÍBRIO DE LIGA CUJO DIAGRAMA APRESENTA EQUILÍBRIO PERITÉTICO L + beta => alfa

- A reação peritética pode ser encarada como uma síntese, enquanto a eutética pode ser encarada como u...
- O sólido formado em uma reação peritética deve ter composição intermediária entre as composições das ...
- Se a reação peritética obedecer ao diagrama, ela prosseguirá até o esgotamento do líquido ou de beta, de...
- A reação peritética ocorre na interface líquido/beta, que é o único lugar onde estas duas fases estão pres...

Figura 5.14 - Exemplo de questionário aplicado online no início da quinta aula

Na Figura 5.15, finalmente, apresentamos um exemplo de proposta de tema para discussão na reunião nas salas de discussão (“Breakout rooms”).

Outra inovação foi a utilização do processo de discussão da prova como um processo de autoavaliação dos alunos e avaliação da disciplina, por meio da discussão em grupos das questões da prova seguida pela aplicação de um questionário online, no contexto do projeto CAEG (Consórcios Acadêmicos para a Excelência do Ensino de Graduação) da USP.

O processo de avaliação tomou partido da experiência adquirida na subdivisão em salas. Na semana seguinte à primeira prova, cada grupo discutiu uma das questões. Em seguida, foi disponibilizado um questionário online.

Para cada tema, os alunos deveriam avaliar a origem de suas eventuais inseguranças: a) individuais, b) deficiências do material didático, e c) deficiências das aulas.

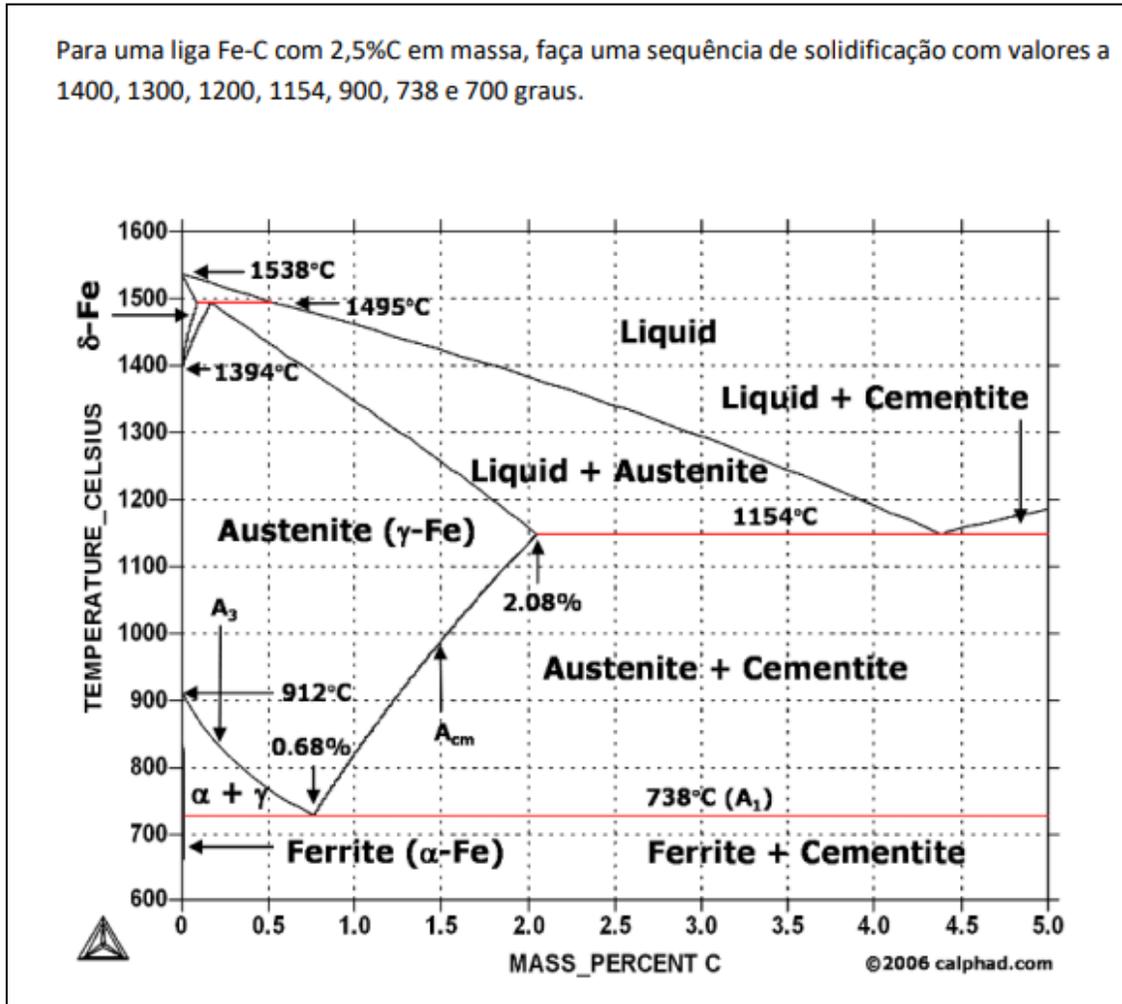


Figura 5.15 - Exemplo de proposta de tema para discussão na reunião nas salas de discussão (“Breakout rooms”).

Apresentamos na Figura 5.16 um exemplo de pergunta apresentada no questionário. Em seguida, o questionário entrava em detalhes sobre estas dificuldades.

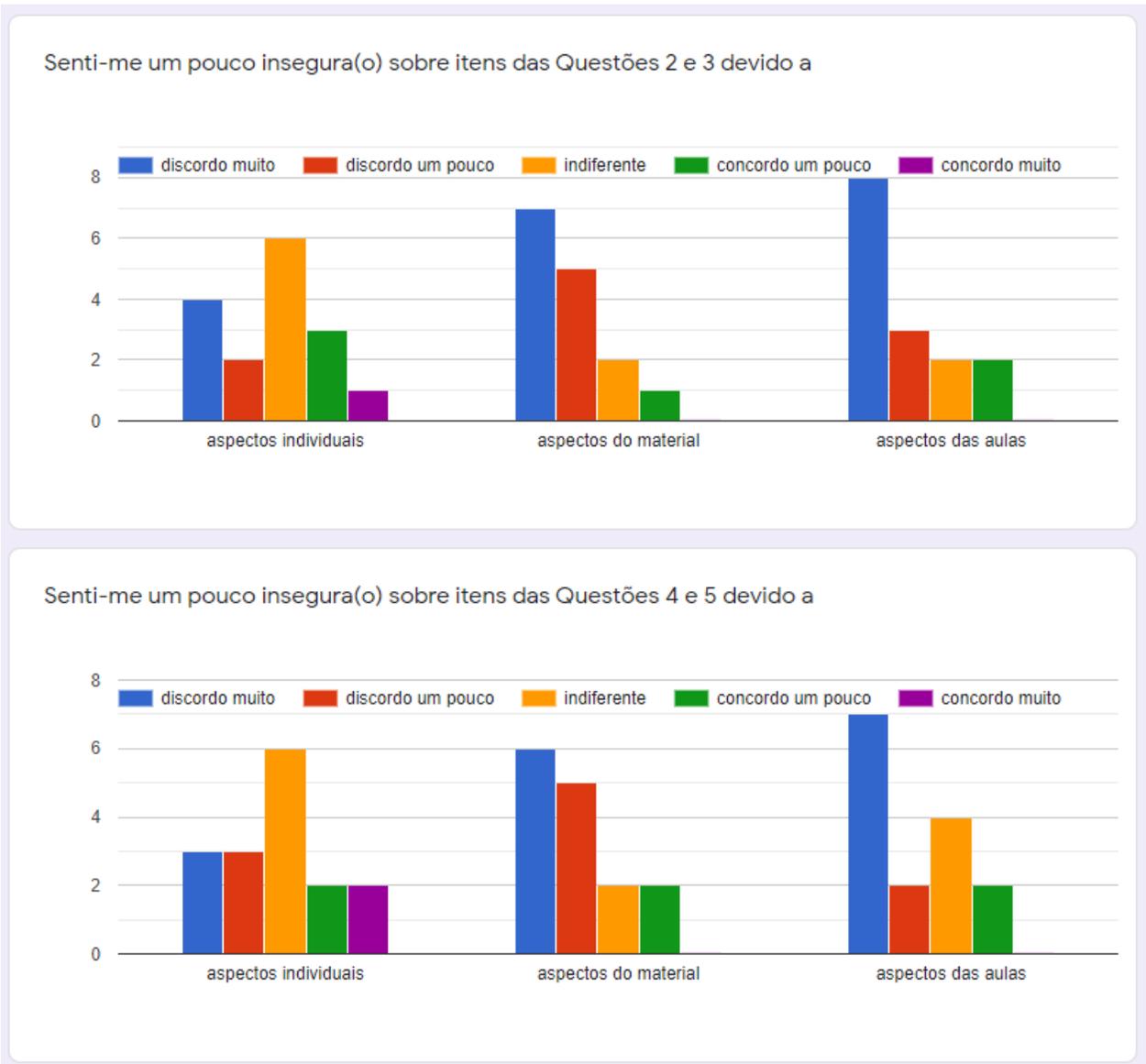


Figura 5.16 – Exemplo de perguntas referentes a quatro questões da prova. Havia perguntas sobre todas as questões.

A Figura 5.17 apresenta a pergunta que envolvia possíveis dificuldades individuais e deficiências nas aulas.

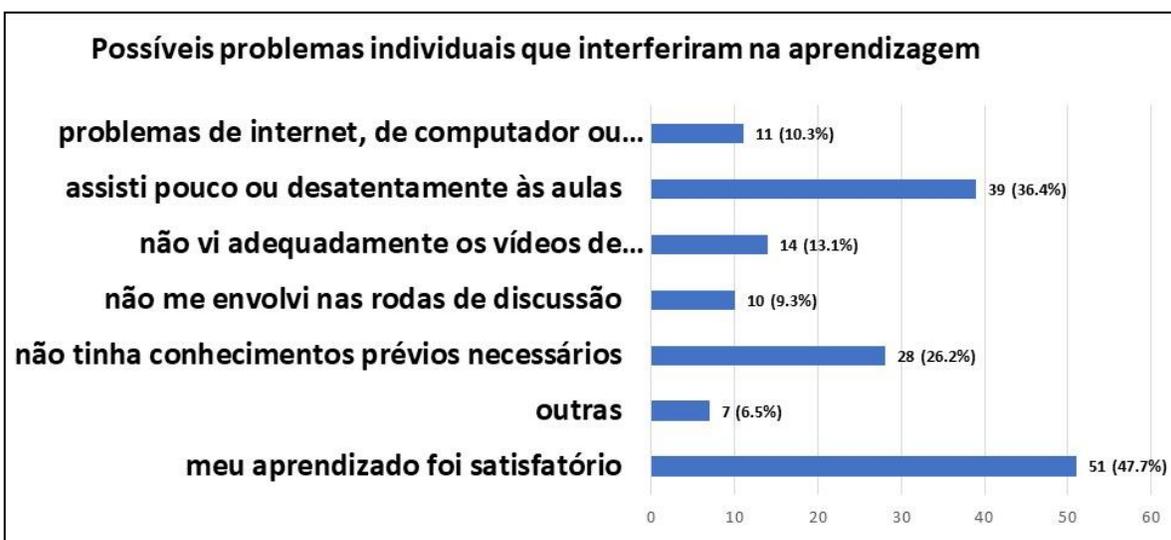


Figura 5.17 – Perguntas sobre dificuldades individuais que podem ter afetado o desempenho do aluno

Apresentamos nas Figura 5.18 e 5.19, respectivamente, as perguntas sobre possíveis problemas nas aulas e no material didático que teriam interferido no desempenho.

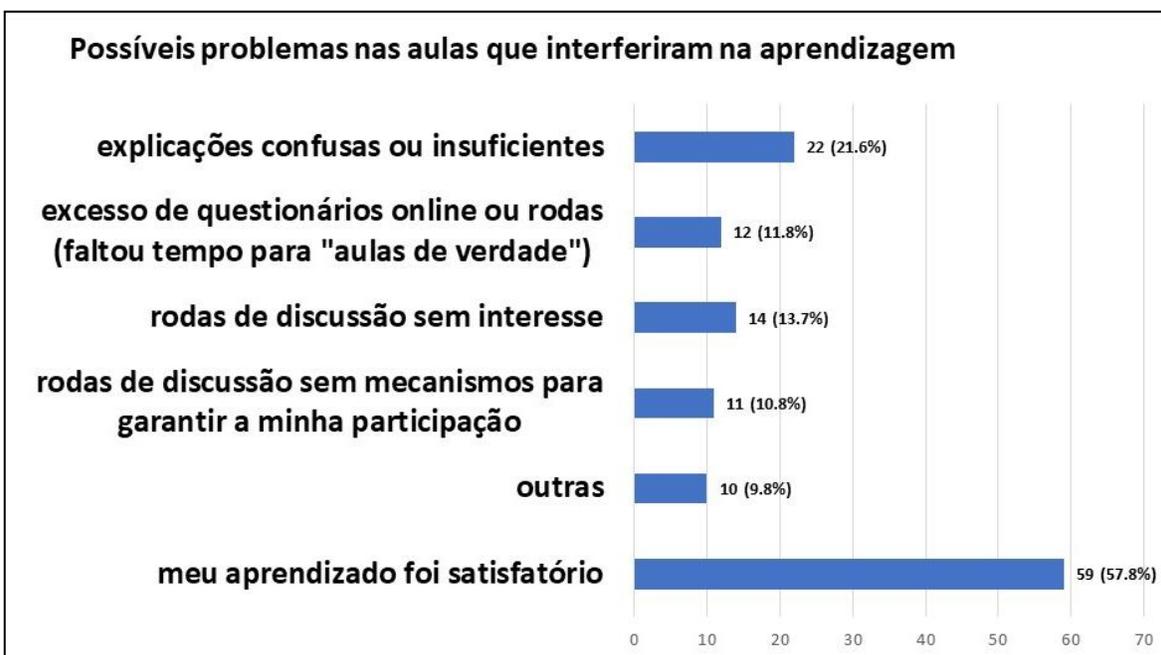


Figura 5.18 – Perguntas sobre problemas nas aulas que podem ter afetado o desempenho do aluno

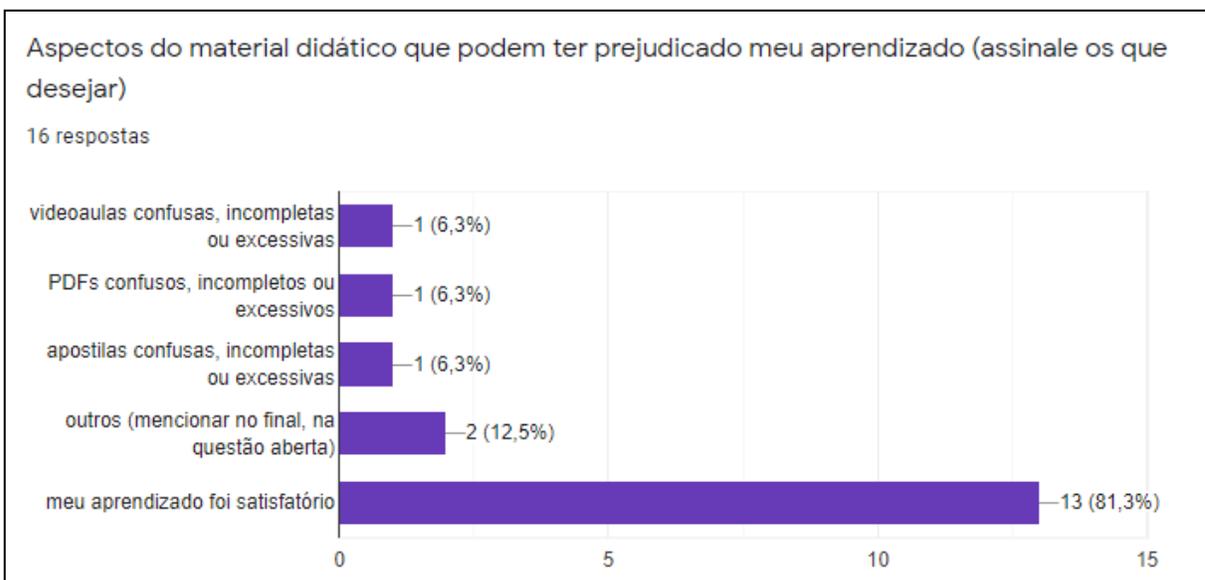


Figura 5.19 – Perguntas sobre problemas no material didático que podem ter afetado o desempenho do aluno

A Figura 5.20, finalmente, mostra uma pergunta sobre avaliação geral da disciplina.

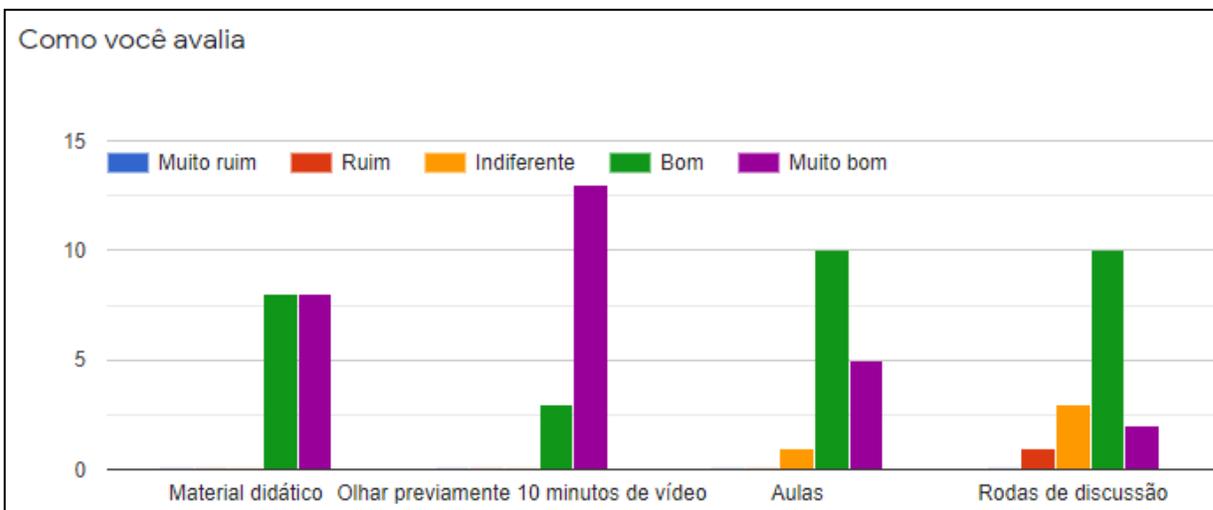


Figura 5.20 – Pergunta sobre avaliação geral da disciplina

Os resultados destes questionários foram posteriormente apresentados e discutidos com os alunos. Verificou-se que o processo de discussão de prova acabou contribuindo também para uma melhor percepção por parte do aluno e do docente com relação ao desempenho no aprendizado e na ministração da disciplina, respectivamente.

## 6 CONCLUSÕES

A metodologia utilizada permitiu que fosse feita a comparação das cargas horárias em disciplinas e outras atividades oferecidas por diferentes cursos de Engenharia de Materiais e de Engenharia Metalúrgica por meio da classificação destas disciplinas em diferentes categorias, desde as mais amplas, que denominamos “classes”, até as mais específicas, que denominamos “temas”.

A metodologia é flexível, permitindo que, a partir de uma mesma base de dados, diferentes abordagens de classificação sejam utilizadas. O trabalho apresentou três estruturas de classificação. A primeira, abordada com mais detalhe, foi principalmente baseada no conjunto de conteúdo. A segunda foi baseada na distinção entre disciplinas práticas e disciplinas teóricas. A terceira tratou também de conteúdos, mas com um enfoque específico: disciplinas explicitamente voltadas a materiais cerâmicos, materiais metálicos, materiais poliméricos e compósitos. As três estruturas de classificação foram construídas interativamente com base nos nomes das disciplinas listadas e podem facilmente ser modificados a partir da inserção de novas disciplinas ou de reconsiderações a respeito daquelas já consideradas. Eles podem também ser aplicados, talvez com pequenas modificações, para cursos de Engenharia Metalúrgica e cursos de Ciência dos Materiais.

Outros tipos de base de classificação poderiam ser facilmente criados, mas sua aplicação poderia esbarrar na dificuldade de acesso a informações para alguns cursos. Um exemplo importante atualmente seria contabilizar a aplicação de metodologias ativas de aprendizagem, e a definição das competências desenvolvidas e avaliadas em cada disciplina ou atividade dos cursos. Estes dados, contudo, usualmente não estão presentes nas grades curriculares, mas sim nas ementas destas disciplinas ou atividades. Muitas vezes, estas ementas não estão disponíveis. Mesmo quando estão disponíveis e mencionam o uso de metodologias ativas, frequentemente a informação é muito ampla e não permite que se avalie quais os critérios utilizados para definir tais metodologias como ativas.

O trabalho apresentou também um procedimento para o cômputo individual de cargas horárias de disciplinas optativas restritas, ou semelhantes. Ela permitiu que todas estas disciplinas, ainda que não obrigatórias individualmente, tivessem seus conteúdos computados, sem que a carga total computada divergisse daquela exigida para os alunos.

Observou-se que o total de horas-aula solicitadas pelos cursos brasileiros é muito superior ao exigido, em média, nos demais países, mesmo que se compare um valor médio anual, definido como a exigência total dividida pelo número de anos. Outro destaque interessante é a atenção que o MIT dá ao Grupo “Humanas e Artes”: em média, esse Grupo corresponde a menos de 3% da carga horária, enquanto no MIT corresponde a 17%.

Várias comparações específicas foram feitas. Por exemplo, em média, a relação “disciplinas fundamentais/disciplinas específicas” para os treze cursos é de 1,30 (sem considerar Oxford e Nanyang, pois não foram consideradas disciplinas fundamentais para esses cursos), mas há grandes diferenças entre eles, de 0,83 na EPUSP para 2,34 na USTB no caso da Engenharia de Materiais. A maioria dos cursos, contudo apresenta valores entre 1,07 e 1,33. A relação “disciplinas de laboratório/disciplinas teóricas” também apresentou grande variação entre os cursos: em Pequim, as horas de laboratório correspondem a 18% do total de horas-aula, enquanto o valor médio foi de 7% e o valor mínimo de 2%. Quanto à presença explícita de metais, cerâmicas, polímeros e compósitos nas disciplinas, observou-se forte predominância de metais em Aachen, EPUSP, Pequim, UFMG e UFRJ, e distribuição mais equilibrada em Mack e UFSCar.

Finalmente, o trabalho apresentou o acompanhamento de uma disciplina. Foi possível verificar que o processo de discussão da prova – tipicamente uma ferramenta para avaliação individual do desempenho dos alunos – conseguiu tornar-se também um processo de autoavaliação dos alunos e de avaliação do desempenho da disciplina. A adoção da abordagem da Sala de Aula Invertida, embora realizada de forma remota, pareceu ser uma estratégia interessante. Foi um tanto desgastante para o professor, que precisava monitorar e assistir os vários grupos formados, mas boa parte dos alunos mostraram-se mais engajados na aula.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZOULAY, A. **Engineering for sustainable development: delivering on the Sustainable Development Goals**. UNESCO & ICEE, p 4, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375644>. Acesso em: 22 jun.2023.
2. PNDU. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 22 jun.2023.
3. KOLMOS, A. **Engineering Education for the Future. Engineering for Sustainable Development**. UNESCO & ICEE, p 121-128, 2021. Disponível em: <https://vbn.aau.dk/en/publications/engineering-education-for-the-future>. Acesso em: 22 jun.2023.
4. BRASIL. **Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES nº 1, de 23 de janeiro de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção I, 23 abr. 2019a**. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category\\_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 06 out.2021.
5. CORNELL UNIVERSITY, INSEAD, and WIPO. **The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World**. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva, 2017. Disponível em: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2017.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2017.pdf). Acesso em: 01 set.2022.
6. ZHOU Y.; ZHANG J. K.; LI L. J.; LIAO S.; FANG Z. **Comparison Analysis of Civil Engineering Undergraduate Curriculum among Universities in China, US and Europe**. Applied Mechanics and Materials, 2014. Disponível em: <https://www.scientific.net/AMM.638-640.2402>. Acesso em: 24 jun.2023.
7. BASSO G.; SCHER L. H. O.; BERNARDON D. P. **Análise sobre o método aprendizagem baseada em problemas na engenharia elétrica**. Disponível em: [https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/553/2020/07/93589-field\\_submission\\_abstract\\_file2.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/553/2020/07/93589-field_submission_abstract_file2.pdf). Acesso em: 24 jun.2023.

8. TELLES, P. C. da S. **História da Engenharia no Brasil: séculos XVI à XIX**. 1.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1984.
9. BRANDÃO, L. P. M.; RESENDE, L. M.; NETO, S. C. N.; SORDI, V. L. **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia volume VI: Materiais**. 1. ed. Brasília: INEP/MEC, 2010. v. VI.
10. LUCENA, L. C. de. **Um Breve Histórico do IME - Instituto Militar de Engenharia**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2005. Disponível em: <http://www.ime.eb.mil.br/arquivos/Noticia/historicoIME.pdf>. Acesso em: 22 jul.2021.
11. OLIVEIRA, V. F de (org.). **A Engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
12. GRIMONI, J. A. B. **Reflexões Sobre o Ensino de Engenharia no Brasil - Uma Proposição para Aumentar o Desempenho do Processo de Ensino-Aprendizagem em Cursos de Engenharia Elétrica com Ênfase em Energia Elétrica**. São Paulo: Biblioteca Digital USP, 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/3/tde-01082017-111255/pt-br.php>. Acesso em: 29 jul.2021.
13. NAKATA, V. (org.). **Escola Politécnica: 120 anos**. 1ª Ed. São Paulo: Riemma Editora, 2013. p. 79.
14. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, c2017**. Nossa História. Disponível em: <http://www.pmt.usp.br/departamento/index.html#departamento-history>. Acesso em: 18 ago.2021.
15. ESCOLA POLITÉCNICA USP. **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**. Comunicação. Disponível em: <https://www.poli.usp.br/noticias/destaque-home/36416-como-sera-o-curso-de-engenharia-nuclear-da-poli-usp.html>. Acesso em: 18 ago.2022.
16. ESTRUTURA CURRICULAR 3. **Estrutura Curricular 3, Escola Politécnica da USP**. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/p/augusto.neiva/CCB/FAQ/EC3.html>. Acesso em: 01 out.2022.

17. FUVEST. **Fundação Universitária para o Vestibular**. Acervo. Disponível em: <https://acervo.fuvest.br/fuvest/index.html>. Acesso em: 04 set.2022.
18. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Conselho Nacional de Educação - CNE, c2018. Apresentação, CNE - Histórico**. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14306:cne-historico&catid=323:orgaos-vinculados](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14306:cne-historico&catid=323:orgaos-vinculados). Acesso em: 25 ago.2021.
19. BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, 1996. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 03 set.2021.
20. MEI, CNI. **Mobilização Empresarial pela Inovação, Confederação Nacional da Indústria**. Disponível em <https://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/mei/o-que-e-a-mei/>Acesso em: 09 set.2022
21. BRASIL. **Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 1, de 29 de dezembro de 2020. Dispõe sobre prazo de implantação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) durante a calamidade pública provocada pela pandemia da COVID-19**. Brasília, 2020. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=167921-rces001-20&category\\_slug=dezembro-2020-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=167921-rces001-20&category_slug=dezembro-2020-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 13 set.2021.
22. FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. **Construindo o conceito de competência**. Revista de Administração Contemporânea, Maringá, Vol 5, ed. especial, 2001. Disponível em: <https://rac.anpad.org.br/index.php/rac/article/view/152/156>. Acesso em: 09 set.2022.
23. DURAND, T. **Forms of incompetence**. In: **International Conference on Competence-Based Management**. Oslo: Norwegian School of Management, 1998.
24. SÖETARD, M. **Johann Pestalozzi**. Trad. Martha Aparecida Santana Marcondes, Pedro Marcondes e Ciriello Mazzetto. Recife: Fundação Joaquim Nabuco; Massangana, 2010. (Coleção Educadores).

25. BLOOM, B. S.; ENGELHARD, M. D.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D. R. **Taxonomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo**. 1 ed. Porto Alegre: Globo, 1979.
26. BRANDÃO, H. P.; GUIMARÃES, T. de A.; BORGES-ANDRADE, J. E. **Competências profissionais relevantes à qualidade no atendimento bancário**. Revista de Administração Pública, 35(6), 61-81. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/6415/5000>. Acesso em: 10 set.2021.
27. MESQUITA, D. I. A. **O currículo da formação em engenharia no âmbito do processo de Bolonha: desenvolvimento de competências e perfil profissional na perspectiva dos docentes, dos estudantes e dos profissionais**. Tese. Universidade do Minho, Portugal, 2015. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/40379/1/Diana%20Isabel%20Ode%20Ara%C3%BAjo%20Mesquita.pdf>. Acesso em: 03 jul.2023
28. ELMÔR FILHO, Gabriel et al. **Uma Nova Sala de Aula é Possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia**. 1. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
29. RICARDO GUDWIN'S HOME PAGE. **Aprendizagem Ativa**. Disponível em: <https://faculty.dca.fee.unicamp.br/gudwin/activelearning>. Acesso em: 12 jan.2022.
30. PRENSKY, M. R. **Teaching digital natives: Partnering for real Clearing**. California: Corwin Press, 2010.
31. PRINCE, M. J. **Does active learning work? A review of the research**. J. Eng. Educ. 2004, 93, p. 223–231.
32. MICHAEL, J. **Where's the evidence that active learning works?** Am. J. Physiol. Adv. Physiol. Educ. 2006, 30, p. 159–167.
33. BOLONHA. **Bologna Process Beyond 2020: Fundamental values of the EHEA**. Bolonha, 2019. Disponível em: <https://bolognaprocess2019.it/wp-content/uploads/2020/07/bologna-process-beyond-2020.pdf>. Acesso em: 11 set.2022.

34. EHEA DECLARATION. **Budapest-Vienna Declaration on the European Higher Education Area**. Budapeste/ Viena, 2010. Disponível em: [http://ehea.info/Upload/document/ministerial\\_declarations/Budapest\\_Vienna\\_Declaration\\_598640.pdf](http://ehea.info/Upload/document/ministerial_declarations/Budapest_Vienna_Declaration_598640.pdf). Acesso em: 15 set.2022.
35. UNIVERSIDADE DE COIMBRA. **Informação para candidatos internacionais**. O Processo de Bolonha e o Espaço Europeu de Ensino Superior. Disponível em: [https://www.uc.pt/candidatos-internacionais/sistema\\_graus/processo-bolonha](https://www.uc.pt/candidatos-internacionais/sistema_graus/processo-bolonha). Acesso em: 15 set.2022.
36. TIMES HIGHER EDUCATION RANKING. **THE World University Rankings 2023 by Subject: Engineering**. Disponível em: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2023/subject-ranking/engineering-and-it>. Acesso em: 10 jan.2023.
37. ACADEMIC RANKING OF WORLD UNIVERSITIES (ARWU). **Global Ranking of Academic Subjects**. Disponível em: <https://www.shanghairanking.com/rankings>. Acesso em: 12 jan.2023.
38. RANKING UNIVERSITÁRIO FOLHA (RUF). **Ranking de universidades 2019**. Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2019/ranking-de-universidades/principal/>. Acesso em: 25 jan.2023.
39. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, INEP. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Inep, Índice Geral de Cursos (IGC)**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-de-qualidade-da-educacao-superior>. Acesso em: 25 jan.2023.
40. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, JUPITER WEB. **Cursos e Habilitações, Engenharia de Materiais e Engenharia Metalúrgica**. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/jupCursoLista?codcg=3&tipo=N>. Acesso em: 30 ago.2021.
41. UNIVERSIDADE MACKENZIE. **Portal Mackenzie, História do Instituto**. Disponível em: <https://www.mackenzie.br/instituto/historia-do-instituto>. Acesso em: 18 jan.2023.

42. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia Metalúrgica**. DEMET. Disponível em: <https://demet.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/03/ProjetoPedagogicoEngMetalurgica2017-Final.pdf>. Acesso em: 18 jan.2023.
43. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **Uma breve história da UFRJ**. Disponível em: <https://ufrj.br/aceso-a-informacao/institucional/historia/>. Acesso em: 19 jan.2023.
44. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Histórico**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ufrgs/a-ufrgs/historico>. Acesso em: 19 jan.2023.
45. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Apresentação**. Disponível em: <https://www.ufscar.br/a-ufscar/apresentacao>
46. COLORADO SCHOOL OF MINES. **Mines History and Traditions**. Disponível em: <https://www.mines.edu/about/history-and-traditions/>. Acesso em: 23 dez.2022.
47. EEIGM, UNIVERSITY OF LORRAINE. **École Européenne D'ingénieurs En Génie Des Matériaux**. Disponível em: <https://eeigm.univ-lorraine.fr/ecole/presentation/>. Acesso em: 04 jan.2023.
48. NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY. **About us, history, Nanyang Technological University (NTU)**. Disponível em: <https://www.ntu.edu.sg/about-us/history>. Acesso em: 10 jan.2023.
49. PEKING UNIVERSITY. **About Peking University**. Disponível em: <https://english.pku.edu.cn/about.html>. Acesso em: 09 jan.2023.
50. RWTH AACHEN UNIVERSITY. **Reputation. Teaching and Research**. Disponível em: <https://www.rwth-aachen.de/cms/root/Die-RWTH/Profil/~eng/Reputation/lidx/1/>. Acesso em: 27 dez.2022.
51. UNIVERSITY OF OXFORD. **About the University of Oxford**. Organisation, Facts and Figures, Oxford People. Disponível em: <https://www.ox.ac.uk/about>. Acesso em: 08 jan.2023.

52. UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING. **About USTB**. USTB at a Glance, History of USTB. Disponível em: <https://en.ustb.edu.cn/About/index.htm>. Acesso em: 08 jan.2023.
53. MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **DEPARTMENT OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING (DMSE)**. Disponível em: <https://dmse.mit.edu/>. Acesso em: 26 fev.2022.
54. MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **TEAL - Technology Enabled Active Learning**. Disponível em: <http://web.mit.edu/edtech/casestudies/teal.html>. Acesso em: 26 fev.2022.
55. VOTORANTIM. **Votorantim 90 Anos. Uma História de Trabalho e Superação**. Disponível em: [https://www.votorantim100.com/uploads/filemanager/nossa-historia/votorantim90anos\\_FINAL\\_consulta.compressed.pdf](https://www.votorantim100.com/uploads/filemanager/nossa-historia/votorantim90anos_FINAL_consulta.compressed.pdf)
56. SMSE PKU. **School of Materials Science and Engineering (SMSE), Peking University (PKU)**. College Introduction. Disponível em: <https://www.mse.pku.edu.cn/xygk/xyjj.htm> Acesso em: 10 jan.2023.
57. NEIVA, A. C. **Projeto de Bolsa de Monitoria no Programa de Estímulo ao Ensino de Graduação (PEEG)**. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7461482/mod\\_resource/content/1/PEEG-2022-PMT3202-v0.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7461482/mod_resource/content/1/PEEG-2022-PMT3202-v0.pdf). Acesso em: 30 jan.2023.

## 8 APÊNDICES

### APÊNDICE A – Estrutura Curricular do Curso de Engenharia Metalúrgica – EPUSP

ESCOLA POLITÉCNICA - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)					
Engenharia Metalúrgica - Grade Curricular					
1º Semestre (1º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>4323101</u>	Física I	Ciclo Básico	3	0	45
<u>MAC2166</u>	Introdução à Computação	Ciclo Básico	4	0	60
<u>MAT2453</u>	Cálculo Diferencial e Integral I	Ciclo Básico	6	0	90
<u>MAT3457</u>	Álgebra Linear I	Ciclo Básico	4	0	60
<u>PCC3100</u>	Representação Gráfica para Projeto	Ciclo Básico	3	1	75
<u>PMT3101</u>	Introdução à Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear	Habilitação	4	0	60
<u>PQI3101</u>	Fundamentos das Transformações Químicas	Engenharia	3	0	45
Subtotal			27	1	435
2º Semestre (2º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>4323102</u>	Física II	Ciclo Básico	2	0	30
<u>MAT2454</u>	Cálculo Diferencial e Integral II	Ciclo Básico	4	0	60
<u>MAT3458</u>	Álgebra Linear II	Ciclo Básico	4	0	60
<u>PME3100</u>	Mecânica I	Ciclo Básico	6	0	90
<u>PMT3110</u>	Introdução à Ciência dos Materiais para Engenharia	Habilitação	4	0	60
<u>PQI3103</u>	Conservação de Massa e Energia	Engenharia	4	0	60
<u>PRO3810</u>	Introdução à Administração	Engenharia	4	0	60
Subtotal			28	0	420
3º Semestre (3º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>303200</u>	Probabilidade	Ciclo Básico	2	0	30
<u>4323201</u>	Física Experimental A	Ciclo Básico	2	0	30
<u>4323203</u>	Física III	Ciclo Básico	4	0	60
<u>MAT2455</u>	Cálculo Diferencial e Integral III	Ciclo Básico	4	0	60
<u>PMT3202</u>	Diagramas de Equilíbrio	Habilitação	2	0	30

<u>PMT3205</u>	Físico-Química para Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear I	Habilitação	4	0	60
<u>PQI3203</u>	Fenômenos de Transporte I	Engenharia	4	0	60
<u>QFL2129</u>	Química Inorgânica	Engenharia	4	0	60
Subtotal			26	0	390

4º Semestre (4º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>4323202</u>	Física Experimental B	Ciclo Básico	2	0	30
<u>4323204</u>	Física IV	Ciclo Básico	4	0	60
<u>MAT2456</u>	Cálculo Diferencial e Integral IV	Ciclo Básico	4	0	60
<u>PMI3021</u>	Técnicas de Caracterização de Materiais	Engenharia	2	0	30
<u>PMT3206</u>	Físico-Química para Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear II	Habilitação	4	0	60
<u>PRO3200</u>	Estatística	Ciclo Básico	4	0	60
<u>QFL2308</u>	Introdução à Química Orgânica	Engenharia	4	0	60
<u>QFL2426</u>	Físico - Química X V I I	Engenharia	4	0	60
Subtotal			28	0	420

5º Semestre (5º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>MAP3121</u>	Métodos Numéricos e Aplicações	Ciclo Básico	4	0	60
<u>PEA3395</u>	Eletrotécnica Geral	Engenharia	2	0	30
<u>PEF3307</u>	Resistência dos Materiais	Engenharia	4	0	60
<u>PMT3301</u>	Fundamentos de Cristalografia e Difração	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3305</u>	Físico-Química para Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear III	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3309</u>	Metalurgia Física	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3311</u>	Cerâmica Física	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3313</u>	Fenômenos de Transporte para Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear	Habilitação	4	0	60
Subtotal			26	0	390

6º Semestre (6º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PEA3393</u>	Laboratório de Eletricidade Geral I	Engenharia	2	0	30
<u>PHA3001</u>	Engenharia e Meio Ambiente	Engenharia	2	0	30
<u>PMR3320</u>	Introdução aos Elementos de Máquinas	Engenharia	2	0	30
<u>PMT3302</u>	Transformações de Fases	Habilitação	4	0	60

<u>PMT3304</u>	Modelos Matemáticos e Simulação	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3306</u>	Mecânica dos Materiais	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3308</u>	Estrutura e Propriedades dos Polímeros	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3310</u>	Introdução ao Método e à Redação Científica	Habilitação	1	0	15
<u>PMT3312</u>	Processamento de Pós Metálicos e Cerâmicos	Habilitação	2	0	30
Subtotal			24	0	360

7º Semestre (7º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMI3090</u>	Beneficiamento de Minérios	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3401</u>	Laboratório de Processos Metalúrgicos	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3402</u>	Metalografia e Tratamentos Térmicos dos Metais	Habilitação	5	0	75
<u>PMT3405</u>	Corrosão e Proteção dos Materiais	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3409</u>	Metalurgia Extrativa dos Metais Não Ferrosos	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3410</u>	Siderurgia I - Processos de Redução	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3422</u>	Conformação dos Materiais Metálicos	Habilitação	3	0	45
Subtotal			23	0	345

8º Semestre (8º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3404</u>	Soldagem e Junção de Materiais	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3411</u>	Siderurgia II (Aciaria)	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3413</u>	Análise de Falhas	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3414</u>	Seleção de Materiais	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3423</u>	Tecnologia de Refratários	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3425</u>	Tecnologia e Ciência da Fundição de Metais	Habilitação	3	0	45
<u>PRO3850</u>	Introdução à Gestão da Produção	Engenharia	4	0	60
Subtotal			23	0	345

9º Semestre (9º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3595</u>	Trabalho de Formatura I	Habilitação	2	2	90
<u>PMT3597</u>	Estágio Supervisionado	Habilitação	1	6	195
Subtotal			3	8	285

10º Semestre (10º Período Ideal)					
----------------------------------	--	--	--	--	--

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3596</u>	Trabalho de Formatura II	Habilitação	2	2	90
Subtotal			2	2	90

**DISCIPLINAS OPTATIVAS LIVRES**  
Engenharia Metalúrgica

**4º Semestre (4º Período Ideal)**

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>IPN0033</u>	Propriedades Dinâmicas dos Materiais e o Controle das Radiações Mecânicas - do Som ao Ruído	Engenharia	3	2	105

**6º Semestre (6º Período Ideal)**

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>FLM0199</u>	Francês para Mobilidade Acadêmica para Engenharia	Engenharia	2	1	60
<u>PMT3513</u>	Materiais para Aplicações em Altas Temperaturas	Habilitação	4	0	60

**7º Semestre (7º Período Ideal)**

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3504</u>	Fundamentos da Metalurgia dos Processos sob Vácuo	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3505</u>	Tópicos Seleccionados em Metalurgia Mecânica	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3514</u>	Produção de Materiais e Tendências	Habilitação	2	1	60

**8º Semestre (8º Período Ideal)**

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3502</u>	Introdução à Análise de Risco e ao Processo de Tomada de Decisão	Habilitação	3	2	105

**9º Semestre (9º Período Ideal)**

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3501</u>	Ciência e Engenharia dos Materiais Nucleares	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3503</u>	Application of Surface Science and Surface Engineering in Welding and Joining	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3530</u>	Processamento de Combustíveis Nucleares I	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3532</u>	Termohidráulica de Sistemas de Geração de Potência I	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3534</u>	Energia Nuclear e Reatores Nucleares	Habilitação	4	0	60

10º Semestre (10º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
PMT3531	Processamento de Combustíveis Nucleares II	Habilitação	4	0	60
PMT3533	Termohidráulica de Sistemas de Geração de Potência II	Habilitação	4	0	60
PMT3535	Licenciamento, Comissionamento e Descomissionamento de Instalações Nucleares	Habilitação	4	0	60
PMT3540	Materiais Metálicos e Radiação	Habilitação	4	0	60

ESCOLA POLITÉCNICA - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP) Engenharia Metalúrgica (Resumo de Créditos)			
Carga Horária	Aula	Trabalho	Subtotal
Obrigatória	3150	330	3480
Optativa Livre	345	0	345
Optativa Eletiva	0	0	0
<b>Total</b>	<b>3495</b>	<b>330</b>	<b>3825</b>

Módulo Vermelho - PCP (Processamento de Materiais Cerâmicos e Poliméricos)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
PMT3417	Tecnologia e Processamento de Materiais Cerâmicos	Obrigatória	4	0	60
PMT3428	Laboratório de Caracterização de Materiais Cerâmicos	Obrigatória	2	0	30
PMT3428	Laboratório de Caracterização de Materiais Cerâmicos	Obrigatória	2	0	30
PMT3429	Laboratório de Caracterização de Materiais Poliméricos	Obrigatória	2	0	30
PMT3429	Laboratório de Caracterização de Materiais Poliméricos	Obrigatória	2	0	30
PMT3435	Processamento de Materiais Poliméricos	Obrigatória	4	0	60
PMT3418	Tecnologia de Vidros	Eletiva	3	0	45
PMT3419	Química dos Polímeros	Eletiva	3	0	45
PMT3419	Química dos Polímeros	Eletiva	3	0	45
PMT3420	Síntese e Preparação de Materiais Cerâmicos	Eletiva	3	0	45
PMT3421	Reologia de Materiais Poliméricos	Eletiva	4	0	60
PMT3415	Tecnologia dos Materiais Compósitos	Eletiva	2	0	30
PMT3502	Introdução à Análise de Risco e ao Processo de Tomada de Decisão	Eletiva	3	2	105
PMT3501	Ciência e Engenharia dos Materiais Nucleares	Eletiva	4	0	60

<b>Módulo Vermelho - PMN (Módulo de Tecnologia Nuclear)</b>					
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Bloco de Disciplina</b>	<b>Crédito Aula</b>	<b>Crédito Trabalho</b>	<b>Carga Horária</b>
PMT3530	Processamento de Combustíveis Nucleares I	Obrigatória	4	0	60
PMT3532	Termohidráulica de Sistemas de Geração de Potência I	Obrigatória	4	0	60
PMT3534	Energia Nuclear e Reatores Nucleares	Obrigatória	4	0	60
PMT3531	Processamento de Combustíveis Nucleares II	Obrigatória	4	0	60
PMT3533	Termohidráulica de Sistemas de Geração de Potência II	Obrigatória	4	0	60
PMT3535	Comissionamento e Descomissionamento de Instalações Nucleares	Obrigatória	4	0	60

APÊNDICE B – Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Materiais – EPUSP

ESCOLA POLITÉCNICA - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)					
Engenharia de Materiais - Grade Curricular					
1º Semestre (1º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>4323101</u>	Física I	Ciclo Básico	3	0	45
<u>MAC2166</u>	Introdução à Computação	Ciclo Básico	4	0	60
<u>MAT2453</u>	Cálculo Diferencial e Integral I	Ciclo Básico	6	0	90
<u>MAT3457</u>	Álgebra Linear I	Ciclo Básico	4	0	60
<u>PCC3100</u>	Representação Gráfica para Projeto	Ciclo Básico	3	1	75
<u>PMT3101</u>	Introdução à Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear	Habilitação	4	0	60
<u>PQI3101</u>	Fundamentos das Transformações Químicas	Engenharia	3	0	45
Subtotal			27	1	435
2º Semestre (2º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>4323102</u>	Física II	Ciclo Básico	2	0	30
<u>MAT2454</u>	Cálculo Diferencial e Integral II	Ciclo Básico	4	0	60
<u>MAT3458</u>	Álgebra Linear II	Ciclo Básico	4	0	60
<u>PME3100</u>	Mecânica I	Ciclo Básico	6	0	90
<u>PMT3110</u>	Introdução à Ciência dos Materiais para Engenharia	Habilitação	4	0	60
<u>PQI3103</u>	Conservação de Massa e Energia	Engenharia	4	0	60
<u>PRO3810</u>	Introdução à Administração	Engenharia	4	0	60
Subtotal			28	0	420
3º Semestre (3º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>303200</u>	Probabilidade	Ciclo Básico	2	0	30
<u>4323201</u>	Física Experimental A	Ciclo Básico	2	0	30
<u>4323203</u>	Física III	Ciclo Básico	4	0	60
<u>MAT2455</u>	Cálculo Diferencial e Integral III	Ciclo Básico	4	0	60
<u>PMT3202</u>	Diagramas de Equilíbrio	Habilitação	2	0	30

<u>PMT3205</u>	Físico-Química para Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear I	Habilitação	4	0	60
<u>PQI3203</u>	Fenômenos de Transporte I	Engenharia	4	0	60
<u>QFL2129</u>	Química Inorgânica	Engenharia	4	0	60
Subtotal			26	0	390

4º Semestre (4º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>4323202</u>	Física Experimental B	Ciclo Básico	2	0	30
<u>4323204</u>	Física IV	Ciclo Básico	4	0	60
<u>MAT2456</u>	Cálculo Diferencial e Integral IV	Ciclo Básico	4	0	60
<u>PMI3021</u>	Técnicas de Caracterização de Materiais	Engenharia	2	0	30
<u>PMT3206</u>	Físico-Química para Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear II	Habilitação	4	0	60
<u>PRO3200</u>	Estatística	Ciclo Básico	4	0	60
<u>QFL2308</u>	Introdução à Química Orgânica	Engenharia	4	0	60
<u>QFL2426</u>	Físico - Química X V I I	Engenharia	4	0	60
Subtotal			28	0	420

5º Semestre (5º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>MAP3121</u>	Métodos Numéricos e Aplicações	Ciclo Básico	4	0	60
<u>PEA3395</u>	Eletrotécnica Geral	Engenharia	2	0	30
<u>PEF3307</u>	Resistência dos Materiais	Engenharia	4	0	60
<u>PMT3301</u>	Fundamentos de Cristalografia e Difração	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3305</u>	Físico-Química para Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear III	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3309</u>	Metalurgia Física	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3311</u>	Cerâmica Física	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3313</u>	Fenômenos de Transporte para Engenharia Metalúrgica, de Materiais e Nuclear	Habilitação	4	0	60
Subtotal			26	0	390

6º Semestre (6º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PEA3393</u>	Laboratório de Eletricidade Geral I	Engenharia	2	0	30
<u>PHA3001</u>	Engenharia e Meio Ambiente	Engenharia	2	0	30

<u>PMT3320</u>	Introdução aos Elementos de Máquinas	Engenharia	2	0	30
<u>PMT3302</u>	Transformações de Fases	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3304</u>	Modelos Matemáticos e Simulação	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3306</u>	Mecânica dos Materiais	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3308</u>	Estrutura e Propriedades dos Polímeros	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3310</u>	Introdução ao Método e à Redação Científica	Habilitação	1	0	15
<u>PMT3312</u>	Processamento de Pós Metálicos e Cerâmicos	Habilitação	2	0	30
Subtotal			24	0	360

7º Semestre (7º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3402</u>	Metalografia e Tratamentos Térmicos dos Metais	Habilitação	5	0	75
<u>PMT3417</u>	Tecnologia e Processamento de Materiais Cerâmicos	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3418</u>	Tecnologia de Vidros	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3419</u>	Química dos Polímeros	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3420</u>	Síntese e Preparação de Materiais Cerâmicos	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3421</u>	Reologia de Materiais Poliméricos	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3426</u>	Processos Metalúrgicos I	Habilitação	2	0	30
Subtotal			24	0	360

8º Semestre (8º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3401</u>	Laboratório de Processos Metalúrgicos	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3413</u>	Análise de Falhas	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3414</u>	Seleção de Materiais	Habilitação	3	0	45
<u>PMT3415</u>	Tecnologia dos Materiais Compósitos	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3427</u>	Processos Metalúrgicos II	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3428</u>	Laboratório de Caracterização de Materiais Cerâmicos	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3429</u>	Laboratório de Caracterização de Materiais Poliméricos	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3435</u>	Processamento de Materiais Poliméricos	Habilitação	4	0	60
<u>PRO3850</u>	Introdução à Gestão da Produção	Engenharia	4	0	60
Subtotal			24	0	360

9º Semestre (9º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária

<u>PMT3595</u>	Trabalho de Formatura I	Habilitação	2	2	90
<u>PMT3597</u>	Estágio Supervisionado	Habilitação	1	6	195
Subtotal			3	8	285
<b>10º Semestre (10º Período Ideal)</b>					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3596</u>	Trabalho de Formatura II	Habilitação	2	2	90
Subtotal			2	2	90
<b>DISCIPLINAS OPTATIVAS LIVRES</b> Engenharia de Materiais					
<b>4º Semestre (4º Período Ideal)</b>					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>IPN0033</u>	Propriedades Dinâmicas dos Materiais e o Controle das Radiações Mecânicas - do Som ao Ruído	Engenharia	3	2	105
<b>6º Semestre (6º Período Ideal)</b>					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>FLM0199</u>	Francês para Mobilidade Acadêmica para Engenharia	Engenharia	2	1	60
<u>PMT3513</u>	Materiais para Aplicações em Altas Temperaturas	Habilitação	4	0	60
<b>7º Semestre (7º Período Ideal)</b>					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3504</u>	Fundamentos da Metalurgia dos Processos sob Vácuo	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3505</u>	Tópicos Seleccionados em Metalurgia Mecânica	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3514</u>	Produção de Materiais e Tendências	Habilitação	2	1	60
<b>8º Semestre (8º Período Ideal)</b>					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3502</u>	Introdução à Análise de Risco e ao Processo de Tomada de Decisão	Habilitação	3	2	105
<b>9º Semestre (9º Período Ideal)</b>					

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3501</u>	Ciência e Engenharia dos Materiais Nucleares	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3503</u>	Application of Surface Science and Surface Engineering in Welding and Joining	Habilitação	2	0	30
<u>PMT3530</u>	Processamento de Combustíveis Nucleares I	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3532</u>	Termohidráulica de Sistemas de Geração de Potência I	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3534</u>	Energia Nuclear e Reatores Nucleares	Habilitação	4	0	60

10º Semestre (10º Período Ideal)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3531</u>	Processamento de Combustíveis Nucleares II	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3533</u>	Termohidráulica de Sistemas de Geração de Potência II	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3535</u>	Licenciamento, Comissionamento e Descomissionamento de Instalações Nucleares	Habilitação	4	0	60
<u>PMT3540</u>	Materiais Metálicos e Radiação	Habilitação	4	0	60

ESCOLA POLITÉCNICA - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP) Engenharia de Materiais (Resumo de Créditos)			
Carga Horária	Aula	Trabalho	Subtotal
Obrigatória	3180	330	3510
Optativa Livre	345	0	345
Optativa Eletiva	0	0	0
<b>Total</b>	<b>3525</b>	<b>330</b>	<b>3855</b>

Módulo Vermelho - PMM (Processamento de Materiais Metálicos)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
<u>PMT3405</u>	Corrosão e Proteção dos Materiais	Obrigatória	2	0	30
<u>PMT3422</u>	Conformação dos Materiais Metálicos	Obrigatória	3	0	45
<u>PMT3404</u>	Soldagem e Junção de Materiais	Obrigatória	4	0	60
<u>PMT3425</u>	Tecnologia e Ciência da Fundição de Metais	Obrigatória	3	0	45
<u>PMT3409</u>	Metalurgia Extrativa dos Metais Não Ferrosos	Eletiva	4	0	60
<u>PMT3410</u>	Siderurgia I - Processos de Redução	Eletiva	3	0	45
<u>PMT3411</u>	Siderurgia II (Aciaria)	Eletiva	3	0	45

PMT3504	Fundamentos da Metalurgia dos Processos sob Vácuo	Eletiva	2	0	30
PMT3502	Introdução à Análise de Risco e ao Processo de Tomada de Decisão	Eletiva	3	2	105
PMT3501	Ciência e Engenharia dos Materiais Nucleares	Eletiva	4	0	60

**Módulo Vermelho - PMN  
(Módulo de Tecnologia Nuclear)**

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Crédito Trabalho	Carga Horária
PMT3530	Processamento de Combustíveis Nucleares I	Obrigatória	4	0	60
PMT3532	Termohidráulica de Sistemas de Geração de Potência I	Obrigatória	4	0	60
PMT3534	Energia Nuclear e Reatores Nucleares	Obrigatória	4	0	60
PMT3531	Processamento de Combustíveis Nucleares II	Obrigatória	4	0	60
PMT3533	Termohidráulica de Sistemas de Geração de Potência II	Obrigatória	4	0	60
PMT3535	Comissionamento e Descomissionamento de Instalações Nucleares	Obrigatória	4	0	60

APÊNDICE C – Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Materiais – MACK

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (MACK)				
Engenharia de Materiais - Grade Curricular				
1º Semestre (1ª Etapa)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ENEC	Ciências do Ambiente	Básico	2	38
ENEC	Fundamentos de Matemática	Básico	4	76
ENEC	Linguagem de Programação	Básico	5	95
ENEC	Química Geral	Básico	2	38
ENEC	Física Geral e Experimental I	Básico	5	95
ENUN	Ciência, Tecnologia e Sociedade	Básico	2	38
ENUN	Ética e Cidadania	Básico	2	38
ORES	Projetos Integradores I	Empreendedorismo	0	25
ENUN	Eletiva Universal			
Subtotal			22	443
2º Semestre (2ª Etapa)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ENEC	Cálculo Diferencial e Integral I	Básico	4	76
ENEC	Geometria Analítica e Vetores	Básico	3	57
ENEC	Desenho Técnico e CAD	Básico	3	57
ENEC	Fundamentos de Administração	Básico	2	38
ENEC	Física Geral e Experimental II	Básico	5	95
ENEC	Cálculo Numérico	Profissionalizantes	3	57
ENUC	Introdução à Cosmologia Reformada	Básico	2	38
ORES	Projetos Integradores II	Empreendedorismo	0	25
ENUN	Eletiva Universal			
Subtotal			22	443
3º Semestre (3ª Etapa)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ENEC	Cálculo Diferencial e Integral II	Básico	4	76
ENEC	Álgebra Linear	Básico	3	57
ENEC	Estatística I	Básico	3	57
ENEC	Eletricidade Aplicada	Básico	3	57

ENEC	Gestão da Inovação	Profissionalizantes	2	38
ENEC	Fundamentos de Economia	Básico	4	76
ENEC	Mecânica Geral I	Básico	3	57
ORES	Projetos Integradores III	Empreendedorismo	0	25
ENUN	Eletiva Universal			
Subtotal			22	443

4º Semestre (4ª Etapa)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ENEC	Cálculo Diferencial e Integral III	Básico	3	57
ENEC	Ciência dos Materiais I	Específicos	4	76
ENEX	Mecânica Geral II	Profissionalizantes	3	57
ENUN	Princípios de Empreendedorismo	Profissionalizantes	2	38
ENEC	Resistência dos Materiais I	Profissionalizantes	3	57
ENEC	Equações Diferenciais	Básico	2	38
ENEC	Fenômenos de Transporte I	Básico	4	76
ORES	Projetos Integradores IV	Empreendedorismo	0	25
ENUN	Eletiva Universal			
Subtotal			21	424

5º Semestre (5ª Etapa)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ENUN	Projetos Empreendedores	Profissionalizantes	2	38
ENEX	Ciência dos Materiais II	Específicos	2	38
ENEX	Química Orgânica I	Profissionalizantes	3	57
ENEC	Físico-Química	Profissionalizantes	4	76
ENEC	Química dos Elementos	Profissionalizantes	4	76
ENEC	Química Analítica Qualitativa	Profissionalizantes	6	114
ORES	Projetos Integradores V	Empreendedorismo	0	15
ENUN	Eletiva Universal			
Subtotal			21	414

6º Semestre (6ª Etapa)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ENEX	Reologia	Profissionalizantes	3	57

ESEX	Termodinâmica Química	Profissionalizantes	2	38
ESEX	Estrutura da Matéria	Específicos	2	38
ESEX	Materiais Poliméricos	Específicos	4	76
ESEX	Materiais Cerâmicos	Específicos	4	76
ESEX	Materiais Metálicos	Específicos	4	76
ESEX	Operações Unitárias	Profissionalizantes	3	57
ORES	Projetos Integradores VI	Empreendedorismo	0	15
ENUN	Eletiva Universal			
<b>Subtotal</b>			<b>22</b>	<b>433</b>

7º Semestre (7ª Etapa)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ESEX	Mecânica Quântica	Específicos	3	57
ESEX	Processamento de Materiais Cerâmicos	Específicos	6	114
ESEX	Processamento de Materiais Metálicos	Específicos	6	114
ESEX	Técnicas de Caracterização de Materiais	Profissionalizantes	4	76
ESEX	Estrutura e Síntese de Polímeros	Específicos	3	57
ORES	Projetos Integradores VII	Empreendedorismo	0	15
ENUN	Eletiva Universal			
<b>Subtotal</b>			<b>22</b>	<b>433</b>

8º Semestre (8ª Etapa)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ESEX	Metodologia Científica em Engenharia	Básico	2	38
ESEX	Processamento de Materiais Poliméricos	Específicos	6	114
ESEX	Cerâmicas Refratárias	Específicos	3	57
ESEX	Metalografia e Tratamentos Térmicos	Específicos	5	95
ESEX	Degradação e Estabilização de Polímeros	Específicos	4	76
ESEX	Nanomateriais e Nanotecnologia	Específicos	2	38
ORES	Projetos Integradores VIII	Empreendedorismo	0	15
ENUN	Eletiva Universal			
ORES	Estágio			240
<b>Subtotal</b>			<b>22</b>	<b>673</b>

9º Semestre (9ª Etapa)				
------------------------	--	--	--	--

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ESEX	Estrutura e Propriedades de Materiais Cerâmicos	Específicos	4	76
ESEX	Siderurgia	Específicos	4	76
ESEX	Optativa I	Específicos	2	38
ESEX	Propriedades Fotônicas, Elétricas e Magnéticas de Nanomateriais	Específicos	2	38
ESEX	Gestão de Resíduos	Profissionalizantes	2	38
ESEX	Análise de Viabilidade Financeira	Profissionalizantes	2	38
ENUN	Eletiva Universal			
ORES	TCC I		3	54
<b>Subtotal</b>			<b>19</b>	<b>358</b>

10º Semestre (10ª Etapa)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ESEX	Noções de Direito	Básico	2	38
ESEX	Optativa II	Específicos	2	38
ESEX	Seleção de Materiais	Profissionalizantes	2	38
ESEX	Blendas e Compósitos Poliméricos	Específicos	4	76
ESEX	Engenharia de Vidros	Específicos	4	76
ESEX	Corrosão e tratamentos de superfície	Específicos	2	38
ENUN	Eletiva Universal			
ORES	TCC II		3	54
<b>Subtotal</b>			<b>19</b>	<b>358</b>

Engenharia de Materiais - Grade Curricular DISCIPLINAS OPTATIVAS				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo da Disciplina	Crédito Semanal	Carga Horária
ENOP	Biomateriais	Específicos	2	38
ENOP	Soldagem e Colagem	Específicos	2	38
ENOP	Aplicações Biológicas de Nanomateriais	Específicos	2	38
<b>Subtotal</b>			<b>6</b>	<b>114</b>

Disciplinas do Núcleo de Conteúdos Básicos
Disciplinas do Núcleo de Conteúdos Específicos
Disciplinas Núcleo Conteúdos Profissionalizantes

### Disciplinas de Empreendedorismo

Resumo	
Sala de aula e laboratório	3262
TCC, orientação / supervisão	108
Atividades Complementares	320
Atividades Supervisionadas	160
Estágio	240
<b>Carga horária mínima total</b>	<b>4090</b>

Os componentes curriculares optativos oferecidos totalizam 114 horas aulas, das quais o aluno deverá realizar, de forma obrigatória compulsória, um mínimo de 76 horas aulas (duas disciplinas)

APÊNDICE D – Estrutura Curricular do Curso de Engenharia Metalúrgica e de Engenharia de Materiais – UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)				
Engenharia Metalúrgica - Engenharia de Materiais				
1º Período				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
DCC001	PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES	2	4	60
EMT012	INTRODUÇÃO À METALURGIA	2	2	30
MAT001	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I	2	6	90
MAT038	GEOMETRIA ANALÍTICA E ÁLGEBRA LINEAR	2	4	60
QUI003	QUÍMICA GERAL B	2	4	60
QUI019	QUÍMICA GERAL EXPERIMENTAL	2	2	30
Subtotal			22	330
2º Período				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
DCC034	CÁLCULO NUMÉRICO	2	4	60
FIS065	FUNDAMENTOS DE MECÂNICA	2	4	60
FIS151	FÍSICA EXPERIMENTAL BÁSICA: MECÂNICA	2	2	30
MAT039	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II	2	4	60
QUI601	QUÍMICA INORGÂNICA I	2	8	120
SOA138	INTRODUÇÃO À SOCIOLOGIA	2	2	30
Subtotal			24	360
3º Período				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
EST031	ESTATÍSTICA E PROBABILIDADES	2	4	60
FIS069	FUNDAMENTOS DE ELETROMAGNETISMO	2	4	60
FIS153	FÍSICA EXPERIMENTAL BÁSICA: ELETROMAGNETISMO	2	2	30
MAT002	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III	2	4	60
MAT015	EQUAÇÕES DIFERENCIAIS A	2	4	60
QUI602	FÍSICO-QUÍMICA I	2	6	90
Subtotal			24	360
4º Período				

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
ECN075	ECONOMIA PARA ENGENHARIA	2	2	30
EQM033	DESENHO D	2	4	60
GEL163	ELEMENTOS DE MINERALOGIA E PETROGRAFIA	2	5	75
QUI604	FÍSICO-QUÍMICA II	2	6	90
QUI606	QUÍMICA ANALÍTICA I	2	8	120
Subtotal			25	375

5º Período				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
ELE161	ELETROTÉCNICA GERAL C	2	4	60
EMN120	TRATAMENTO DE MINÉRIOS	2	4	60
EMN609	TRATAMENTO DE MINÉRIOS - LABORATÓRIO I	2	4	60
EMT013	TERMODINÂMICA METALÚRGICA	2	4	60
EMT074	CIÊNCIA DOS MATERIAIS	2	4	60
EST006	PLANEJAMENTO E ANÁLISE DE EXPERIMENTOS	2	4	60
Subtotal			24	360

6º Período				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
EMT015	METALURGIA - FENÔMENOS DE TRANSPORTE I	2	4	60
EMT017	FÍSICO-QUÍMICA METALÚRGICA	2	3	45
EMT020	MECÂNICA DOS MATERIAIS	2	3	45
EMT041	INTRODUÇÃO A CERÂMICA	2	4	60
EMT061	METALURGIA FÍSICA	2	4	60
EMT077	HIDRO E ELETROMETALURGIA	2	4	60
-	OPTATIVA	3/6	3	45
Subtotal			25	375

7º Período				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
EMA066	ELEMENTOS DE MÁQUINAS	2	3	45
EMT022	PIROMETALURGIA	2	3	45
EMT025	METALURGIA - FENÔMENOS DE TRANSPORTE II	2	4	60

EMT055	CIÊNCIA E ENGENHARIA DE POLÍMEROS	2	4	60
EMT062	METALURGIA MECÂNICA	2	4	60
EMT063	TRATAMENTOS TÉRMICOS DE METAIS E LIGAS	2	4	60
-	OPTATIVA	3/6	3	45
Subtotal			25	375

8º Período				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
EMT027	MATERIAIS REFRAATÓRIOS	2	4	60
EMT028	METALURGIA EXTRATIVA GERAL	2	3	45
EMT046	SIDERURGIA I	2	3	45
EMT064	CONFORMAÇÃO MECÂNICA	2	4	60
EMT065	PROCESSOS METALÚRGICOS DE FABRICAÇÃO	2	4	60
EPD028	OTIMIZAÇÃO E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS ENGENHARIA	2	4	60
-	OPTATIVA	3/6/8	3	45
Subtotal			25	375

9º Período				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
EMT047	SIDERURGIA II	2	3	45
EMT054	CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS E RECOBRIMENTOS	2	4	60
ENG062	TRABALHO FINAL DE CURSO I	2	2	30
EPD001	ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL PARA ENGENHARIA	2	4	60
ESA109	PROTEÇÃO AMBIENTAL	2	2	30
OTI020	DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA	2	1	15
-	OPTATIVA	3/8	8	120
Subtotal			24	360

10º Período				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG063	TRABALHO FINAL DE CURSO II	2	2	30
ENG122	ESTÁGIO CURRICULAR	2	11	165
-	OPTATIVA	3/8	6	90
-	ELETIVAS	1	3	45
Subtotal			22	330

Elenco de disciplinas optativas gerais que constam na estrutura curricular do curso de Engenharia Metalúrgica

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
CIC027	CONTABILIDADE E CUSTOS	4/7	3	45
DIT001	DIREITO E LEGISLAÇÃO	4/7	2	30
ECN029	ECONOMIA INDUSTRIAL	4/7	2	30
ECN043	TEORIA DOS JOGOS E TEORIA DA INFORMAÇÃO	4/7	4	60
ELT002	INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE CONTROLE	4/7	3	45
EMC029	SELEÇÃO DE MATERIAIS	4/7	2	30
EMN002	BENEFICIAMENTO MINERAL - PROJETO	4/7	4	60
EMN008	FLOTAÇÃO	4/7	4	60
EMT042	PROCESSAMENTO DE CERÂMICAS	4/8	3	45
EMT043	CONFORMAÇÃO MECÂNICA AVANÇADA	4/7	3	45
EMT050	INTRODUÇÃO AOS PROCESSOS DE CORROSÃO	4/8	3	45
EMT056	PROCESSAMENTO DE POLÍMEROS	4/8	4	60
EMT057	MATERIAIS OPTO-ELETRÔNICOS	4/8	4	60
EMT058	EMPREENDEDORISMO I	4/7	4	60
EMT066	METALURGIA EXTRATIVA EXPERIMENTAL	4/7	3	45
EMT067	CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E MECÂNICA	4/8	3	45
EMT068	FRATURA E FLUÊNCIA	4/8	3	45
EMT069	TRIBOLOGIA: DESGASTE E ATRITO	4/8	3	45
EMT070	TRATAMENTO DE MINÉRIOS DE FERRO	4/7	3	45
EMT078	NANOMATERIAIS E NANOTECNOLOGIA	4/7	4	60
EMT079	TÓPICOS EM METALURGIA I	4/7	1	15
EMT080	TÓPICOS EM METALURGIA II	4/7	2	30
EMT081	TÓPICOS EM METALURGIA III	4/7	3	45
EMT082	TÓPICOS EM METALURGIA IV	4/7	4	60
EMT083	TÓPICOS EM ENGENHARIA DE MATERIAIS I	4/8	1	15
EMT084	TÓPICOS EM ENGENHARIA DE MATERIAIS II	4/8	2	30
EMT085	TÓPICOS EM ENGENHARIA DE MATERIAIS III	4/7	3	45
EMT086	TÓPICOS EM ENGENHARIA DE MATERIAIS IV	4/7	4	60
ENG153	TÓPICOS EM ESTUDOS AVANÇADOS I	4/7	1	15
ENG154	TÓPICOS EM ESTUDOS AVANÇADOS II	4/7	2	30
ENG155	TÓPICOS EM ESTUDOS AVANÇADOS III	4/7	3	45
ENG156	TÓPICOS EM ESTUDOS AVANÇADOS IV	4/7	4	60
ENU001	APLICAÇÕES DE RADIOISÓTOPOS	4/7	4	60

ENU003	RADIOPROTEÇÃO	4/7	4	60
ENU007	DETECÇÃO DAS RADIAÇÕES E INSTRUMENTAÇÃO NUCLEAR	4/7	4	60
ENU008	ANÁLISE EXERGÉTICA DE PROCESSOS	4/7	4	60
ENU009	INTRODUÇÃO À ENERGIA NUCLEAR I	4/7	4	60
EPD002	ANÁLISE PROJETO ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS	4/7	4	60
EPD003	GERÊNCIA DA QUALIDADE INDUSTRIAL A	4/7	4	60
EPD095	FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA ECONÔMICA	4/7	2	30
ESA136	SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE EM ÉTNICO-RACIAIS	4/7	1	15
EST026	CONTROLE ESTATÍSTICO DE QUALIDADE	4/7	4	60
FIS086	FUNDAMENTOS DE OSCILAÇÕES, ONDAS E ÓPTICA	4/7	4	60
FIS088	FUNDAMENTOS DE FÍSICA QUÂNTICA	4/7	2	30
LET223	FUNDAMENTOS DE LIBRAS	4/7	4	60
MAT016	EQUAÇÕES DIFERENCIAIS B	4/7	4	60
QUI233	FILMES FINOS	4/8	2	30
QUI235	POLÍMEROS CONDUTORES	4/8	2	30
QUI236	QUÍMICA DE SUPERFÍCIES	4/8	3	45
QUI245	NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA	4/8	4	60
QUI247	FUNDAMENTOS DE ESPECTROSCOPIA RAMON INFR	4/8	4	60
QUI261	QUÍMICA ORGÂNICA I	4/8	4	60
UNI003	OF. DE LP: LEITURA E PRODUÇÃO DE TEXTOS	4/7	4	60

Elenco de disciplinas optativas específicas da formação complementar em Engenharia de Materiais				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
EMC029	SELEÇÃO DE MATERIAIS	4/7	2	30
EMT042	PROCESSAMENTO DE CERÂMICAS	4/8	3	45
EMT050	INTRODUÇÃO AOS PROCESSOS DE CORROSÃO	4/8	3	45
EMT056	PROCESSAMENTO DE POLÍMEROS	4/8	4	60
EMT057	MATERIAIS OPTO-ELETRÔNICOS	4/8	4	60
EMT067	CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E MECÂNICA	4/8	3	45
EMT068	FRATURA E FLUÊNCIA	4/8	3	45
EMT069	TRIBOLOGIA: DESGASTE E ATRITO	4/8	3	45
EMT083	TÓPICOS EM ENGENHARIA DE MATERIAIS I	4/8	1	15
EMT084	TÓPICOS EM ENGENHARIA DE MATERIAIS II	4/8	2	30
FIS086	FUNDAMENTOS DE OSCILAÇÕES, ONDAS E ÓPTICA	4/7	4	60
FIS088	FUNDAMENTOS DE FÍSICA QUÂNTICA	4/7	2	30
QUI233	FILMES FINOS	4/8	2	30

QUI235	POLÍMEROS CONDUTORES	4/8	2	30
QUI236	QUÍMICA DE SUPERFÍCIES	4/8	3	45
QUI245	NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA	4/8	4	60
QUI247	FUNDAMENTOS DE ESPECTROSCOPIA RAMON INFR	4/8	4	60
QUI261	QUÍMICA ORGÂNICA I	4/8	4	60

ATIVIDADES COMPLEMENTARES GERADORAS DE CRÉDITO				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Grupo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG038	SEMINÁRIO I	5	1	15
ENG039	SEMINÁRIO II	5	2	30
ENG040	SEMINÁRIO III	5	3	45
ENG041	PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS I	5	1	15
ENG042	PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS II	5	2	30
ENG043	PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS III	5	3	45
ENG044	VIVÊNCIA PROFISSIONAL COMPLEMENTAR I	5	1	15
ENG045	VIVÊNCIA PROFISSIONAL COMPLEMENTAR II	5	2	30
ENG046	VIVÊNCIA PROFISSIONAL COMPLEMENTAR III	5	3	45
ENG047	INICIAÇÃO A DOCÊNCIA I	5	1	15
ENG048	INICIAÇÃO A DOCÊNCIA II	5	2	30
ENG049	INICIAÇÃO A DOCÊNCIA III	5	3	45
ENG050	INICIAÇÃO A PESQUISA I	5	1	15
ENG051	INICIAÇÃO A PESQUISA II	5	2	30
ENG052	INICIAÇÃO A PESQUISA III	5	3	45
ENG053	PROJETO DE EXTENSÃO I	5	1	15
ENG054	PROJETO DE EXTENSÃO II	5	2	30
ENG055	PROJETO DE EXTENSÃO III	5	3	45
ENG056	DISCUSSÃO TEMÁTICA I	5	1	15
ENG057	DISCUSSÃO TEMÁTICA II	5	2	30
ENG058	DISCUSSÃO TEMÁTICA III	5	3	45

Grupo	Nome
1	FORMAÇÃO LIVRE
8	FORM. COMPLEMENTAR PRÉ ESTABELECIDADA EM ENGENHARIA DE MATERIAIS
2	OBRIGATÓRIAS
6	OPTATIVAS - BACH F.C.P.E EM ENGENHARIA DE MATERIAIS/F. LIVRE
5	ATIVIDADES COMPLEMENTARES GERADORAS DE CRÉDITO

7	OPTATIVAS GERAIS - BACH. F.C.P.E. EM ENGENHARIA DE MATERIAIS/F. LIVRE
3	OPTATIVAS - BACH/F. LIVRE
4	OPTATIVAS GERAIS - BACH/F. LIVRE

		POSSIBILIDADES FORMATIVAS			
		Bacharelado (percurso padrão) Engenharia Metalúrgica		Bacharelado (FCEM) Engenharia de Materiais	
Tipo de atividade		Carga horária	Créditos	Carga horária	Créditos
Núcleo de Formação Específica	Disciplinas obrigatórias	3045	203	3045	203
	ECO	165	11	165	11
	TCC	60	4	60	4
	Disciplinas optativas gerais e AAC	285	19	60	4
Formação Livre	Disciplinas eletivas	45	3	45	3
Formação Complementar	Disciplinas optativas específicas da FCEM	0	0	225	15
<b>Carga total</b>		<b>3600</b>	<b>240</b>	<b>3600</b>	<b>240</b>

ECO = Estágio curricular obrigatório

AAC = Atividades Acadêmicas Complementares

FCEM = Formação Complementar em Engenharia de Materiais

APÊNDICE E – Estrutura Curricular do Curso de Engenharia Metalúrgica – UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)			
Engenharia Metalúrgica - Grade Curricular			
1º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 1 – Humanas)		30
EET200	INTRODUÇÃO A ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	2	30
FIS111	FISICA EXPERIMENTAL I	1	30
FIT112	FISICA I - A	4	60
IQG111	QUIMICA EE	4	60
MAB114	Computação I Ep	4	60
MAC118	CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I	6	90
Subtotal		21	360
2º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 1 – Humanas)		30
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 – ACE)		15
EEG105	SISTEMAS PROJETIVOS	4	60
EET110	PROCESSAMENTO DE MATERIAIS	2	30
FIS121	FISICA EXPERIMENTAL II	1	30
FIT122	FISICA II - A	4	60
MAB225	Computação II Ep	4	60
MAC128	Cálculo Diferencial e Integral II	4	60
MAE125	Álgebra Linear II	4	60
Subtotal		23	405
3º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		15
EEA212	MECANICA I	4	60
EEG301	DESENHO COMPUTACIONAL	2	30
E EI312	ECONOMIA A	4	60
FIM230	FISICA III – A	4	60
FIN231	FISICA EXPERIMENTAL III	1	30

MAC238	CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III	4	60
MAD201	PROBABILIDADE E ESTATISTICA	4	60
Subtotal		23	375

4º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		30
EEE389	ELETRICIDADE BASICA M	5	75
EI321	ORGANIZACAO DAS INDÚSTRIAS	4	60
EET346	FUNDAMENTOS DE TECNOLOGIA MINERAL	3	60
FIM240	FISICA IV - A	4	60
FIN241	FISICA EXPERIMENTAL IV	1	30
MAB231	CÁLCULO NUMÉRICO	4	60
MAC248	Cálculo Diferencial e Integral IV	4	60
Subtotal		25	435

5º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		30
EEA338	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS	4	60
EET214	FENÔMENOS DE TRANSFERÊNCIA M	4	60
EET313	FÍSICO-QUÍMICA I	4	60
EET334	PROCESSAMENTO DE RECURSOS MINERAIS I	4	75
EET351	Estrutura dos Sólidos	4	60
EET354	CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DOS MATERIAIS	4	75
Subtotal		24	420

6º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		45
EET240	CRISTALOGRAFIA E DIFRAÇÃO	4	75
EET270	Métodos Numéricos em Engenharia Metalúrgica e de Materiais	4	60
ET314	Transformações de Fases	4	75
EET335	PROCESSAMENTO DE RECURSOS MINERAIS II	4	75
EET353	FÍSICO-QUÍMICA II	4	60
EET435	COMPORTAMENTO MECÂNICO DOS MATERIAIS	4	75

<b>Subtotal</b>	<b>24</b>	<b>465</b>
-----------------	-----------	------------

<b>7º Período</b>			
-------------------	--	--	--

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		45
EET347	PROPRIEDADES FÍSICAS DOS MATERIAIS	4	60
EET438	TRANSFORMAÇÃO MECÂNICA DOS MATERIAIS	4	60
EET445	PIROMETALURGIA DE METAIS NÃO FERROSOS	4	60
EET467	PROCESSOS HIDROMETALURGICOS	4	60
EET470	METALURGIA FÍSICA DAS LIGAS FERROSAS	4	75
IQA480	INTRODUÇÃO A ANÁLISE INSTRUMENTAL	4	75
<b>Subtotal</b>		<b>24</b>	<b>435</b>

<b>8º Período</b>			
-------------------	--	--	--

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas	6	90
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		45
EET416	TECNOLOGIA DA SOLDAGEM	4	75
EET428	METALURGIA FÍSICA DAS LIGAS NÃO FERROSAS	4	75
EET514	SIDERURGIA I	4	60
EET540	ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS	4	75
EEWX00	PROJETO DE GRADUAÇÃO	4	180
<b>Subtotal</b>		<b>26</b>	<b>600</b>

<b>9º Período</b>			
-------------------	--	--	--

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas	6	90
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		90
EET101	FRATURA DOS MATERIAIS	4	60
EET415	CORROSÃO E PROTEÇÃO	3	60
EET520	PROBLEMAS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA MINERO-METALÚRGICA	3	45
EET524	SIDERURGIA II	4	60
EET555	FUNDIÇÃO	4	75
EEWU00	Estágio Obrigatório	2	160
<b>Subtotal</b>		<b>26</b>	<b>640</b>

10º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas de Livre Escolha	3	45
	Atividades Acadêmicas Optativas	12	180
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		90
	<b>Subtotal</b>	<b>15</b>	<b>315</b>

Disciplinas Optativas (Escolha Restrita) – Grupo 1 / Humanas			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
EEG503	Top Esp em Desenho de Engen.	3	60
EEI202	Humanidades e Ciências Sociais	2	30
EEI206	Historia da Tecnologia	2	30
EEI426	Engenharia do Trabalho	4	60
EEL191	Engenharia e Sociedade	4	60
EEL192	Evolução da Ciência	4	60
EEL193	O Trabalho do Futuro	4	60
EET100	Tecnologia e Desenvolvimento Social	2	30
EEW215	Tópicos Especiais em História da Engenharia	2	30
EEW601	Análise e Produção Textual	4	90
EEWY31	Trabalhos Comunitários I	0	90
FCA218	Antropologia Cultural	4	60
FCB618	Sociedade e Direito	4	60
FCF108	Ética I	4	60
FCF243	Filosofia da Ciência I EE	2	30
FCF245	Filosofia da Natureza I EE	2	30
FCF354	Epistemologia e História das Ciências I EE	2	30
FCF362	Estética I	4	60
FCF654	História da Filosofia no Brasil I	4	60
FCP104	Introdução à Ciência Política	4	60
FCP636	Teoria Política Contemporânea	4	60
FCP645	Instituições Políticas Brasileiras	4	60
IHI056	Historiografia Brasileira II	4	60
IHI098	Movimento Operário no Brasil	4	60
IHI101	História Social da Arte I	4	60
IHI106	Tópicos Especiais em História do Brasil III	4	60

IHI143	Top Esp em História Moderna II	4	60
LEF599	Estudo da Língua Brasileira de Sinais I	4	60
PRU110	Ciências Sociais e Gestão Pública I	4	60
PRU111	Teorias do Planejamento	4	60
PRU231	Formação Econômica e Social Brasileira	4	60
PRU240	Política e Planejamento Ambiental	4	60
PRU242	Políticas Sociais	4	60
PRU352	Ética do Setor Público	4	60

Disciplinas Optativas (Escolha Condicionada)			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
EEA530	Tecn de Program em Eng CIVIL	3	45
EEE620	Conservação de Energia	4	75
EEG502	Desenho de Projeto	3	60
EEG507	Bim1: Mod Digital Edificação	3	45
EEG509	Customização de Sistemas Gráficos	3	45
EEI021	Gerencia de Recursos Humanos	3	45
EEI031	Análise de Investimentos	3	45
EEI032	Projetos Industriais	3	45
EEI050	Planejamento Estratégico	3	45
EEI053	Ger da I e Cri de Emp de B Tec	3	45
EEI054	Geren de Proj e Eng Simultânea	3	45
EEI055	Gerencia de Informação	3	45
EEI056	Top Esp em Sist de Informação	3	45
EEI212	Metodologia de Pesquisa	2	30
EEI325	Engenharia de Métodos	4	60
EEI551	Projeto do Produto	4	60
EEI613	Instalações Industriais	4	60
EEI621	Organização e Avaliação do Trabalho	3	45
EEI634	Economia da Engenharia	4	60
EEI643	Pesquisa Operacional I	4	60
EEI652	Engenharia da Informação	3	45
EEI714	Sist de Prod Mec e Cont Numer	4	60
EEI722	Psicol e Sociologia Industrial	3	45
EEI754	Planejamento das Instalações	4	60

EEI761	Fundamentos da Eng de Petróleo	2	30
EEI815	Manufatura Int por Computador	3	45
EEI862	Perfuração e Complet de Poços	4	60
EEI863	Eng de Reservatórios Petrol I	4	60
EEI934	Marketing	3	45
EEI959	Gerencia e Manutenção	3	45
EEI965	Reg e Legislação de Petróleo	4	60
EEI966	Economia do Petróleo	4	60
EEI967	Engenharia do Gás Natural	3	60
EK243	Dinâmica I	4	60
EEK300	Met Matemáticos em Eng Mecânica	4	60
EEK331	Mecânica dos Sólidos I	4	60
EEK332	Mecânica dos Sólidos II	4	60
EEK333	Dinâmica II	4	60
EEK340	Tecnologia do Calor	4	60
EEK345	Eng de Processos Mecânicos	4	75
EEK350	Métodos Experimentais	4	60
EEK355	Termodinâmica Aplicada	4	60
EEK400	Dinâmica dos Sistemas Lineares	4	60
EEK401	Transmissão de Calor I	4	60
EEK413	Máquinas Térmicas	4	60
EEK421	Usinagem I	4	60
EEK431	Elementos de Máquinas I	4	60
EEK501	Transmissão de Calor II	4	60
EEK508	Energia Solar	3	45
EEK509	Instrumentação e Controle	3	60
EEK524	Equipamentos de Processos	2	45
EEK525	Fontes Alternativas de Energia	3	45
EEK532	Elementos Finitos	3	45
EEK535	Métodos Computacionais de Otimização	4	60
EEK541	Acústica Básica	4	60
EEK542	Processamento de Sinais	4	60
EEK543	Dinâmica das Máquinas	3	45
EEK551	Metrologia	3	45
EEK555	Usinagem II	3	45
EEK557	Automação e Robótica	4	60
EEK566	Engenharia da Qualidade	3	45
EEL270	Computação II	5	90

EEL280	Circuitos Lógicos	5	90
EEL315	Eletrônica I	3	45
EEL817	Redes Neurais	4	60
EEL857	Otimização em Grafos	4	60
EEL858	Otimização Linear e Não-Linear	3	60
EEN344	Mecânica Aplicada às Máquinas	4	60
EEN599	Comport Estrut de Plataformas	4	60
EEN611	Tecn Medição, Proc e Diagnose	4	75
EEN625	Teoria das Estruturas	4	60
EEN626	Dinâmica dos Sist Discretos I	4	60
EEN627	Intr aos Mét Discretos em Em	4	60
EEN628	Dinâmica dos Sist Discretos II	4	60
EET103	Top Esp em Metalurgia Física	3	45
EET106	Int Prop Ind e Transf Tecnol	3	45
EET107	Top Esp em Corrosão	3	45
EET301	Economia dos Novos Materiais	3	45
EET335	Proc de Recursos Minerais II	4	75
EET352	Nanomateriais	4	60
EET416	Tecnologia da Soldagem	4	75
EET417	Materiais Semicondutores	3	45
EET425	Metalurgia Física da Soldagem	3	45
EET434	Análise Instrumental Metalúrgica	4	75
EET438	Transf Mecânica dos Materiais	4	60
EET445	Piromet de Metais Não Ferrosos	4	60
EET467	Processos Hidrometalúrgicos	4	60
EET491	Normal e Certific de Qualidade	3	45
EET514	Siderurgia I	4	60
EET524	Siderurgia II	4	60
EET555	Fundição	4	75
EET600	Eletrocêramicas	3	60
EET601	Tecnologia dos Vidros	3	60
EET602	Tecnologia dos Refratários	3	60
EET603	Tecn das Ceram Vermelhas e Louças	3	60
EET604	Biomateriais	3	60
EET605	Tecnologia de Polímeros	3	45
EET606	Adesivos e Fibras	3	45
EEU301	Física Nuclear Aplicada	4	75
EEU503	Física de Reatores	4	75

EEU504	Engenharia de Reatores	4	60
EEU517	Sistemas de Centrais Nucleares	4	60
EEW016	Capacitação em Normalização	2	30
EEW018	Fund Metrol e Aval da Conform	4	60
EEW515	Tópicos Especiais Engenharia	2	30
EEWX02	Proj de Extensão em Engenharia	4	60
EQE596	Engenharia de Processos	4	60
EQO088	Tecn Refino Petr Gás Natural	3	45

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)		
Engenharia Metalúrgica		
Item do currículo	Créditos	Mínimo de Horas
Disciplinas Obrigatórias	198.0	3240
Requisitos Curriculares Suplementares	6.0	340
Disc. Compl. Escolha Restrita	4.0	465
Disc. Compl. Escolha Condicionada	24.0	360
Disc. Compl. Livre Escolha	3.0	45
<b>Total</b>	<b>235.0</b>	<b>4450</b>

APÊNDICE F – Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Materiais – UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)			
Engenharia de Materiais - Grade Curricular			
1º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 1 – Humanas)		30
EET200	INTRODUÇÃO A ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	2	30
FIS111	FISICA EXPERIMENTAL I	1	30
FIT112	FISICA I - A	4	60
IQG111	QUIMICA EE	4	60
MAB114	Computação I Ep	4	60
MAC118	CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I	6	90
	<b>Subtotal</b>	<b>21</b>	<b>360</b>
2º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 1 – Humanas)		30
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 – ACE)		15
EEG105	SISTEMAS PROJETIVOS	4	60
EET110	PROCESSAMENTO DE MATERIAIS	2	30
FIS121	FISICA EXPERIMENTAL II	1	30
FIT122	FISICA II - A	4	60
MAB225	Computação II Ep	4	60
MAC128	Cálculo Diferencial e Integral II	4	60
MAE125	Álgebra Linear II	4	60
	<b>Subtotal</b>	<b>23</b>	<b>405</b>
3º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		15
EEA212	MECANICA I	4	60
EEG301	DESENHO COMPUTACIONAL	2	30
E EI312	ECONOMIA A	4	60

FIM230	FISICA III – A	4	60
FIN231	FISICA EXPERIMENTAL III	1	30
MAC238	CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III	4	60
MAD201	PROBABILIDADE E ESTATISTICA	4	60
<b>Subtotal</b>		<b>23</b>	<b>375</b>

4º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		30
EEE389	ELETRICIDADE BASICA M	5	75
EI321	ORGANIZACAO DAS INDÚSTRIAS	4	60
EET346	FUNDAMENTOS DE TECNOLOGIA MINERAL	3	60
FIM240	FISICA IV - A	4	60
FIN241	FISICA EXPERIMENTAL IV	1	30
MAB231	CÁLCULO NUMÉRICO	4	60
MAC248	Cálculo Diferencial e Integral IV	4	60
<b>Subtotal</b>		<b>25</b>	<b>435</b>

5º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		30
EEA338	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS	4	60
EET214	FENÔMENOS DE TRANSFERÊNCIA M	4	60
EET313	FÍSICO-QUÍMICA I	4	60
EET334	PROCESSAMENTO DE RECURSOS MINERAIS I	4	75
EET351	Estrutura dos Sólidos	4	60
EET354	CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DOS MATERIAIS	4	75
<b>Subtotal</b>		<b>24</b>	<b>420</b>

6º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		45
EET240	CRISTALOGRAFIA E DIFRAÇÃO	4	75
EET270	Métodos Numéricos em Engenharia Metalúrgica e de Materiais	4	60
ET350	QUÍMICA DE POLÍMEROS	3	45

ET314	Transformações de Fases	4	75
EET353	FÍSICO-QUÍMICA II	4	60
EET435	COMPORTAMENTO MECÂNICO DOS MATERIAIS	4	75
<b>Subtotal</b>		<b>23</b>	<b>435</b>

7º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas	9	135
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		45
EET347	PROPRIEDADES FÍSICAS DOS MATERIAIS	4	60
EET360	INTRODUÇÃO AOS MATERIAIS CERÂMICOS	4	75
EET361	INTRODUÇÃO AOS MATERIAIS POLIMÉRICOS	4	60
EET470	METALURGIA FÍSICA DAS LIGAS FERROSAS	4	75
<b>Subtotal</b>		<b>25</b>	<b>450</b>

8º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas	3	45
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		45
EET421	MATERIAIS COMPÓSITOS	4	60
EET428	METALURGIA FÍSICA DAS LIGAS NÃO FERROSAS	4	75
EET471	ENGENHARIA MICROESTRUTURAL DE CERÂMICAS	4	75
EET472	PROPRIEDADES DOS MATERIAIS POLIMÉRICOS	4	60
EET540	ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS	4	75
EEWX00	PROJETO DE GRADUAÇÃO	4	180
<b>Subtotal</b>		<b>27</b>	<b>615</b>

9º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas Optativas	6	90
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		90
EET101	FRATURA DOS MATERIAIS	4	60
EET109	RECOBRIMENTOS	4	60
EET410	SELEÇÃO DE MATERIAIS	4	60
EET415	CORROSÃO E PROTEÇÃO	3	60

EET520	PROBLEMAS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA MINERO-METALÚRGICA	3	45
EEWU00	Estágio Obrigatório	2	160
<b>Subtotal</b>		<b>26</b>	<b>625</b>

10º Período			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
	Atividades Acadêmicas de Livre Escolha	3	45
	Atividades Acadêmicas Optativas	12	180
	Atividades Acadêmicas Optativas (Grupo 2 - ACE)		90
<b>Subtotal</b>		<b>15</b>	<b>315</b>

Disciplinas Optativas (Escolha Restrita) – Grupo 1 / Humanas			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
EEI202	Humanidades e Ciências Sociais	2	30
EEI206	Historia da Tecnologia	2	30
EEI426	Engenharia do Trabalho	4	60
EEL191	Engenharia e Sociedade	4	60
EEL192	Evolução da Ciência	4	60
EEL193	O Trabalho do Futuro	4	60
EET100	Tecnologia e Desenvolvimento Social	2	30
EEW215	Tópicos Especiais em História da Engenharia	2	30
EEW601	Análise e Produção Textual	4	90
EEW602	Evolução Ciência e Engenharia	4	60
EEWY32	Viagens/visitas Técnicas II	0	15
FCA218	Antropologia Cultural	4	60
FCB618	Sociedade e Direito	4	60
FCF108	Ética I	4	60
FCF243	Filosofia da Ciência I EE	2	30
FCF245	Filosofia da Natureza I EE	2	30
FCF354	Epistemologia e História das Ciências I EE	2	30
FCF362	Estética I	4	60
FCF654	História da Filosofia no Brasil I	4	60
FCP104	Introdução à Ciência Política	4	60
FCP636	Teoria Política Contemporânea	4	60
FCP645	Instituições Políticas Brasileiras	4	60

IHI056	Historiografia Brasileira II	4	60
IHI098	Movimento Operário no Brasil	4	60
IHI101	História Social da Arte I	4	60
IHI106	Tópicos Especiais em História do Brasil III	4	60
LEF599	Estudo da Língua Brasileira de Sinais I	4	60
PRU110	Ciências Sociais e Gestão Pública I	4	60
PRU111	Teorias do Planejamento	4	60
PRU231	Formação Econômica e Social Brasileira	4	60
PRU240	Política e Planejamento Ambiental	4	60
PRU242	Políticas Sociais	4	60
PRU352	Ética do Setor Público	4	60

### Disciplinas Optativas (Escolha Condicionada)

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito Aula	Carga Horária
EEA530	Tecn de Program em Eng CIVIL	3	45
EEE620	Conservação de Energia	4	75
EEG502	Desenho de Projeto	3	60
EEG503	Top Esp. em Desenho de Engenharia	3	60
EEG507	Bim1: Mod Digital Edificação	3	45
EEG509	Customização de Sistemas Gráficos	3	45
EEI021	Gerencia de Recursos Humanos	3	45
EEI031	Análise de Investimentos	3	45
EEI032	Projetos Industriais	3	45
EEI050	Planejamento Estratégico	3	45
EEI053	Ger da I e Cri de Emp de B Tec	3	45
EEI054	Gerem de Proj e Eng Simultânea	3	45
EEI055	Gerencia de Informação	3	45
EEI056	Top Esp em Sist de Informação	3	45
EEI212	Metodologia de Pesquisa	2	30
EEI325	Engenharia de Métodos	4	60
EEI551	Projeto do Produto	4	60
EEI613	Instalações Industriais	4	60
EEI621	Organização e Avaliação do Trabalho	3	45
EEI634	Economia da Engenharia	4	60
EEI643	Pesquisa Operacional I	4	60

EEI652	Engenharia da Informação	3	45
EEI714	Sist de Prod Mec e Cont Numer	4	60
EEI722	Psicol e Sociologia Industrial	3	45
EEI754	Planejamento das Instalações	4	60
EEI761	Fundamentos da Eng de Petróleo	2	30
EEI815	Manufatura Int por Computador	3	45
EEI862	Perfuração e Complet de Poços	4	60
EEI863	Eng de Reservatórios Petrol I	4	60
EEI934	Marketing	3	45
EEI959	Gerencia e Manutenção	3	45
EEI965	Reg e Legislação de Petróleo	4	60
EEI966	Economia do Petróleo	4	60
EEI967	Engenharia do Gás Natural	3	60
EK243	Dinâmica I	4	60
EEK300	Met Matemáticos em Eng Mecânica	4	60
EEK331	Mecânica dos Sólidos I	4	60
EEK332	Mecânica dos Sólidos II	4	60
EEK333	Dinâmica II	4	60
EEK340	Tecnologia do Calor	4	60
EEK345	Eng de Processos Mecânicos	4	75
EEK350	Métodos Experimentais	4	60
EEK355	Termodinâmica Aplicada	4	60
EEK400	Dinâmica dos Sistemas Lineares	4	60
EEK401	Transmissão de Calor I	4	60
EEK413	Máquinas Térmicas	4	60
EEK421	Usinagem I	4	60
EEK431	Elementos de Máquinas I	4	60
EEK501	Transmissão de Calor II	4	60
EEK508	Energia Solar	3	45
EEK509	Instrumentação e Controle	3	60
EEK524	Equipamentos de Processos	2	45
EEK525	Fontes Alternativas de Energia	3	45
EEK532	Elementos Finitos	3	45
EEK535	Métodos Computacionais de Otimização	4	60
EEK541	Acústica Básica	4	60
EEK542	Processamento de Sinais	4	60
EEK543	Dinâmica das Máquinas	3	45
EEK551	Metrologia	3	45

EEK555	Usinagem II	3	45
EEK557	Automação e Robótica	4	60
EEK566	Engenharia da Qualidade	3	45
EEL270	Computação II	5	90
EEL280	Circuitos Lógicos	5	90
EEL315	Eletrônica I	3	45
EEL817	Redes Neurais	4	60
EEL857	Otimização em Grafos	4	60
EEL858	Otimização Linear e Não-Linear	3	60
EEN344	Mecânica Aplicada às Máquinas	4	60
EEN599	Comport Estrut de Plataformas	4	60
EEN611	Tecn Medição, Proc e Diagnose	4	75
EEN625	Teoria das Estruturas	4	60
EEN626	Dinâmica dos Sist Discretos I	4	60
EEN627	Intr aos Mét Discretos em Em	4	60
EEN628	Dinâmica dos Sist Discretos II	4	60
EET103	Top Esp em Metalurgia Física	3	45
EET106	Int Prop Ind e Transf Tecnol	3	45
EET107	Top Esp em Corrosão	3	45
EET301	Economia dos Novos Materiais	3	45
EET335	Proc de Recursos Minerais II	4	75
EET352	Nanomateriais	4	60
EET416	Tecnologia da Soldagem	4	75
EET417	Materiais Semicondutores	3	45
EET425	Metalurgia Física da Soldagem	3	45
EET434	Análise Instrumental Metalúrgica	4	75
EET438	Transf Mecânica dos Materiais	4	60
EET445	Piromet de Metais Não Ferrosos	4	60
EET467	Processos Hidrometalúrgicos	4	60
EET491	Normal e Certific de Qualidade	3	45
EET514	Siderurgia I	4	60
EET524	Siderurgia II	4	60
EET555	Fundição	4	75
EET600	Eletrocerâmicas	3	60
EET601	Tecnologia dos Vidros	3	60
EET602	Tecnologia dos Refratários	3	60
EET603	Tecn das Ceram Vermelhas e Louças	3	60
EET604	Biomateriais	3	60

EET605	Tecnologia de Polímeros	3	45
EET606	Adesivos e Fibras	3	45
EEU301	Física Nuclear Aplicada	4	75
EEU503	Física de Reatores	4	75
EEU504	Engenharia de Reatores	4	60
EEU517	Sistemas de Centrais Nucleares	4	60
EEW016	Capacitação em Normalização	2	30
EEW018	Fund Metrol e Aval da Conform	4	60
EEW515	Tópicos Especiais Engenharia	2	30
EEWX02	Proj de Extensão em Engenharia	4	60
EQE596	Engenharia de Processos	4	60
EQO088	Tecn Refino Petr Gás Natural	3	45
IHI143	Top Esp em História Moderna II	4	45
MMP061	Síntese e Carac Polimeros Exp	2	60
MMP062	Introd Processamento Polimeros	2	30
MMP063	Int de Proc de Polimeros Exp	2	60
MMP064	Det de Prop Fisico - Mec Polim	2	60
MMP068	Reciclagem de Resíduos Sólidos	3	45

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ) Engenharia de Materiais		
Item do currículo	Créditos	Mínimo de Horas
Disciplinas Obrigatórias	193.0	3135
Requisitos Curriculares Suplementares	6.0	340
Disc. Compl. Escolha Restrita	4.0	465
Disc. Compl. Escolha Condicionada	24.0	360
Disc. Compl. Livre Escolha	3.0	45
<b>Total</b>	<b>230.0</b>	<b>4345</b>

APÊNDICE G – Estrutura Curricular do Curso de Engenharia Metalúrgica – UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)				
Engenharia Metalúrgica - Grade Curricular				
1º Semestre (Etapa 1)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
MAT01353	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	Obrigatória	6	90
ARQ03318	DESENHO TÉCNICO I-A	Obrigatória	4	60
FIS01181	FÍSICA I-C	Obrigatória	6	90
ARQ03317	GEOMETRIA DESCRITIVA II-A	Obrigatória	2	30
ENG06638	INTRODUÇÃO À ENGENHARIA METALÚRGICA	Obrigatória	2	30
QUI01004	QUÍMICA GERAL TEÓRICA	Obrigatória	4	60
Subtotal			24	360
2º Semestre (Etapa 2)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
MAT01355	ÁLGEBRA LINEAR I - A	Obrigatória	4	60
MAT01354	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A	Obrigatória	6	90
ARQ03319	DESENHO TÉCNICO II-A	Obrigatória	4	60
ENG06010	ESTÁGIO LABORATORIAL	Eletiva	4	60
FIS01044	FÍSICA III - D	Obrigatória	6	90
INF01040	INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO	Obrigatória	4	60
QUI01161	QUÍMICA GERAL EXPERIMENTAL B	Obrigatória	3	45
Subtotal			31	465
3º Semestre (Etapa 3)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
MAT01167	EQUAÇÕES DIFERENCIAIS II	Obrigatória	6	90
FIS01182	FÍSICA GERAL - ELETROMAGNETISMO	Obrigatória	6	90
QUI03309	FÍSICO-QUÍMICA I - B	Obrigatória	4	60
LET02268	INGLÊS INSTRUMENTAL I	Eletiva	4	60
GEO03014	INTRODUÇÃO À MINERALOGIA E PETROLOGIA	Obrigatória	4	60
ENG01156	MECÂNICA	Obrigatória	4	60
Subtotal			28	420

4º Semestre (Etapa 4)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
INF01211	ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO	Adicional	4	60
ENG06033	BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS I	Eletiva	4	60
MAT01169	CÁLCULO NUMÉRICO	Obrigatória	6	90
ENG04058	ELETRICIDADE D	Obrigatória	4	60
FIS01045	FÍSICA IV - D	Obrigatória	3	45
QUI03313	FÍSICO-QUÍMICA II-A	Obrigatória	4	60
LET02269	INGLÊS INSTRUMENTAL II	Adicional	4	60
MAT02219	PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	Obrigatória	4	60
	Grupo de Alternativas: - [1] Atividades Exigidas - [4] Créditos Exigidos			
ENG06003	FUNDAMENTOS DA ESTRUTURA DOS MATERIAIS	Alternativa	4	60
ENG06032	INTRODUÇÃO À METALURGIA FÍSICA	Alternativa	4	60
	Grupo de Alternativas: - [1] Atividades Exigidas - [4] Créditos Exigidos			
IPH01009	MECÂNICA DOS FLUIDOS E HIDRÁULICA III	Alternativa	4	60
ENG06036	MECÂNICA DOS FLUIDOS PARA ENGENHARIA METALÚRGICA	Alternativa	4	60
Subtotal			49	735

5º Semestre (Etapa 5)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG06034	BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS II	Eletiva	4	60
ENG09021	GESTÃO TECNOLÓGICA	Eletiva	2	30
LET02961	INGLÊS I	Eletiva	6	90
ENG06611	INSPEÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DOS METAIS I	Obrigatória	3	45
ENG02227	MATERIAIS E MEIO- AMBIENTE	Eletiva	4	60
ENG06627	METALURGIA FÍSICA I	Obrigatória	4	60
INF01212	METODOLOGIA DE PROGRAMAÇÃO	Adicional	4	60
ENG06019	PROCESSAMENTO DE MINÉRIOS PARA A INDÚSTRIA METALÚRGICA	Eletiva	3	45
QUI01045	QUÍMICA ANALÍTICA APLICADA I - A	Obrigatória	3	45
ENG01140	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS A	Obrigatória	4	60
ENG09003	SISTEMAS PRODUTIVOS I	Eletiva	4	60
ENG06004	TERMODINÂMICA METALÚRGICA I	Obrigatória	4	60
Subtotal			45	675

6º Semestre (Etapa 6)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
LET02962	INGLÊS II	Adicional	6	90
ENG06035	INSTRUMENTAÇÃO B	Obrigatória	4	60
MAT01168	MATEMÁTICA APLICADA II	Eletiva	6	90
ENG03301	MECÂNICA APLICADA	Obrigatória	4	60
ENG06628	METALURGIA FÍSICA II	Obrigatória	4	60
ENG09016	ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL A	Eletiva	4	60
ENG09023	PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA PRODUÇÃO	Eletiva	2	30
QUI01046	QUÍMICA ANALÍTICA APLICADA II - A	Obrigatória	5	75
ENG06005	TERMODINÂMICA METALÚRGICA II	Obrigatória	4	60
ENG06633	TRANSFERÊNCIA DE MASSA E CALOR EM PROCESSOS METALÚRGICOS I	Obrigatória	4	60
Subtotal			43	645

7º Semestre (Etapa 7)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG06648	CONFORMAÇÃO MECÂNICA	Obrigatória	4	60
ENG06021	CORROSÃO E PROCESSOS ELETROQUÍMICOS I	Obrigatória	4	60
ENG06619	FUNDIÇÃO I	Obrigatória	4	60
LET02963	INGLÊS III	Adicional	5	45
ENG06607	METALOGRAFIA E TRATAMENTOS TÉRMICOS I	Obrigatória	6	90
ENG06631	METALURGIA EXTRATIVA DOS NÃO-FERROSOS I-A	Obrigatória	4	60
ENG06020	PRÁTICAS EM METALURGIA EXTRATIVA E NÃO-FERROSOS	Eletiva	3	45
ENG06646	RESISTÊNCIA DE MATERIAIS APLICADA À METALURGIA II	Obrigatória	4	60
ENG06629	SIDERURGIA I-A	Obrigatória	4	60
ENG06639	TRANSFERÊNCIA DE MASSA E CALOR EM PROCESSOS METALÚRGICOS II	Eletiva	3	45
Subtotal			41	585

8º Semestre (Etapa 8)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG06029	ANÁLISE DE IMAGENS PARA A METALURGIA	Eletiva	4	60
ENG06022	CORROSÃO E PROCESSOS ELETROQUÍMICOS II	Obrigatória	4	60
ENG06699	ESTÁGIO SUPERVISIONADO V	Obrigatória	0	200

ENG06008	ESTAMPAGEM	Eletiva	4	60
ENG06011	FORJAMENTO	Eletiva	4	60
ENG06620	FUNDIÇÃO II	Obrigatória	4	60
LET02964	INGLÊS IV	Adicional	5	75
ENG06608	METALOGRAFIA E TRATAMENTOS TÉRMICOS II	Obrigatória	6	90
ENG06018	METALURGIA EXTRATIVA DE METAIS PRECIOSOS	Eletiva	3	45
ENG06632	METALURGIA EXTRATIVA DOS NÃO-FERROSOS II-A	Obrigatória	4	60
ENG06006	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DA VARREDURA	Eletiva	2	30
ENG06014	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE TRANSMISSÃO	Eletiva	4	60
ENG06023	PRÁTICAS DE CORROSÃO E DE PROCESSOS ELETROQUÍMICOS	Eletiva	4	60
ENG06030	PROCESSOS DE REDUÇÃO DIRETA E DE REDUÇÃO-FUSÃO	Eletiva	3	45
ENG06630	SIDERURGIA II-A	Obrigatória	4	60
Subtotal			55	1025
<b>9º Semestre (Etapa 9)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG06641	ASPECTOS METALÚRGICOS DA USINAGEM DE METAIS	Eletiva	2	30
ECO02254	ECONOMIA A	Eletiva	4	60
ENG06634	FUNDIÇÃO III	Eletiva	4	60
ENG06647	MECÂNICA DA FRATURA	Eletiva	3	45
ENG06635	METALOGRAFIA E TRATAMENTOS TÉRMICOS III	Obrigatória	4	60
ENG06102	METALURGIA DO PÓ	Eletiva	3	45
ENG06637	POLUIÇÃO PELA INDÚSTRIA METALÚRGICA	Obrigatória	3	45
ENG06037	PROCESSAMENTO DE AÇOS VIA ACIARIA ELÉTRICA	Eletiva	4	60
ENG06642	PROJETOS METALÚRGICOS	Obrigatória	4	60
ENG06007	SELEÇÃO DE MATERIAIS PARA PROJETOS MECÂNICOS	Eletiva	4	60
ENG03384	SOLDAGEM E TÉCNICAS CONEXAS	Obrigatória	4	60
ENG06031	TECNOLOGIAS E MATERIAIS PARA PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ENERGIA	Eletiva	4	60
ENG06103	TÓPICOS ESPECIAIS EM METALURGIA I	Eletiva	2	30
Subtotal			45	675
<b>10º Semestre (Etapa 10)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG06009	CONFORMABILIDADE DOS METAIS	Eletiva	4	60

ENG06644	ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS - B	Eletiva	2	30
ENG02232	MATERIAIS REFRAATÓRIOS	Eletiva	4	60
ENG06012	METALURGIA DA SOLDAGEM	Eletiva	2	30
ENG06015	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA E MICROANÁLISE	Eletiva	3	45
ENG06013	PROJETO DE JUNTAS SOLDADAS	Profis. Geral	2	30
ENG06105	TÓPICOS ESPECIAIS EM METALURGIA II	Eletiva	4	60
ENG06017	TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO DE ENGENHARIA	Obrigatória	2	30
ENG06028	TRATAMENTOS SUPERFICIAIS DE MATERIAIS METÁLICOS PARA RESISTÊNCIA AO DESG	Eletiva	4	60
Subtotal			27	405

Sem Etapa				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
INF01116	SIMULAÇÃO	Adicional	4	60
VAERE201	VÍNCULO ACADÊMICO - ERE 2020/1	Eletiva	0	0
Subtotal			4	60

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS) Engenharia Metalúrgica - Grade Curricular				
Número mínimo de créditos			Crédito Aula	Carga Horária
Créditos Obrigatórios			216	3240
Créditos Eletivos			25	375
Estágio Supervisionado Obrigatório			0	200
Créditos Complementares			6	90
Subtotal			247	3905

APÊNDICE H – Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Materiais – UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)				
Engenharia de Materiais - Grade Curricular				
1º Semestre (Etapa 1)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
MAT01353	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I - A	Básico	6	90
FIS01181	FÍSICA I-C	Básico	6	90
ENG02217	INTRODUÇÃO A ENGENHARIA DOS MATERIAIS	Básico	2	30
QUI01003	QUÍMICA GERAL EXPERIMENTAL	Básico	4	60
QUI01004	QUÍMICA GERAL TEÓRICA	Básico	4	60
Subtotal			22	330
2º Semestre (Etapa 2)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
MAT01355	ÁLGEBRA LINEAR I - A	Básico	4	60
MAT01354	CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II - A	Básico	6	90
FIS01183	FÍSICA III-C	Básico	6	90
ARQ03317	GEOMETRIA DESCRITIVA II-A	Básico	2	30
QUI01014	QUÍMICA INORGÂNICA PARA ENGENHEIROS B	Básico	4	60
QUI02014	QUÍMICA ORGÂNICA I - B	Profis. Geral	4	60
Subtotal			26	390
3º Semestre (Etapa 3)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ARQ03318	DESENHO TÉCNICO I-A	Básico	4	60
MAT01167	EQUAÇÕES DIFERENCIAIS II	Básico	6	90
FIS01182	FÍSICA GERAL - ELETROMAGNETISMO	Básico	6	90
QUI03309	FÍSICO-QUÍMICA I - B	Profis. Geral	4	60
INF01040	INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO	Básico	4	60
LET01430	LÍNGUA PORTUGUESA C	Básico	4	60
ENG01156	MECÂNICA	Básico	4	60
QUI01012	QUÍMICA ANALÍTICA APLICADA B	Profis. Geral	4	60
Subtotal			36	540

4º Semestre (Etapa 4)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG02011	CIÊNCIA DOS MATERIAIS - E	Básico	4	60
ENG04058	ELETRICIDADE D	Básico	4	60
FIS01184	FÍSICA IV-C	Básico	6	90
QUI03313	FÍSICO-QUÍMICA II-A	Profis. Geral	4	60
ENG02013	MATÉRIAS PRIMAS	Profis. Geral	4	60
QUI02015	QUÍMICA ORGÂNICA II - B	Profis. Geral	4	60
NG01140	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS A	Profis. Geral	4	60
Subtotal			30	450

5º Semestre (Etapa 5)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
MAT01169	CÁLCULO NUMÉRICO	Profis. Geral	6	90
QUI02234	ESPECTROSCOPIA ORGÂNICA	Profis. Específico	2	30
ENG02051	FÍSICA DA MATÉRIA CONDENSADA	Profis. Específico	4	60
ENG02219	MATERIAIS CERÂMICOS I	Profis. Específico	4	60
ENG02213	MATERIAIS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS	Profis. Geral	5	75
ENG02004	MATERIAIS POLIMÉRICOS I	Profis. Específico	4	60
IPH01009	MECÂNICA DOS FLUIDOS E HIDRÁULICA III	Básico	4	60
ENG03353	MEDIÇÕES MECÂNICAS	Profis. Geral	4	60
QUI01015	QUÍMICA ANALÍTICA INSTRUMENTAL APLICADA -A	Profis. Geral	5	75
Subtotal			38	570

6º Semestre (Etapa 6)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG02218	ANÁLISE DE MATERIAIS POR RAIOS X	Profis. Específico	4	60
ENG02020	ANÁLISE INSTRUMENTAL APLICADA A POLÍMEROS	Profis. Específico	4	60
ARQ03319	DESENHO TÉCNICO II-A	Básico	4	60
ENG03376	ENSAIOS MECÂNICOS	Profis. Específico	3	45
MAT01168	MATEMÁTICA APLICADA II	Básico	6	90
ENG02220	MATERIAIS CERÂMICOS II	Profis. Específico	4	60
ENG02037	MATERIAIS E PROCESSOS III	Profis. Específico	3	45
ENG02044	MATERIAIS METÁLICOS I	Profis. Específico	6	90

ENG02005	MATERIAIS POLIMÉRICOS II	Profis. Específico	4	60
MAT02219	PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	Básico	4	60
ENG06646	RESISTÊNCIA DE MATERIAIS APLICADA À METALURGIA II	Profis. Específico	4	60
ENG06633	TRANSFERÊNCIA DE MASSA E CALOR EM PROCESSOS METALÚRGICOS I	Profis. Específico	4	60
Subtotal			50	750

7º Semestre (Etapa 7)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ADM01134	ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS	Básico	4	60
ENG02215	CORROSÃO DOS METAIS I	Profis. Específico	4	60
ECO02254	ECONOMIA A	Básico	4	60
ADM01135	ENGENHARIA ECONÔMICA E AVALIAÇÕES	Profis. Geral	3	45
ENG06611	INSPEÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DOS METAIS I	Profis. Geral	4	60
ENG02050	MATERIAIS METÁLICOS II	Profis. Específico	4	60
ENG02045	MECÂNICA DE MATERIAIS COMPÓSITOS	Profis. Específico	4	60
ENG06607	METALOGRAFIA E TRATAMENTOS TÉRMICOS I	Profis. Específico	6	90
ENG06014	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE TRANSMISSÃO	Profis. Específico	4	60
ENG02021	RECICLAGEM DE POLÍMEROS	Profis. Específico	2	30
ENG02022	REOLOGIA	Profis. Específico	4	60
ENG06639	TRANSFERÊNCIA DE MASSA E CALOR EM PROCESSOS METALÚRGICOS II	Profis. Específico	3	45
Subtotal			46	690

8º Semestre (Etapa 8)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
	ESTÁGIO SUPERVISIONADO - ENGENHARIA DE MATERIAIS	ESTÁGIO	0	360
Subtotal			0	360

9º Semestre (Etapa 9)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG02014	BIOMATERIAIS	Profis. Específico	4	60
ENG02042	BIÔNICA	Profis. Específico	4	60
ENG06648	CONFORMAÇÃO MECÂNICA	Profis. Específico	4	60
ENG02216	CORROSÃO DOS METAIS II	Profis. Específico	4	60

ENG02012	ELASTÔMEROS	Profis. Específico	4	60
ENG02041	MATERIAIS COMPÓSITOS	Profis. Específico	4	60
ENG02227	MATERIAIS E MEIO- AMBIENTE	Profis. Específico	4	60
ENG02047	MATERIAIS NANOESTRUTURADOS	Profis. Específico	2	30
ENG06647	MECÂNICA DA FRATURA	Profis. Específico	3	45
ENG03108	MEDIÇÕES TÉRMICAS	Profis. Geral	4	60
ENG06608	METALOGRAFIA E TRATAMENTOS TÉRMICOS II	Profis. Específico	6	90
ENG02006	PROCESSAMENTO DE POLÍMEROS I	Profis. Específico	4	60
ENG02230	PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CERÂMICOS	Profis. Específico	4	60
ENG06101	PROCESSOS DE FABRICAÇÃO POR FUNDIÇÃO	Profis. Específico	4	60
ENG02046	RECICLAGEM DE MATERIAIS METÁLICOS	Profis. Específico	2	30
ENG02016	SELEÇÃO DE MATERIAIS A	Profis. Específico	4	60
ENG03384	SOLDAGEM E TÉCNICAS CONEXAS	Profis. Específico	4	60
ENG02225	SUPERFÍCIES	Profis. Específico	4	60
	Grupo de Alternativas: - [1] Atividades Exigidas - [2] Créditos Exigidos			
ENG03055	FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO - ELE	Profis. Geral	2	30
ENG09044	GESTÃO DA SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO	Profis. Geral	2	30
Subtotal			73	1095

**10º Semestre (Etapa 10)**

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG02228	CERÂMICAS AVANÇADAS	Profis. Específico	4	60
ENG02048	DEGRADAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DE POLÍMEROS	Profis. Específico	2	30
ENG06644	ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS - B	Profis. Específico	2	30
ENG02232	MATERIAIS REFRAATÓRIOS	Profis. Específico	4	60
ENG06635	METALOGRAFIA E TRATAMENTOS TÉRMICOS III	Profis. Específico	4	60
ENG06015	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA E MICROANÁLISE	Profis. Específico	3	45
ENG02007	PROCESSAMENTO DE POLÍMEROS II	Profis. Específico	4	60
ENG02008	REVESTIMENTOS PROTETORES A	Profis. Específico	8	120
ENG02023	TÓPICOS ESPECIAIS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS MATERIAIS I	Profis. Específico	4	60
ENG02024	TÓPICOS ESPECIAIS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS MATERIAIS II	Profis. Específico	2	30
ENG02017	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA DE MATERIAIS I	Profis. Específico	2	30
ENG02018	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA DE MATERIAIS II	Profis. Específico	3	45
ENG02019	TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA DE MATERIAIS III	Profis. Específico	4	60
ENG02027	TÓPICOS ESPECIAIS EM MATERIAIS CERÂMICOS	Profis. Específico	4	60

ENG02052	TÓPICOS ESPECIAIS EM MATERIAIS E ENERGIA I	Profis. Específico	4	60
ENG02053	TÓPICOS ESPECIAIS EM MATERIAIS E ENERGIA II	Profis. Específico	3	45
ENG02054	TÓPICOS ESPECIAIS EM MATERIAIS E ENERGIA III	Profis. Específico	2	30
ENG02028	TÓPICOS ESPECIAIS EM MATERIAIS METÁLICOS I	Profis. Específico	4	60
ENG02029	TÓPICOS ESPECIAIS EM MATERIAIS METÁLICOS II	Profis. Específico	2	30
ENG02025	TÓPICOS ESPECIAIS EM MATERIAIS POLIMÉRICOS I	Profis. Específico	4	60
ENG02026	TÓPICOS ESPECIAIS EM MATERIAIS POLIMÉRICOS II	Profis. Específico	2	30
TCC	TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS	Profis. Específico	0	180
ENG02229	VIDROS	Profis. Específico	4	60
<b>Subtotal</b>			<b>75</b>	<b>1305</b>

Sem Etapa				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
ENG03059	ANÁLISE DE RISCOS INDUSTRIAIS E AMBIENTAIS	Profis. Específico	3	45
ENG03050	FUNDAMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA	Profis. Geral	4	60
ENG03051	FUNDAMENTOS DE RADIOLOGIA INDUSTRIAL	Profis. Específico	4	60
INF01210	INTRODUÇÃO À INFORMÁTICA	Profis. Geral	4	60
EDU03071	LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS (LIBRAS)	Básico	2	30
ENG03049	LINGUAGEM C PARA ENGENHARIA	Profis. Geral	3	45
VAERE201	VÍNCULO ACADÊMICO - ERE 2020/1	Básico	0	0
ENG03057	VISUAL BASIC PARA ENGENHARIA	Profis. Geral	4	60
<b>Subtotal</b>			<b>24</b>	<b>360</b>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS) Engenharia de Materiais - Grade Curricular				
Número mínimo de créditos			Crédito Aula	Carga Horária
Créditos Obrigatórios			192	2880
Créditos Eletivos			42	630
Estágio Supervisionado Obrigatório			24	360
Trabalho de diplomação			12	180
Créditos Complementares			6	90
<b>Subtotal</b>			<b>276</b>	<b>4140</b>

APÊNDICE I – Estrutura Curricular do Curso de Engenharia de Materiais – UFSCar

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar)				
Engenharia de Materiais - Grade Curricular				
1º Semestre (Nível 1)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
02.010-9	Introdução à Computação	Básico	4	60
07.018-1	Química Experimental Geral	Básico	4	60
08.111-6	Geometria Analítica	Básico	4	60
08.910-9	Cálculo 1	Básico	4	60
32.050-1	Conceitos e Métodos em Ecologia	Básico	4	60
03.019-8	Introdução à Ciência e Engenharia de Materiais	Profissionalizante	2	30
03.018-0	Desenho e Tecnologia Mecânica	Básico	4	60
Subtotal			26	390
2º Semestre (Nível 2)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
07.014-9	Química 2(Geral)	Básico	4	60
07.103-0	Química Inorgânica	Básico	4	60
08.920-6	Cálculo 2	Básico	4	60
09.110-3	Física Experimental A	Básico	4	60
09.901-5	Física 1	Básico	4	60
16.400-3	Economia Geral	Básico	4	60
03.095-3	Materiais e Ambiente	Básico	2	30
Subtotal			26	390
3º Semestre (Nível 3)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária
07.602-3	Termodinâmica Química	Básico	4	60
07.208-7	Química Orgânica	Básico	4	60
08.930-3	Cálculo 3	Básico	4	60
09.111-1	Física Experimental B	Básico	4	60
09.903-1	Física 3	Básico	4	60
03.021-0	Ciência dos Materiais 1	Profissionalizante	4	60

<b>Subtotal</b>			<b>24</b>	<b>360</b>
-----------------	--	--	-----------	------------

<b>4º Semestre (Nível 4)</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Núcleo</b>	<b>Crédito Aula</b>	<b>Carga Horária</b>
08.940-0	Séries e Equações Diferenciais	Básico	4	60
07.402-0	Química Analítica Experimental A	Básico	4	60
10.213-0	Fenômeno de Transporte 6	Básico	4	60
09.904-0	Física 4	Básico	4	60
03.022-8	Ciência dos Materiais 2	Básico	4	60
03.040-6	Termodinâmica dos Sólidos	Básico	4	60
12.003-0	Mecânica Aplicada 1	Profissionalizante	2	30
<b>Subtotal</b>			<b>26</b>	<b>390</b>

<b>5º Semestre (Nível 5)</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Núcleo</b>	<b>Crédito Aula</b>	<b>Carga Horária</b>
08.302-0	Cálculo Numérico	Básico	4	60
03.084-8	Mecânica dos Sólidos 1	Básico	4	60
03.065-1	Materiais Cerâmicos	Profissionalizante	6	90
03.067-8	Materiais Poliméricos	Profissionalizante	6	90
03.066-0	Materiais Metálicos	Profissionalizante	6	90
03.034-1	Fundamentos em Reologia	Profissionalizante	2	30
<b>Subtotal</b>			<b>28</b>	<b>420</b>

<b>6º Semestre (Nível 6)</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Núcleo</b>	<b>Crédito Aula</b>	<b>Carga Horária</b>
08.311-9	Métodos de Matemática Aplicada	Básico	4	60
03.080-5	Eletrotécnica	Básico	4	60
11.014-0	Economia de Empresas	Básico	2	30
03.072-4	Processamento de Materiais Metálicos	Profissionalizante	4	60
03.073-2	Processamento de Materiais Cerâmicos	Profissionalizante	4	60
03.071-6	Processamento de Materiais Poliméricos	Profissionalizante	4	60
03.128-3	Introdução às Matérias Primas Cerâmicas	Ênfase Cerâmica	2	30
03.251-4	Fundamentos de Metalurgia Extrativa	Ênfase Metais	2	30
03.321-9	Estrutura e Propriedades de Polímeros	Ênfase Polímeros	4	60
	OPTATIVAS			

			Subtotal	24-26	360-390
7º Semestre (Nível 7)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária	
15.006-1	Introdução ao Planejamento e Análise Estatística de Experimentos	Básico	4	60	
11.015-9	Análise de Investimentos	Básico	2	30	
37.008-8	Sociologia Industrial e do Trabalho	Básico	4	60	
03.036-8	Caracterização de Materiais	Profissionalizante	4	60	
03.070-8	Ensaio de Materiais	Profissionalizante	4	60	
03.124-0	Processamento de Mat. Cerâmico Experimental	Ênfase Cerâmica	4	60	
03.127-5	Formulação, Cinética e Equilíbrio em Materiais Cerâmicos	Ênfase Cerâmica	4	60	
03.220-4	Metalurgia Mecânica	Ênfase Metais	4	60	
03.280-8	Metalurgia Física	Ênfase Metais	4	60	
03.351-0	Síntese de Polímeros	Ênfase Polímeros	4	60	
03.037-6	Projeto em Engenharia de Materiais 1	Profissionalizante	2	30	
			Subtotal	26-28	390-420
8º e 9º Semestre (Nível 8 e 9)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária	
11.219-4	Teoria das Organizações	Básico	4	60	
03.041-4	Seleção de Materiais	Profissionalizante	4	60	
03.290-5	Tratamentos Térmicos	Ênfase Metais	4	60	
03.125-9	Propriedades Mecânicas e Termomecânicas de Materiais Cerâmicos	Ênfase Cerâmica	4	60	
03.361-8	Processamento de Termoplásticos	Ênfase Polímeros	4	60	
03.038-4	Projeto em Engenharia de Materiais 2	Profissionalizante	2	30	
03.092-9	Estágio Profissional em Engenharia de Materiais	Profissionalizante	24	360	
	OPTATIVAS				
			Subtotal	14+24	210+360
10º Semestre (Nível 10)					
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Núcleo	Crédito Aula	Carga Horária	
11.045-0	Gestão da Qualidade 2	Básico	4	60	
03.231-0	Fundição	Ênfase Metais	4	60	

03.222-0	Conformação Mecânica	Ênfase Metais	4	60
03.340-5	Engenharia de Polímeros	Ênfase Polímeros	6	90
03.370-7	Processamento de Elastômeros e Termofixos	Ênfase Polímeros	4	60
03.123-2	Propriedades Funcionais e Aplicações de Materiais Cerâmicos	Ênfase Cerâmica	4	60
03.122-4	Cerâmicas Refratárias	Ênfase Cerâmica	4	60
03.093-7	Trabalho de Conclusão de Curso	Profissionalizante	8	120
	OPTATIVAS			
Subtotal			20	300

DISCIPLINAS OPTATIVAS Engenharia de Materiais				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Carga Horária
03.400-2	Tecnologia de Soldagem	Ênfase Metais	4	60
03.406-1	Materiais Cerâmicos para a Construção Civil	Ênfase Cerâmica	4	60
03.410-0	Materiais Conjugados	Profissionalizante	4	60
03.417-7	Tecnologia de Vidros	Ênfase Cerâmica	4	60
03.418-5	Tecnologia do PVC	Ênfase Polímeros	4	60
03.420-7	Corrosão e Degradação de Materiais	Ênfase Metais	4	60
03.426-6	Estrutura e Propriedades de Vidros	Ênfase Cerâmica	5	75
03.427-4	Cerâmicas Eletro-Eletrônicas	Ênfase Cerâmica	4	60
03.446-0	Reciclagem de Sólidos com Ênfase em Polímeros	Ênfase Polímeros	2	30
03.448-7	Projeto de Moldes e Matrizes para Polímeros	Ênfase Polímeros	4	60
03.451-7	Aditivação em Polímeros	Ênfase Polímeros	4	60
03.452-5	Revestimentos Cerâmicos	Ênfase Cerâmica	2	30
03.453-3	Análise e Prevenção de Falhas	Profissionalizante	4	60
Subtotal			49	735

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar) Engenharia de Materiais				
<i>Para o aluno obter o Grau de Engenheiro de Materiais ele deverá cumprir o mínimo de 266 créditos distribuídos da seguinte maneira:</i>				
Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito Aula	Carga Horária	
Cumprir integralmente as disciplinas do Núcleo Básico	Básico	124	1860	

Cumprir integralmente as disciplinas do Núcleo Profissionalizante	Profissionalizante	62	930
Optar por uma ênfase ( <b>Materiais Cerâmicos</b> , <b>Poliméricos</b> ou <b>Metálicos</b> )	C - P - M	22	330
Escolher e cumprir disciplinas optativas técnicas	Profissionalizante	16	240
Realizar o Estágio Profissional	Profissionalizante	24	360
Realizar Atividades Complementares	Profissionalizante	10	150
Elaborar e ser aprovado no Trabalho de Conclusão de Curso	Profissionalizante	8	120
Subtotal		266	3990

APÊNDICE J – Estrutura Curricular do Curso Bacharel de Ciências em Engenharia Metalúrgica e de Materiais – CSM (Colorado)

<b>COLORADO SCHOOL OF MINES - CSM</b> <b>METALLURGICAL AND MATERIALS ENGINEERING</b> <b>(Bacharel de Ciência em Engenharia Metalúrgica e de Materiais)</b>			
Freshman Year - Fall Term (1º Ano - Outono)			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
<u>CHGN121</u>	PRINCIPLES OF CHEMISTRY I	4,0	64
<u>CSM101</u>	FRESHMAN SUCCESS SEMINAR	0,5	8
<u>EDNS151</u>	DESIGN I	3,0	48
<u>MATH111</u>	CALCULUS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS I	4,0	64
<u>MATH201</u>	PROBABILITY AND STATISTICS FOR ENGINEERS, GEGN 101, or CBEN 110	3,0	48
<u>PAGN Elective</u>	PHYSICAL ACTIVITY COURSE	0,5	8
Subtotal		15,0	240
Freshman Year - Spring Term (1º Ano - Primavera)			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
<u>CHGN122</u>	PRINCIPLES OF CHEMISTRY II (SC1) or 125	4,0	64
<u>HASS100</u>	NATURE AND HUMAN VALUES	4,0	64
<u>PHGN100</u>	PHYSICS I - MECHANICS	4,5	72
<u>MATH112</u>	CALCULUS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS II	4,0	64
<u>PAGN Elective</u>	PHYSICAL ACTIVITY COURSE	0,5	8
Subtotal		17,0	272
Freshman Year - Summer Term (1º Ano - Verão)			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
<u>MTGN272</u>	MME FIELD SESSION 3.0	3,0	48
Subtotal		3,0	48
Sophomore Year - Fall Term (2º Ano - Outono)			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
<u>MATH213</u>	CALCULUS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS III	4,0	64
<u>PHGN200</u>	PHYSICS II-ELECTROMAGNETISM AND OPTICS	4,5	72

<u>MTGN202</u>	ENGINEERED MATERIALS	3,0	48
<u>PAGN Elective</u>	PHYSICAL ACTIVITY COURSE	0,5	8
<u>HASS200</u>	GLOBAL STUDIES	3,0	48
<u>MTGN251</u>	METALLURGICAL AND MATERIALS THERMODYNAMICS	3,0	48
Subtotal		18,0	288

Sophomore Year - Spring Term (2º Ano - Primavera)			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
<u>MATH225</u>	DIFFERENTIAL EQUATIONS	3,0	48
<u>CEEN241</u>	STATICS	3,0	48
<u>EBGN201</u>	PRINCIPLES OF ECONOMICS	3,0	48
<u>PAGN Elective</u>	PHYSICAL ACTIVITY COURSE	0,5	8
<u>MTGN211</u>	STRUCTURE OF MATERIALS	3,0	48
<u>MTGN281</u>	INTRODUCTION TO PHASE EQUILIBRIA IN MATERIALS SYSTEMS	2	32
<u>EDNS263</u>	DESIGN II: MATERIALS, 251, 261, 262, 263, 264, CEEN 267, or EDNS 269	3,0	48
Subtotal		17,5	280

Junior Year - Fall Term (3º Ano - Outono)			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
<u>CEEN311</u>	MECHANICS OF MATERIALS	3,0	48
<u>MTGN352</u>	METALLURGICAL AND MATERIALS KINETICS	3,0	48
<u>MATH332</u>	LINEAR ALGEBRA (Restricted Technical Elective**)	3,0	48
<u>MTGN314</u>	PROPERTIES AND PROCESSING OF CERAMICS	2,0	32
<u>MTGN314L</u>	PROPERTIES AND PROCESSING OF CERAMICS LABORATORY	1,0	16
<u>MTGN350</u>	STATISTICAL PROCESS CONTROL AND DESIGN OF EXPERIMENTS	3,0	48
Subtotal		15,0	240

Junior Year - Spring Term (3º Ano - Primavera)			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
<u>MTGN334</u>	CHEMICAL PROCESSING OF MATERIALS	3,0	48
<u>MTGN334L</u>	CHEMICAL PROCESSING OF MATERIALS LABORATORY	1,0	16
<u>MTGN348</u>	MICROSTRUCTURAL DEVELOPMENT	3,0	48
<u>MTGN348L</u>	MICROSTRUCTURAL DEVELOPMENT LABORATORY	1,0	16
<u>FREE</u>	FREE ELECTIVE	3,0	48
<u>ELECTIVE</u>	HUMANITIES & SOCIAL SCIENCE (H&SS) Mid-Level Restricted Elective	3,0	48

<u>MTGN315</u>	ELECTRICAL PROPERTIES AND APPLICATIONS OF MATERIALS	3,0	48
Subtotal		17,0	272

Senior Year - Fall Term (4º Ano - Outono)			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
<u>MTGN445</u>	MECHANICAL PROPERTIES OF MATERIALS	3,0	48
<u>MTGN445L</u>	MECHANICAL PROPERTIES OF MATERIALS LABORATORY	1,0	16
<u>MTGN300</u>	FOUNDRY METALLURGY (MTGN Elective)	2,0	32
<u>MTGN300L</u>	FOUNDRY METALLURGY LABORATORY (MTGN Elective)	1,0	16
<u>MTGN461</u>	TRANSPORT PHENOMENA AND REACTOR DESIGN FOR METALLURGICAL AND MATERIALS ENGINEERS	3,0	48
<u>ELECTIVE</u>	HUMANITIES & SOCIAL SCIENCE (H&SS) Mid-Level Restricted Elective	3,0	48
<u>FREE</u>	FREE ELECTIVE	3,0	48
<u>MTGN467</u>	MATERIALS DESIGN: SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND SELECTION	2,0	32
Subtotal		18,0	288

Senior Year - Spring Term (4º Ano - Primavera)			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
<u>MTGN456</u>	ELECTRON MICROSCOPY (MTGN Elective)	2,0	32
<u>MTGN456L</u>	ELECTRON MICROSCOPY LABORATORY (MTGN Elective)	1,0	16
<u>MTGN464</u>	FORGING AND FORMING (MTGN Elective)	2,0	32
<u>MTGN464L</u>	FORGING AND FORMING LABORATORY (MTGN Elective)	1,0	16
<u>MTGN475</u>	METALLURGY OF WELDING (MTGN Elective)	2,0	32
<u>MTGN475L</u>	METALLURGY OF WELDING LABORATORY (MTGN Elective)	1,0	16
<u>FREE</u>	FREE ELECTIVE	3,0	48
<u>MTGN468</u>	MATERIALS DESIGN: SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND SELECTION	2,0	32
<u>ELECTIVE</u>	HUMANITIES & SOCIAL SCIENCE (H&SS) 400-Level Restricted Elective	3,0	48
Subtotal		17,0	272

Colorado School of Mines (CSM)	Crédito CSM	Carga Horária
TOTAL	137,5	2200,0

\*\* Restricted Technical Electives

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
CBEN120	FUNDAMENTALS OF BIOLOGY II	4,0	64
CEEN301	FUNDAMENTALS OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING: WATER	3,0	48
CHGN209	INTRODUCTION TO CHEMICAL THERMODYNAMICS	3,0	48
CBEN210	INTRO TO THERMODYNAMICS	3,0	48
CHGN221	ORGANIC CHEMISTRY I	3,0	48
CHGN335	INSTRUMENTAL ANALYSIS	3,0	48
CHGN336	ANALYTICAL CHEMISTRY	3,0	48
CHGN351	PHYSICAL CHEMISTRY: A MOLECULAR PERSPECTIVE I	4,0	64
CSCI261	PROGRAMMING CONCEPTS	3,0	48
EENG281	INTRODUCTION TO ELECTRICAL CIRCUITS, ELECTRONICS AND POWER	3,0	48
ENGY200	INTRODUCTION TO ENERGY	3,0	48
MATH201	PROBABILITY AND STATISTICS FOR ENGINEERS	3,0	48
MATH332	LINEAR ALGEBRA	3,0	48
MATH348	ADVANCED ENGINEERING MATHEMATICS	3,0	48
PHGN215	ANALOG ELECTRONICS	4,0	64
PHGN300	PHYSICS III-MODERN PHYSICS I	3,0	48

MTGN Elective - MME Track - Physical and Manufacturing Metallurgy			
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Crédito CSM	Carga Horária
MTGN300	FOUNDRY METALLURGY	2,0	32
MTGN300L	FOUNDRY METALLURGY LABORATORY	1,0	16
MTGN456	ELECTRON MICROSCOPY	2,0	32
MTGN456L	ELECTRON MICROSCOPY LABORATORY	1,0	16
MTGN464	FORGING AND FORMING	2,0	32
MTGN464L	FORGING AND FORMING LABORATORY	1,0	16
MTGN475	METALLURGY OF WELDING	2,0	32
MTGN475L	METALLURGY OF WELDING LABORATORY	1,0	16

APÊNDICE K – Estrutura Curricular do Curso Bacharel de Engenharia em Ciências dos Materiais – EEIGM (Lorraine)

UNIVERSITÉ DE LORRAINE (FRANCE) EEIGM - ÉCOLE EUROPÉENNE D'INGÉNIEURS EN GÉNIE DES MATÉRIAUX Escola Europeia de Engenheiros em Engenharia de Materiais (EEIGM)				
1e année - PeiP (Peip-Polytech Engineering Schools Course) - Semestre I				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
EC	Matemática I	Ciências Básicas I	8	108
EC	Química Física	Ciências Básicas I	4	56
EC	Circuitos elétricos	Ciências Aplicadas I	3	36
EC	Física Experimental I	Ciências Aplicadas I	3	34
EC	Introdução a informática	Ciências Aplicadas I	3	28
EC	Conceito de Fabricação I	Ciências Aplicadas I	3	28
EC	Inglês	SHEJS - Línguas I	4	50
EC	Cultura e comunicação I	SHEJS - Línguas I	1	
MATI	Cultura e comunicação I	SHEJS - Línguas I		12
MATI	Francês - atualização	SHEJS - Línguas I		2
EC	Métodos de trabalho universitário	SHEJS - Línguas I	1	12
EC (opc)	Linguagem opcional	SHEJS - Línguas I	(1*)	20
Total Sem I			30	386
1e année - PeiP (Peip-Polytech Engineering Schools Course) - Semestre II				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
EC	Matemática II	Ciências Básicas II	8	104
EC	Mecânica de pontos	Ciências Básicas II	4	52
EC	Arquitetura de computador	Ciências Aplicadas II	3	36
EC	Circuitos e sistemas	Ciências Aplicadas II	3	32
EC	Física Experimental II	Ciências Aplicadas II	2	24
EC	Conceito de Fabricação II	Ciências Aplicadas II	3	34
EC	Inglês	SHEJS - Línguas II	4	50
EC	Nanotese (Introdução a pesquisa)	SHEJS - Línguas II	2	20
EC	Cultura e comunicação II	SHEJS - Línguas II	1	

MATI	Cultura e comunicação II	SHEJS - Línguas II		12
MATI	Francês - atualização	SHEJS - Línguas II		2
MATI	Projeto profissional pessoal	SHEJS - Línguas II		20
MATI	Conhecendo empresas: visitas, conferências, workshops	SHEJS - Línguas II		10
EC (opc)	Linguagem opcional	SHEJS - Línguas II	(1**)	20
<b>Total Sem II</b>			<b>30</b>	<b>416</b>

2e année - PeiP (Peip-Polytech Engineering Schools Course) - Semestre III				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
EC	Matemática III	Ciências Básicas III	5	76
EC	Eletromagnetismo	Ciências Básicas III	2	28
EC	Ciência da Computação - Programação Algorítmica I	Ciências Básicas III	3	34
EC	Termodinâmica	Ciências Básicas III	3	46
EC	Transporte de energia	Ciências Básicas III	1	12
EC	Engenharia Eletrônica	Ciências Aplicadas III	6	
MATI	Eletrônica Linear	Ciências Aplicadas III		48
MATI	Eletrônica não linear	Ciências Aplicadas III		40
EC	Mecânica do sólido indeformável I	Ciências Aplicadas III	2	32
EC	Conceito de Fabricação III	Ciências Aplicadas III	3	36
EC	Inglês	SHEJS - Línguas III	3	32
EC	Cultura e comunicação III	SHEJS - Línguas III	1	
MATI	Economia empresarial, inovação e Comunicação	SHEJS - Línguas III		18
MATI	Projeto profissional pessoal	SHEJS - Línguas III		
EC	Defesa de estágio	SHEJS - Línguas III	1	12
EC (opc)	Linguagem opcional	SHEJS - Línguas III	(1*)	20
<b>Total Sem III</b>			<b>30</b>	<b>434</b>

2e année - PeiP (Peip-Polytech Engineering Schools Course) - Semestre IV				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
EC	Matemática IV	Ciências Básicas IV	5	72
EC	Ondas eletromagnéticas e óptica geométrica	Ciências Básicas IV	3	44
EC	Ciência da Computação - Programação Algorítmica II	Ciências Básicas IV	2	34
EC	Físico-química II	Ciências Básicas IV	2	32

EC	Mecânica do sólido indeformável II	Ciências Aplicadas IV	4	54
EC	Termodinâmica II	Ciências Aplicadas IV	4	64
EC	Conceito de Fabricação - Projeto	Ciências Aplicadas IV	2	20
EC	Instrumentação	Ciências Aplicadas IV	4	38
EC	Automação	Ciências Aplicadas IV		24
EC	Inglês	SHEJS - Línguas IV	4	
MATI	Inglês	SHEJS - Línguas IV		32
EXAM	TOEIC	SHEJS - Línguas IV		
EC (opc)	Linguagem opcional	SHEJS - Línguas IV	(1**)	20
<b>Total Sem IV</b>			<b>30</b>	<b>434</b>

GLOSSÁRIO	
EC	- Elementos constitutivos de transferência e acumulação de créditos
ECTS	- Sistema europeu de transferência de créditos
EXAM	- Avaliação
MATI	- Assunto ou tema
SHEJS	- Humanidades, Economia, Ciências Jurídicas e Sociais
TOEIC	- Teste de inglês para comunicação internacional
EU	- Unidade de ensino
UF	- Unidade de formação

Modules 3A - FPA (Formation Par Apprentissage) - Semestre V				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
UE	Aperfeiçoamento em Matemática e Estatísticas	Ciências da Engenharia	2	21
UE	Escrita técnica e científica (Brevet SST)	Ciências da Engenharia	0	16
UE	Estruturas e defeitos estruturais	Propriedades	2,5	42
UE	Relação estruturas e propriedades dos polímeros	Propriedades	2,5	43,5
UE	Mecânica dos Materiais I	Propriedades	2,5	36
UE	Aulas de reforço em Mecânica	Propriedades	0	5
UE	Aulas de reforço em Cristalografia FPA	Propriedades	0,5	17
UE	Engenharia de reação química	Elaboração e formatação	2,5	44
UE	Química física e orgânica	Elaboração e formatação	2,5	37
UE	Diagramas de fases	Elaboração e formatação	2	16,5
UE	Inglês	Línguas e culturas europeias	1	22
UE	Alemão	Línguas e culturas europeias		28
UE	Espanhol	Línguas e culturas europeias		

<b>Total Sem V</b>	<b>19</b>	<b>328</b>
--------------------	-----------	------------

<b>Modules 3A - FPA (Formation Par Apprentissage) - Semestre VI</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Tipo de Disciplina</b>	<b>Crédito (ECTS)</b>	<b>Carga Horária</b>
UE	Modelagem estatística	Ciências da Engenharia	3	22,5
UE	Mecânica dos Materiais II	Propriedades	3	36
UE	Química dos polímeros	Elaboração e formatação	3,5	49,5
UE	Cinética das transformações de fase	Elaboração e formatação	3,5	38,5
UE	Inglês	Línguas e culturas europeias	2	50
UE	Alemão LV2	Línguas e culturas europeias	2	48
UE	Espanhol LV2	Línguas e culturas europeias	2	42
<b>Total Sem VI</b>			<b>19</b>	<b>286,5</b>

<b>Modules 4A - FPA (Formation Par Apprentissage) - Semestre VII</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Disciplinas</b>	<b>Tipo de Disciplina</b>	<b>Crédito (ECTS)</b>	<b>Carga Horária</b>
UE	Plano de experiências	Ciências da Engenharia	0	3,75
UE	Teste não destrutivo	Ciências da Engenharia	3	36
UE	Fluxo e Transferência	Ciências da Engenharia	2,5	39,75
UE	Propriedades físicas dos materiais	Propriedades	2,5	42,5
UE	Seleção de materiais	Propriedades	1	20
UE	Caracterização	Propriedades	1	7,5
UE	Gerenciamento de projetos	Desenvolvimento e Pesquisa	0,5	10
UE	Gestão financeira	Desenvolvimento e Pesquisa	0,5	13,75
UE	Inglês	Línguas e culturas europeias	2	37,5
UE	Alemão LV2	Línguas e culturas europeias	2	50
UE	Espanhol LV2	Línguas e culturas europeias		
UE	Alemão LV3	Línguas e culturas europeias	1	19
UE	Espanhol LV3	Línguas e culturas europeias		
<b>Total Sem VII</b>			<b>16</b>	<b>279,75</b>

<b>Modules 4A - FPA (Formation Par Apprentissage) - Semestre VIII</b>				
---	--	--	--	--

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
UE	Estágio de pesquisa em universidade parceira	Desenvolvimento e Pesquisa	15	350
UE	Línguas	Línguas e culturas europeias	1	
Total Sem VIII			16	350

Modules 5A - FPA (Formation Par Apprentissage) - Semestre IX				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
UE	Mecânica dos Materiais III	Ciências da Engenharia	1	20
UE	Desenvolvimento e propriedades de materiais compostos de matriz polimérica	Propriedades	1	14
UE	Concepção ecológica	Sustentabilidade	1	14
UE	Degradação e estabilização de polímeros	Sustentabilidade	1	10
UE	Corrosão	Sustentabilidade	1	11
UE	Engenharia da polimerização	Elaboração e formatação	1	14
UE	Plásticos I	Elaboração e formatação	1	14
UE	Cerâmica	Elaboração e formatação	1	20
UE	Vidro e Vitrocerâmica	Elaboração e formatação	1	12
UE	Especialização de Polímeros	Especialização de Materiais	3	40
UE	Especialização de Materiais Metálicos	Especialização de Materiais		
UE	Especialização de Vidros, Cerâmicas e Compósitos	Especialização de Materiais		
UE	Inglês	Línguas e culturas europeias	2	15
UE	Alemão LV2	Línguas e culturas europeias		30
UE	Espanhol LV2	Línguas e culturas europeias		17
UE	Alemão LV3	Línguas e culturas europeias		
UE	Espanhol LV3	Línguas e culturas europeias		
Total Sem IX			14	231

Modules 5A - FPA (Formation Par Apprentissage) - Semestre X				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
UE	Período de estudo na Universidade Tecnológica de Luleå (Suécia)	Desenvolvimento e Pesquisa	15	120
Total Sem X			15	120

<b>Formation en Entrepise - Semestre V à X (Formação nas indústrias)</b>				
<b>Sigla da Disciplina</b>	<b>Treinamento</b>	<b>Tipo de Treinamento (estágio nas indústrias)</b>	<b>Crédito (ECTS)</b>	<b>Carga Horária</b>
UF	Imersão no mundo profissional	Indústrial - 5º Semestre	11	423,5
UF	Observação, participação, apropriação	Indústrial - 6º Semestre	11	423,5
UF	Gerenciamento de Projetos : planejamento e questões financeiras	Indústrial - 7º Semestre	14	539
UF	Vigilância, segurança e proteção	Indústrial - 8º Semestre	14	539
UF	Gestão da qualidade	Indústrial - 9º Semestre	15	577,5
UF	Estágio no final do programa escolar	Indústrial - 10º Semestre	15	577,5
<b>Total</b>			<b>80</b>	<b>3080</b>

<b>UNIVERSITÉ DE LORRAINE (FRANCE) EEIGM - ÉCOLE EUROPÉENNE D'INGÉNIEURS EM GÉNIE DES MATÉRIAUX Escola Européia de Engenheiros em Engenharia de Materiais (EEIGM)</b>		
<b>Resumo</b>	<b>Crédito (ECTS)</b>	<b>Carga Horária</b>
Formação básica na Universidade de Lorraine ou em uma universidade parceira	120	1670
Formação acadêmica na escola	100	1714
Formação nas indústrias (estágios do 5º ao 10º semestre)	80	3080
<b>Total de Crédito e Carga Horária</b>	<b>300</b>	<b>6464</b>

APÊNDICE L – Estrutura Curricular do Curso Bacharel em Engenharia de Materiais –  
NTU (Nanyang)

NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY - SINGAPORE (NTU)				
Bachelor of Engineering (Materials Engineering)				
(Bacharel em Engenharia de Materiais)				
Year 1 - Semester 1 (1º Ano - 1º Semestre)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
HW0001	Introduction to Academic Communication		0	22
GC0001	Introduction to Sustainability: Multidisciplinary Approaches and Solutions	GER-Core	1	1
HY0001	Ethics and Moral Reasoning (Online course)	GER-Core	1	
ET0001	Enterprise and Innovation (Online course)	GER-Core	1	
MH1810	Mathematics I	Core	3	38
PH1011	Physics*/**	Core	3	38
MS1008	Introduction to Computational Thinking	Core	3	39
MS8001	Management with Humour (Business & Management)	GER-PE (BM)	3	39
MS8301	Materials and Man (Liberal Arts)	GER-PE (LA)	3	39
MS1013	Materials Chemistry I	Core	3	39
Subtotal			21	255
Year 1 - Semester 2 (1º Ano - 2º Semestre)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MS1012	Materials Physics	Core	3	39
MS1014	Materials Chemistry II	Core	3	39
MS1015	Materials Science	Core	3	39
MS1016	Thermodynamics of Materials	Core	3	39
HW0111	Communication: A Journey of Inquiry through Writing and Speech	GER-Core	2	24
EG0001	Engineers & Society	GER-Core	3	39
Subtotal			17	219
Year 2 - Semester 1 (2º Ano - 1º Semestre)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MH2811	Mathematics II	Core	3	39
MS2014	Materials Structure and Defects	Core	3	39

MS2016	Phase Transformation and Kinetics	Core	3	39
MS2082	Laboratory IIB	Core	1	15
	GER-PE (STS) (Science, Technology & Society)	GER-PE (STS)	3	39
	UE 1 (Unrestricted Electives)	UE	3	39
	UE 2 (Unrestricted Electives)	UE	3	39
Subtotal			19	249

Year 2 - Semester 2 (2º Ano - 2º Semestre)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MS2012	Introduction to Manufacturing Processes	Core	3	39
MS2013	Polymers and Composites	Core	3	39
MS2015	Mechanical Behaviour of Materials	Core	3	39
MS2018	Electronic & Magnetic Properties of Materials	Core	3	39
MS2081	Laboratory IIA	Core	1	15
MS0003	Introduction to Data Science and Artificial Intelligence	GER-Core	3	39
ML0003	Kickstart your Career Success	GER-Core	1	
	UE 3 (Unrestricted Electives)	UE	3	39
Subtotal			20	249

Year 3 - Semester 1 (3º Ano - 1º Semestre)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
HW0288	Engineering Communication	GER-Core	2	24
MS3011	Metallic & Ceramic Materials	Core	3	39
MS3012	Micro/Nanoelectronic Materials Processing	Core	3	39
MS3013	Environmental Effects on Materials	Core	3	39
MS3014	Analysis of Materials	Core	3	39
MS3015	Materials Aspects in Design	Core	3	56
MS3081	Laboratory III	Core	1	15
	UE 4 (Unrestricted Electives)	UE	3	39
Subtotal			21	290

Year 3 - Semester 2 (3º Ano - 2º Semestre)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MS3099	Professional Internship (20 Weeks)	Core	10	800
Subtotal			10	800

Year 4 - Semester 1 (4º Ano - 1º Semestre)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MS4089	Final Year Project (8 hours/ per week)	Core	4	160
MS4012	Quality Control	Core	3	39
MS4013	Biomaterials	Core	3	39
	Major Prescribed Elective 1	MPE	3	39
	Major Prescribed Elective 2	MPE	3	39
Subtotal			16	316

Year 4 - Semester 2 (4º Ano - 2º Semestre)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MS4089	Final Year Project (8 hours/ per week)	Core	4	160
MS4014	Nanomaterials: fundamentals and applications	Core	3	39
	Major Prescribed Elective 3	MPE	3	39
	UE 5 (Unrestricted Electives)	UE	3	39
Subtotal			13	277

NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY - SINGAPORE (NTU) Bachelor of Engineering (Materials Engineering)		
Resumo	Crédito	Carga Horária
Total de Crédito e Carga Horária	137	2655

Industrial Material Engineering - Major Prescribed Electives (MPE)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MS4601	Principles of Semiconductor Devices	MPE	3	39
MS4603	Microelectronics Process Integration	MPE	3	39
MS4613	Wearable Sensors for Healthcare	MPE	3	39
MS4620	Polymer Technology	MPE	3	39
MS4622	Composite Materials	MPE	3	39
MS4630	Photovoltaic Devices and Energy Storage	MPE	3	39
MS4631	Corrosion Engineering	MPE	3	39

MS4663	Engineering Solutions by Design Thinking	MPE	3	39
<b>Medical Materials - Major Prescribed Electives (MPE)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MS4610	Advanced Biomaterials	MPE	3	39
MS4611	Biomedical Devices	MPE	3	39
MS4612	Drug Delivery and Tissue Engineering	MPE	3	39
MS4613	Wearable Sensors for Healthcare	MPE	3	39
MS4621	Polymer Science	MPE	3	39
MS4663	Engineering Solutions by Design Thinking	MPE	3	39
<b>Nanoscience and Nanotechnology - Major Prescribed Electives (MPE)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MS4613	Wearable Sensors for Healthcare	MPE	3	39
MS4622	Composite Materials	MPE	3	39
MS4640	Advanced Analysis of Materials	MPE	3	39
MS4650	Functional Nanostructured Materials	MPE	3	39
MS4651	Thin Film Technology	MPE	3	39
MS4663	Engineering Solutions by Design Thinking	MPE	3	39
<b>Innovation and Intellectual Property - Major Prescribed Electives (MPE)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MS4660	Fundamentals of Intellectual Property in Materials Science and Engineering	MPE	3	39
MS4661	Application of Patents & Designs in Engineering Related Industry	MPE	3	39
MS4662	Appreciating IP in Research & Development	MPE	3	39
MS4663	Engineering Solutions by Design Thinking	MPE	3	39
<b>Others - Major Prescribed Electives (MPE)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
MS4600	Microelectronics Packaging	MPE	3	39
MS4602	Materials and Processes for Electronic Displays	MPE	3	39
MS4604	Photonic Materials Devices	MPE	3	39
MS4641	Introduction to Materials Simulation	MPE	3	39

APÊNDICE M – Estrutura Curricular do Curso Bacharel em Ciências e Engenharia de Materiais – PKU (Pekin)

<b>PEKING UNIVERSITY - PKU</b> <b>Materials Science &amp; Engineering</b> <b>(Bacharel em Ciência e Engenharia de Materiais)</b>				
<b>First Year (Autumn) (1º Ano - Outono)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
4831410	Introduction to Computation B	Compulsory	3	54
331751	Calculus I	Compulsory	4	68
331770	Linear Algebra and Geometry	Compulsory	4	85
1034880	General Chemistry B	Compulsory	4	64
1034920	General Chemistry Lab B	Compulsory	2	64
331781	Introduction to Modern Engineering I	Compulsory	1	34
Subtotal			18	369
<b>First Year (Spring) (1º Ano - Primavera)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
4831420	Data Structure and Algorithm B	Compulsory	3	51
331752	Calculus II	Compulsory	4	68
431110	Mechanics	Compulsory	4	68
331782	Introduction to Modern Engineering II	Compulsory	1	34
Subtotal			12	221
<b>Second Year (Autumn) (2º Ano - Outono)</b>				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
431154	Thermal Physics	Compulsory	3	51
330700	Ordinary Differential Equations	Compulsory	3	68
332641	Basic Materials Science I (Fundamentals of MS I)	Compulsory	4	64
431141	Mechanics Lab (Mechanics)	Elective	3	51
Subtotal			13	234
<b>Second Year (Spring) (2º Ano - Primavera)</b>				

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
437180	General Physics Lab (B)I	Compulsory	3	68
431155	Electromagnetism	Compulsory	4	68
431156	Optics	Compulsory	4	68
332642	Basic Materials Science II (Fundamentals of MS II)	Compulsory	4	68
00330070	Strength of Materials (Mechanics of Materials)	Elective	3	68
Subtotal			18	340

Third Year (Autumn) (3º Ano - Outono)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
331900	Probability and Mathematical Statistics	Compulsory	3	51
1032390	Materials Physics	Compulsory	2	32
332190	Physical Chemistry	Compulsory	3	51
1034390	Instrumental Analysis	Compulsory	2	32
1034400	Instrumental Analysis Lab	Elective	2	64
Subtotal			12	230

Third Year (Spring) (3º Ano - Primavera)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1034490	Materials Chemistry	Compulsory	3	48
333210	Materials Science and Engineering Lab	Compulsory	2	32
332990	Specialty English (on Materials Science)	Compulsory	3	51
333050	Metalworking Practice	Compulsory	3	56
1030120	Structural Chemistry	Compulsory	4	80
333020	Nanomaterials Science and Technology	Elective	3	51
333240	Inorganic Non-metallic Materials and Engineering	Elective	3	48
330630	Engineering Drawing	Elective	3	54
331311	Engineering CAD	Elective	3	51
431537	Modern Electronic Measurement and Test (Experiments)	Elective	3	51
4831080	New Microelectronic Devices (Experiment of Microelectronic)	Elective	2	72
8612140	Basic Mechanics of MEMS (Fundamentals of Continuum Mechanics)	Elective	3	51
Subtotal			35	645

Fourth Year (Autumn) (4º Ano - Outono)				
--	--	--	--	--

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
333200	Thermodynamics of Materials	Compulsory	3	48
333230	Polymer Materials Science and Engineering	Elective	3	48
333000	Materials Microscopic Analysis( Materials Analysis)	Elective	3	51
333250	Metal Materials and Engineering (Metallic Materials)	Elective	3	48
333739	Sensor Technology (Chemical and Biological Sensors)	Elective	3	45
334230	Digital Circuits (Digital and Analog Circuits)	Elective	3	51
334220	Analog Circuits (Digital and Analog Circuits)	Elective	4	68
Subtotal			22	359

Fourth Year (Spring) (4º Ano - Primavera)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
-	Graduation Thesis/Design	Thesis	6	136
Subtotal			6	136

PEKING UNIVERSITY - PKU Materials Science & Engineering			
Resumo		Crédito	Carga Horária
Total de Crédito e Carga Horária		136	2534

APÊNDICE N – Estrutura Curricular do Curso Bacharel de Ciências em Engenharia de Materiais – RWTH (Aachen)

RWTH AACHEN UNIVERSITY (GERMANY)				
Materials Engineering B.Sc.				
(Bacharel em Ciências de Engenharia de Materiais)				
First Semester (Semester 1 - Winter)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Área da Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
1116004	Linear Algebra I	Math - Scientific Basics	4	45
1113173	Differential and Integral Calculus I	Math - Scientific Basics	4	45
1515492	Chemistry	Math - Scientific Basics	9	135
4011193	Technical Mechanics I	Subject - Specific Basics	6	90
5312481	Crystallography	Subject - Specific Basics	3	45
5215736	Complementary Course I (elective subject)	Non-technical Subjects	2	30
Subtotal			28	390
Second Semester (Semester 2 - Summer)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Área da Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
1113424	Linear Algebra II	Math - Scientific Basics	4	45
1113570	Differential and Integral Calculus II	Math - Scientific Basics	4	45
1315704	Physics	Math - Scientific Basics	9	135
5212484	Dynamics of Technical Systems E	Subject - Specific Basics	3	45
4011194	Technical Mechanics II	Subject - Specific Basics	6	90
5117888	Principles of Electrical Drive Technology	Subject - Specific Basics	3	45
5212485	Materials Chemistry I	Subject - Specific Basics	7	90
4013368	Materials Science of Plastics	Subject - Specific Basics	4	45
Subtotal			40	540
Third Semester (Semester 3 - Winter)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Área da Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
1515493	Physical Chemistry	Math - Scientific Basics	6	90
5212493	Materials Physics I and II	Subject - Specific Basics	8	90

5212496	Process Measurement Engineering	Subject - Specific Basics	3	45
5212494	Basic Module Heterogeneous Equilibria	Subject - Specific Basics	2	30
5212956	Transport Phenomena I	Specialization	4	45
5212487	Simulation Technology	Specialization	4	60
Subtotal			27	360

Fourth Semester (Semester 4 - Summer)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Área da Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
5112488	Principles of Mechanics and Machinery Components	Subject - Specific Basics	3	45
5212895	Metallic Materials	Specialization	4	45
5212894	Metallurgy and Recycling	Specialization	4	45
5212489	Transport Phenomena II	Specialization	4	45
5210203	Basic Project Skills	Non-technical Subjects	6	60
5212490	Complementary Course II (elective subject)	Non-technical Subjects	2	30
Subtotal			23	270

Fifth Semester (Semester 5 - Winter)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Área da Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
5212497	Materials Characterization	Subject - Specific Basics	4	45
5212495	Process Characterization	Subject - Specific Basics	4	45
5212918	Fabrication Technology of Metals: Foundry Technology I	Specialization	4	45
5212919	Introduction to Metal Forming	Specialization	4	45
5212546	Materials Science and Technology of Ceramics	Specialization	4	45
5212896	Introduction to Glass	Specialization	4	45
5212500	Materials Chemistry II	Specialization	8	90
Subtotal			32	360

Sixth Semester (Semester 6 - Summer)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Área da Disciplina	Crédito (ECTS)	Carga Horária
8015068	Introduction to Business Administration	Non-technical Subjects	6	60
5218443	Industry internship	Further Courses	12	360
5212491	Bachelor's thesis	Further Courses	12	360

Subtotal	30	780
----------	----	-----

<b>RWTH AACHEN UNIVERSITY (GERMANY)</b> <b>Materials Engineering B.Sc.</b>		
Resumo	Crédito (ECTS)	Carga Horária
<b>Total de Crédito e Carga Horária</b>	<b>180</b>	<b>2700</b>

APÊNDICE O – Estrutura Curricular do Curso Engenharia em Ciência dos Materiais –  
Oxford

UNIVERSITY OF OXFORD (UNITED KINGDOM)				
M.Eng in Materials Science				
(Bacharel ou Mestre em Engenharia em Ciência dos Materiais)				
First Year (Prelims)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (HECFE)	Carga Horária
MS1	Physical Foundations of Materials	Directly examined		50
MS2	Structure and Mechanical Properties of Materials	Directly examined		50
MS3	Transforming materials	Directly examined		50
MS4	Mathematics for Materials Science	Directly examined		53
Y1	Crystallography classes	Continual assessment		21
Y1	Computing for Materials Science (MATLAB)	Continual assessment		12
Y1	Practical Course	Continual assessment		58
Y1	Engineering Drawing & CAD Classes	Additional elements		6
Y1	Introduction to Errors in Measurement	Additional elements		2
Y1	Introduction to Computing	Additional elements		3
Y1	Industrial visits (optional)	Additional elements		
Y1	Foreign language (optional)	Additional elements		
Subtotal			120	305
Second Year (Part I Final Honours School)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (HECFE)	Carga Horária
GP1	Lifecycle, Processing & Engineering of Materials	Directly examined		48
GP2	Electronic properties of materials	Directly examined		50
GP3	Mechanical Properties of Materials	Directly examined		46
GP4	Structure & Thermodynamics of Materials	Directly examined		50
Y2	Foreign language (optional)	Directly examined		
Y2	Supplementary subject (optional)	Directly examined		
Y2	Practical Course	Continual assessment		108
Y2	Industrial visits and talks	Continual assessment		16
Y2	Entrepreneurship course	Continual assessment		16

Y2	Mathematics - Partial Differential Equations & Fourier Series and Tensors	Additional elements		12
Y2	Communication skills (Other Lectures)	Additional elements		11
Subtotal			120	357

**Third Year (Part I Final Honours School)**

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (HECFE)	Carga Horária
OP1	Prediction of Materials Properties (Options Paper 1)	Directly examined		12
OP1	Engineering Ceramics: Synthesis & Properties (Options Paper 1)	Directly examined		12
OP1	Materials & Devices for Optics and Optoelectronics (Options Paper 1)	Directly examined		12
OP1	Advanced Manufacture with Metals and Alloys: Processing, Joining & Shaping (Options Paper 1)	Directly examined		12
OP1	Magnetic & Superconducting Materials (Options Paper 1)	Directly examined		12
OP2	Devices (Options Paper 2)	Directly examined		12
OP2	Enabling Nanotechnology – From Materials to Devices (Options Paper 2)	Directly examined		12
OP2	Biomaterials & Natural Materials (Options Paper 2)	Directly examined		12
OP2	Advanced Polymers (Options Paper 2)	Directly examined		12
OP2	Materials for Nuclear Systems (Options Paper 2)	Directly examined		12
Y3	Team design project, assessed by written report and oral presentation	Continual assessment		100
Y3	Introduction to Modelling in Materials Science module, assessed by written report (Compulsory Module)	Continual assessment		100
Y3	Advanced Characterisation of Materials, assessed by written report (Options Module)	Continual assessment		100
Y3	Atomistic Modelling, assessed by written report (Options Module)	Continual assessment		100
Y3	Industrial visits (four visits)	Continual assessment		22
(3 Options Paper 1 + 3 Options Paper 2) Subtotal			120	542

**Fourth Year (extended terms - Part II Final Honours School)**

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito (HECFE)	Carga Horária
MS Part II	Research project (full-time, the 37-week research project)	Thesis		1480

Y4	Presentation skills	Additional elements		6
Y4	Project management skills	Additional elements		7
Y4	Ethics & Sustainability	Additional elements		9
Y4	Industrial visits	Additional elements		12
Y4	Careers events	Additional elements		2
Y4	Information skills & Reference Management	Additional elements		2
Y4	Writing skills and IPR	Additional elements		3
Y4	Technology transfer (tbc)	Additional elements		2
Y4	Workshop skills	Additional elements		1
Y4	MATLAB and LabVIEW	Additional elements		9
Subtotal			120	1533

<b>UNIVERSITY OF OXFORD</b> <b>Materials Science &amp; Engineering</b>		
Resumo	Crédito (HECFE)	Carga Horária
<b>Total de Crédito e Carga Horária</b>	<b>480</b>	<b>2737</b>

**Notes:**

1- There are two credit systems: that used by UK universities, and the ECTS, used by a number of other European countries. We take each year of full-time study to equal 120 UK credits (undergraduate) and 180 UK credits (postgraduate) according to the Higher Education Credit Framework for England (HECFE). In ECTS, this is equivalent to 60 credits for undergraduate study and 90 credits for postgraduate study. The University's courses are not taught on a modular basis so we do not apply credit weightings to the individual components of your course.

2- At the start of Year 3 it is possible to transfer to a 3-year B.A. degree in Materials Science, graduating at the end of Year 3. A student opting to do this takes a smaller set of materials option lecture courses and carries out a literature-based research module. The B.A. degree is not accredited by the IOM3/UK Engineering Council. This option is intended for the occasional student who may change their mind about their career path while following our M.Eng programme.

APÊNDICE P – Estrutura Curricular do Curso Bacharel em Engenharia Metalúrgica - USTB (Beijing)

UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING - USTB School of Metallurgical and Ecological Engineering (Bacharel em Engenharia Metalúrgica)				
1º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1150106	Saúde mental de estudantes universitários	Geral	0	8
1150102	Desenvolvimento de carreira e orientação de emprego para estudantes universitários	Geral	0	8
1110101	Educação física	Geral	1	32
1120101	Teoria militar	Geral	0	32
1150113	Educação em segurança pública para estudantes universitários	Geral	0	32
1080511	Cultivo ideológico e moral e base jurídica	Geral	3	48
1090302	Língua estrangeira básica	Geral	4	64
1060301	Química Inorgânica B	Geral	4	64
1210002	Cálculo A	Geral	6	96
Subtotal			18	384
2º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
4020306	Uma introdução à engenharia metalúrgica	Geral	1	16
1150106	Saúde mental de estudantes universitários	Geral	0	8
1110101	Educação física	Geral	1	32
1090302	Língua estrangeira básica	Geral	4	64
1080107	Esboço da História Moderna da China	Geral	2	32
1210002	Cálculo A	Geral	5	80
1060110	Álgebra Linear A	Geral	3	48
1210008	Física de Engenharia B	Geral	4	64
4020006	Seminário de calouros	Eletiva Pública	1	16
Subtotal			21	360
3º Semestre				

Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1110101	Educação física	Geral	1	32
1210008	Física de Engenharia B	Geral	4	64
1050406	Design do programa de idioma c	Geral	4	64
2040016	Cartografia de Engenharia B	Geral	2	32
1060122	Teoria da Probabilidade e estatística matemática A	Geral	3	48
1210010	Mecânica de Engenharia E	Disciplinar	3	48
2060307	Química Física B	Disciplinar	6	96
2230006	Eletricista Tecnologia B	Disciplinar	2,5	40
Subtotal			25,5	424

4º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1150102	Desenvolvimento de carreira e orientação de emprego para estudantes universitários	Geral	0	8
1110101	Educação física	Geral	1	32
1070101	Economia e gestão	Geral	2	32
1080108	Uma introdução aos princípios básicos do marxismo	Geral	3	48
2020101	Princípio da transmissão metalúrgica	Disciplinar	4	64
4020004	Projeto e operação da unidade metalúrgica	Profissional	2	32
4020004	Projeto e operação da unidade metalúrgica	Prático	2	32
4020114	Engenharia ambiental metalúrgica e reciclagem de recursos	Classe superior	1,5	24
Subtotal			15,5	272

5º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1080103	Uma introdução ao Pensamento de Mao Tsé-Tung e ao sistema teórico do socialismo com características chinesas	Geral	2	32
2020032	Princípios da metalurgia não ferrosa	Disciplinar	2	32
2020033	Química Física Metalúrgica I.	Disciplinar	4	64
4020007	Processos de carvão e coque	Eletiva Aço	1	16
4020008	Nova tecnologia para blocos de construção de minério de ferro	Eletiva Aço	1	16
4020123	Liga de Ferro	Eletiva Aço	1	16
4020046	hidrometallurgia	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020047	Metalurgia de Ouro e Prata	Eletiva Não Ferrosa	1	16

4020015	Equipamento metalúrgico não ferroso	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020056	Material cerâmico de alta temperatura	Eltv Metalurgização	1	16
4020057	A superfície do material é adsorvida	Eltv Metalurgização	1	16
4020061	Uma introdução ao processamento de recursos	Eletiva Reciclagem	1	16
4020062	Avaliação do ciclo de vida dos metais	Eletiva Reciclagem	1	16
4020072	Engenharia da Informação Metalúrgica	Eletiva Metalúrgica	1	16
S/N	Métodos de processamento e mineração de dados	Eletiva Metalúrgica	1	16
S/N	Engenharia de sistemas	Eletiva Metalúrgica	1	16
4020080	A base da mecânica quântica	Eltv Novos Materiais	1	16
4020081	Uma introdução a novos materiais e dispositivos energéticos	Eltv Novos Materiais	1	16
4020082	Base química catalítica	Eltv Novos Materiais	1	16
4020083	Ionologia de estado sólido	Eltv Novos Materiais	1	16
4020084	Nova tecnologia de conversão e controle de energia	Eltv Novos Materiais	1	16
4020122	Leitura e Escrita De Inglês Profissional (Bílingue)	Classe superior	1	16
2020126	Química Física Metalúrgica (Programa de Excelência)	Classe superior	5	80
Subtotal			32	512

6º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1020001	Fundação de segurança laboratorial	Geral	0	12
1080103	Uma introdução ao Pensamento de Mao Tsé-Tung e ao sistema teórico do socialismo com características chinesas	Geral	2	32
S/N	Química Física Metalúrgica II	Disciplinar	1,5	24
2020415	Materiais metálicos e tratamento térmico	Disciplinar	2	32
4020041	Métodos de pesquisa de engenharia metalúrgica	Profissional	1,5	24
4020103	Metalurgia de Ferro e Aço I	Profissional	3	48
4020201	Metalurgia de Ferro e Aço II	Profissional	3	48
4020402	Metalurgia metálica não ferrosa	Profissional	3,5	56
4020041	Métodos de pesquisa de engenharia metalúrgica	Prático	1,5	24
4020103	Metalurgia de Ferro e Aço I	Prático	3	48
4020201	Metalurgia de Ferro e Aço II	Prático	3	48
4020402	Metalurgia metálica não ferrosa	Prático	3,5	56
4020010	Pré-tratamento de ferro	Eletiva Aço	1	16
4020011	Refinação fora do forno (bilingue)	Eletiva Aço	1	16
4020013	Processo e equipamento contínuo de fundição	Eletiva Aço	1	16

4020044	Palestra sobre as fronteiras da tecnologia metalurgia de aço	Eletiva Aço	1	16
4020045	Metalurgia especial de aço (bilíngue)	Eletiva Aço	1	16
4020207	Tecnologia de produção de aço limpo	Eletiva Aço	1	16
4020040	Estrutura e Desempenho do Material: Metalurgia de fase (bilíngue)	Eletiva Aço	1	16
4020093	Base de simulação de fundição e solidificação	Eletiva Aço	1	16
4020016	Metalurgia de chumbo e zinco	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020017	Metalurgia da Terra Rara	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020048	Palestra de Fronteira sobre Metalurgia Não Ferrosa	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020049	Tecnologia de eletrólise de alumínio	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020050	Metalurgia tungstênio tungstã	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020051	Metalurgia de níquel-cobalto	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020052	Produção de alumina	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020019	Método de fundição metálica de alta pureza	Eletiva Não Ferrosa	1	16
	Minerais e Gemologia	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020021	Palestra sobre as Fronteiras da Química Física Metalúrgica	Eltv Metalurgização	1	16
4020023	A aplicação do diagrama de fase na metalurgia	Eltv Metalurgização	1	16
4020059	O princípio e a tecnologia da funcionalização da superfície de aço	Eltv Metalurgização	1	16
4020058	Cálculo e prática da teoria da química física metalúrgica	Eltv Metalurgização	1	16
	Oxidação superficial e proteção de materiais	Eltv Metalurgização	1	16
4020026	Derretimento de alta temperatura	Eltv Metalurgização	1	16
4020064	Reciclagem de resíduos sólidos metalúrgicos	Reciclagem	1	16
4020065	Tecnologia de monitoramento ambiental metalúrgico	Reciclagem	1	16
4020066	Método de avaliação de impacto ambiental metalúrgico	Reciclagem	1	16
4020063	Poluição e controle do ar metalúrgico	Reciclagem	1	16
4027007	Tratamento e reutilização de águas residuais da indústria metalúrgica	Reciclagem	1	16
	Filosofia de Engenharia e Metodologia de Engenharia	Eletiva Metalúrgica	1	16
4020076	Aplicação da tecnologia de processamento de sinais na metalurgia	Eletiva Metalúrgica	1	16
4020078	Aplicação da tecnologia internet das coisas na metalurgia	Eletiva Metalúrgica	1	16
	Método inteligente de otimização do processo metalúrgico	Eletiva Metalúrgica	1	16
4020085	Nanomateriais e dispositivos	Eltv Novos Materiais	1	16
4020086	Física e tecnologia de filmes finos	Eltv Novos Materiais	1	16
4020087	Materiais polímeros e tecnologia de membrana	Eltv Novos Materiais	1	16
4020088	Processo de fornecimento de energia química	Eltv Novos Materiais	1	16

4020089	Uma introdução à energia de hidrogênio e engenharia de energia de baixo carbono	Eltv Novos Materiais	1	16
4020114	Engenharia ambiental metalúrgica e reciclagem de recursos	Classe superior	1,5	24
4020113	Tecnologia experimental de engenharia metalúrgica	Classe superior	1,5	24
2020416	Materiais metálicos e tratamento térmico	Classe superior	3	48
Subtotal			70,5	1140

7º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1150102	Desenvolvimento de carreira e orientação de emprego para estudantes universitários	Geral	0	8
4020042	Engenharia de processos metalúrgicos e fabricação inteligente	Profissional	2	32
4020042	Engenharia de processos metalúrgicos e fabricação inteligente	Prático	2	32
4020043	Método de escrita de inglês tecnológico (tudo inglês)	Eletiva Pública	1	16
4020009	Nova tecnologia para fabricação de ferro em fornos não-altos	Eletiva Aço	1	16
4020014	Formação e processamento de material de aço	Eletiva Aço	1	16
4020053	Metalurgia de Magnésio	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020054	Metalurgia de titânio	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020055	Metais não ferrosos são reciclados	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020414	Biometalurgia não ferrosa (Todos os ingleses)	Eletiva Não Ferrosa	1	16
4020002	Refratários	Eltv Metalurgização	1	16
4020025	Medição e cálculo da atividade	Eltv Metalurgização	1	16
4020024	A estrutura básica e os métodos de pesquisa da estrutura de fase	Eltv Metalurgização	1	16
4020067	Metalurgia não ferrosa e ambiente ecológico	Reciclagem	1	16
4020069	Rara tecnologia de regeneração de metais preciosos	Reciclagem	1	16
4020070	Descarte e aplicação de resíduos eletrônicos	Reciclagem	1	16
4027005	Produção de aço e meio ambiente ecológico	Reciclagem	1	16
4027008	Conservação de energia metalúrgica e tecnologia de corte de redução de emissões	Reciclagem	1	16
4027006	Restauração ecológica da poluição industrial	Reciclagem	1	16
4020079	Metais e futuros minerais	Eletiva Metalúrgica	1	16
4020116	Deteção de processos metalúrgicos e controle automático	Eletiva Metalúrgica	1	16
4020018	Metalurgia de Silício	Eltv Novos Materiais	1	16
4020090	Métodos e técnicas eletroquímicas	Eltv Novos Materiais	1	16
4020091	Princípios e processos de células solares	Eltv Novos Materiais	1	16

4020092	Armazenamento de energia e projeto e processo de bateria de energia	Eltv Novos Materiais	1	16
4020121	Engenharia de Processos Metalúrgicos	Classe superior	1	16
Subtotal			27	440

8º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
302010Z	Projeto de Graduação (Tese)	Prático	15	240
Subtotal			15	240

UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING - USTB School of Metallurgical and Ecological Engineering		
Resumo	Crédito	Carga Horária
Total de Crédito e Carga Horária	224,5	3772

	Curso teórico					Subtotal
	Obrigatório			Curso eletivo		
	Cursos gerais	Plataforma disciplinar	Núcleo profissional	Eletivas profissionais	Expansão da qualidade	
Créditos	62	31	15	10	20	138
Percentual (%)	33.7	16.8	8.2	5.4	10.9	75

Cursos práticos					
fundação	Especializada	experimental	Inovação e empreendedorismo	Subtotal	resumo
3	28	11	5	47	185
1.6	14.7	6.0	2.7	25.0	

categoria	Expansão da qualidade				Subtotal
	língua estrangeira	Inovação e empreendedorismo	Alfabetização humanística	Auto-seleção	
Créditos	3	3	4	10	20

APÊNDICE Q – Estrutura Curricular do Curso Bacharel em Engenharia e Ciências dos Materiais – USTB (Beijing)

UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING - USTB School of Materials Science and Engineering (Bacharel em Ciência e Engenharia de Materiais)				
1º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1150106	Saúde mental de estudantes universitários	Estudos Gerais	0	8
1150102	Desenvolvimento de carreira e orientação de emprego para estudantes universitários	Estudos Gerais	0	8
1110101	Educação física	Estudos Gerais	1	32
1150113	Educação em segurança pública para estudantes universitários	Estudos Gerais	0	32
1080511	Cultivo ideológico e moral e base jurídica	Estudos Gerais	3	48
1090302	Língua estrangeira básica (Inglês Básico)	Estudos Gerais	4	64
1050411	Fundamentos do Computador	Estudos Gerais	2	32
1210007	Física de Engenharia A	Estudos Gerais	2,5	40
1060301	Química Inorgânica B	Estudos Gerais	4	64
1210002	Cálculo A	Estudos Gerais	6	96
4030153	Introdução à Ciência e Engenharia de Materiais - Palestra com Prof Renomado	Prof Eletivas	1	16
4030156	Abordagem à Ciência dos Materiais	Prof Eletivas	1	16
Subtotal			24,5	456
2º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1150106	Saúde mental de estudantes universitários	Estudos Gerais	0	8
1110101	Educação física	Estudos Gerais	1	32
1090302	Língua estrangeira básica (Inglês Básico)	Estudos Gerais	4	64
1080107	Esboço da História Moderna da China	Estudos Gerais	2	32

1120101	Teoria militar	Estudos Gerais	0	32
1210007	Física de Engenharia A	Estudos Gerais	4,5	72
1210002	Cálculo A	Estudos Gerais	5	80
1050406	Programação em Linguagem C	Estudos Gerais	4	64
1060042	Experimentos de Química Inorgânica BII	Cursos Práticos	2	32
Subtotal			22,5	416

3º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1110101	Educação física	Estudos Gerais	1	32
1210007	Física de Engenharia A	Estudos Gerais	4	64
1060110	Álgebra Linear A	Estudos Gerais	3	48
1060122	Teoria da Probabilidade e Estatística Matemática A	Estudos Gerais	3	48
1259001	Situação e política	Estudos Gerais	0	16
2040016	Desenho de Engenharia B	Plataf de Assunto	2	32
1060107	Mecânica de Engenharia B	Plataf de Assunto	5	80
318000P	Prática de trabalho de metal C (2 semanas)	Cursos Práticos	2	32
1060206	Engenharia Física Experimentos A	Cursos Práticos	2	32
4030062	Introdução à Ciência e Engenharia de Materiais (continuação)	Prof Eletivas	1	16
309000B	Treinamento inglês (3 semanas)	Cursos Práticos	3	48
315000B	Capacitação em Empreendedorismo (3 semanas)	Cursos Práticos	3	48
324000B	Prática computacional (3 semanas)	Cursos Práticos	3	48
Subtotal			32	544

4º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1150102	Desenvolvimento de carreira e orientação de emprego para estudantes universitários	Estudos Gerais	0	8
1110101	Educação física	Estudos Gerais	1	32
1080108	Uma introdução aos princípios básicos do marxismo	Estudos Gerais	3	48
1210012	Equação Física Matemática A	Estudos Gerais	3	48
2030528	Física Estatística B	Plataf de Assunto	2	32
2230006	Engenharia Elétrica B	Plataf de Assunto	2,5	40
2220003	Química Física D	Plataf de Assunto	4	64
1060206	Engenharia Física - Experimentos A	Cursos Práticos	2	32

1060123	Experimentos Matemáticos	Cursos Práticos	1	16
2050110	Experiência de Tecnologia Elétrica	Cursos Práticos	1	16
2060312	Experimentos de Físico-Química C	Cursos Práticos	2	32
4030062	Introdução à Ciência e Engenharia de Materiais (continuação)	Prof Eletivas	1	16
Subtotal			22,5	384

5º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1080103	Uma introdução ao Pensamento de Mao Tsé-Tung e ao sistema teórico do socialismo com características chinesas	Estudos Gerais	2	32
1070101	Economia e gestão	Estudos Gerais	2	32
4030511	Fundamentos da Física - Estado Sólido C	Plataf de Assunto	2	32
2230008	Tecnologia Eletrônica B	Plataf de Assunto	2,5	40
2030125	Fundamentos da Ciência dos Materiais A	Plataf de Assunto	4	64
2050113	Experiência de Tecnologia Eletrônica	Cursos Práticos	1	16
4030074	Experimentos para os Fundamentos da Ciência dos Materiais A	Cursos Práticos	1,5	24
4030690	Inglês Profissional	Prof Eletivas	0,5	8
4030061	Termodinâmica de Materiais	Prof Eletivas	2	32
4030302	Fundamentos da Eletroquímica	Prof Eletivas	2	32
Subtotal			19,5	312

6º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1080103	Uma introdução ao Pensamento de Mao Tsé-Tung e ao sistema teórico do socialismo com características chinesas	Estudos Gerais	2	32
2030125	Fundamentos da Ciência dos Materiais A	Plataf de Assunto	3	48
2030033	Método de Análise de Material A	Plataf de Assunto	4	64
4030003	Propriedades Física do Material A	Prof Básicas	3	48
4030060	Preparação e processamento de materiais	Prof Básicas	3	48
4030074	Experimentos para os Fundamentos da Ciência dos Materiais A	Cursos Práticos	1,5	24
4030690	Inglês Profissional	Prof Eletivas	0,5	8
4030104	Materiais Funcionais	Prof Eletivas	2	32
4030110	Princípios da Metalurgia em Pó	Prof Eletivas	2	32

4030128	Tecnologia de Ciência e Simulação de Materiais Computacionais	Prof Eletivas	2	32
4030303	Materiais de polímero	Prof Eletivas	2	32
4030305	Teoria da corrosão de metais	Prof Eletivas	2	32
4180017	Prática de Simulação Virtual da Produção de Ferro e Aço A	Prof Eletivas	2	32
Subtotal			29	464

7º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
1150102	Desenvolvimento de carreira e orientação de emprego para estudantes universitários	Estudos Gerais	0	8
4030002	Materiais Metálicos	Prof Básicas	3	48
4030106	Comportamento Mecânico de Materiais	Prof Básicas	3	48
4030690	Inglês Profissional	Prof Eletivas	0,5	8
4030122	Tecnologia experimental de metalurgia do pó	Prof Eletivas	1	16
4030137	Visão geral de materiais aeroespaciais	Prof Eletivas	1	16
4030145	Introdução aos Biomateriais	Prof Eletivas	1	16
4030115	Materiais Compósitos	Prof Eletivas	2	32
4030119	Materiais de Filmes Finos e Tecnologia de Filmes Finos	Prof Eletivas	2	32
4030121	Materiais de Metalurgia do Pó	Prof Eletivas	2	32
4030123	Materiais Inorgânicos Não Metálicos	Prof Eletivas	2	32
4030304	Método do experimento de corrosão de metal	Prof Eletivas	2	32
4030307	Materiais anticorrosivos e proteção contra corrosão	Prof Eletivas	2	32
Subtotal			21,5	352

8º Semestre				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Tipo de Disciplina	Crédito	Carga Horária
303010Z	Projeto de graduação (tese) (15 semanas)	Cursos Práticos	15	240
303010A	Conheça o estágio (1 semana)	Cursos Práticos	1	16
303010C	Projeto de Curso Profissional (2 semanas)	Cursos Práticos	2	32
303010B	Prática de Produção (3 semanas)	Cursos Práticos	3	48
308010A	Prática Social	Cursos Práticos	3	48
315000C	Empreendedorismo e Prática de inovação	Cursos Práticos	2	32
312010Y	Treinamento Militar (2 semanas)	Cursos Práticos	0	32
315010A	Voluntariado para a Assistência Social (1 semana)	Cursos Práticos	0	16
1150102	Desenvolvimento de carreira e orientação de emprego para estudantes universitários	Estudos Gerais	0	8

<b>Subtotal</b>	<b>26</b>	<b>472</b>
-----------------	-----------	------------

UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING - USTB School of Metallurgical and Ecological Engineering		
Resumo	Crédito	Carga Horária
<b>Total de Crédito e Carga Horária</b>	<b>197,5</b>	<b>3400</b>

categoria	Cursos teóricos					Subtotal
	Obrigatório			Curso eletivo		
	Cursos de Estudos Gerais	Plataforma disciplinar	Núcleo profissional	Eletivas profissionais	Desenvolvimento de qualidade	
Créditos	67	31	12	8	19	137
Proporção (%)	36.8	17.0	6.6	4.4	10.4	75.3

Cursos práticos					
Básico	Profissional	Experimental	Inovação e empreendedorismo	Subtotal	total
3	23	14	5	45	182
1.6	12.6	7.7	2.7	24.7	

categoria	Desenvolvimento de qualidade				Subtotal
	língua estrangeira	Inovação e empreendedorismo	Alfabetização humanística	Autoeletivo	
Créditos	2	3	4	10	19

APÊNDICE R – Estrutura Curricular do Curso de Bacharel em Ciência e Engenharia de Materiais - MIT

MIT - Massachusetts Institute of Technology Materials Science and Engineering (Course 3) (Bacharel em Ciência e Engenharia de Materiais)				
First Year Fall Term (1º Ano - Outono)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>18.01</u>	Calculus I	GIR	12	70
<u>8.01</u>	Physics I	GIR	12	70
<u>3.091</u>	Introduction to Solid-State Chemistry	GIR	12	70
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			48	280
First Year Spring Term (1º Ano - Primavera)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>18.02</u>	Calculus II	GIR	12	70
<u>8.02</u>	Physics II	GIR	12	70
<u>7.012</u>	Biology	GIR	12	70
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			48	280
Sophomore Year Fall Term (2º Ano - Outono)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>3.010</u>	Structure of Materials (partial CI-M)	RS	12	70
<u>3.013</u>	Mechanical Behavior of Materials	RS	12	70
<u>3.019</u>	Introduction to Symbolic and Mathematical Computing	RS	3	42
<u>18.03</u>	Differential Equations	RS	12	70
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			51	322
Sophomore Year Spring Term (2º Ano - Primavera)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária

<u>3.020</u>	Thermodynamics of Materials (partial CI-M)	RS	12	84
<u>3.023</u>	Synthesis and Design of Materials	RS	12	84
<u>3.029</u>	Mathematics and Computational Thinking for Materials Scientists and Engineers I	RS	9	42
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			45	280

In the summer term between sophomore and junior year, student registers for:				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>3.930</u>	Internship Program	RS	6	84
Subtotal			6	84

Junior Year Fall Term (3º Ano - Outono)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>3.030</u>	Microstructural Evolution in Materials	RS	12	84
<u>3.033</u>	Electronic, Optical and Magnetic Properties of Materials	RS	12	84
<u>3.039</u>	Mathematics and Computational Thinking for Materials Scientists and Engineers II	RS	9	42
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			45	280

Junior Year Spring Term (3º Ano - Primavera)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>3.044</u>	Materials Processing	RS	12	56
<u>3.063</u>	Polymer Physics	RE	12	56
-	Unrestricted Elective	URE	12	56
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			48	238

In the summer term between junior and senior year, student registers for:				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>3.931</u>	Internship Program	RS	6	84
Subtotal			6	84

Senior Year Fall Term (4º Ano - Outono)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>3.042</u>	Materials Project Laboratory (CI-M)	RS	12	98
<u>3.14</u>	Physical Metallurgy	RE	12	42
-	Unrestricted Elective	URE	12	42
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			48	252

Senior Year Spring Term (4º Ano - Primavera)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
<u>3.07</u>	Introduction to Ceramics	RE	12	42
-	Unrestricted Elective	URE	12	42
-	Unrestricted Elective	URE	12	42
-	HASS Subject	GIR	12	70
Subtotal			48	196

HASS - Humanities, Arts, and Social Sciences
One MIT unit is approximately equal to 14 hours of work per term. For instance:
units assigned for lectures and recitations => 3 units
units assigned to laboratory, design, or field work => 2 units
5 (3+2) x 14 hours = 70 hours class

Disciplinas	Crédito MIT	Carga Horária
General Institute Requirement (GIR)	168	980
Required Subjects (RS)	141	994
Restricted Elective (RE)	36	140
Unrestricted Elective (URE)	48	182
Crédito/Carga horária mínima total	393	2296

Materials Science and Engineering (Course 3) REQUIRED SUBJECTS (RS)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
18.03	Differential Equations 1	RS	12	70
3.010	Structure of Materials (partial CI-M)	RS	12	70
3.013	Mechanical Behavior of Materials	RS	12	70
3.019	Introduction to Symbolic and Mathematical Computing	RS	3	42
3.020	Thermodynamics of Materials (partial CI-M)	RS	12	84
3.023	Synthesis and Design of Materials	RS	12	84
3.030	Microstructural Evolution in Materials	RS	12	84
3.033	Electronic, Optical and Magnetic Properties of Materials	RS	12	84
3.042	Materials Project Laboratory (CI-M)	RS	12	98
3.044	Materials Processing	RS	12	56
	<i>Select 18 units from the following:</i>		18	
1.00	Engineering Computation and Data Science	RS	12	70
2.086	Numerical Computation for Mechanical Engineers	RS	12	56
3.021	Introduction to Modeling and Simulation 2	RS	12	56
3.029	Mathematical and Computational Thinking for Materials Scientists and Engineers I	RS	9	42
3.039	Mathematical and Computational Thinking for Materials Scientists and Engineers II	RS	9	42
6.0001	Introduction to Computer Science Programming in Python	RS	6	42
6.0002	Introduction to Computational Thinking and Data Science	RS	6	42
	<i>Select one of the following:</i>		9-12	
3.930	Internship Program	RS	6	84
3.931	Internship Program	RS	6	84
3.THU	Undergraduate Thesis	RS	9-12	60-80

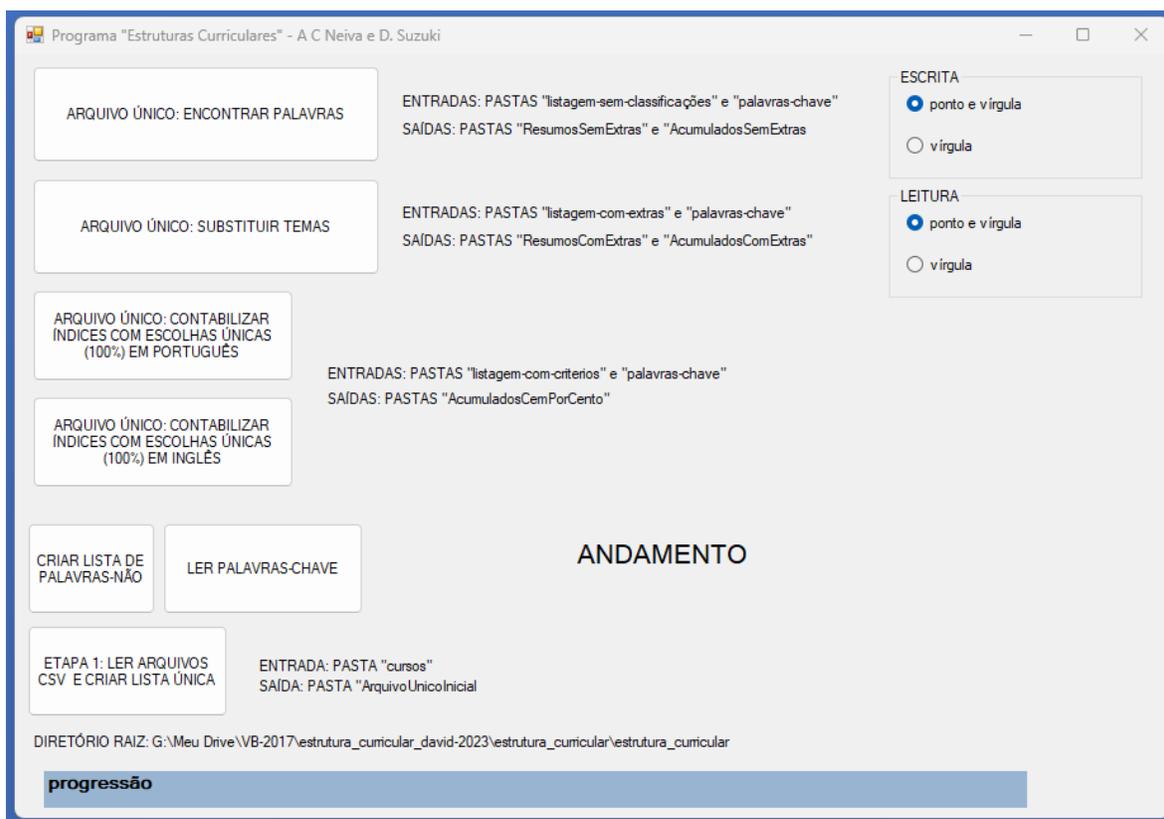
Materials Science and Engineering (Course 3) RESTRICTED ELECTIVES (RE)				
Sigla da Disciplina	Disciplinas	Bloco de Disciplina	Crédito MIT	Carga Horária
3.004	Principles of Engineering Practice	RE	12	84

3.017	Modelling, Problem Solving, Computing and Visualization	RE	12	56
3.021	Introduction to Modeling and Simulation	RE	12	56
3.046	Advanced Thermodynamics of Materials	RE	12	42
3.052	Nanomechanics of Materials and Biomaterials	RE	12	42
3.053[J]	Molecular, Cellular, and Tissue Biomechanics	RE	12	56
3.054	Cellular Solids: Structure, Properties, Applications	RE	12	42
3.055	Biomaterials Science and Engineering	RE	12	42
3.063	Polymer Physics	RE	12	56
3.064	Polymer Engineering	RE	12	42
3.07	Introduction to Ceramics	RE	12	42
3.071	Amorphous Materials	RE	12	42
3.074	Imaging of Materials	RE	12	42
3.080	Strategic Materials Selection	RE	12	42
3.081	Industrial Ecology of Materials	RE	12	42
3.086	Innovation and Commercialization of Materials Technology	RE	12	56
3.087	Materials, Societal Impact, and Social Innovation	RE	12	42
3.14	Physical Metallurgy	RE	12	42
3.15	Electrical, Optical, and Magnetic Materials and Devices	RE	12	42
3.152	Magnetic Materials	RE	12	42
3.154[J]	Materials Performance in Extreme Environments	RE	12	70
3.155[J]	Micro/Nano Processing Technology (CI-M)	RE	12	98
3.156	Photonic Materials and Devices	RE	12	42
3.16	Industrial Challenges in Metallic Materials Selection	RE	12	42
3.171	Structural Materials and Manufacturing	RE	12	28
3.18	Materials Science and Engineering of Clean Energy	RE	12	42
3.19	Sustainable Chemical Metallurgy	RE	12	42

## APÊNDICE S – Programa para localização de palavras-chave e atribuição de cargas

Como mencionado na Seção 4.3, foram criadas rotinas para a localização de palavras-chave e atribuição de temas a cada disciplina listada nos quadros dos Apêndices de A a R. Ele apresenta duas rotinas principais: rotinaLeArquivosDeCursos() e rotinaLeLista(). Esta segunda rotina pode ser acionada com três diferentes argumentos: “superposição”, “comExtras” e “cemPorCento”. A Figura 1 apresenta a tela de entrada do programa e o Quadro 1 apresenta a lista de sub-rotinas acionadas pelos seus botões. Cada uma destas sub-rotinas aciona ainda inúmeras outras sub-rotinas e funções.

**Figura 1** – Tela inicial do programa



## Quadro 1 – Rotinas acionadas pelos botões da tela inicial

Legenda do botão	Rotina acionada
Etapa 1: Ler arquivos csv e criar lista única	rotinaLeArquivosDeCursos()
Arquivo único: encontrar palavras	rotinaLeLista("superposição")
Arquivo único: substituir temas	rotinaLeLista("comExtras")
Arquivo único: contabilizar índices com escolhas únicas (100%) em português	rotinaLeLista("cemPorCento") (Variável inglesOK = 0)
Arquivo único: contabilizar índices com escolhas únicas (100%) em inglês	rotinaLeLista("cemPorCento") (Variável inglesOK = 1)
Criar lista de palavras-não	criarListaDePalavrasNao()
Ler palavras-chave	rotinaLePalavrasChave()

O programa utiliza entradas com extensão txt ou csv criadas preferencialmente em programas de planilhas, como Microsoft Excel ou Google Sheet, ou alternativamente em editores simples de arquivos-texto, como o Microsoft Notepad. As saídas são criadas em formato csv, que pode ser aberto como planilha ou como arquivo-texto, podendo então ser editado para ser utilizado como entrada na etapa subsequente do processo.

O Quadro 2 apresenta os títulos das colunas dos arquivos csv utilizados tanto para entrada como para saída de dados das disciplinas nas diferentes etapas. O Quadro 3 apresenta os títulos das colunas do arquivo csv utilizado para entrada das palavras-chave classificadas em temas, grupos e classes. O separador utilizado para as palavras-sim, palavras-não e palavras-e foi “[ ]”.

**Quadro 2 – Estrutura dos arquivos de entrada e saída de disciplinas**

Coluna no Excel	Índice nas matrizes do programa	Título
A	0	curso
B	1	linha
C	2	curso
D	3	n
E	4	repet pal
F	5	fator
G	6	código
H	7	nome
I	8	carga
J	9	créditos
K	10	créditos-trabalho
L	11	class orig
M	12	class orig
N	13	class orig
O	14	novo grupo
P	15	palavras
Q	16	repet gr
R	17	grupos
S	18	escolha
T	19	temas
U	20	rept classe
V	21	classe
W	22	acrécimos
X	23	tema escolhido
Y	24	carga classe
Z	25	carga grupo
AA	26	carga palavra
AB	27	carga tema
AC	28	problemas na escolha

## Quadro 2 – Estrutura do arquivo de entrada de palavras-chave

Coluna no Excel	Índice nas matrizes do programa	Título
A	0	Classe (português)
B	1	Classe (inglês)
C	2	Grupo (português)
D	3	Grupo (inglês)
E	4	Tema (português)
F	5	Tema (inglês)
G	6	Palavras-sim
H	7	Palavras-não
I	8	Palavras-e

O programa gera 63 arquivos de saída, distribuídos em seis pastas:

- ResumosCemPorCento
- ResumosComExtras
- ResumosSemExtras
- AcumuladosCemPorCento
- AcumuladosComExtras
- AcumuladosSemExtras

O Quadro 4 mostra, como exemplo, a lista dos arquivos de saída da pasta “AcumuladosCemPorCento”, e o Quadro 5 mostra a lista dos arquivos de saída da pasta “ResumosCemPorCento”.

**Quadro 4 – Lista de arquivos na pasta de saída “AcumuladosCemPorCento”**

grupo-disciplinas-cem.csv
log-cem.txt
palavra-carga-cem.csv
palavra-creditos-aula-cem.csv
palavra-creditos-trabalho-cem.csv
palavra-disciplinas-cem.csv
somas-resumo-cem.csv
tema-carga-cem.csv
tema-creditos-aula-cem.csv
tema-creditos-trabalho-cem.csv
tema-disciplinas-cem.csv
classe-carga-cem.csv
classe-creditos-aula-cem.csv
classe-creditos-trabalho-cem.csv
classe-disciplinas-cem.csv
grupo-carga-cem.csv
grupo-creditos-aula-cem.csv
grupo-creditos-trabalho-cem.csv

**Quadro 5 – Lista de arquivos na pasta de saída “ResumosCemPorCento”**

RESUMO-COMPLETO-PARA-EDITAR.csv
CATEGORIAS.csv
GRUPOS_E_CATEGORIAS_POR_DISCIPLINA_SELECIONADA-CemPorCento.csv

O programa completo é apresentado a seguir.

## DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS GERAIS

```
Imports System.IO
Imports System.Globalization
Public Class Form1
    Dim directorioRaiz As String
    Dim sepLeitura As String = ";"
    Dim sepEscrita As String = ";"
    Dim inglesOK As Short = 0 'se for =1 opera em inglês
    Dim textoGruposAcumulados(1, 1) As String
    Dim textoGrupoSeparado(1, 1, 1) As String
    Dim textoColunas5a12(1, 1) As String
    Dim textoPalavra(1, 1) As String
    Dim textoPalavraSeparada(1, 1, 1) As String
    Dim textoPalavraSeparadaAcumulado(1, 1) As String
    Dim textoCategoriasSeparadas(1, 1, 1) As String
    Dim textoClassesAcumuladas(1, 1) As String
    Dim colunaGrupoExtra(1, 1) As String
    Dim textoTemasAcumulados(1, 1) As String
    'CONTADORES POR CATEGORIA, POR CURSO, ETC (MATRIZES):
    Dim linhaDaDisciplina(1, 1) As Short
    Dim numOpcoes(2, 1) As Short
    Dim numeroDePalavrasEncontradasNaDisciplina(1, 1) As Short
    Dim contaRepeticoesGrupais(1, 1) As Short
    Dim contaRepeticoesDasCategorias(1, 1) As Short
    Dim contaDisciplinasNaoSelecionadas(1) As Short
    Dim contaTemasPorGrupo(1) As Short
    Dim contaPalavrasPorGrupo(1) As Short
    Dim contaTemas As Short = 0
    'LEITURA:
    Dim escolha(1, 1) As Short
    Dim grupoNovoForaDoNome(1, 1) As Boolean
    Dim grupoExistenteForaDoNome(1, 1) As Boolean
    'COLEÇÕES POR PALAVRA:
    Dim colecaoPalavras(1, 1) As String 'ainda se usa?
    Dim colecaoPalavrasSim(1, 1) As String 'por palavra
    Dim colecaoPalavrasNao(1, 1) As String 'por palavra
    Dim colecaoPalavrasE(1, 1) As String 'por palavra
    Dim colecaoTemasPorPalavra(1, 1) As String
    Dim colecaoGruposPorPalavra(1) As String
    Dim colecaoClassesPorPalavra(1) As String
    'COLEÇÕES POR TEMA:
    Dim colecaoTemasPorTema(1, 1) As String '0 português, 1 inglês - por tema
    'COLEÇÕES POR GRUPO:
    Dim colecaoGruposPorGrupo(1, 1) As String 'primeiro: 0 - grupo / 1 - categoria / segundo: número do grupo
    'COLEÇÕES POR CLASSE:
    Dim colecaoClassesPorClasse(1) As String
    'COLEÇÕES POR CURSO:
    Dim cursos(0) As String
    'ÍNDICES POR TEMA, POR PALAVRA
    Dim indicesParaCadaTema(1, 1) As Short 'POR TEMA (primeiro: 0 classe, 1 grupo)
    Dim temaDeCadaPalavra(1) As Short 'POR PALAVRA
    Dim textoDisciplinasPorPalavras As String = "" 'precisa ser geral?
    Dim linhaPorCursoEDisciplina(1, 1) As Short
    'ROTINA "encontreiPalavras":
    Dim acumuladoresPorClasse(1, 1, 1) As Single
    Dim acumuladoresPorGrupo(1, 1, 1) As Single
    Dim acumuladores(1, 1, 1) As Single
    Dim acumuladoresPorTema(1, 1, 1) As Single
    Dim somaTotal(1, 1, 1, 1) As Single
    Dim separado
```

```

Dim fatorAgora(3) As Single '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
Dim diretorioSaida As String = ""
Dim diretorioSaidaResumos As String = ""
Dim textoLog As String = ""
'CONTADORES TOTALIZADORES:
Dim contaGruposComExtras As Short
Dim margemParaGruposExtras As Short = 10
Dim contaClassesComExtras As Short
Dim contaPalavras As Short = 0
Dim contaGrupos As Short = 0
Dim contaClasses As Short = 0
Dim numMaxPalavrasSim As Short = 0
Dim numMaxPalavrasNao As Short = 0
Dim numMaxPalavrasE As Short = 0
Dim numeroGrupoAgora As Short = 0
Dim palavrasSim As String = ""
Dim palavrasNao As String = ""
Dim palavrasE As String = ""
Dim grupoAgora As String = ""
Dim categoriaAgora As String = ""
Dim temaDestaPalavra As String = ""
Dim temaExiste As Boolean = False
Dim arquivoPalavras As String
Dim cemPorCento As Boolean = False
Dim saidaGrupos As String = ""
Dim contaErrosNaSelecaoDeGrupos As Short = 0
Dim sufixo As String = ""
Dim textoTemaEscolhido(1) As String
Dim contaLinhas As Short = 0
Dim provisorio(3, 1) As Single '3: 0 classe / 1 grupo / 2 palavra / 3 tema
Dim problemasPorLinha(1) As String
Dim contaCaminhos(10) As Short
Dim caminho(1) As String

```

### Subrotina de carregamento automático inicial

```

Private Sub Form1_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load
'Me.WindowState = FormWindowState.Maximized
'A - encontra diretorio acima do de trabalho (se este for Debug ou Release)
If (Strings.Right(Application.StartupPath, 10)) = "\bin\Debug" Then
diretorioRaiz = Strings.Left(Application.StartupPath, Len(Application.StartupPath) - 10)
Else
If (Strings.Right(Application.StartupPath, 12)) = "\bin\Release" Then
diretorioRaiz = Strings.Left(Application.StartupPath, Len(Application.StartupPath) - 12)
Else
MsgBox("Não estou na pasta 'Release' nem na 'Debug'. Coisas estranhas podem acontecer.")
diretorioRaiz = Application.StartupPath
End If
End If
Label1.Text = "DIRETÓRIO RAIZ: " & diretorioRaiz
'Label2.Text = "LEITURA: " & sepLeitura & " ESCRITA: " & sepEscrita
RadioButton1.Checked = True
RadioButton3.Checked = True
End Sub

```

### Subrotina rotinaSalvaResumos

```

Sub rotinaSalvaResumos(ByVal comExtras As Boolean, ByVal contaPalavras As Short, ByVal contaGrupos As Short, ByVal contaClasses As Short,
ByVal numCursos As Short, ByVal numMaxDisciplinas As Short)
Dim numBasicoDeColunas As Short = 22
Dim colunasDasTabelas As String = ""
Dim sufixoAqui As String = ""
If comExtras Then

```

```

    sufixoAqui = "-com-extras"
End If
If Not cemPorCento Then
    Dim escritor30 As New StreamWriter(diretorioSaidaResumos & "/disciplinas-por-palavra.csv", False, System.Text.Encoding.UTF8)
'17/02/2022
    escritor30.WriteLine("sep=" & sepEscrita) 'não funciona: o excel abre com formatação ascii errada
    escritor30.WriteLine("VÁLIDO" & sepEscrita & "LINHA" & sepEscrita & "CURSO" & sepEscrita & "GRUPO" & sepEscrita & "PALAVRA" &
sepEscrita & "OPÇÃO" & sepEscrita & "DISCIPLINA" & sepEscrita & "EVITAR")
    escritor30.Write(textoDisciplinasPorPalavras)
    escritor30.Close()
End If
Dim nomeDoCurso As String = ""
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'D - Cria resumos completos
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Dim colunasParaTabelas(numBasicoDeColunas) As String
colunasParaTabelas(0) = "curso" 'coluna A
colunasParaTabelas(1) = "linha" 'coluna B
colunasParaTabelas(2) = "curso" 'coluna C
colunasParaTabelas(3) = "n" 'coluna D
colunasParaTabelas(4) = "repet pal" 'coluna E
colunasParaTabelas(5) = "fator" 'coluna F
colunasParaTabelas(6) = "código" 'coluna G
colunasParaTabelas(7) = "nome" 'coluna H
colunasParaTabelas(8) = "carga" 'coluna I
colunasParaTabelas(9) = "créditos" 'coluna J
colunasParaTabelas(10) = "créditos-trabalho" 'coluna K
colunasParaTabelas(11) = "class orig" 'coluna L
colunasParaTabelas(12) = "class orig" 'coluna M
colunasParaTabelas(13) = "class orig" 'coluna N
colunasParaTabelas(14) = "NOVO GRUPO" 'coluna O
colunasParaTabelas(15) = "palavras" 'coluna P
colunasParaTabelas(16) = "repet gr" 'coluna Q
colunasParaTabelas(17) = "GRUPOS" 'coluna R
colunasParaTabelas(18) = "escolha" 'coluna S
colunasParaTabelas(19) = "TEMAS" 'coluna T
colunasParaTabelas(20) = "rept classe" 'coluna U
colunasParaTabelas(21) = "classe" 'coluna V
colunasParaTabelas(22) = "acrécimos" 'coluna W
colunasDasTabelas = ""
For i = 0 To numBasicoDeColunas
    colunasDasTabelas &= colunasParaTabelas(i) & sepEscrita
Next
If Not cemPorCento Then
    Dim escritor31 As New StreamWriter(diretorioSaidaResumos & "/completo-com-palavras" & sufixoAqui & ".csv", False,
System.Text.Encoding.UTF8) '17/02/2022
    Dim escritor32 As New StreamWriter(diretorioSaidaResumos & "/completo-com-grupos" & sufixoAqui & ".csv", False,
System.Text.Encoding.UTF8) '17/02/2022
    Dim escritor33 As New StreamWriter(diretorioSaidaResumos & "/completo-com-classes" & sufixoAqui & ".csv", False,
System.Text.Encoding.UTF8) '5/12/2022
    Dim escritor34 As New StreamWriter(diretorioSaidaResumos & "/RESUMO-COMPLETO-PARA-EDITAR" & sufixoAqui & ".csv", False,
System.Text.Encoding.UTF8) '5/12/2022
'----- escreve o título das tabelas até coluna 25 (Z):
    escritor31.Write(colunasDasTabelas) '19/02/2022
    escritor32.Write(colunasDasTabelas) '19/02/2022
    escritor33.Write(colunasDasTabelas) '5/12/2022
    escritor34.Write(colunasDasTabelas)
'----- Escreve o título das colunas a partir de AA
For palavra = 1 To contaPalavras
    escritor31.Write(sepEscrita & colecaoPalavras(0, palavra))
Next
For grupo = 1 To contaGrupos
    escritor32.Write(sepEscrita & colecaoGruposPorGrupo(0, grupo))
Next
For classe = 1 To contaClasses
    escritor33.Write(sepEscrita & colecaoClassesPorClasse(classe))

```

```

Next
escritor31.Write(vbCrLf)
escritor32.Write(vbCrLf)
escritor33.Write(vbCrLf)
escritor34.Write(vbCrLf)
For curso = 1 To numCursos
  'Parte B - Acrescenta dados de cada curso para os arquivos de resumo completos (escritor31 e escritor32)
  For i = 1 To numMaxDisciplinas
    If Not cemPorCento Then
      If textoColunas5a12(curso, i) <> "" Then          '19/02/2022
        'CRIA
        colunasParaTabelas(0) = curso
        colunasParaTabelas(1) = linhaDaDisciplina(curso, i)
        colunasParaTabelas(2) = cursos(curso)
        colunasParaTabelas(3) = i
        colunasParaTabelas(4) = numeroDePalavrasEncontradasNaDisciplina(curso, i)
        colunasParaTabelas(5) = textoColunas5a12(curso, i)
        colunasParaTabelas(6) = ""
        colunasParaTabelas(7) = ""
        colunasParaTabelas(8) = ""
        colunasParaTabelas(9) = ""
        colunasParaTabelas(10) = ""
        colunasParaTabelas(11) = ""
        colunasParaTabelas(12) = ""
        colunasParaTabelas(13) = ""
        colunasParaTabelas(14) = colunaGrupoExtra(curso, i)
        colunasParaTabelas(15) = textoPalavraSeparadaAcumulado(curso, i)
        If curso = 3 And i > 1 Then
          colunasParaTabelas(14) = colunasParaTabelas(14)
          colunasParaTabelas(14) = colunasParaTabelas(14)
        End If
        If colunasParaTabelas(14) <> "" Then
          colunasParaTabelas(14) = colunasParaTabelas(14)
          colunasParaTabelas(14) = colunasParaTabelas(14)
        End If
        colunasParaTabelas(16) = contaRepeticoesGrupais(curso, i)
        colunasParaTabelas(17) = textoGruposAcumulados(curso, i)
        If escolha(curso, i) <> 0 Then
          colunasParaTabelas(18) = escolha(curso, i)
        Else
          colunasParaTabelas(18) = ""
        End If
        colunasParaTabelas(19) = textoTemasAcumulados(curso, i)
        colunasParaTabelas(20) = contaRepeticoesDasCategorias(curso, i)
        colunasParaTabelas(21) = textoClassesAcumuladas(curso, i)
        If grupoExistenteForaDoNome(curso, i) = True Then
          colunasParaTabelas(22) = "existente acrescentado"          'coluna V (17/12/2022)
        ElseIf grupoNovoForaDoNome(curso, i) = True Then
          colunasParaTabelas(22) = "'outros' acrescentado"          'coluna V (17/12/2022)
        Else
          colunasParaTabelas(22) = ""          'coluna V (17/12/2022)
        End If
        'colunasParaTabelas(23) = ""
        'CRIA AS COLUNAS (AS COLUNAS DE 5 A 13 ESTÃO EMBUTIDAS NA colunasParaTabelas(5))
        colunasDasTabelas = ""
        For j = 0 To 5
          colunasDasTabelas &= colunasParaTabelas(j) & sepEscrita
        Next
        For j = 14 To 22
          colunasDasTabelas &= colunasParaTabelas(j) & sepEscrita
        Next
        'SALVA
        escritor31.Write(colunasDasTabelas)
        escritor32.Write(colunasDasTabelas)
        escritor33.Write(colunasDasTabelas)
        escritor34.Write(colunasDasTabelas)
      End If
    End If
  End For
Next

```

```

'ACRESCENTA AS COLUNAS FINAIS
For j = 1 To contaPalavras
    escritor31.Write(sepEscrita & textoPalavraSeparada(curso, j, i))
Next
escritor31.Write(vbCrLf)
For grupo = 1 To contaGrupos
    escritor32.Write(sepEscrita & textoGrupoSeparado(curso, grupo, i))
Next
escritor32.Write(vbCrLf)
For grupo = 1 To contaClasses
    escritor33.Write(sepEscrita & textoCategoriasSeparadas(curso, grupo, i))
Next
escritor33.Write(vbCrLf)
escritor34.Write(vbCrLf)
End If
End If
Next 'disciplinas
Next 'curso
escritor31.Close()
escritor32.Close()
escritor33.Close()
escritor34.Close()
End If
If cemPorCento Then
    Dim verificacoes As String = ""
    Dim escritor34 As New StreamWriter(diretorioSaidaResumos & "/RESUMO-COMPLETO-PARA-EDITAR" & sufixoAqui & ".csv", False,
System.Text.Encoding.UTF8) '5/12/2022
    Dim colunasAdicionais As String = ""
    colunasAdicionais = "temas escolhidos" & sepEscrita & "grupos escolhidos" & sepEscrita & "classes escolhidas" & sepEscrita
colunasAdicionais &= "carga classe" & sepEscrita & "carga grupo" & sepEscrita & "carga palavra" & sepEscrita & "carga tema" & sepEscrita
& "resumo"
    escritor34.WriteLine(colunasDasTabelas & colunasAdicionais)
    'escritor34.WriteLine(colunasDasTabelas & "carga classe" & sepEscrita & "carga grupo" & sepEscrita & "carga palavra" & sepEscrita &
"carga tema" & sepEscrita & "problemas na escolha") '19/02/2022
    For linha = 1 To contaLinhas
        separado = Split(textoTemaEscolhido(linha), sepLeitura)
        If separado(UBound(separado)) = "NÃO PROCESSADA" Then
            textoTemaEscolhido(linha) = ""
            Dim contaColunas As Short = 0
            For i = 0 To numBasicoDeColunas - 1
                If i <= UBound(separado) Then
                    textoTemaEscolhido(linha) &= separado(i) & sepEscrita
                    contaColunas += 1
                End If
            Next
            For i = contaColunas To numBasicoDeColunas + 2
                textoTemaEscolhido(linha) &= sepEscrita
            Next
            textoTemaEscolhido(linha) &= "não processada"
        End If
    Next
    Try
        verificacoes = sepEscrita & provisorio(0, linha) & sepEscrita & provisorio(1, linha) & sepEscrita & provisorio(2, linha) & sepEscrita &
provisorio(3, linha)
        escritor34.WriteLine(textoTemaEscolhido(linha) & verificacoes & sepEscrita & caminho(linha))
    Catch
    End Try
Next
escritor34.Close()
Dim escritor41 As New StreamWriter(diretorioSaidaResumos & "/GRUPOS_E_CATEGORIAS_POR_DISCIPLINA_SELECIONADA-
CemPorCento.csv", False, System.Text.Encoding.UTF8) '5/12/2022
escritor41.WriteLine("curso" & sepEscrita & "código" & sepEscrita & "nome" & "curso" & sepEscrita & "linha original" & sepEscrita & "n" &
sepEscrita & "grupo escolhido" & sepEscrita & "outros grupos" & sepEscrita & "categoria" & sepEscrita & "erro na seleção" & sepEscrita & "erro
novos grupos")
escritor41.Write(saidaGrupos)
escritor41.Close()
textoLog &= "Erros na seleção de grupos para cem por cento: " & contaErrosNaSelecaoDeGrupos & vbCrLf

```

```

End If
Dim escritor42 As New StreamWriter(diretorioSaida & "/log" & sufixo & ".txt", False, System.Text.Encoding.UTF8) '5/12/2022
escritor42.Write(textoLog)
escritor42.Close()
ReDim Preserve contaTemasPorGrupo(contaGruposComExtras)
ReDim Preserve contaPalavrasPorGrupo(contaGruposComExtras)
Dim escritor100 As New StreamWriter(diretorioSaidaResumos & "/CATEGORIAS.csv", False, System.Text.Encoding.UTF8) '17/02/2022
escritor100.WriteLine("n" & sepEscrita & "CLASSES" & sepEscrita & "GRUPOS" & sepEscrita & "n Temas" & sepEscrita & "n Palavras")
For i = 0 To contaGrupos
    If colecaoGruposPorGrupo(0, i) <> "" Then escritor100.WriteLine(i & sepEscrita & colecaoGruposPorGrupo(1, i) & sepEscrita & colecaoGruposPorGrupo(0, i) & sepEscrita & contaTemasPorGrupo(i) & sepEscrita & contaPalavrasPorGrupo(i))
Next
escritor100.WriteLine("n" & sepEscrita & "CLASSES")
For i = 0 To UBound(colecaoClassesPorClasse)
    If colecaoClassesPorClasse(i) <> "" Then escritor100.WriteLine(i & sepEscrita & colecaoClassesPorClasse(i))
Next
escritor100.Close()
End Sub

```

## Subrotina rotinaAcrescentarValores

```

Sub rotinaAcrescentarValores(ByVal classe As Short, ByVal grupo As Short, ByVal tema As Short, ByVal palavra As Short, ByVal curso As Short)
    For colunaNumerica = 8 To 10 '8 = carga, 9 = créditos aula, 10 = créditos trabalho
        Dim acrescimo As Single = 0
        If UBound(separado) >= colunaNumerica Then
            If IsNumeric(separado(colunaNumerica)) Then
                If separado(colunaNumerica) < 2000 Then
                    For categoriaGeral = 0 To 3
                        If fatorAgora(categoriaGeral) <> 0 Then
                            acrescimo = Val(separado(colunaNumerica)) * fatorAgora(categoriaGeral)
                            Select Case categoriaGeral
                                Case 0
                                    If classe <> -1 Then
                                        acumuladoresPorClasse(curso, classe, colunaNumerica - 8) += acrescimo
                                        somaTotal(curso, colunaNumerica - 8, 0, categoriaGeral) += acrescimo ' curso, carga/crédito/crédito, total/100%,
                                        gg/gr/palavra
                                        If colunaNumerica = 8 Then provisorio(categoriaGeral, contaLinhas) += acrescimo
                                    End If
                                Case 1
                                    If grupo <> -1 Then
                                        acumuladoresPorGrupo(curso, grupo, colunaNumerica - 8) += acrescimo
                                        somaTotal(curso, colunaNumerica - 8, 0, categoriaGeral) += acrescimo ' curso, carga/crédito/crédito, total/100%,
                                        gg/gr/palavra
                                        If colunaNumerica = 8 Then provisorio(categoriaGeral, contaLinhas) += acrescimo
                                    End If
                                Case 2
                                    If palavra <> -1 Then
                                        acumuladores(curso, palavra, colunaNumerica - 8) += acrescimo
                                        somaTotal(curso, colunaNumerica - 8, 0, categoriaGeral) += acrescimo ' curso, carga/crédito/crédito, total/100%,
                                        gg/gr/palavra
                                        If colunaNumerica = 8 Then provisorio(categoriaGeral, contaLinhas) += acrescimo
                                    End If
                                Case 3
                                    If tema <> -1 Then
                                        acumuladoresPorTema(curso, tema, colunaNumerica - 8) += acrescimo
                                        somaTotal(curso, colunaNumerica - 8, 0, categoriaGeral) += acrescimo
                                        If colunaNumerica = 8 Then provisorio(categoriaGeral, contaLinhas) += acrescimo
                                    End If
                            End Select
                        End If
                    Next
                End If
            End If
        End If
    Next
End Sub

```



```

Dim escritor As New StreamWriter(diretorioSaida & inicioDoNomeDoArquivo(tipoDeCategoria) & finalDoNomeDoArquivo(tipoDeIndice)
& sufixo & ".csv", False, System.Text.Encoding.UTF8)
escritor.WriteLine(inicioDoTituloDoArquivo(tipoDeIndice) & finalDoTituloDoArquivo(tipoDeCategoria))
escritor.Write(sepEscrita)
For curso = 1 To numCursos      'título das colunas com os cursos
    escritor.Write(cursos(curso) & sepEscrita)
Next
escritor.Write(vbCrLf)
escritorResumo.Write(vbCrLf)
escritorResumo.WriteLine(inicioDoTituloDoArquivo(tipoDeIndice) & finalDoTituloDoArquivo(tipoDeCategoria) & sepEscrita) 'primeira
coluna (p. ex. "carga-classe")
For i = 1 To tipoDeContador(tipoDeCategoria) 'Percorre as linhas (número de linhas diferentes para classe, grupo, temas, etc)
    Select Case tipoDeCategoria      'Escreve a primeira coluna dos arquivos acumuladores
        Case 0 : escritor.Write(colecaoClassesPorClasse(i))
        Case 1 : escritor.Write(colecaoGruposPorGrupo(0, i))
        Case 2 : escritor.Write(colecaoPalavras(0, i))
        Case 3 : escritor.Write(colecaoTemasPorTema(0, i))
    End Select
    Dim somaLocal(3) As Single
    For curso = 1 To numCursos
        Select Case tipoDeCategoria      'Escreve as colunas numéricas dos arquivos acumuladores primeira coluna e vai calculando a
soma por curso
            Case 0
                escritor.Write(sepEscrita & acumuladoresPorClasse(curso, i, tipoDeIndice))
                somaLocal(tipoDeIndice) += acumuladoresPorClasse(curso, i, tipoDeIndice)
            Case 1
                escritor.Write(sepEscrita & acumuladoresPorGrupo(curso, i, tipoDeIndice))
                somaLocal(tipoDeIndice) += acumuladoresPorGrupo(curso, i, tipoDeIndice)
            Case 2
                escritor.Write(sepEscrita & acumuladores(curso, i, tipoDeIndice))
                somaLocal(tipoDeIndice) += acumuladores(curso, i, tipoDeIndice)
            Case 3
                escritor.Write(sepEscrita & acumuladoresPorTema(curso, i, tipoDeIndice))
                somaLocal(tipoDeIndice) += acumuladoresPorTema(curso, i, tipoDeIndice)
        End Select
    Next
    escritor.Write(sepEscrita & somaLocal(tipoDeIndice) & vbCrLf) 'última coluna dos arquivos acumuladores com soma da linha
Next i
escritor.WriteLine("SOMA" & sepEscrita)
For curso = 1 To numCursos 'Em cada linha do "SOMAS-RESUMO" e na linha final dos acumuladores, escreve os valores numéricos de
todos os cursos
    escritor.WriteLine(somaTotal(curso, tipoDeIndice, 0, tipoDeCategoria) & sepEscrita) ' curso, carga/crédito/crédito/disciplina, total/100%,
gg/gr/palavr)
    escritorResumo.WriteLine(somaTotal(curso, tipoDeIndice, 0, tipoDeCategoria) & sepEscrita) ' curso, carga/crédito/crédito/disciplinas,
total/100%, gg/gr/palavr)
Next
escritor.Close() 'fecha este arquivo acumulador para depois abrir outro
'Next tipoDeIndice
Next tipoDeCategoria
Next tipoDeIndice
escritorResumo.WriteLine(vbCrLf)
escritorResumo.WriteLine("DISCIPLINAS NÃO-CLASSIFICADAS" & sepEscrita)
For curso = 1 To numCursos
    escritorResumo.WriteLine(contaDisciplinasNaoSelecionadas(curso) & sepEscrita)
Next
escritorResumo.Close()
End Sub

```

## Subrotina rotinalPalavrasChave

```

Sub rotinalPalavrasChave()
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'A - Duas leituras do arquivo com as palavras-chave
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

```

```

arquivoPalavras = dialogo(diretorioRaiz & "\entradas\palavras-chave\", "csv (*.csv;*.csv*)|*.csv;*.csv*|All files (*.*)|*.*", "palavras-chave")
textoLog &= arquivoPalavras & vbCrLf
Label11.Text = "LENDO ARQUIVO DE PALAVRAS-CHAVE"
Label11.Refresh()
'-----
'----- PRIMEIRA LEITURA DAS PALAVRAS-CHAVE PARA CONTAR NÚMERO DE PALAVRAS-SIM E PALAVRAS-NÃO
'-----
'ESTRUTURA DO ARQUIVO DE ENTRADA: 0 - categoria / 1 - grupo (em português) / 2 - tema em português / 3 - tema em inglês / 4 -
palavras-sim / 5 - palavras-não
Dim temaAnterior As String = ""
Dim leitor
Dim qualquer
Dim acheitema As Boolean
Dim acheiCategoria As Boolean
Dim indiceTema As Short = 0
If arquivoPalavras <> "" Then
    If File.Exists(arquivoPalavras) Then
        leitor = New StreamReader(arquivoPalavras, System.Text.Encoding.Default)
        qualquer = leitor.ReadLine 'pula a primeira linha
        Do While Not leitor.EndOfStream
            qualquer = leitor.ReadLine
            separado = Split(qualquer, sepLeitura)
            If UBound(separado) >= 6 Then
                If separado(0) <> "" And separado(2) <> "" And separado(4) <> "" And separado(6) <> "" Then
                    'If separado(0) <> "" And separado(2) <> "" And separado(4) <> "" And separado(6) <> "" Then
                    contaPalavras += 1
                    ReDim Preserve numOpcoes(2, contaPalavras)
                    ReDim Preserve temaDeCadaPalavra(contaPalavras)
                    temaEstaPalavra = separado(4 + inglesOK)
                    palavrasSim = limpaFinal(separado(6))
                    If UBound(separado) >= 7 Then
                        palavrasNao = limpaFinal(separado(7))
                    Else : palavrasNao = ""
                    End If
                    If UBound(separado) >= 8 Then
                        palavrasE = limpaFinal(separado(8))
                    Else : palavrasE = ""
                    End If
                    categoriaAgora = separado(inglesOK) '0 ou 1
                    grupoAgora = separado(2 + inglesOK) '2 ou 3
                    '----- 22 dez 2022
                    temaExiste = False
                    For temaAgora = 0 To contaTemas
                        If separado(4 + inglesOK).ToUpper = colecaoTemasPorTema(0, temaAgora) Then '4 ou 5
                            temaExiste = True
                            temaDeCadaPalavra(contaPalavras) = temaAgora
                            indiceTema = temaAgora
                            Exit For
                        End If
                    Next
                    'indicesParaCadaTema(1, 1)
                    If temaExiste = False Then
                        contaTemas += 1
                        ReDim Preserve colecaoTemasPorTema(1, contaTemas)
                        ReDim Preserve indicesParaCadaTema(1, contaTemas)
                        colecaoTemasPorTema(0, contaTemas) = separado(4 + inglesOK).ToUpper 'português ou inglês
                        colecaoTemasPorTema(1, contaTemas) = separado(5 - inglesOK).ToUpper
                        temaDeCadaPalavra(contaPalavras) = contaTemas
                        indiceTema = contaTemas
                    End If
                    '-----
                    If palavrasSim.Contains("|") Then
                        separado = Split(palavrasSim, "|")
                        numOpcoes(0, contaPalavras) = UBound(separado)
                        If UBound(separado) > numMaxPalavrasSim Then numMaxPalavrasSim = UBound(separado)
                    End If
                End If
            End While
        End If
    End If

```

```

If palavrasNao.Contains("|") Then
    separado = Split(palavrasNao, "|")
    numOpcoes(1, contaPalavras) = UBound(separado)
    If UBound(separado) > numMaxPalavrasNao Then numMaxPalavrasNao = UBound(separado)
End If
If palavrasE.Contains("|") Then
    separado = Split(palavrasE, "|")
    numOpcoes(2, contaPalavras) = UBound(separado)
    If UBound(separado) > numMaxPalavrasE Then numMaxPalavrasE = UBound(separado)
End If
'-----
numeroGrupoAgora = 0
Dim acheiGrupo As Boolean = False
For grupo = 0 To contaGrupos
    If colecaoGruposPorGrupo(0, grupo) = grupoAgora Then
        acheiGrupo = True
        numeroGrupoAgora = grupo
        indicesParaCadaTema(1, indiceTema) = grupo
        Exit For
    End If
Next
If numeroGrupoAgora <> 0 Then
    If colecaoGruposPorGrupo(1, numeroGrupoAgora) <> categoriaAgora Then
        MsgBox("ERRO " & colecaoGruposPorGrupo(0, numeroGrupoAgora) & " " & colecaoGruposPorGrupo(1,
numeroGrupoAgora) & " " & categoriaAgora)
        categoriaAgora = categoriaAgora
    End If
End If
If acheiGrupo = False Then
    contaGrupos += 1
    numeroGrupoAgora = contaGrupos
    'If contaGrupos > contaGruposComExtras Then
    ReDim Preserve colecaoGruposPorGrupo(1, contaGrupos)
    ReDim Preserve contaTemasPorGrupo(contaGrupos)
    ReDim Preserve contaPalavrasPorGrupo(contaGrupos)
    indicesParaCadaTema(1, indiceTema) = contaGrupos
    colecaoGruposPorGrupo(0, contaGrupos) = grupoAgora
    colecaoGruposPorGrupo(1, contaGrupos) = categoriaAgora
End If
contaPalavrasPorGrupo(contaGrupos) += 1
If temaDestaPalavra <> temaAnterior Then
    contaTemasPorGrupo(contaGrupos) += 1
End If
temaAnterior = temaDestaPalavra
'End If 'ubound 6
acheitema = False
'-----
For localizaClasse = 0 To UBound(colecaoClassesPorClasse)
    If colecaoClassesPorClasse(localizaClasse) = categoriaAgora Then
        acheiCategoria = True
        indicesParaCadaTema(0, indiceTema) = localizaClasse
        Exit For
    End If
Next
If acheiCategoria = False Then
    contaClasses += 1
    ReDim Preserve colecaoClassesPorClasse(contaClasses)
    colecaoClassesPorClasse(contaClasses) = categoriaAgora
    indicesParaCadaTema(0, indiceTema) = contaClasses
End If
acheiCategoria = False
'-----
End If 'separado() <> ""
End If 'ubound > 6
Loop
leitor.Close()

```

```

End If 'file exists
End If 'arquivo palavra
ReDim Me.colecaoPalavrasSim(numMaxPalavrasSim, contaPalavras)
ReDim Me.colecaoPalavrasNao(numMaxPalavrasNao, contaPalavras)
ReDim Me.colecaoPalavrasE(numMaxPalavrasE, contaPalavras)
ReDim Me.colecaoGruposPorPalavra(contaPalavras)
ReDim Me.colecaoPalavras(1, contaPalavras) 'palavra conceitual, 0 português, 1 inglês - dez 2022
ReDim Me.colecaoTemasPorPalavra(1, contaPalavras) 'palavra conceitual, 0 português, 1 inglês - dez 2022
ReDim Me.colecaoClassesPorPalavra(contaPalavras)
'-----
'----- SEGUNDA LEITURA DAS PALAVRAS-CHAVE PARA PREENCHER AS MATRIZES
'-----
If arquivoPalavras <> "" Then
    contaPalavras = 0
    If File.Exists(arquivoPalavras) Then
        leitor = New StreamReader(arquivoPalavras, System.Text.Encoding.Default)
        qualquer = leitor.ReadLine 'pula primeira linha
        Do While Not leitor.EndOfStream
            qualquer = leitor.ReadLine
            If qualquer.Contains(sepLeitura) Then
                separado = Split(qualquer, sepLeitura)
                'If UBound(separado) >= 4 Then
                If UBound(separado) >= 6 Then
                    If separado(0) <> "" And separado(2) <> "" And separado(4) <> "" And separado(6) <> "" Then
                        contaPalavras += 1
                        colecaoClassesPorPalavra(contaPalavras) = separado(0 + inglesOK)
                        colecaoGruposPorPalavra(contaPalavras) = separado(2 + inglesOK)
                        colecaoTemasPorPalavra(0, contaPalavras) = separado(4 + inglesOK) 'português ou inglês
                        colecaoTemasPorPalavra(1, contaPalavras) = separado(5) 'inglês
                        palavrasSim = separado(6) 'palavras-sim
                        If UBound(separado) >= 7 Then
                            palavrasNao = separado(7) 'palavras-não
                        Else : palavrasNao = ""
                        End If
                        If UBound(separado) >= 8 Then
                            palavrasE = separado(8) 'palavras-e
                        Else : palavrasE = ""
                        End If
                        If palavrasSim.Contains("|") Then
                            separado = Split(palavrasSim, "|")
                            For i = 0 To UBound(separado)
                                If separado(i) = "" Then separado(i) = "xxx"
                                colecaoPalavrasSim(i, contaPalavras) = separado(i)
                                colecaoPalavras(0, contaPalavras) = separado(0) 'português
                                colecaoPalavras(1, contaPalavras) = separado(1) 'inglês
                            Next
                        End If
                        If palavrasNao.Contains("|") Then
                            separado = Split(palavrasNao, "|")
                            For i = 0 To UBound(separado)
                                If separado(i) = "" Then separado(i) = "xxx"
                                colecaoPalavrasNao(i, contaPalavras) = separado(i)
                            Next
                        End If
                        If palavrasE.Contains("|") Then
                            separado = Split(palavrasE, "|")
                            For i = 0 To UBound(separado)
                                If separado(i) = "" Then separado(i) = "xxx"
                                colecaoPalavrasE(i, contaPalavras) = separado(i)
                            Next
                        End If
                    End If
                End If
            End If
        Loop
        leitor.Close()

```

```

End If 'file exists
End If 'arquivo <> ""
Dim resumoPalavrasChave As String = "palavras: " & contaPalavras - 1 & vbCrLf & "temas: " & contaTemas & vbCrLf & "grupos: " &
contaGrupos & vbCrLf & "categorias: " & contaClasses & vbCrLf
resumoPalavrasChave &= "Máximo Sim: " & numMaxPalavrasSim & vbCrLf & "Máximo Não: " & numMaxPalavrasNao & vbCrLf & "Máximo E:
" & numMaxPalavrasE & vbCrLf
'MsgBox(resumoPalavrasChave)
textoLog &= resumoPalavrasChave
Dim escritor100 As New StreamWriter(diretorioRaiz & "/saidas/categorias-sem-extras.csv", False, System.Text.Encoding.UTF8)
'17/02/2022
contaGruposComExtras = contaGrupos + margemParaGruposExtras
contaClassesComExtras = contaClasses + margemParaGruposExtras
escritor100.WriteLine("n" & sepEscrita & "CLASSES" & sepEscrita & "GRUPOS" & sepEscrita & "n Temas" & sepEscrita & "n Palavras")
For i = 0 To contaGrupos
    If colecaoGruposPorGrupo(0, i) <> "" Then escritor100.WriteLine(i & sepEscrita & colecaoGruposPorGrupo(1, i) & sepEscrita &
colecaoGruposPorGrupo(0, i) & sepEscrita & contaTemasPorGrupo(i) & sepEscrita & contaPalavrasPorGrupo(i))
Next
escritor100.WriteLine("n" & sepEscrita & "CLASSES")
For i = 0 To UBound(colecaoClassesPorClasse)
    If colecaoClassesPorClasse(i) <> "" Then escritor100.WriteLine(i & sepEscrita & colecaoClassesPorClasse(i))
Next
escritor100.Close()
'MsgBox("Fim da rotina palavras-chave. Conta-palavras = " & contaPalavras)
End Sub

```

## Subrotina rotinaComExtras

```

Sub rotinaComExtras(ByVal curso As Short, ByVal numDisciplinas As Short, ByVal agora As Short, ByVal fator As Single)
Dim acheiTema As Boolean
Dim existenteForaDoNome As Boolean
Dim novoForaDoNome As Boolean
'Dim contaGruposComExtras As Short
Dim contaPalavras As Short
'Dim contaClassesComExtras As Short
Dim contaCursos As Short
Dim numMaxDisciplinas As Short
Dim contaGrupos As Short
'Dim colecaoGruposPorGrupo(1, contaGruposComExtras) As String
'Dim contaLinhas As Short
'Dim palavraGrupo
Dim grupoExtra As String
existenteForaDoNome = False
novoForaDoNome = False
If separado(14) = "desconsiderar" Then
    If numDisciplinas > numMaxDisciplinas Then
        numMaxDisciplinas = numDisciplinas
        rotinaRedimensionarPreservando(contaGruposComExtras, contaPalavras, contaClassesComExtras, contaCursos, numMaxDisciplinas)
    End If
    colunaGrupoExtra(curso, numDisciplinas) = separado(14)
End If
If separado(14) <> "" And separado(14) <> "desconsiderar" Then 'HÁ GRUPO ADICIONADO MANUALMENTE NA COLUNA O
    If separado(14) <> "" Then
        grupoExtra = separado(14)
        If numDisciplinas + 1 > numMaxDisciplinas Then
            numMaxDisciplinas += 1
            rotinaRedimensionarPreservando(contaGruposComExtras, contaPalavras, contaClassesComExtras, contaCursos, numMaxDisciplinas)
        End If
        If contaGrupos > contaGruposComExtras Then
            contaGruposComExtras = contaGrupos
        End If
        ReDim Preserve colecaoGruposPorGrupo(1, contaGruposComExtras)
        If separado(14) <> "desconsiderar" Then
            'textoDisciplinasPorPalavras &= "Adicionado" & sepEscrita & contaLinhas & sepEscrita & curso & sepEscrita & palavraGrupo &
sepEscrita & sepEscrita & "X" & sepEscrita & agora & vbCrLf

```

```

acheiTema = False
For grupoAgora2 = 0 To contaGruposComExtras
  If colecaoGruposPorGrupo(0, grupoAgora2) = grupoExtra Then
    acheiTema = True 'o grupo proposto já existe
    existenteForaDoNome = True
    Dim apagar11 As String = separado(7)
    Dim apagar12 As Short = contaRepeticoesGrupais(curso, numDisciplinas)
    contaRepeticoesDasCategorias(curso, numDisciplinas + 1) += 1
    contaRepeticoesGrupais(curso, numDisciplinas + 1) += 1
    Dim apagar13 As Short = contaRepeticoesGrupais(curso, numDisciplinas)
    Exit For
  End If
Next
If acheiTema = False Then 'cria novo grupo
  contaGrupos += 1
  ReDim Preserve colecaoGruposPorGrupo(1, contaGrupos)
  colecaoGruposPorGrupo(0, contaGrupos) = grupoExtra
  colecaoGruposPorGrupo(1, contaGrupos) = grupoExtra
  'indiceGrupoExtra = contaGrupos
  'contaClasses += 1
  'indiceGrandeGrupoExtra = contaClasses
  'If contaClasses > contaClassesComExtras Then
  'textoLog &= "contaClasses = " & contaClasses & "contaClassesComExtras = " & contaClassesComExtras
  'contaClassesComExtras = contaClasses
  'ReDim Preserve colecaoClassesPorClasse(contaClassesComExtras)
  'End If
  'colecaoClassesPorClasse(contaClasses) = grupoExtra
  'palavraClasse = "Adicionados"
  novoForaDoNome = True
  'contaGruposAcrescentados += 1
  'If contaGruposAcrescentados > margemParaGruposExtras Then
  'MsgBox("VAI DAR ERRO: número de temas acrescentados (" & contaGruposAcrescentados & " maior do que a margem. Modifique
a margem.")
  'Exit Sub
  'End If
  contaRepeticoesDasCategorias(curso, numDisciplinas + 1) += 1
  contaRepeticoesGrupais(curso, numDisciplinas + 1) += 1
End If
fatorAgora(0) = fator '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
fatorAgora(1) = fator '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
fatorAgora(2) = fator '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
fatorAgora(3) = fator '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
'rotinaAcrescentarValores(indiceGrandeGrupoExtra, indiceGrupoExtra, -1, -1, curso)
End If 'desconsiderar
End If 'separado 14
End If 'ubound 13
End Sub

```

## Função rotinaFuncaoEncontreiPalavra

```

Function rotinaFuncaoEncontreiPalavra(ByVal j As Short, ByVal agora As String, ByVal curso As Short, ByVal contaLinhas As Short) As Boolean
  rotinaFuncaoEncontreiPalavra = False
  For opcao = 0 To numOpcoes(0, j) 'testa as várias opções de cada palavraSim
    Dim apagar = numOpcoes(0, j)
    apagar = apagar
    If agora.Contains(colecaoPalavrasSim(opcao, j).ToUpper) Then
      rotinaFuncaoEncontreiPalavra = True
      '----- 'testa as várias opções de cada palavraNao
      For opcaoNao = 0 To numOpcoes(1, j) 'testa as várias opções de cada palavraNao
        If colecaoPalavrasNao(opcaoNao, j) <> "" Then
          If colecaoPalavrasNao(opcaoNao, j) <> "" Then
            If agora.Contains(colecaoPalavrasNao(opcaoNao, j).ToUpper) Then
              rotinaFuncaoEncontreiPalavra = False
            End If
          End If
        End If
      Next
    End If
  Next
End Function

```

```

        textoDisciplinasPorPalavras &= "Não" & sepEscrita & contaLinhas & sepEscrita & curso & sepEscrita &
colecãoGruposPorPalavra(j) & sepEscrita & j & sepEscrita & coleçãoPalavrasSim(opcao, j).ToUpper & sepEscrita & agora & sepEscrita &
colecãoPalavrasNao(opcaoNao, j).ToUpper & vbCrLf
        Exit For
    End If
End If
End If
Next
'-----
'----- 'testa as várias opções de cada palavraE
Dim encontreiPalavraE As Boolean = False
If rotinaFuncaoEncontreiPalavra Then
    If numOpcoes(2, j) <> 0 Then
        For opcaoE = 0 To numOpcoes(2, j) 'testa as várias opções de cada palavraE
            If coleçãoPalavrasE(opcaoE, j) <> "" Then
                If coleçãoPalavrasE(opcaoE, j) <> "" Then
                    If agora.Contains(colecãoPalavrasE(opcaoE, j).ToUpper) Then
                        encontreiPalavraE = True
                        textoDisciplinasPorPalavras &= "E" & sepEscrita & contaLinhas & sepEscrita & curso & sepEscrita &
colecãoGruposPorPalavra(j) & sepEscrita & j & sepEscrita & coleçãoPalavrasSim(opcao, j).ToUpper & sepEscrita & agora & sepEscrita &
colecãoPalavrasE(opcaoE, j).ToUpper & vbCrLf
                            Exit For
                    End If
                End If
            End If
        End If
    End If
    If Not encontreiPalavraE Then rotinaFuncaoEncontreiPalavra = False
End If
'-----
If rotinaFuncaoEncontreiPalavra = True And Not encontreiPalavraE Then
    textoDisciplinasPorPalavras &= "Sim" & sepEscrita & contaLinhas & sepEscrita & curso & sepEscrita & coleçãoGruposPorPalavra(j) &
sepEscrita & j & sepEscrita & coleçãoPalavrasSim(opcao, j).ToUpper & sepEscrita & agora & vbCrLf
End If
If rotinaFuncaoEncontreiPalavra = True Then Exit For
End If
Next
Return rotinaFuncaoEncontreiPalavra
End Function

```

## Subrotina rotinaLeArquivosDeCursos

```

Private Sub rotinaLeArquivosDeCursos()
    Dim listarTodas As String = True 'não sei se é necessário
    Dim arquivos(1) As String
    Dim leitor As StreamReader
    Dim contaPalavras As Short = 0
    Dim texto As String = ""
    Dim diretorioLocal As String = ""
    Dim palavras(5, 1) As String
    Dim arquivo As String = ""
    Dim qualquer As String = ""
    Dim gruposDestaRotina(1) As String
    Dim acheiTema As Boolean = False
    Dim contaGrupos As Short = 0
    Dim contaApagar As Short = 0
    'Dim contaLinhas As Short = 0
    contaLinhas = 0
    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
    'B - Primeira leitura dos arquivos dos cursos ou lista única e definição das matrizes
    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
    Dim numCursos As Short = 0
    'Dim contaGruposComExtras As Short = contaGrupos + 10
    contaGruposComExtras = contaGrupos + 10
    ReDim Preserve gruposDestaRotina(contaGruposComExtras) '28/02/2022

```

```

ReDim Me.textoGrupoSeparado(numCursos, contaGruposComExtras, 1) '31/01/2023
Dim contaEncontradas(1) As Short
Dim erro As String = "" '19/02/2022
For i = 1 To 19
    erro &= sepEscrita
Next
'Dim cursos(0) As String
Dim contaCursos As Short = 0
Dim curso As Short = 0
Dim diretorioSaida As String = ""
'diretorioSaida = diretorioRaiz & "\entradas\listagem-sem-palavras"
diretorioSaida = diretorioRaiz & "\saidas\ArquivoUnicoInicial"
arquivos = dialogoMultiplo(diretorioRaiz & "\entradas\cursos\", "csv (*.csv;*.csv*)|*.csv;*.csv*|All files (*.*)|*.*", "cursos")
Dim escritor10 As New StreamWriter(diretorioSaida & "/ultima-pasta-dos-cursos.txt", False, System.Text.Encoding.UTF8) '17/02/2022
escritor10.Write(apenasDiretorioArquivo(arquivos(0)))
escritor10.Close()
numCursos = UBound(arquivos)
MsgBox("Número de arquivos de cursos: " & numCursos + 1)
'Agora que já sabemos o número de cursos, de temas e de palavras-chave, podemos criar as matrizes:
Dim textoArquivosDosCursos(numCursos, 1) As String
Dim numeroDePalavrasEncontradasNaDisciplina(numCursos, 1) As Short
Dim numDisciplinas As Short = 0
Dim numMaxDisciplinas As Short = 0
Dim agora As String = "xxx"
Dim disciplinas(numCursos, 1) As String
Dim maxEncontradas As Short = 0
Dim jaConsidereEstaDisciplina As Boolean = False
Dim naoEncontradas(numCursos) As String
Dim periodo As String = ""
Dim linhaPeriodo As Boolean = False
Dim podeSerDisciplina As Boolean = False
Dim linhaPorDisciplina(numCursos, 1) As Short
Dim numeroDeColunasMaximo(numCursos) As Short
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
' C - SEGUNDA LEITURA DOS ARQUIVOS DAS DISCIPLINAS
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'If porCursoOK Then '-----LÊ ARQUIVOS DOS CURSOS
Dim numMaximoDeColunas As Short = 0
For curso = 0 To numCursos
    numMaximoDeColunas = 0
    numDisciplinas = 0
    arquivo = arquivos(curso)
    contaLinhas = 0
    If File.Exists(arquivos(curso)) Then
        leitor = New StreamReader(arquivo, System.Text.Encoding.Default)
        Do While Not leitor.EndOfStream
            qualquer = leitor.ReadLine
            separado = Split(qualquer, sepLeitura)
            podeSerDisciplina = False
            linhaPeriodo = False
            If numMaximoDeColunas < UBound(separado) Then
                numMaximoDeColunas = UBound(separado)
            End If
            contaLinhas += 1
            If sepEscrita = "," And sepLeitura = ";" Then qualquer = qualquer.Replace(";", ",")
            If sepEscrita = ";" And sepLeitura = "," Then qualquer = qualquer.Replace(";", ",")
            If UBound(separado) >= 3 Then
                If separado(1) = "" And separado(0) <> "" Then
                    periodo = separado(0) 'pega nome do período (linha deve ter apenas a primeira célula preenchida)
                    linhaPeriodo = True
                    podeSerDisciplina = False
                End If
                If separado(1) <> "" And separado(0) <> "" And Not linhaPeriodo Then 'pode ser disciplina
                    If separado(0) <> "Sigla da Disciplina" And separado(0) <> "Subtotal" Then
                        podeSerDisciplina = True
                    End If
                End If
            End If
            ReDim Preserve contaEncontradas(curso)
        End Do
    End If
Next

```

```

contaEncontradas(curso) += 1
If textoArquivosDosCursos(curso, numDisciplinas) <> "" Then
    If textoArquivosDosCursos(curso, numDisciplinas).Contains(erro) Then
        textoArquivosDosCursos(curso, numDisciplinas) = textoArquivosDosCursos(curso, numDisciplinas).Replace(erro, "")
'19/02/2022
    End If
End If
jaConsidereeiEstaDisciplina = True
If contaEncontradas(curso) > maxEncontradas Then
    ReDim Preserve disciplinas(numCursos, contaEncontradas(curso))
    maxEncontradas = contaEncontradas(curso)
End If
disciplinas(curso, contaEncontradas(curso)) = qualquer & sepEscrita & periodo 'arquivo a linha inteira
End If
End If 'pode ser disciplina
If qualquer <> "" And podeSerDisciplina Then
    If listarTodas Then '19/02/2022
        numDisciplinas += 1
        If numDisciplinas > numMaxDisciplinas Then
            ReDim Preserve textoArquivosDosCursos(numCursos, numDisciplinas)
            ReDim Preserve numeroDePalavrasEncontradasNaDisciplina(numCursos, numDisciplinas)
            ReDim Preserve linhaPorDisciplina(numCursos, numDisciplinas)
            'ReDim Preserve colunaGrupoExtra(numCursos, numDisciplinas)
            'ReDim Preserve grupoExistenteForaDoNome(numCursos, numDisciplinas)
            'textoArquivosDosCursos(curso, i)
            'grupoExistenteForaDoNome(curso, i)
            numMaxDisciplinas = numDisciplinas
            If numMaxDisciplinas >= 203 Then
                curso = curso
                numDisciplinas = numDisciplinas
                curso = curso
            End If
        End If
        textoArquivosDosCursos(curso, numDisciplinas) = qualquer & sepEscrita & periodo
        linhaPorDisciplina(curso, numDisciplinas) = contaLinhas
        If textoArquivosDosCursos(curso, numDisciplinas).Contains(erro) Then
            textoArquivosDosCursos(curso, numDisciplinas) = textoArquivosDosCursos(curso, numDisciplinas).Replace(erro, "")
'19/02/2022
        End If
        jaConsidereeiEstaDisciplina = True
    End If
End If
End If
Loop
numeroDeColunasMaximo(curso) = numMaximoDeColunas
leitor.Close()
End If
Next
If numMaxDisciplinas >= 203 Then
    curso = curso
    numDisciplinas = numDisciplinas
    curso = curso
End If
'End If '-----FIM DA LEITURA DOS ARQUIVOS DOS CURSOS
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'D - Cria arquivo de saída na pasta de entrada "....sem-palavras"
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Dim colunasDasTabelas As String = "curso" & sepEscrita & "linha" & sepEscrita & "curso" & sepEscrita & "n" & sepEscrita & "repetições pal"
& sepEscrita & "fator" & sepEscrita & "código" & sepEscrita & "nome" 'colunas de A a G (0 a 6)
colunasDasTabelas &= sepEscrita & "carga" & sepEscrita & "créditos-aula" & sepEscrita & "créditos-trabalho" & sepEscrita & "class orig" &
sepEscrita & "class orig" 'colunas de H a L (7 a 11)
colunasDasTabelas &= sepEscrita & "class orig" 'coluna N (13)
Dim escritor9 As New StreamWriter(diretorioSaida & "/lista-inicial-das-disciplinas-sem-palavras-chave.csv", False,
System.Text.Encoding.UTF8) '17/02/2022
escritor9.Write(colunasDasTabelas) '19/02/2022
escritor9.Write(vbCrLf)

```

```

Dim nomeDoCurso As String = ""
For curso = 0 To numCursos
    For i = 1 To numMaxDisciplinas
        nomeDoCurso = apenasNomeArquivo(arquivos(curso))
        nomeDoCurso = Strings.Left(nomeDoCurso, nomeDoCurso.Length - 4)
        If textoArquivosDosCursos(curso, i) <> "" Then '19/02/2022
            colunasDasTabelas = curso + 1 & sepEscrita & linhaPorDisciplina(curso, i) & sepEscrita & nomeDoCurso & sepEscrita & i & sepEscrita &
numeroDePalavrasEncontradasNaDisciplina(curso, i) ' colunas A a E
            colunasDasTabelas &= sepEscrita 'acréscimo 8 jan 2023
            colunasDasTabelas &= sepEscrita & textoArquivosDosCursos(curso, i) 'colunas F a M (já vem agrupado,
pode faltar a última)
            colunasDasTabelas &= sepEscrita 'coluna N
            escritor9.WriteLine(colunasDasTabelas)
        End If
    Next
Next
escritor9.Close()
Dim numColunas As String = ""
For i = 0 To numCursos
    numColunas &= i + 1 & " - " & numeroDeColunasMaximo(i) & " colunas" & vbCrLf
Next
MsgBox("FIM" & vbCrLf & numColunas)
End Sub

```

## Subrotina rotinaRedimensionarPreservando

Sub rotinaRedimensionarPreservando(ByVal numeroGrupos As Short, ByVal numeroPalavras As Short, ByVal numeroCategorias As Short, ByVal esteCurso As Short, ByVal numeroDisciplinas As Short)

```

'CURSO: contaCursos
ReDim Preserve Me.textoGruposAcumulados(esteCurso, numeroDisciplinas)
'ReDim Preserve Me.textoGrupoSeparado(esteCurso, numeroGruposOuPalavras, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.textoColunas5a12(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.numeroDePalavrasEncontradasNaDisciplina(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.textoPalavra(esteCurso, numeroDisciplinas)
'ReDim Preserve Me.textoPalavraSeparada(esteCurso, numeroGruposOuPalavras, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.textoPalavraSeparadaAcumulado(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.contaRepeticoesGrupais(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.contaRepeticoesDasCategorias(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.escolha(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.linhaPorCursoEDisciplina(esteCurso, numeroDisciplinas)
'CURSO: numCursos
'ReDim Preserve Me.textoCategoriasSeparadas(esteCurso, numeroGruposOuPalavras, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.textoClassesAcumuladas(esteCurso, numeroDisciplinas)
'ReDim Preserve Me.contaRepeticoesDasCategorias(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.linhaDaDisciplina(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.colunaGrupoExtra(esteCurso, numeroDisciplinas)
'booleanas:
ReDim Preserve Me.grupoNovoForaDoNome(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.grupoExistenteForaDoNome(esteCurso, numeroDisciplinas)
'ReDim Preserve Me.colunaGrupoExtra(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Preserve Me.textoTemasAcumulados(esteCurso, numeroDisciplinas)
If numeroGrupos <> 0 Then 'era para contaGruposComExtras
    ReDim Preserve Me.textoGrupoSeparado(esteCurso, numeroGrupos, numeroDisciplinas)
End If
If numeroPalavras <> 0 Then
    ReDim Preserve Me.textoPalavraSeparada(esteCurso, numeroPalavras, numeroDisciplinas)
End If
If numeroCategorias <> 0 Then
    ReDim Preserve Me.textoCategoriasSeparadas(esteCurso, numeroCategorias, numeroDisciplinas)
End If
End Sub

```

## Subrotina rotinaRedimensionarSemPreservar

Sub rotinaRedimensionarSemPreservar(ByVal numeroGrupos As Short, ByVal numeroPalavras As Short, ByVal numeroCategorias As Short, ByVal esteCurso As Short, ByVal numeroDisciplinas As Short)

```
'NOVOS:
'CURSO: contaCursos
ReDim Me.textoGruposAcumulados(esteCurso, numeroDisciplinas)
'ReDim Me.textoGrupoSeparado(esteCurso, numeroGruposOuPalavras, numeroDisciplinas)
ReDim Me.textoColunas5a12(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Me.numeroDePalavrasEncontradasNaDisciplina(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Me.textoPalavra(esteCurso, numeroDisciplinas)
'ReDim Me.textoPalavraSeparada(esteCurso, numeroGruposOuPalavras, numeroDisciplinas)
ReDim Me.textoPalavraSeparadaAcumulado(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Me.contaRepeticoesGrupais(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Me.contaRepeticoesDasCategorias(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Me.escolha(esteCurso, numeroDisciplinas)
'CURSO: numCursos
'ReDim Me.textoCategoriasSeparadas(esteCurso, numeroGruposOuPalavras, numeroDisciplinas)
ReDim Me.textoClassesAcumuladas(esteCurso, numeroDisciplinas)
'ReDim Me.contaRepeticoesDasCategorias(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Me.linhaDaDisciplina(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Me.colunaGrupoExtra(esteCurso, numeroDisciplinas)
'booleanas:
ReDim Me.grupoNovoForaDoNome(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Me.grupoExistenteForaDoNome(esteCurso, numeroDisciplinas)
'ReDim Me.colunaGrupoExtra(esteCurso, numeroDisciplinas)
ReDim Me.textoTemasAcumulados(esteCurso, numeroDisciplinas)
If numeroGrupos <> 0 Then 'era para contaGruposComExtras
    ReDim Me.textoGrupoSeparado(esteCurso, numeroGrupos, numeroDisciplinas)
End If
If numeroPalavras <> 0 Then
    ReDim Me.textoPalavraSeparada(esteCurso, numeroPalavras, numeroDisciplinas)
End If
If numeroCategorias <> 0 Then
    ReDim Me.textoCategoriasSeparadas(esteCurso, numeroCategorias, numeroDisciplinas)
End If
If 1 = 2 Then
    linhaDaDisciplina(0, 0) = 1
    linhaDaDisciplina(0, 1) = 2
    linhaDaDisciplina(1, 0) = 4
    linhaDaDisciplina(1, 1) = 5
    rotinaRedimensionarPreservando(0, 0, 0, 2, 3)
    linhaDaDisciplina(2, 3) = 100
    MsgBox(linhaDaDisciplina(2, 3))
    linhaDaDisciplina(0, 0) = 1
    linhaDaDisciplina(0, 1) = 2
    linhaDaDisciplina(1, 0) = 4
    linhaDaDisciplina(1, 1) = 5
    linhaDaDisciplina(0, 2) = 3
    linhaDaDisciplina(1, 2) = 6
    linhaDaDisciplina(2, 0) = 7
    linhaDaDisciplina(2, 1) = 8
    linhaDaDisciplina(2, 2) = 9
    MsgBox("fim 2")
End If
End sub
```

## Subrotina rotinaLeLista

```
Private Sub rotinaLeLista(ByVal tipo As String)
    Dim comExtras As Boolean = False
    If tipo = "cemPorCento" Then cemPorCento = True
```

```

If tipo = "comExtras" Then comExtras = True
If cemPorCento Then sufixo = "-CEM"
Dim listarTodas As String = True 'não sei se é necessário
Dim arquivos(2) As String
Dim leitor As StreamReader
Dim texto As String = ""
Dim arquivo As String = ""
Dim qualquer As String = ""
Dim acheiTema As Boolean = False
Dim acheiCategoria As Boolean = False
Dim nomesDasEntradas As String = ""
diretorioSaidaResumos = diretorioRaiz & "/saidas/ResumosSemExtras"
diretorioSaida = diretorioRaiz & "/saidas/AcumuladosSemExtras"
If comExtras Then
    diretorioSaidaResumos = diretorioRaiz & "/saidas/ResumosComExtras"
    diretorioSaida = diretorioRaiz & "/saidas/AcumuladosComExtras"
End If
If cemPorCento Then
    diretorioSaidaResumos = diretorioRaiz & "/saidas/ResumosCemPorCento"
    diretorioSaida = diretorioRaiz & "/saidas/AcumuladosCemPorCento"
End If
Label11.Text = "ARQUIVO DE DISCIPLINAS"
Label11.Refresh()
If cemPorCento Then
    arquivo = dialogo(diretorioRaiz & "\entradas\listagem-com-criterios\", "csv (*.csv;*.csv*)|*.csv;*.csv*|All files (*.*)|*.csv*", "")
ElseIf comExtras Then
    arquivo = dialogo(diretorioRaiz & "\entradas\listagem-com-extras\", "csv (*.csv;*.csv*)|*.csv;*.csv*|All files (*.*)|*.csv*", "")
Else
    arquivo = dialogo(diretorioRaiz & "\entradas\listagem-sem-classificacoes\", "csv (*.csv;*.csv*)|*.csv;*.csv*|All files (*.*)|*.csv*", "")
End If
textoLog &= arquivo & vbCrLf
Dim temaAnterior As String = ""
Label11.Text = "ARQUIVO DE PALAVRAS-CHAVE"
Label11.Refresh()
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'A - Duas leituras do arquivo com as palavras-chave
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
rotinaLePalavrasChave()
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Label11.Text = "LENDO LISTA DE DISCIPLINAS"
Label11.Refresh()
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'B1 - Primeira leitura da lista única e definição das matrizes
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Dim numCursos As Short = 0
contaGruposComExtras = contaGrupos + margemParaGruposExtras
contaClassesComExtras = contaClasses + margemParaGruposExtras
ReDim Preserve colecaoGruposPorGrupo(1, contaGruposComExtras) '28/02/2022
ReDim Preserve colecaoClassesPorClasse(contaClassesComExtras)
Dim contaEncontradas(contaPalavras, 1) As Short
Dim erro As String = "" '19/02/2022
For i = 1 To 19
    erro &= sepEscrita
Next
'Dim cursos(0) As String
Dim contaCursos As Short = 0
Dim curso As Short = 0
contaLinhas = 0
If File.Exists(arquivo) Then 'Primeira leitura da lista completa, para contar os cursos
    leitor = New StreamReader(arquivo, System.Text.Encoding.Default) 'Primeira leitura da lista completa, para contar os cursos
    qualquer = leitor.ReadLine 'pula primeira
    Do While Not leitor.EndOfStream
        contaLinhas += 1
        qualquer = leitor.ReadLine
        separado = Split(qualquer, sepLeitura)
    Loop
End If

```



```

Dim marcador As String = ""
Dim contadorAnterior As Short = 0
contaLinhas = 0
numDisciplinas = 0
Dim temaLocal As Short = 0
Dim classeLocal As Short = 0
Dim palavraLocal As Short = 0
Dim grupoLocal As Short = 0
If File.Exists(arquivo) Then
    leitor = New StreamReader(arquivo, System.Text.Encoding.Default)
    qualquer = leitor.ReadLine
    'pula a primeira linha
    'CAMINHOS:
    '1 - linha não-lida
    '20 - não encontrou palavra e não propôs uma palavra/tema
    '21 - não encontrou palavra e propôs uma palavra/tema existente
    '22 - não encontrou palavra e propôs mais de uma palavra/tema existentes
    '30 - encontrou mais de um tema e escolheu um
    '31 - encontrou mais de um tema e escolheu mais de um
    '32 - encontrou mais de um tema e propôs um novo existente
    '33 - encontrou mais de um tema e propôs mais de um novo existentes
    '40 - encontrou um único tema e aceitou
    '41 - encontrou um único tema e propôs um novo existente
Do While Not leitor.EndOfStream
    '3
    contaLinhas += 1
    linhaPorCursoEDisciplina(curso, numDisciplinas) = contaLinhas
    If Int(100 * contaLinhas / totalLinhas) <> contadorAnterior Then
        'linha de evolução do programa
        marcador &= "x"
        Label7.Text = Int(100 * contaLinhas / totalLinhas) & "% " & marcador
        Label7.Refresh()
        contadorAnterior = Int(100 * contaLinhas / totalLinhas)
    End If
    qualquer = leitor.ReadLine
    separado = Split(qualquer, sepLeitura)
    ReDim Preserve textoTemaEscolhido(contaLinhas)
    textoTemaEscolhido(contaLinhas) = qualquer & sepEscrita & "NÃO PROCESSADA"
    Dim fator As Single = 0
    If UBound(separado) >= 5 Then
        If separado(5) <> "" Then
            If IsNumeric(separado(5)) Then
                fator = separado(5)
            Else
                fator = 1
            End If
        Else
            fator = 1
        End If
    End If
    If sepEscrita = "," And sepLeitura = ";" Then qualquer = qualquer.Replace(",",";")
    If sepEscrita = ";" And sepLeitura = "," Then qualquer = qualquer.Replace(";",",")
    jaConsidereEstaDisciplina = False
    encontreiPalavra = False
    encontreiErroNaSelecaoDeGrupos = False
    If UBound(separado) >= 7 Then
        '4
        If separado(2) <> "" And separado(0) <> "" Then
            '5 Só lê linhas com mais de seis colunas e com conteúdo nas três iniciais
            saidaGrupos &= separado(2) & sepEscrita & separado(6) & sepEscrita & separado(7)
            agora = separado(7).ToUpper
            'transforma o nome da disciplina para letra maiúscula
            jaConsidereEstaDisciplina = False
            encontreiPalavra = False
            curso = Val(separado(0))
            If cursoAnterior <> curso Then
                'detecta mudança de curso (arquivo deve estar ordenado pelos cursos) e zera contador
                de disciplinas
            If cursoAnterior > curso Then
                MsgBox("ERRO NO ARQUIVO DE ENTRADA DAS DISCIPLINAS - curso fora de seqüência na linha " & contaLinhas)
                Exit Sub
            End If
            numDisciplinas = 0

```



```

Else
    caminho(contaLinhas) &= "inexistente|"
    For indiceTemaAgora = 0 To contaTemas
        If colecaoTemasPorTema(0, indiceTemaAgora) = "OUTROS" Or colecaoTemasPorTema(0, indiceTemaAgora) = "outros"

Then
        caminho(contaLinhas) &= "outros|"
        'xxxxxxxxxxxxxxxx
        indiceTemas = indiceTemaAgora
        'xxxxxxxxxxxxxxxx
        acheiTema = True
        Exit For
    End If
Next
If acheiTema Then
    'xxxxxxxxxxxxxxxx
    indiceCategoria = indicesParaCadaTema(0, indiceTemas)
    'xxxxxxxxxxxxxxxx
    'xxxxxxxxxxxxxxxx
    indiceGrupo = indicesParaCadaTema(1, indiceTemas)
    'xxxxxxxxxxxxxxxx
    grupoNovoForaDoNome(curso, numDisciplinas) = True
    temaExtra = "outros"
Else
    colecaoTemasPorTema(0, 1) = colecaoTemasPorTema(0, 1)
    textoLog &= "ERRO: não encontrei tema 'outros' no curso " & curso & " disciplina " & numDisciplinas
    caminho(contaLinhas) &= "nãoAcheiOutros|"
    MsgBox("ERRO: não encontrei tema 'outros'")
End If 'achei tema (outros)
End If 'acheiTema
textoTemasAcumulados(curso, numDisciplinas) = separado(colunaDosTemas)
escolha(curso, numDisciplinas) = 1
textoTemasAcumulados(curso, numDisciplinas) = temaExtra & "|" & textoTemasAcumulados(curso, numDisciplinas)
fatorAgora(0) = fator '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
fatorAgora(1) = fator '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
fatorAgora(2) = fator '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
fatorAgora(3) = fator '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
rotinaAcrescentarValores(indiceCategoria, indiceGrupo, indiceTemas, -1, curso)
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
If UBound(separado) >= 15 Then
    textoPalavraSeparadaAcumulado(curso, numDisciplinas) = "xxxxxxx" & "|" & separado(15)
Else
    textoPalavraSeparadaAcumulado(curso, numDisciplinas) = "xxxxxxx"
End If
If UBound(separado) >= 17 Then
    textoGruposAcumulados(curso, numDisciplinas) = colecaoGruposPorGrupo(0, indiceGrupo) & "|" & separado(17)
Else
    textoGruposAcumulados(curso, numDisciplinas) = colecaoGruposPorGrupo(0, indiceGrupo)
End If
If UBound(separado) >= 21 Then
    textoClassesAcumuladas(curso, numDisciplinas) = colecaoClassesPorClasse(indiceCategoria) & "|" & separado(21)
Else
    textoClassesAcumuladas(curso, numDisciplinas) = colecaoClassesPorClasse(indiceCategoria)
End If
Else
    caminho(contaLinhas) &= "desconsiderar|"
End If 'desconsiderar
For coluna = 5 To 12 '-----LÊ DA COLUNA 5 ATÉ A COLUNA 12 (colunas F a M do excel) e escreve em
verificacaoTexto
    If UBound(separado) >= coluna Then
        textoColunas5a12(curso, numDisciplinas) &= separado(coluna) & sepEscrita
    Else
        textoColunas5a12(curso, numDisciplinas) &= sepEscrita
    End If
Next
If textoColunas5a12(curso, numDisciplinas).Contains(erro) Then

```

```

        textoColunas5a12(curso, numDisciplinas) = textoColunas5a12(curso, numDisciplinas).Replace(erro, "") '19/02/2022
    End If
    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
    jaConsidereEstaDisciplina = True
    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
End If 'separado 14
If existenteForaDoNome Then grupoExistenteForaDoNome(curso, numDisciplinas) = True
If novoForaDoNome Then grupoNovoForaDoNome(curso, numDisciplinas) = True
If comExtras Then colunaGrupoExtra(curso, numDisciplinas) = separado(14)
End If 'comExtras
grupoExtra = ""
grandeGrupoExtra = ""
'*****
' CEM POR CENTO
'*****
Dim apagar As String = ""
Dim palavraTema As String = ""
Dim encontreiTema As Boolean = False
If cemPorCento Then
    Dim multiplosTemas As Short = 0
    Dim textoColunas1a22 As String = ""
    For coluna = 0 To 22 '-----LÊ DA COLUNA 5 ATÉ A COLUNA 22 e escreve em verificacaoTexto
        If UBound(separado) >= coluna Then
            textoColunas1a22 &= separado(coluna) & sepEscrita
        Else
            textoColunas1a22 &= sepEscrita
        End If
    Next
    If UBound(separado) >= colunaDosTemas Then
        If separado(colunaDosTemas).contains("|") Then 'se não tiver, a linha não tem tema
            Dim separadoLocal = Split(separado(colunaDosTemas), "|") 'obtem o(s) tema(s)
            If multiplosTemas = 0 Then multiplosTemas = 1
            'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Verifica se é escolha múltipla (separado(18), escolha, com "|")
            Dim escolhaMultipla(3) As Short
            Dim separadoMultiplo
            If separado(18).contains("|") Then
                separadoMultiplo = Split(separado(18), "|")
                For i = 0 To UBound(separadoMultiplo)
                    escolhaMultipla(i) = separadoMultiplo(i)
                Next
                caminho(contaLinhas) &= "escolhaMultipla|"
                multiplosTemas = UBound(separadoMultiplo) + 1
            Else
                multiplosTemas = 1
                caminho(contaLinhas) &= "escolhaUnica|"
                If IsNumeric(separado(18)) Then
                    escolhaMultipla(0) = separado(18)
                Else
                    escolhaMultipla(0) = 1 'se "ESCOLHA" for não numérico (p. ex. vazio), considera igual a 1
                End If
            End If
        End If
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        fator = fator / multiplosTemas
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        Dim temaMultiplo As String = ""
        Dim grupoMultiplo As String = ""
        Dim classeMultipla As String = ""
        For multiplo = 1 To multiplosTemas
            'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
            'palavraTema = separadoLocal(multiplo - 1) 'era 'palavraTema = separadoLocal(0)
            'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
            If IsNumeric(escolhaMultipla(multiplo - 1)) Then 'começa com escolhaMultipla(0), que usualmente é igual a
separado(18) (ESCOLHA)
                If UBound(separadoLocal) >= escolhaMultipla(multiplo - 1) Then
                    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

```

```

        palavraTema = separadoLocal(escolhaMultipla(multiplo - 1) - 1)
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Else
    textoLog &= "ERRO: 'escolha' maior que número de temas. Curso " & separado(0) & " / linha " & separado(1) &
vbCrLf

    problemasPorLinha(contaLinhas) = "'escolha' maior que número de temas (escolhemos o primeiro)"
    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
    palavraTema = separadoLocal(0)
    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
End If
Else
    textoLog &= "ERRO: 'escolha' não-numérico. Curso " & separado(0) & " / linha " & separado(1) & vbCrLf
    problemasPorLinha(contaLinhas) = "'escolha' não-numérico"
End If 'é numérico
If palavraTema = "" Then
    escolhaMultipla(multiplo - 1) = escolhaMultipla(multiplo - 1) 'TESTE - APAGAR
    MsgBox("ERRO NA COLUNA 'ESCOLHA'")
    textoLog &= "ERRO TIPO 0 NA ESCOLHA: curso " & separado(0) & " / linha " & separado(1) & vbCrLf
    problemasPorLinha(contaLinhas) = "ERRO TIPO 0 NA ESCOLHA: curso " & separado(0) & " / linha " & separado(1)
    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
    palavraTema = separadoLocal(multiplo - 1)
    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
End If
If inglesOK = 1 Then
    For i = 0 To contaTemas
        If colecaoTemasPorTema(1, i) = palavraTema Then
            palavraTema = colecaoTemasPorTema(0, i)
        End If
    Next
End If
Dim encontreiGrupo As Boolean = False
For localizaTema = 0 To contaTemas 'localiza a classe e o grupo correspondentes ao tema escolhido
    If colecaoTemasPorTema(0, localizaTema) = palavraTema Then
        encontreiTema = True
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        indiceTemas = localizaTema
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        indiceCategoria = indicesParaCadaTema(0, indiceTemas)
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        indiceGrupo = indicesParaCadaTema(1, indiceTemas)
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        Exit For
    End If
Next 'localiza tema
temaMultiplo &= palavraTema & "|"
grupoMultiplo &= colecaoGruposPorGrupo(0, indiceGrupo) & "|"
classeMultipla &= colecaoClassesPorClasse(indiceCategoria) & "|"
Dim mensagemAgora As String = "ok"
Dim gruposExtras As String = ""
gruposExtras = separado(colunaDosTemas).Replace(palavraTema, "")
If encontreiErroNaSelecaoDeGrupos Then mensagemAgora = "ERRO NA SELEÇÃO"
If encontreiGrupo = False Then
    mensagemAgora &= sepEscrita & "Tema não previsto: " & palavraTema
Else
    mensagemAgora &= sepEscrita & "ok"
End If
saidaGrupos &= curso & sepEscrita & linhaDaDisciplina(curso, numDisciplinas) & sepEscrita & contaLinhas & sepEscrita
& palavraGrupo
saidaGrupos &= sepEscrita & gruposExtras & sepEscrita & colecaoClassesPorClasse(indiceCategoria) & sepEscrita &
mensagemAgora & vbCrLf
If encontreiErroNaSelecaoDeGrupos Then contaErrosNaSelecaoDeGrupos += 1
If separado(14) <> "desconsiderar" Then
    fatorAgora(0) = fator '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
    fatorAgora(1) = fator '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema

```





```

        fatorAgora(0) = 0    '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
    End If
    If contaEsta Then
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        classeLocal = estaClasse
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        textoClassesAcumuladas(curso, numDisciplinas) &= palavraClasse & "|"
    End If 'conta esta
    Exit For
End If 'classes
Next 'classes
palavraClasse = ""
'
'   xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'   acumula valores numéricos por grupo (evita valores > 500 para evitar datas)
'   xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
For esteGrupo = 0 To contaGrupos 'acrécimo 20/2/2022 - conta repetições, preenche as colunas separadas e os
acumuladores de carga, créditos e disciplinas
    'If (encontreiPalavra And colecaoGruposPorGrupo(0, esteGrupo) = palavraGrupo) Or cemPorCento Then
    'If (encontreiPalavra And colecaoGruposPorGrupo(0, esteGrupo) = palavraGrupo) Then
    'If Not cemPorCento Then
    'If textoGrupoSeparado(curso, esteGrupo, numDisciplinas) = "" Then
        contaRepeticoesGrupais(curso, numDisciplinas) += 1
    End If
    textoGrupoSeparado(curso, esteGrupo, numDisciplinas) = palavraGrupo    'colunas separadas
    contaEsta = False
    'If textoGruposAcumulados(curso, numDisciplinas) = "" Then
        contaEsta = True
    Else
        'If Not textoGruposAcumulados(curso, numDisciplinas).Contains(palavraGrupo & "|") Then
            contaEsta = True
        End If
    End If
    'End If 'not cemPorCento
    'If contaEsta Or cemPorCento Then
    'If contaEsta Then
        fatorAgora(1) = fator    '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
    Else
        fatorAgora(1) = 0    '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
    End If
    'If contaEsta Then
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        indiceGrupoLocal = esteGrupo
        'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
        textoGruposAcumulados(curso, numDisciplinas) &= palavraGrupo & "|"
    End If
    Exit For
End If
Next
palavraGrupo = ""
'----- início do acréscimo 22 dez 2022
'
'   xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'   acumula valores numéricos por tema (evita valores > 500 para evitar datas)
'   xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
contaEsta = False
For temaAgora = 0 To contaTemas
    'If (encontreiPalavra And colecaoTemasPorTema(0, temaAgora) = palavraTema) Then
        contaEsta = False
        'If textoTemasAcumulados(curso, numDisciplinas) = "" Then
            contaEsta = True
        Else
            'If Not textoTemasAcumulados(curso, numDisciplinas).Contains(palavraTema & "|") Then
                contaEsta = True
            End If
        End If
    End If
    'If contaEsta Then
        fatorAgora(3) = fator    '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
    End If
End If

```

```

Else
    fatorAgora(3) = 0    '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
End If
If contaEsta Then
    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
    temaLocal = temaAgora
    'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
    textoTemasAcumulados(curso, numDisciplinas) &= palavraTema & "|"
End If 'conta esta
Exit For
End If 'tema
Next 'temaAgora
palavraTema = ""
'----- fim do acréscimo 22 dez 2022
'
'    xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'    acumula valores numéricos por palavras-sim (evita valores > 500 para evitar datas)
'    xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'If encontreiPalavra Or cemPorCento Then
If encontreiPalavra Then
    contaEsta = True
    If contaEsta Then
        fatorAgora(2) = fator    '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
    Else
        fatorAgora(2) = 0    '0 - classe / 1 - grupo / 2 - palavra / 3 - tema
    End If
End If
If contaEncontradas(indicePalavra, curso) > maxEncontradas Then
    ReDim Preserve disciplinas(contaCursos, contaPalavras, contaEncontradas(indicePalavra, curso))
    maxEncontradas = contaEncontradas(indicePalavra, curso)
End If
disciplinas(curso, indicePalavra, contaEncontradas(indicePalavra, curso)) = qualquer & sepEscrita & periodo    'arquivo a
linha inteira
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
palavraLocal = indicePalavra
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
rotinaAumentarValores(classeLocal, indiceGrupoLocal, temaLocal, palavraLocal, curso)
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
End If 'if encontreiPalavra
Next indicePalavra    'retorno do loop ao longo das palavras-chave
End If 'ja Encontrei esta palavra
If jaConsiderareiEstaDisciplina = False Then    'Esta linha já passou pelos testes anteriores e não foi considerada
If qualquer <> "" And Not qualquer.Contains("Sigla da Disciplina") And Not qualquer.Contains("Créditos") Then
    naoEncontradas(curso) &= qualquer & vbCrLf
    contaDisciplinasNaoSelecionadas(curso) += 1
    contaLinhasComDisciplinasNaoSelecionadas += 1
'If listarTodas Then    '19/02/2022
numDisciplinas += 1
If numDisciplinas > numMaxDisciplinas Then
    numMaxDisciplinas = numDisciplinas
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
rotinaRedimensionarPreservando(contaGruposComExtras, contaPalavras, contaClassesComExtras, contaCursos,
numMaxDisciplinas)
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
End If
For coluna = 5 To 12    '-----LÊ DA COLUNA 5 ATÉ A COLUNA 12 (colunas F a M do excel) e escreve em
verificacaoTexto
    If UBound(separado) >= coluna Then
        textoColunas5a12(curso, numDisciplinas) &= separado(coluna) & sepEscrita
    Else
        textoColunas5a12(curso, numDisciplinas) &= sepEscrita
    End If
Next
If textoColunas5a12(curso, numDisciplinas).Contains(erro) Then

```

```

        textoColunas5a12(curso, numDisciplinas) = textoColunas5a12(curso, numDisciplinas).Replace(erro, "") '19/02/2022
    End If
    If textoColunas5a12(curso, numDisciplinas).Contains(erro) Then
        textoColunas5a12(curso, numDisciplinas) = textoColunas5a12(curso, numDisciplinas).Replace(erro, "") '19/02/2022
    End If
    jaConsidereEstaDisciplina = True
    textoPalavraSeparadaAcumulado(curso, numDisciplinas) = "não" '19/02/2022
    textoGruposAcumulados(curso, numDisciplinas) = "não" '19/02/2022
    textoClassesAcumuladas(curso, numDisciplinas) = "não"
    'End If ' listarTodas
Else
    contaLinhasSemDisciplinas += 1
    End If ' qualquer <> "" And Not qualquer.Contains("Sigla da Disciplina")
    End If ' jaConsidereEstaDisciplina = False
Else
    saidaGrupos &= contaLinhas & sepEscrita & "x" & sepEscrita & "x" & vbCrLf
    contaLinhasSemDisciplinas += 1
    caminho(contaLinhas) &= "semDisciplina|"
    End If ' jaConsidereEstaDisciplina = False
Else
    contaLinhasSemDisciplinas += 1
    End If ' UBound(separado) >= 12 Then '4
    Loop 'do while
    leitor.Close()
    'MsgBox("Acabei a leitura da listagem. Novamente, número de cursos: " & contaCursos)
End If 'file
Label11.Text = "CRIANDO ARQUIVOS DE SAÍDA"
Label11.Refresh()
If cemPorCento Then textoLog &= "Erros na seleção de grupos para cem por cento: " & contaErrosNaSelecaoDeGrupos & vbCrLf
textoLog &= "Linhas sem disciplinas: " & contaLinhasSemDisciplinas + 1 & vbCrLf
textoLog &= "Linhas com disciplinas selecionadas: " & contaLinhasComDisciplinasSelecionadas & vbCrLf
textoLog &= "Linhas com disciplinas não-selecionadas: " & contaLinhasComDisciplinasNaoSelecionadas & vbCrLf
textoLog &= "Soma das três anteriores: " & contaLinhasComDisciplinasSelecionadas + contaLinhasComDisciplinasNaoSelecionadas +
contaLinhasSemDisciplinas + 1 & vbCrLf
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
rotinaSalvaSaidas(sufixo, numCursos, contaClasses, contaGrupos, contaPalavras, contaTemas)
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
rotinaSalvaResumos(comExtras, contaPalavras, contaGrupos, contaClasses, numCursos, numMaxDisciplinas)
'xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
'MsgBox(textoLog)
'MsgBox("FIM")
Label11.Text = "TERMINAMOS - PODE FECHAR"
Label11.Refresh()
End sub

```

<b>Subrotina recriarArquivosDeCursos()</b>
--

```

Sub recriarArquivosDeCursos()
    Dim arquivo1 As String = ""
    Dim arquivo2 As String = ""
    Dim pasta As String = ""
    Dim consultar As Boolean = False
    If consultar Then
        Dim escolhaDePasta = New FolderBrowserDialog()
        escolhaDePasta.RootFolder = Environment.SpecialFolder.MyComputer
        'Environment.SpecialFolder.5
        escolhaDePasta.SelectedPath = diretorioRaiz
        escolhaDePasta.ShowDialog()
        pasta = escolhaDePasta.SelectedPath.ToString()
        MsgBox(pasta)
        arquivo1 = dialogo(diretorioRaiz & "\saidas\Resumos\", "")
        arquivo2 = dialogo(diretorioRaiz & "\saidas\ResumosCemPorCento", "")
    Else

```

```

    pasta = diretorioRaiz & "\entradas\cursos\"
    arquivo1 = diretorioRaiz & "\saidas\Resumos\categorias-completo.csv"
    arquivo2 = diretorioRaiz & "\saidas\ResumosCemPorCento\GRUPOS_E_CATEGORIAS_POR_DISCIPLINA_SELECIONADA-CemPorCento.csv"
End If
If File.Exists(diretorioRaiz & "\saidas\listagem-sem-palavras\ultima-pasta-dos-cursos.txt") Then
    Dim leitor As New StreamReader(diretorioRaiz & "\saidas\listagem-sem-palavras\ultima-pasta-dos-cursos.txt",
System.Text.Encoding.Default)
    pasta = leitor.ReadLine
    leitor.Close()
End If
Dim qualquer As String
Dim numCursos As Short = 0
Dim curso(1, 1) As String
Dim texto As String = ""
If File.Exists(arquivo1) Then
    Dim leitor As New StreamReader(arquivo1, System.Text.Encoding.Default) 'Lê os nomes dos arquivos de cursos
    qualquer = leitor.ReadLine
    Do While Not leitor.EndOfStream
        qualquer = leitor.ReadLine 'pula primeira linha
        separado = Split(qualquer, sepEscrita)
        If UBound(separado) >= 4 Then
            If separado(0) > numCursos Then
                numCursos = separado(0)
                ReDim Preserve curso(1, numCursos)
                curso(0, numCursos) = separado(0)
                curso(1, numCursos) = separado(2)
            End If
        End If
    Loop
    leitor.Close()
End If
Dim cursoAgora As Short = 0
Dim arquivoAgora As String = ""
contaLinhas = 0
Dim linhaOriginal As Short = 0
Dim gruposAgora As String = ""
Dim numMaxLinhasNosCursos As Short = 0
Dim arquivoCurso(numCursos, 8, numMaxLinhasNosCursos) As String
Dim linhasPorCurso(numCursos) As Short
For cursoAgora = 0 To numCursos 'Lê arquivos dos cursos e salva na matriz arquivoCurso
    arquivoAgora = pasta & "\" & curso(1, cursoAgora)
    If File.Exists(arquivoAgora) Then
        Dim leitor2 As New StreamReader(arquivoAgora, System.Text.Encoding.Default) 'lê arquivo de curso original
        contaLinhas = 0
        Do While Not leitor2.EndOfStream
            contaLinhas += 1
            If contaLinhas > numMaxLinhasNosCursos Then
                numMaxLinhasNosCursos = contaLinhas
                ReDim Preserve arquivoCurso(numCursos, 8, numMaxLinhasNosCursos)
            End If
            qualquer = leitor2.ReadLine
            separado = Split(qualquer, sepEscrita)
            For i = 0 To 6
                If i <= UBound(separado) Then
                    arquivoCurso(cursoAgora, i, contaLinhas) = separado(i)
                Else
                    arquivoCurso(cursoAgora, i, contaLinhas) = ""
                End If
            Next
        Loop
        leitor2.Close()
        linhasPorCurso(cursoAgora) = contaLinhas
    End If
Next
Dim cursoAnterior As Short = 0
If File.Exists(arquivo2) Then

```

```

Dim leitor As New StreamReader(arquivo2, System.Text.Encoding.Default) 'lê arquivo com temas de cada disciplina
qualquer = leitor.ReadLine
'contaLinhas = 0
Do While Not leitor.EndOfStream
    'contaLinhas += 1
    qualquer = leitor.ReadLine 'pula primeira linha
    separado = Split(qualquer, sepEscrita)
    If UBound(separado) >= 4 Then
        cursoAgora = separado(0)
        linhaOriginal = separado(1)
        arquivoCurso(cursoAgora, 7, linhaOriginal) = separado(3)
        arquivoCurso(cursoAgora, 8, linhaOriginal) = separado(4)
    End If
Loop
leitor.Close()
End If
'Dim escritor As New StreamWriter(diretorioRaiz & "\entradas\cursos\recriados\teste.csv", False, System.Text.Encoding.UTF8)
For cursosImprimir = 1 To numCursos
    arquivo1 = diretorioRaiz & "\entradas\cursos\recriados\" & curso(1, cursosImprimir)
    arquivo1 = arquivo1.Replace(".csv", "-final.csv")
    Dim escritor As New StreamWriter(arquivo1, False, System.Text.Encoding.UTF8)
    For k = 1 To linhasPorCurso(cursosImprimir)
        For colunaAgora = 0 To 8
            If arquivoCurso(cursosImprimir, colunaAgora, k) <> "" Then
                escritor.Write(arquivoCurso(cursosImprimir, colunaAgora, k) & sepEscrita)
                numCursos = numCursos
            End If
        Next
        escritor.Write(vbCrLf)
    Next
    escritor.Close()
Next
'escritor.Close()
MsgBox("fim")
End sub

```

## Subrotina criarListaDePalavrasNao

```

Sub criarListaDePalavrasNao()
    Dim arquivoPalavras As String = dialogo(diretorioRaiz & "\entradas\palavras-chave\palavras-nao-entrada", "csv (*.csv;*.*)|*.csv;*.*)|All files (*.*)|*.*", "palavras-chave")
    Dim numPalavras As Short = 1
    Dim lista(numPalavras) As String
    Dim qualquer As String = ""
    If File.Exists(arquivoPalavras) Then
        Dim leitor As New StreamReader(arquivoPalavras, System.Text.Encoding.Default)
        qualquer = leitor.ReadLine 'pula primeira linha
        Do While Not leitor.EndOfStream
            qualquer = leitor.ReadLine
            separado = Split(qualquer, sepEscrita)
            If UBound(separado) >= 7 Then
                If separado(4) > numPalavras Then
                    numPalavras = separado(4)
                    ReDim Preserve lista(numPalavras)
                End If
                If separado(7) <> "" Then
                    If lista(separado(4)) <> "" Then
                        If Not lista(separado(4)).Contains(separado(7) & "|") Then
                            lista(separado(4)) &= separado(7) & "|"
                        End If
                    Else
                        lista(separado(4)) &= separado(7) & "|"
                    End If
                End If
            End If
        Loop
    End If
End sub

```

```

        End If
    Loop
    leitor.Close()
End If
qualquer = ""
For i = 0 To numPalavras
    qualquer &= i & sepEscrita & lista(i) & vbCrLf
Next
Dim escritor As New StreamWriter(diretorioRaiz & "\entradas\palavras-chave\palavras-nao-saida\listaPalavrasNao.csv", False,
System.Text.Encoding.UTF8)
escritor.Write(qualquer)
escritor.Close()
MsgBox("fim")
End sub

```

## Função dialogoMultiplo

```

Shared Function dialogoMultiplo(ByVal aqui As String, ByVal qual As String, Optional ByVal mensagem As String = "") As Array
    If Not qual.Contains("|") Then
        qual = qual & "|" & qual & "|qualquer|*.*"
    End If
    Dim OpenFileDialog1 = New OpenFileDialog()
    If mensagem = "" Then mensagem = "Escolha um arquivo"
    OpenFileDialog1.Title = mensagem
    OpenFileDialog1.InitialDirectory = aqui
    OpenFileDialog1.Multiselect = True
    OpenFileDialog1.FileName = ""
    OpenFileDialog1.Filter = qual
    OpenFileDialog1.ShowDialog()
    dialogoMultiplo = OpenFileDialog1.FileNames.ToArray()
End Function

```

## Função dialogo

```

Shared Function dialogo(ByVal aqui As String, ByVal qual As String, Optional ByVal mensagem As String = "") As String
    'filtro = "programa|*.labens;*.provis;*.mca|labens|*.labens|provis|*.provis|qualquer|*.*"
    If Not qual.Contains("|") Then
        qual = qual & "|" & qual & "|qualquer|*.*"
    End If
    If mensagem = "" Then mensagem = "Escolha um arquivo"
    Dim OpenFileDialog1 = New OpenFileDialog()
    OpenFileDialog1.Title = mensagem
    OpenFileDialog1.InitialDirectory = aqui
    OpenFileDialog1.FileName = ""
    OpenFileDialog1.Filter = qual
    OpenFileDialog1.ShowDialog()
    dialogo = OpenFileDialog1.FileName.ToString()
End Function

```

## Função semExtensao

```

Public Function semExtensao(ByVal nome As String) As String
    If nome.LastIndexOf(".") >= 0 Then
        semExtensao = nome.Substring(0, nome.LastIndexOf("."))
    Else : semExtensao = nome
    End If
    Return semExtensao
End Function

```

## Função limpaFinal

```
Shared Function limpaFinal(ByVal colecao As String)
  Do While colecao.Contains("|")
    colecao = colecao.Replace("|", "")
  Loop
  Return colecao
End Function
```

## Função apenasNomeArquivo

```
Shared Function apenasNomeArquivo(ByVal arquivo As String)
  Dim esquerda, direita As Integer
  esquerda = arquivo.LastIndexOf("\")
  direita = arquivo.LastIndexOf("/")
  If esquerda > direita Then
    apenasNomeArquivo = arquivo.Substring(esquerda + 1)
  Else
    If direita > esquerda Then
      apenasNomeArquivo = arquivo.Substring(direita + 1)
    Else : apenasNomeArquivo = arquivo
    End If
  End If
  Return apenasNomeArquivo
End Function
```

## Função apenasDiretorioArquivo

```
Shared Function apenasDiretorioArquivo(ByVal arquivo As String)
  'retira o nome do arquivo, sai sem barra no final
  Dim esquerda, direita As Integer
  esquerda = arquivo.LastIndexOf("\")
  direita = arquivo.LastIndexOf("/")
  If esquerda > direita Then
    apenasDiretorioArquivo = arquivo.Substring(0, esquerda)
  Else
    If direita > esquerda Then
      apenasDiretorioArquivo = arquivo.Substring(0, direita)
    Else : apenasDiretorioArquivo = arquivo
    End If
  End If
  Return apenasDiretorioArquivo
End Function
```

## Rotinas associadas aos botões

```
Private Sub RadioButton1_CheckedChanged(sender As Object, e As EventArgs) Handles RadioButton1.CheckedChanged
  sepEscrita = ";"
End sub
```

```
Private Sub RadioButton2_CheckedChanged(sender As Object, e As EventArgs) Handles RadioButton2.CheckedChanged
  sepEscrita = ";"
End sub
```

```
Private Sub RadioButton3_CheckedChanged(sender As Object, e As EventArgs) Handles RadioButton3.CheckedChanged
  sepLeitura = ";"
End sub
```

```
Private Sub RadioButton4_CheckedChanged(sender As Object, e As EventArgs) Handles RadioButton4.CheckedChanged
```

```
    sepLeitura = ","
End sub

Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button2.Click
    rotinaLeArquivosDeCursos()
End sub

Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click
    rotinaLeLista("superposição")
End sub

Private Sub Button4_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button4.Click
    criarListaDePalavrasNao()
End sub

Private Sub Button5_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button5.Click
    inglesOK = 0
    rotinaLeLista("cemPorCento")
    cemPorCento = True
End sub

Private Sub Button3_Click(sender As Object, e As EventArgs)
    recriarArquivosDeCursos()
End sub

Private Sub Button6_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button6.Click
    rotinaLeLista("comExtras")
End sub

Private Sub Button7_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button7.Click
    rotinaLePalavrasChave()
    MsgBox("FIM")
End sub

Private Sub Button8_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button8.Click
    inglesOK = 1
    rotinaLeLista("cemPorCento")
    cemPorCento = True
End sub
```

### **Fechamento da classe**

```
End Class
```

### **Fim do programa**