

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CMG (EN) FERNANDA LEAL BENET

**GOVERNANÇA COLABORATIVA E GESTÃO DO CAPITAL
INTELECTUAL NA DIRETORIA DE OBRAS CIVIS DA MARINHA:
Um estudo sobre a capacitação em Engenharia Civil Portuária.**

Rio de Janeiro
2025

CMG (EN) FERNANDA LEAL BENET

**GOVERNANÇA COLABORATIVA E GESTÃO DO CAPITAL
INTELECTUAL NA DIRETORIA DE OBRAS CIVIS DA MARINHA:
Um estudo sobre a capacitação em Engenharia Civil Portuária.**

Dissertação apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do curso de Política e Estratégia Marítimas.

Orientador: CMG (RM1) WILLIAM DE SOUSA MOREIRA

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2025

DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR

Declaro que este trabalho acadêmico: a) corresponde ao resultado de investigação por mim desenvolvida, enquanto discente da Escola de Guerra Naval (EGN); b) é um trabalho original, ou seja, que não foi por mim anteriormente utilizado para fins acadêmicos ou quaisquer outros; c) é inédito, isto é, não foi ainda objeto de publicação; e d) é de minha integral e exclusiva autoria.

Declaro também que tenho ciência de que a utilização de ideias ou palavras de autoria de outrem, sem a devida identificação da fonte, e o uso de recursos de inteligência artificial no processo de escrita constituem grave falta ética, moral, legal e disciplinar. Ademais, assumo o compromisso de que este trabalho possa, a qualquer tempo, ser analisado para verificação de sua originalidade e ineditismo, por meio de ferramentas de detecção de similaridades ou por profissionais qualificados.

Os direitos morais e patrimoniais deste trabalho acadêmico, nos termos da Lei 9.610/1998, pertencem à sua Autora, sendo vedado o uso comercial sem prévia autorização. É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos e ideias expressas neste trabalho acadêmico são de responsabilidade da Autora e não retratam qualquer orientação institucional da EGN ou da Marinha do Brasil.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Diretoria de Obras Civis da Marinha (DOCM), Organização Militar (OM) que me possibilitou exercer a profissão que escolhi – a arquitetura –, em um ambiente de excelência técnica e profissional. Expresso minha sincera gratidão às pessoas que tive o privilégio de conhecer nessa instituição, cujas amizades e apoio foram fundamentais nos momentos mais desafiadores de minha trajetória ao longo dos mais de 20 anos que ali servi. Que esta dissertação possa ser uma contribuição na nobre missão de “Construir em sólidos alicerces a Marinha do futuro”.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado conforto e mostrado o caminho a seguir nos momentos em que achei que não seria capaz de ir adiante.

A Pedro e Beatriz, que, com carinho, nunca duvidaram de que eu conseguiria, mesmo quando eu própria duvidei.

Aos meus pais, José Francisco e Vilma, por terem sido sempre os melhores exemplos em minha vida e por nunca me faltarem nesta jornada até aqui.

Aos amigos CMG (EN) Carla Feijó, CC (RM1-T) Jacqueline, CC (EN) Diego Lemos, CC (EN) Carolina Falcão, CT (EN) Júlio Gomes, CT (EN) Leyser e SG-EN Matheus, que me auxiliaram com subsídios essenciais para esta dissertação.

Às amigas Érica Raschendorfer, que me apoiou e orientou com carinho e paciência, e Franciane, que sempre demonstrou gestos de afeto e acolhimento para comigo, amenizando minhas ansiedades.

Ao Contra-Almirante Leandro Ferrone Demetrio de Souza, Diretor da DOCM, pela cordialidade e receptividade à proposta desta dissertação, bem como pela autorização para a aplicação do questionário aos Engenheiros Civis da OM.

Ao Contra-Almirante (RM1) Márcio de Vasconcellos Rocha, ex-diretor da DOCM e atual Diretor do Instituto Naval de Pós-Graduação, que desde o embrião da ideia para a presente pesquisa, gentilmente, me recebeu e disponibilizou seu altamente qualificado corpo técnico para me ajudar no que fosse preciso.

Ao Contra-Almirante (RM1) José Luiz Ferreira Canela, ex-diretor da DOCM, pela empatia e amizade demonstradas nos meus momentos de fragilidade.

Ao Professor Doutor Paolo Alfredini, professor titular da USP, que, com sua larga experiência na área de Engenharia Hidráulica e Portuária, se disponibilizou a indicar as Universidades de referência na área e fez diversos contatos com essas instituições para me ajudar a conseguir seus currículos.

Aos Engenheiros Civis da DOCM, que dispuseram de seu tempo para responder ao questionário, que tanto contribuiu para as proposições deste trabalho.

Ao meu orientador, CMG (RM1) William de Sousa Moreira, pela serenidade e pelas orientações coerentes e precisas.

Ao CMG (RM1) Alexandre Sousa, Encarregado do C-PEM/2025, pela empatia e fidalguia com que conduziu a turma ao longo do curso.

Ao CMG (Ref-FN) Ítalo de Melo Pinto, por suas aulas elucidativas, que me ajudaram a compreender a estruturação metodológica de problemas e foram de grande valia para a elaboração desta pesquisa.

Ao CF (RM1) Ohara Barbosa Nagashima, pela inestimável disponibilidade em compartilhar seu conhecimento, orientando-me, aconselhando-me e encorajando-me – o que foi fundamental para que eu fosse capaz de produzir este trabalho.

Por fim, aos colegas da Turma C-PEM/2025, em especial, aos amigos CMG Póvoa, CMG (FN) Turkielo, CMG (EN) Fagundes e CMG (EN) Salmon, que me estenderam a mão quando mais precisei durante o curso.

RESUMO

Como reduzir as lacunas de capacitação dos engenheiros civis da Diretoria de Obras Civis da Marinha (DOCM) no campo das estruturas portuárias, marítimas e fluviais? Esta é a pergunta norteadora que orienta esta dissertação, cujo objeto de pesquisa é a articulação entre Governança Colaborativa e Gestão do Capital Intelectual como estratégias para o fortalecimento técnico da DOCM. O estudo tem como objetivo principal propor um programa de capacitação que alinhe as competências do corpo técnico às atribuições institucionais da Diretoria. Justifica-se pela relevância estratégica da DOCM enquanto Diretoria Especializada responsável por projetos e obras portuárias na Marinha do Brasil, atividade que impacta diretamente na segurança e autonomia tecnológica da Força, frente ao cenário de crescente complexidade das infraestruturas costeiras e à escassez de formação especializada no setor público. A pesquisa adota o método comparativo, em três fases: (i) análise comparativa de currículos nacionais e internacionais de Engenharia Civil com ênfase costeira-portuária; (ii) pesquisa diagnóstica junto ao Corpo Técnico da DOCM; e (iii) elaboração de proposições para incremento da capacitação. Os resultados confirmam um descompasso significativo entre as atribuições institucionais da DOCM e o domínio técnico de seu corpo técnico: menos de 10% dos respondentes consideram-se aptos a elaborar projetos portuários. Para superar essas lacunas, propõe-se um Programa de Capacitação, coordenado por um Conselho de Capacitação em Engenharia Portuária, estruturado em quatro pilares: curso modular *in company*; estágios práticos supervisionados; participação sistemática em eventos técnico-científicos; e desenvolvimento de um programa de mestrado profissional em parceria com instituições de excelência. A combinação de redes colaborativas, gestão sistemática do conhecimento e avaliação contínua gera um ciclo virtuoso que fortalece a autonomia tecnológica da Marinha, incrementa a eficiência na execução de obras estratégicas e amplia a segurança operacional.

Palavras-chave: governança colaborativa; capital intelectual; engenharia portuária; capacitação.

ABSTRACT

Collaborative governance and intellectual capital management in the Navy's Directorate of Civil Works: a study on training in port civil engineering

How can we reduce the training gaps among civil engineers at the Navy's Civil Works Directorate (DOCM) in the field of port, maritime and river infrastructure? This is the guiding question of this dissertation, whose research focuses on the articulation between Collaborative Governance and Intellectual Capital Management as strategies for strengthening the DOCM's technical capabilities. The study's main objective is to propose a training program that aligns the technical staff's competencies with the Directorate's institutional responsibilities. This is justified by the DOCM's strategic relevance as a Specialized Directorate responsible for port projects and construction in the Brazilian Navy, an activity that directly impacts the Navy's security and technological autonomy, given the increasingly complex coastal infrastructure and the scarcity of specialized training in the public sector. The research adopts a comparative method, in three phases: (i) a comparative analysis of national and international Civil Engineering curricula with a coastal-port emphasis; (ii) a diagnostic survey with the DOCM's Technical Staff; and (iii) the development of proposals to increase training. The results confirm a significant mismatch between the DOCM's institutional responsibilities and the technical expertise of its technical staff: less than 10% of respondents consider themselves capable of developing port projects. To address these gaps, a Training Program is proposed, coordinated by a Port Engineering Training Council, structured around four pillars: a modular in-company course, supervised practical projects, systematic participation in technical and scientific events, and the development of a professional master's program in partnership with institutions of excellence. The combination of collaborative networks, systematic knowledge management, and continuous assessment creates a virtuous cycle that strengthens the Navy's technological autonomy, increases efficiency in the execution of strategic projects, and enhances operational safety.

Keywords: collaborative governance; intellectual capital. port engineering; training.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Aderência de capacitações das disciplinas obrigatórias aos serviços realizados na MB	37
QUADRO 2	Aderência de capacitações das disciplinas optativas aos serviços realizados na MB	38
QUADRO 3	Distribuição de créditos por blocos de disciplinas	41
QUADRO 4	Curso “Específico do Programa – Escolha Ampla”	43
QUADRO 5	Aderência de capacitações das disciplinas específicas obrigatórias aos serviços realizados na MB	54
QUADRO 6	Aderência de capacitações das disciplinas eletivas aos serviços realizados na MB	54
QUADRO 7	Disciplinas disponíveis nos Módulos B dos cursos de mestrado	63
QUADRO 8	Opções de disciplinas eletivas e projetos dos cursos de mestrado	63
QUADRO 9	Conteúdo e créditos das unidades da Base do Programa	65
QUADRO 10	Aderência de capacitações das disciplinas específicas dos módulos “Base da trilha”, “A”, “B” e “Eletivas” de Engenharia Hidráulica e <i>Offshore</i> aos serviços realizados na MB	78
QUADRO 11	Aderência de capacitações das disciplinas específicas dos módulos “Base da trilha”, “A”, “B” e “Eletivas” de Engenharia Hidráulica aos serviços realizados na MB	79
QUADRO 12	Aderência de capacitações das disciplinas específicas do módulo “Transversais”, disponibilizadas nas duas trilhas, aos serviços realizados na MB	80
QUADRO 13	Temas essenciais à ementa de curso de estruturas portuárias na MB	87
QUADRO 14	Síntese comparativa dos cursos analisados	105

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Esquema de distribuição de créditos por módulos nos Programas de mestrado	61
FIGURA 2	Fluxograma de similaridades e singularidades de conteúdo programático nos cursos de mestrado nas áreas de Engenharia Hidráulica e <i>Offshore</i> e Engenharia Hidráulica da TU Delft	61
GRÁFICO 1	Ano de ingresso no CEM ou como RM-2	92
GRÁFICO 2	Ano de conclusão da graduação em Engenharia Civil	93
GRÁFICO 3	Área de ênfase no projeto final de graduação	93
GRÁFICO 4	Oferta de disciplinas na área de Engenharia Portuária durante a graduação	93
GRÁFICO 5	Tipos de disciplinas voltadas a estruturas portuárias oferecidos na graduação	94
GRÁFICO 6	Realização de cursos relacionados à área de estruturas portuárias	94
GRÁFICO 7	Autoavaliação da capacitação técnica no tocante a estruturas portuárias	96
GRÁFICO 8	Temas com prioridade para capacitação nos próximos 12 meses	102

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “HID”	96
TABELA 2	Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “SED”	97
TABELA 3	Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “EST”	97
TABELA 4	Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “GEO”	98
TABELA 5	Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “TOP”	98
TABELA 6	Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “MOD”	99
TABELA 7	Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “MAT”	99
TABELA 8	Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “HID”	100
TABELA 9	Médias aritméticas de resultados de escores da Escala Likert, em ordem decrescente	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ad	Aderência
CEM	Corpo de Engenheiros da Marinha
CD	Ciência de Dados
CFD	Dinâmica dos Fluidos Computacional
Ch	Carga horária
CIRM	Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
CORM	Corpo de Oficiais da Reserva da Marinha
CPC	Conceito Preliminar de Curso
DGMM	Diretor-Geral do Material da Marinha
DOCM	Diretoria de Obras Civas da Marinha
DTU	<i>Danmarks Tekniske Universitet</i>
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ENADE	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
Eng.	Engenharia
ESANTAR-RG	Estação de Apoio Antártico – Rio Grande
EP-USP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
GIS	Sistemas de Informações Geográficas
GNSS	Sistema Global de Navegação por Satélite
GPS	Sistema de Posicionamento Global
HRM	<i>Human Resource Management</i>
IA	Inteligência Artificial
ICBV	<i>Intellectual Capital-Based View</i>
IDD	Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado

IGC	Índice Geral de Cursos Avaliados da Instituição
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MB	Marinha do Brasil
MUDE	<i>Modelling, Uncertainty and Data for Engineers</i>
n.	número
OM	Organização Militar
OMOT	Organização Militar Orientadora Técnica
OMPS-E	Organização Militar Prestadora de Serviços Especiais
p.	página
PROANTAR	Programa Antártico Brasileiro
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RM-2	Reserva de 2ª classe da Marinha
RS	Rio Grande do Sul
s.d.	Sem data
SEMENGO	Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica
SINAES	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior
SIG	Sistema de Informação Geográfica
S. I.	Sem local
TU Delft	Technische Universiteit Delft
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	ANÁLISE E SÍNTESE DAS CONTRIBUIÇÕES DE AUTORES SOBRE GESTÃO DO CAPITAL INTELECTUAL	19
2.2	COMPARAÇÃO DAS ABORDAGENS E MODELOS	21
2.3	ANÁLISE DOS ESTUDOS SOBRE GOVERNANÇA COLABORATIVA ...	22
2.4	AS IMPLICAÇÕES DO CAPITAL INTELECTUAL PARA A GOVERNANÇA COLABORATIVA	25
2.5	A GOVERNANÇA E A VERTENTE TECNOLÓGICA	27
3	CURSOS	29
3.1	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG)	29
3.1.1	Carga horária	30
3.1.2	Disciplinas	31
3.1.3	Conteúdo das disciplinas	31
3.1.4	Recursos instrucionais	36
3.1.5	Conclusão parcial	36
3.2	DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET (DTU)	39
3.2.1	Carga horária	41
3.2.2	Disciplinas	42
3.2.3	Conteúdo das disciplinas	44
3.2.4	Recursos instrucionais	52
3.2.5	Conclusão parcial	53
3.3	TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT (TU DELFT)	57
3.3.1	Carga horária	60
3.3.2	Disciplinas	62
3.3.3	Conteúdo das disciplinas	64
3.3.4	Recursos instrucionais	75
3.3.5	Conclusão parcial	77

4	ANÁLISE COMPARATIVA	82
4.1	SIMILARIDADES – EIXOS TEMÁTICOS	82
4.2	SINGULARIDADES	85
4.3	CONCLUSÃO PARCIAL	86
5	COMPETÊNCIAS TÉCNICAS DA DOCM	88
5.1	ATRIBUIÇÕES E SERVIÇOS PRESTADOS PELA DOCM	88
5.2	CAPACITAÇÃO TÉCNICA DOS ENGENHEIROS CIVIS DA DOCM	91
5.2.1	Análise dos dados	92
5.3	CONCLUSÃO PARCIAL	102
5.4	SÍNTESE COMPARATIVA	104
6	PROPOSIÇÕES PARA INCREMENTO DA CAPACITAÇÃO DA DOCM	107
6.1	ESTRUTURAÇÃO DE UM PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO	107
6.1.1	Curso <i>in company</i>	107
6.1.2	Estágio supervisionado	108
6.1.3	Participação em simpósios e congressos	108
6.1.4	Curso de mestrado profissional	108
6.2	ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO	109
6.2.1	Criação de um Conselho de Capacitação	109
6.2.2	Construção de parcerias acadêmica e institucionais	110
6.2.3	Planejamento do curso modular <i>in company</i>	111
6.2.4	Planejamento de recursos e cronograma	112
6.2.5	Gestão da avaliação e multiplicação do conhecimento	112
6.3	CONCLUSÃO PARCIAL	113
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	114
	REFERÊNCIAS	118
	APÊNDICE – Questionário de Autoavaliação das Capacitações Técnicas – DOCM	132

INTRODUÇÃO

O contexto contemporâneo da engenharia nacional impõe desafios crescentes em relação não somente à atualização tecnológica, mas, sobretudo, à gestão estratégica do conhecimento e à formação especializada de seus corpos técnicos. Essa necessidade é particularmente sensível na Marinha do Brasil (MB), cuja atuação demanda competência no planejamento, execução e fiscalização de obras de infraestrutura portuária, marítima e fluvial, setores reconhecidamente críticos para a defesa, a soberania e o desenvolvimento socioeconômico do país.

Nesse cenário, destaca-se o papel estratégico da Diretoria de Obras Civis da Marinha (DOCM), como Diretoria Especializada (DE) e Organização Militar Prestadora de Serviços Especiais (OMPS-E), responsável por estabelecer normas, coordenar atividades técnicas e disseminar boas práticas em Engenharia Civil na MB, incluindo o assessoramento de projetos de vulto, vistorias técnicas, perícias e elaboração de laudos especializados (Brasil, 2010, Anexo C, p. 3; Brasil, 2023, p. 2; Brasil, [s.d.]a). Entretanto, estudos apontam que as competências técnicas dos engenheiros civis da DOCM, quando confrontadas com a complexidade e especificidade das demandas contemporâneas no tocante às estruturas portuárias, marítimas e fluviais, apresentam lacunas significativas.

Essas deficiências ocorrem, em parte, em decorrência da ausência de cursos de graduação e pós-graduação, lato e stricto sensu, com foco na interface entre Engenharia Civil e as peculiaridades do meio portuário e costeiro, conforme evidenciado pelos currículos das principais instituições nacionais e internacionais de referência analisadas nesta pesquisa: Universidade Federal do Rio Grande (FURG); Danmarks Tekniske Universitet (DTU); e Technische Universiteit Delft (TU Delft).

Além disso, diante do avanço acelerado das agendas de inovação, sustentabilidade e resiliência das infraestruturas costeiras, agravadas ainda pela intensificação dos impactos das mudanças climáticas, transformações logísticas do setor portuário e exigências normativas, ambientais e operacionais cada vez mais rígidas, torna-se impreterível repensar os modelos de capacitação técnica dos engenheiros da MB de forma colaborativa e integrada.

É importante destacar que a MB possui um histórico de contribuição decisiva ao fomento da engenharia e inovação tecnológica no país, exemplificado pela criação, na década de 1950, do curso de Engenharia Naval na Universidade de São Paulo (USP). Essa iniciativa pioneira nasceu da percepção estratégica da MB sobre a importância de ampliar a base técnico-científica do país para atender às demandas da construção naval, um setor político-estratégico para a defesa nacional e o desenvolvimento industrial. Com a assinatura do Decreto nº 25.230, em 1955, foi formalizado um convênio entre a MB e a USP, que possibilitou a implementação rápida e eficiente do curso de Engenharia Naval, iniciado em 1957. Essa parceria inovadora se caracterizou pela otimização de recursos governamentais, utilizando a estrutura da Escola Politécnica da USP, e pela complementaridade de expertises, com a Marinha fornecendo oficiais e professores especializados, qualificados no exterior, enquanto professores da USP recebiam capacitação internacional (Guerra, 2019).

Essa cooperação se mantém ativa há quase sete décadas, formando centenas de engenheiros navais militares e milhares engenheiros navais no meio civil, e impulsionando avanços tecnológicos nacionais em diversas outras áreas, como, por exemplo, na construção dos reatores nucleares brasileiros, na criação do primeiro computador brasileiro, em 1970, e na produção do ventilador pulmonar Inspire, durante a pandemia de Covid-19, em 2021 (Brasil, 2025a).

Essa experiência revela um modelo profícuo de governança colaborativa institucional, no qual recursos e capacidades de diferentes setores são integrados para superar desafios estratégicos, gerando impactos duradouros para o país (Ansell e Gash, 2008; Emerson, Nabatchi e Balogh, 2012). Essa lição histórica sustenta o presente estudo, cujo objetivo é propor um programa de capacitação estruturado para os engenheiros civis da DOCM, fundamentado na articulação entre Marinha, academia e setor produtivo.

Assim, esta dissertação realiza a investigação comparativa dos currículos de instituições nacionais e internacionais de referência na área de Engenharia Civil, com ênfase em estruturas portuárias, marítimas e fluviais. O método comparativo se mostra adequado para examinar diferenças e semelhanças entre referenciais formativos e perfis profissionais em contextos distintos. Essa abordagem permite

confrontar dados de natureza qualitativa e quantitativa, como ementas curriculares, estruturas de curso e resultados de questionários, de modo a identificar convergências e lacunas no processo de formação dos engenheiros civis da DOCM.

O percurso metodológico desenvolveu-se em três fases complementares. A primeira consistiu em uma análise comparativa de currículos de cursos de Engenharia Civil com ênfase portuária, ofertados pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), pela Technical University of Denmark (DTU) e pela Delft University of Technology (TU Delft).

A segunda fase envolveu um levantamento diagnóstico junto ao corpo técnico da DOCM, utilizando questionário estruturado em escala Likert, para identificar o grau de domínio das competências técnicas.

Por fim, a terceira fase integrou os achados das etapas anteriores na elaboração de proposições estratégicas de capacitação, visando à redução das lacunas observadas e ao fortalecimento das capacidades institucionais da DOCM.

O percurso teórico-conceitual desta pesquisa ancora-se nas teorias de Governança Colaborativa, que enfatizam a articulação entre múltiplos atores, sociais, públicos e privados, para a solução de problemas complexos (Ansell e Gash, 2008; Emerson, Nabatchi e Balogh, 2012), e na Gestão do Capital Intelectual, considerada essencial tanto para a eficiência operacional (Edvinsson e Malone, 1998) quanto para a legitimação estratégica das organizações contemporâneas (Stewart, 1998). À luz desse referencial, para alcançar o objetivo geral, o estudo foi estruturado em sete capítulos, cada qual associado a um objetivo específico:

Capítulo 1 – Apresentar o contexto, o problema de pesquisa, os objetivos e a metodologia adotada;

Capítulo 2 – Discutir os fundamentos teóricos da Governança Colaborativa e da Gestão do Capital Intelectual;

Capítulo 3 – Analisar os currículos de cursos de Engenharia Civil com ênfase costeira e portuária, ofertados no Brasil e no exterior, identificando suas principais características e enfoques;

Capítulo 4 – Comparar os currículos selecionados, destacando convergências, lacunas e boas práticas formativas aplicáveis à capacitação de engenheiros da DOCM;

Capítulo 5 – Avaliar as competências técnicas dos engenheiros civis da DOCM, com base em diagnóstico aplicado junto ao corpo técnico;

Capítulo 6 – Propor diretrizes e ações estratégicas para o fortalecimento da capacitação técnica em obras portuárias, marítimas e fluviais no âmbito da DOCM; e

Capítulo 7 – Considerações finais: Sintetizar os achados, responder à pergunta de pesquisa, avaliar as contribuições teóricas e práticas e indicar limitações e pesquisas futuras.

Dessa forma, este trabalho pretende contribuir para a superação das lacunas detectadas no corpo técnico da DOCM, fortalecendo a formação e atuação dos engenheiros civis na área de obras portuárias, com reflexos positivos para a eficiência, segurança e inovação tecnológica das operações da MB. Além disso, objetiva fornecer subsídios para que a instituição seja capaz de promover e disseminar as melhores práticas no âmbito da MB, em consonância com as demandas estratégicas do setor de defesa e do desenvolvimento nacional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo discutir os fundamentos teóricos que sustentam a pesquisa, abordando os conceitos centrais de Governança Colaborativa e Gestão do Capital Intelectual. A análise visa identificar as convergências entre esses dois eixos, destacando como a cooperação interinstitucional e o uso estratégico do conhecimento podem contribuir para o fortalecimento das capacidades organizacionais da Diretoria de Obras Civis da Marinha (DOCM).

2.1 ANÁLISE E SÍNTESE DAS CONTRIBUIÇÕES DE AUTORES SOBRE GESTÃO DO CAPITAL INTELECTUAL

A gestão do capital intelectual emergiu como um campo de estudo para compreender como as organizações criam, compartilham e utilizam ativos intangíveis, como conhecimento, habilidades, relacionamentos e processos, para gerar valor e sustentar vantagem competitiva. Paralelamente, a governança colaborativa ganhou proeminência como um modelo para abordar problemas complexos que transcendem as fronteiras organizacionais, exigindo a coordenação e a cooperação entre múltiplos atores.

A intersecção desses dois campos é particularmente relevante, pois a eficácia da governança colaborativa muitas vezes depende da capacidade dos parceiros de gerenciar coletivamente seus recursos intelectuais compartilhados. Esta revisão de literatura explora as contribuições de um conjunto de autores proeminentes no campo da gestão do capital intelectual (McDowell; Harris; Geho; Kianto; Davey, H.; Davey, J.; Wang; Veltri; Bronzetti; Martín-de Castro), analisando e comparando suas abordagens e modelos. O objetivo final é discutir as implicações dessas perspectivas sobre o capital intelectual para a teoria e a prática da governança colaborativa, buscando enriquecer a compreensão de como ativos intangíveis podem ser gerenciados em contextos interorganizacionais e colaborativos.

A literatura sobre gestão do capital intelectual é vasta, refletindo a complexidade inerente aos ativos intangíveis. A análise das contribuições dos autores selecionados revela diferentes ênfases e abordagens que, em conjunto, oferecem um panorama rico do campo.

Um corpo significativo de trabalho converge na visão do capital intelectual como um motor para a inovação e o desempenho organizacional. McDowell, Harris e Geho (2018), por exemplo, focam-se no contexto das pequenas e médias empresas, investigando empiricamente como o desenvolvimento do capital intelectual, abrangendo suas dimensões humana, social e estrutural, impulsiona a capacidade de inovação, que atua como um mediador crucial para o desempenho financeiro e não financeiro. Essa perspectiva destaca a relevância estratégica do capital intelectual, mesmo em organizações de menor porte.

Kianto, Sáenz e Aramburu (Kianto, Sáenz e Aramburu, 2017; Sáenz e Aramburu, 2011, 2015) aprofundam a compreensão da dinâmica do capital intelectual, conectando-a intrinsecamente à gestão do conhecimento e às práticas de gestão de recursos humanos baseadas no conhecimento (*Knowledge-Based HRM*). Seus estudos exploram como políticas específicas de recrutamento, treinamento e avaliação baseadas no conhecimento podem fomentar o desenvolvimento do capital intelectual (humano, estrutural e relacional) e, conseqüentemente, a competitividade. Eles também abordam a estrutura e as interconexões das dimensões do capital intelectual, muitas vezes em estudos comparativos internacionais, e investigam a natureza dinâmica do capital intelectual – como ele é criado, combinado e renovado ao longo do tempo. A pesquisa de Sáenz e Aramburu (2011) também lança luz sobre o papel específico do capital estrutural na capacidade de inovação e como o tamanho da empresa pode moderar essas relações.

Wang et al. (2014, 2016, 2020, 2021) contribuem ao investigar empiricamente o impacto do capital intelectual no desempenho, considerando fatores mediadores, como a capacidade de inovação, e moderadores, como o dinamismo ambiental e o compartilhamento de conhecimento. Uma contribuição relevante é a análise do ajuste entre a estratégia de gestão do conhecimento e o capital intelectual, e seu impacto subsequente no desempenho. Além disso, Wang et al. expandem a análise para o nível individual, desenvolvendo e validando instrumentos para medir o capital intelectual individual e explorando seus antecedentes (como autoavaliação e reflexão) e sua relação com a criatividade dos funcionários, frequentemente utilizando dados de larga escala e modelagem de equações estruturais.

Martín-de Castro e Delgado-Verde et al. (2011, 2016, 2019) discutem a Visão Baseada em Capital Intelectual (*Intellectual Capital-Based View – ICBV*), posicionando o capital intelectual como fonte central de vantagem competitiva sustentável. Sua pesquisa empírica explora a relação complexa, incluindo efeitos não lineares (quadráticos), entre os diferentes componentes do capital intelectual e a inovação, especialmente a inovação tecnológica e radical. Os autores também contribuem para a compreensão da evolução do próprio campo de pesquisa em capital intelectual, identificando tendências e questões futuras.

Enquanto Martín-de Castro e Delgado-Verde et al. tendem a focar nos processos internos de gestão e nos resultados de desempenho e inovação, outro grupo de autores enfatiza a dimensão externa da comunicação e transparência do capital intelectual. Davey, H. et al. e Davey, J. et al. (2017) concentram-se nas práticas de divulgação (*disclosure*) do capital intelectual nos relatórios corporativos. Suas pesquisas analisam o que as empresas voluntariamente reportam sobre seus ativos intangíveis, identificando lacunas e desenvolvendo *frameworks*, como a Lógica Dominante do Serviço, para analisar e visualizar o capital intelectual comunicado, muitas vezes com foco em setores específicos, como Tecnologia da Informação e hotelaria, e em contextos internacionais comparados, como China e Índia. Essa linha de pesquisa sublinha a importância de tornar o valor do capital intelectual visível para *stakeholders* externos.

2.2 COMPARAÇÃO DAS ABORDAGENS E MODELOS

A diversidade de focos e métodos entre os autores revela um campo rico, mas também fragmentado. A comparação, no entanto, permite identificar convergências, divergências e complementaridades que ajudam a construir uma visão mais integrada da gestão do capital intelectual.

Uma convergência clara reside na adoção generalizada – ainda que por vezes implícita – da estrutura tridimensional do capital intelectual (humano, estrutural, relacional) como base analítica. Outro ponto comum é o reconhecimento do capital intelectual como um ativo estratégico dinâmico, que necessita de gestão ativa para gerar valor, particularmente através da inovação, impactando o desempenho organizacional.

As divergências surgem, principalmente, nas ênfases. Há uma distinção entre o foco nos processos internos de desenvolvimento e a alavancagem do capital intelectual (Kianto; Wang; McDowell; Martín-de Castro) e o foco na comunicação externa e a divulgação desse capital (Davey H., Veltri e Bronzetti). O nível de análise também varia, com Wang et al. explorando a dimensão individual, enquanto a maioria se concentra no nível organizacional. A sensibilidade ao contexto setorial e geográfico é outra fonte de variação, com Veltri e Bronzetti (2014, 2015), McDowell et al. (2018) e Davey H. et al. (2017) destacando-se por suas análises contextualmente específicas.

Metodologicamente, o campo abrange desde abordagens quantitativas, com modelagem estatística (Wang, Martín-de Castro), até a análise de conteúdo (Davey) e estudos de caso qualitativos (Veltri e Bronzetti), com alguns autores adotando abordagens mistas (Kianto).

Essas diferentes perspectivas são, contudo, largamente complementares. A gestão interna eficaz do capital intelectual é um pré-requisito para sua comunicação externa crível. A fundamentação teórica da *ICBV* de Martín-de Castro pode ancorar os estudos empíricos sobre a relação capital intelectual–inovação–desempenho. A análise do capital intelectual individual por Wang et al. pode informar modelos organizacionais, e a adaptação contextual por Veltri e Bronzetti (2014, 2015) e McDowell et al. (2018) demonstram a necessidade de refinar modelos gerais. A integração dessas lentes, interna e externa, individual e organizacional, teórica e empírica, geral e contextual, é essencial para uma compreensão abrangente e para o avanço da gestão do capital intelectual.

2.3 ANÁLISE DOS ESTUDOS SOBRE GOVERNANÇA COLABORATIVA

Esta seção apresenta uma análise de quatro artigos científicos centrais para a compreensão da governança colaborativa no campo da administração pública, sendo abrangente a investigação empírica.

A articulação entre os artigos permite observar a evolução da governança colaborativa como campo teórico e prático e a estruturação proposta tem como objetivo evidenciar a evolução do tema no tempo, sendo uma análise empírica ampla, proposta por Ansell e Gash (2007), e seguindo para a proposta de um

modelo teórico estruturado, por meio do trabalho de Emerson, Nabatchi e Balogh (2012). Na sequência, o texto adquire aplicabilidade em contextos complexos, com o trabalho de Nabatchi e Emerson (2024), e, por fim, culmina na proposição de um modelo teórico-analítico atualizado, por meio da pesquisa de Raschendorfer e Figueira (2024), que amplia a visão de governança colaborativa, incorporando sistemas simultâneos, liderança institucional e relações multissetoriais.

Ansell e Gash (2007) fornecem um modelo contingencial para a governança colaborativa, baseado em evidências empíricas, que orienta gestores e formuladores de políticas. Os autores investigam as condições sob as quais a governança colaborativa é eficaz, com base em uma meta-análise de estudos de caso. Foram analisados, pelos autores, 137 casos empíricos de governança colaborativa em contextos diversos de políticas públicas. Segundo os autores, a efetividade da colaboração depende de aspectos relacionais, tais como o histórico de relações entre os atores, os incentivos claros para participação, o equilíbrio de poder e recursos, a liderança facilitadora e o design institucional. Adicionalmente, os processos colaborativos incluem interações presenciais, aprendizado compartilhado e comprometimento mútuo, e são fortalecidos por pequenas vitórias iniciais, que ajudam a consolidar a confiança e a sustentá-los.

Emerson, Nabatchi e Balogh (2012) propõem uma estrutura analítica que guia pesquisas futuras e fornece subsídios para o desenho e a avaliação de arranjos colaborativos. Como contribuição teórico-analítica, os autores apresentam um modelo integrativo, que sintetiza os conceitos centrais da governança colaborativa, oferecendo uma estrutura teórica coerente sobre essa modalidade de governança, com foco em integrar diferentes abordagens teóricas e identificar elementos comuns. Segundo os autores, a governança colaborativa é definida como um processo em que múltiplos atores de diferentes setores se engajam coletivamente para enfrentar desafios públicos.

O modelo Emerson, Nabatchi e Balogh (2012) é composto por três dimensões principais: o Sistema de Governança, que trata do contexto institucional e estrutural; a Dinâmica Colaborativa em si, que descreve as interações entre os participantes, evidenciando aspectos como confiança, engajamento e aprendizado; e os Resultados, saídas do sistema que dirigem atenção aos impactos nas políticas

públicas e nas relações interorganizacionais, identificando fatores contextuais (como liderança, poder institucional e histórico de relações) que afetam o desempenho colaborativo.

Nabatchi e Emerson (2024) exploraram como a governança colaborativa pode ser eficaz na resolução de problemas públicos complexos, conhecidos como "*wicked problems*" (problemas perversos). Em uma abordagem qualitativa, os autores realizaram estudos de caso que conduziram a evidências empíricas sobre a aplicação da governança colaborativa em contextos desafiadores.

Os autores pontuam diretrizes para a aplicação da governança colaborativa em situações de alta complexidade, que incluem aspectos contextuais atuais, como mudanças climáticas, saúde pública e desigualdades estruturais. As principais contribuições da pesquisa apontam que a governança colaborativa é eficaz para problemas que envolvem múltiplos atores, incertezas e interesses conflitantes, e que estratégias bem-sucedidas incluem o engajamento de *stakeholders*, a flexibilidade e o aprendizado contínuos, e a construção e manutenção de confiança.

Raschendorfer e Figueira (2024) apresentam um modelo teórico atualizado, que complementa e expande o *framework* de Emerson, Nabatchi e Balogh (2012), com ênfase em lideranças institucionais, sistemas multissetoriais e participação social, diferenciando cada sistema por camadas. As autoras propõem um novo modelo teórico-analítico de governança pública, baseado na articulação entre Estado, sociedade e mercados, tendo na governança colaborativa a via para a construção da relação entre atores de diferentes lógicas.

As análises foram realizadas com base em revisão sistemática da literatura e complementadas por codificação e categorização de 63 estudos empíricos, que apontaram que a governança pública contemporânea exige um novo arranjo institucional, baseado na integração entre três dimensões interdependentes, a saber: a Institucional, concentrando valores compartilhados, liderança, comportamento ético e inovação, como elementos essenciais; a Organizacional, a qual dirigiu importância aos aspectos de sustentabilidade das relações intersetoriais (capacidade dos atores, recursos disponíveis e ambiente organizacional); e a Regulatória, que apresenta a relevância do ambiente normativo e do

estabelecimento de mecanismos de controle e responsabilização como suporte ao fluxo de recursos nos sistemas e subsistemas de governança.

Como contribuição, as autoras propõem a superação da visão procedimental, evidenciando a abordagem de sistemas interdependentes, com destaque à liderança institucional como motor da colaboração. Para além das contribuições teóricas, a pesquisa introduz uma distinção entre arranjos de governança (estruturas macro para formulação de políticas) e subsistemas (estruturas híbridas e interativas para implementação e operação), evidenciando diferentes relações, necessidades e elementos dominantes em cada camada.

Nessa lógica, a governança colaborativa pode ser definida como um modo de funcionamento no qual múltiplos atores, com interesses diversos, trabalham conjuntamente, de forma coordenada e interdependente, para alcançar objetivos comuns que dificilmente seriam atingidos individualmente. Esse modelo se diferencia de abordagens mais tradicionais de governança, que tendem a ser hierárquicas e centralizadas, ao enfatizar a importância da participação, do diálogo e da construção de consensos entre os envolvidos.

2.4 AS IMPLICAÇÕES DO CAPITAL INTELECTUAL PARA A GOVERNANÇA COLABORATIVA

Stewart definiu o capital intelectual como “a matéria intelectual – conhecimento, informação, propriedade intelectual, experiência que pode ser utilizada para gerar riqueza” (Stewart, 1998, p.13). Tradicionalmente, o capital intelectual é dividido em duas categorias principais: Capital Humano, caracterizado pelo conhecimento, pelas habilidades e pela experiência que cada indivíduo dentro de uma organização possui e leva consigo, incluindo sua capacidade de inovar, resolver problemas e se adaptar; e Capital Estrutural, que é o que a empresa possui de intangível e se mantém e engloba a infraestrutura de suporte (sistemas, processos, patentes e bancos de dados), além da cultura organizacional. Abrange também o capital relacional, que são os laços com clientes, fornecedores e parceiros, permitindo à empresa operar e gerar valor de forma independente de seus colaboradores (Edvinsson e Malone, 1998).

A gestão do capital intelectual oferece *insights* valiosos para a governança colaborativa, um campo que lida essencialmente com a coordenação de ativos intangíveis distribuídos entre múltiplos atores. A estrutura do capital intelectual (humano, estrutural, relacional) fornece um *framework* útil para mapear e analisar o "capital intelectual coletivo" de uma rede colaborativa. Compreender o conhecimento especializado dos participantes (capital humano coletivo), as rotinas e protocolos de interação (capital estrutural da rede) e a qualidade das conexões e da confiança (capital relacional da rede) é fundamental para desenhar mecanismos de governança eficazes. A ICBV pode ser estendida para uma visão da Rede Colaborativa baseada em capital intelectual, onde a capacidade de ação coletiva deriva da configuração única desses ativos intelectuais compartilhados.

A ligação entre capital intelectual e inovação ressalta a importância de desenhar a governança colaborativa não apenas para coordenar, mas para ativamente fomentar o compartilhamento de conhecimento, o aprendizado conjunto e a cocriação. Práticas de gestão do conhecimento e de gestão de recursos humanos baseadas em conhecimento, estudadas por Kianto et al. e Wang et al., podem ser adaptadas para estimular a dinâmica inovadora dentro da rede. Implica, portanto, que os mecanismos de governança devem facilitar a combinação e recombinação do conhecimento distribuído para gerar soluções que transcendam as capacidades individuais.

A literatura de governança colaborativa, com sua ênfase na construção de confiança e diálogo (Ansell & Gash, 2008), complementa a visão do capital intelectual sobre o capital relacional. Integrar as perspectivas significa reconhecer que os processos de governança são, em si, construtores do capital relacional da rede, e que este é um pré-requisito para a gestão eficaz dos demais componentes do capital intelectual coletivo.

A perspectiva do *disclosure* de capital intelectual (Davey et al., 2017; Veltri e Bronzetti, 2014, 2015) informa a necessidade de transparência e prestação de contas em arranjos colaborativos. Essas redes poderiam desenvolver formas de comunicar seus ativos intelectuais coletivos e seus resultados, aumentando a legitimidade e a capacidade de atrair recursos. A adaptação de ferramentas de relato

para o setor não-lucrativo é particularmente relevante, dado o envolvimento frequente dessas organizações em governança colaborativa.

Assim como a gestão do capital intelectual requer adaptação ao contexto, a governança colaborativa também exige desenhos sensíveis às particularidades do problema, dos atores e do ambiente. Os desafios da gestão do capital intelectual (mensuração, apropriação) também encontram paralelos nos desafios da governança colaborativa (avaliação de resultados, distribuição de custos/benefícios, gestão de poder), sugerindo que ferramentas e métricas do campo do capital intelectual podem ser úteis, com as devidas adaptações, para avaliar e gerenciar o desempenho de redes colaborativas.

As implicações para a governança colaborativa são profundas. A perspectiva do capital intelectual fornece um *framework* analítico para compreender os ativos intangíveis mobilizados em redes colaborativas, destaca a importância de gerenciar ativamente o conhecimento e os relacionamentos para fomentar a inovação por meio das redes, e oferece percepções sobre transparência, prestação de contas e adaptação contextual. Integrar a lente do capital intelectual pode, portanto, fortalecer significativamente a capacidade das iniciativas de governança colaborativa de alcançar seus objetivos e gerar valor público duradouro. Futuras pesquisas poderiam explorar mais diretamente a aplicação de modelos de gestão de capital intelectual em contextos de governança colaborativa, desenvolvendo métricas e ferramentas específicas para o capital intelectual coletivo e investigando como diferentes desenhos de governança afetam sua criação e utilização.

2.5 A GOVERNANÇA E A VERTENTE TECNOLÓGICA

Nos últimos anos, observou-se um aumento no número de pesquisas voltadas a formas interativas de governança, talvez como uma resposta ao crescimento de redes de governança em todos os níveis e domínios políticos. Para tornar o setor público mais eficiente, os governos vêm buscando novas formas de inovar e estimular a colaboração, para alcançar melhores resultados.

O foco na inovação colaborativa em redes representa um desafio para gestores públicos, políticos eleitos e outros que buscam metagovernar redes de governança. Nesse contexto, a Governança Pública percebe a colaboração entre

atores dos setores público e privado como o principal veículo de inovação pública e tende a ver as redes de governança como arenas potenciais para a inovação colaborativa (Hartley; Sørensen; Torfing, 2013). Sørensen e Torfing (2017) afirmam que, se as redes de governança querem, por meio da inovação, alcançar eficiência, eficácia e legitimidade democrática em vez de pequenas melhorias, precisam de estratégias específicas.

De acordo com Liu e Ding (2023), para criar e manter redes de inovação, aspectos relacionais na governança precisam ser considerados, pois afetam diretamente a colaboração entre as partes interessadas. Para os autores, o efeito da governança é determinado por sua estrutura mutável, não apenas pelo poder do entendimento geral das partes interessadas ou outros fatores processuais.

Embora a inovação no contexto da colaboração seja um tema pulsante, os desafios implícitos em ações concretas nas redes de inovação comprometem sua efetividade. Van Gestel e Grotenbreg (2021) pontuam que, apesar de serem formadas diversas parcerias, propostas verdadeiramente inovadoras e transformadoras para enfrentar desafios complexos continuam sendo raras, especialmente aquelas capazes de impulsionar inovação de grande alcance e promover valor público.

3 CURSOS

Este capítulo tem como objetivo analisar os currículos de cursos nacionais e internacionais de Engenharia Civil com ênfase na área portuária, buscando compreender como cada instituição estrutura a formação técnica e científica de seus engenheiros. A seleção das instituições foi feita por sua reputação em *rankings* internacionais conceituados e, no caso da Universidade brasileira, por ser a única a oferecer o curso. A análise permite observar diferentes enfoques pedagógicos e níveis de integração entre teoria, prática e inovação tecnológica.

3.1 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG)

A FURG foi fundada no ano de 1969, em Rio Grande – RS, pela fusão de quatro faculdades: Engenharia Industrial, Ciências Políticas e Econômicas, Direito e Filosofia. Em 1970, foi pioneira na criação de um curso de Oceanologia no Brasil e, em 1978, inaugurou campus universitário Carreiros, com área de 250 hectares. Em 1982, foi convidada a participar do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR) e, em 1983, foi inaugurada a Estação de Apoio Antártico (ESANTAR-RG), para prestar apoio logístico às expedições antárticas vinculadas ao programa (FURG, [s.d.]b).

Para suprir demandas nacionais, a FURG criou, em 1995, o programa de mestrado em Engenharia Oceânica, com áreas de concentração em Engenharia Costeira e Engenharia Marítima; porém a baixa adesão de egressos dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica evidenciou a carência de formação específica na área (FURG, 2019, p. 4).

O tema ganhou força, em 2004, durante o seminário e *workshop* em Engenharia Oceânica (SEMENGO 2004), cujo documento de intenções, a Carta de Rio Grande, alertou para a atuação de profissionais de outras áreas ou sem qualificação adequada na Engenharia Costeira, devido à carência de formação especializada. Outros debates continuaram ocorrendo em eventos similares ocorridos no Rio de Janeiro, em 2005, e em Brasília em 2008 (FURG, 2019, p. 4-5).

Como resposta, professores da FURG propuseram a criação de um curso, em nível de graduação, de Engenharia Civil Costeira e Portuária na universidade, que foi implementado em 2009, com oferta de vagas iniciando em 2010 (FURG, 2019, p. 5). O curso presencial e integral, dura dez semestres e oferece 25 vagas anuais,

formando profissionais capazes de atuar na interface entre o continente e o mar, lidando com fenômenos naturais como ondas, ventos, marés e transporte de sedimentos, complementando a formação da engenharia civil tradicional com disciplinas específicas voltadas à atuação na zona costeira (FURG, [s.d.]a)..

No Brasil, a avaliação do Ensino Superior é conduzida pelo é o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), que é vinculado ao Ministério da Educação (Brasil, [s.d.]c). Essa avaliação é feita por meio do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), composto por indicadores essenciais para mensurar, de um a cinco, a qualidade das instituições: o Conceito do Exame Nacional de Desempenho dos Alunos (ENADE); Conceito Preliminar de Curso (CPC); o Índice Geral de Cursos Avaliados da Instituição (IGC); e o Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD) (INEP, 2024).

Em consulta feita ao Cadastro e-MEC, que é a base de dados oficial dos cursos e Instituições de Educação Superior, o curso de Engenharia Civil Costeira e Portuária da FURG é o único no país em nível de graduação e tem nota quatro nos indicadores componentes do SINAES, demonstrando uma boa avaliação acadêmica e um nível de qualidade elevado na instituição (Brasil, 2025b).

A seguir, apresenta-se a descrição do Projeto Pedagógico do Curso, de acordo com a seguinte estrutura: Carga horária; Disciplinas; Conteúdo; e Recursos instrucionais.

3.1.1 Carga horária

O curso prevê uma carga horária mínima de 4.340 horas, sendo 200 dessas horas (4,5%) destinadas a atividades complementares (FURG, 2019, p. 14) e dedica 1.830 horas (122 créditos – 42% da carga horária total) para disciplinas de conteúdos básicos e 2.070 horas (138 créditos – 48% da carga horária total) às disciplinas de conteúdo profissionalizante. Além disso, 240 horas (5,5% da carga horária total) são dedicadas ao Estágio Supervisionado Obrigatório e ao Projeto de Graduação (FURG, 2019, p. 15). São ofertadas 1.050 horas (70 créditos) de disciplinas optativas, não havendo carga horária obrigatória para a integralização do curso (FURG, 2019, p. 168).

3.1.2 Disciplinas

Em virtude do objetivo desta pesquisa, as disciplinas do ciclo básico não serão descritas e/ou analisadas. As disciplinas obrigatórias que compõem o núcleo profissionalizante do curso são:

- Materiais de Construção Civil;
- Geotecnia I;
- Sistemas Estruturais em Concreto Armado;
- Sistemas Estruturais em Aço e Madeira;
- Hidráulica e Hidrologia
- Geologia de Engenharia
- Morfodinâmica Costeira
- Topografia e Batimetria
- Construção Civil
- Mecânica Estrutural I
- Mecânica Estrutural II
- Mecânica das Ondas
- Projeto Intermodal de Vias
- Hidrodinâmica Marítima
- Obras Hidráulicas Costeiras
- Processos Costeiros Aplicados à Engenharia
- Pavimentação Rodoviária e Portuária
- Terminais Portuários
- Transporte de Sedimentos Costeiros
- Dragagem
- Geotecnia II
- Geotecnia III
- Transporte Aquaviário
- Projeto de Estruturas Portuárias
- Desenho Arquitetônico e de Instalações
- Tópicos Especiais em Geotecnologias Aplicadas à Engenharia (FURG, 2019, p. 15).

As disciplinas técnicas optativas são: Cálculo numérico computacional; Durabilidade do concreto; Corrosão e proteção; Gestão de resíduos sólidos; Auditoria ambiental; Avaliação de impactos ambientais; Sistemas de transportes; Patologia das construções; Concreto protendido; Conforto térmico de edificações; Elementos de acústica arquitetônica; Arquitetura e urbanismo; Saneamento básico I; Mecânica estrutural computacional; Planejamento e controle de obras; Pontes; Saneamento básico II; Alvenaria estrutural; e Segurança do trabalho e ergonomia (FURG, 2019, p.55).

3.1.3 Conteúdo das disciplinas

Dentre as disciplinas obrigatórias componentes do ciclo profissionalizante, para o objetivo desta pesquisa, foi feita uma distinção entre as que possuem conteúdos especificamente voltados para o curso de Engenharia Civil Costeira e Portuária e as que também compõem o currículo do curso de graduação de

Engenharia Civil da FURG (FURG, 2024, p. 64-66). Dessa forma, serão analisados os conteúdos das disciplinas exclusivas do curso de Engenharia Civil Costeira e Portuária, tendo em vista que as competências obtidas nas disciplinas em comum já foram adquiridas pelos engenheiros civis que ingressam na Marinha do Brasil (MB) em suas formações pregressas. Nessa comparação, foram identificadas 15 disciplinas obrigatórias exclusivas, com uma carga horária total de 1.050 horas.

Já para as disciplinas optativas (FURG, 2019, p. 168), foi utilizado o critério de aderência à área de projetos, análises e execução de obras portuárias. Sendo assim, foram selecionadas seis disciplinas, com carga horária total de 315 horas.

Disciplinas obrigatórias

Morfodinâmica costeira

Com carga horária de 60 horas, visa capacitar o aluno a compreender, de forma integrada, os processos hidrodinâmicos, como geração, transformação e análise estatística de ondas, e a analisar a morfologia costeira e submarina, tipos de costas, características dos sedimentos. Aborda aspectos do gerenciamento de zonas costeiras e dos sedimentos (FURG, 2019, p.183).

Topografia e batimetria

Com carga horária de 120 horas, capacita o aluno a fazer levantamentos topográficos e batimétricos, interpretar e representar informações planialtimétricas, e utilizar sistemas de posicionamento global e imagens georreferenciadas (FURG, 2019, p.182).

Mecânica das ondas

Com carga horária de 90 horas, capacita o aluno na base fundamental da mecânica dos fluidos aplicada a contextos costeiros e oceânicos. O foco é o estudo aprofundado das ondas, para a compreensão de suas propriedades e transformações em águas rasas, como refração, difração, dissipação e arrebentação. Aborda a geração de ondas pelo vento, explicando os seus mecanismos e como definir uma onda de projeto (FURG, 2019, p. 192).

Projeto intermodal de vias

Com carga horária de 90 horas, capacita o aluno a compreender a infraestrutura necessária a estradas de rodagem, estradas de ferro, hidrovias e

aerovias. O objetivo é preparar o profissional para o planejamento e gestão de sistemas de transporte complexos (FURG, 2019, p. 191).

Hidrodinâmica marítima

Com carga horária de 120 horas, capacita a aprofundar os conhecimentos sobre mecânica dos fluidos, focando na compreensão de fluidos viscosos e suas aplicações em ambientes marinhos. Ensina os regimes de escoamento e a previsão de impactos hidrodinâmicos em terminais portuários (FURG, 2019, p. 199).

Obras hidráulicas costeiras

Com carga horária de 90 horas, capacita a projetar e dimensionar obras costeiras, aprendendo os tipos existentes e compreendendo a importância de parâmetros meteorológicos e oceanográficos para o seu projeto. Aborda o dimensionamento de enrocamentos e o cálculo da agitação residual, bem como o estudo da estabilidade de seções em ambiente laboratorial (FURG, 2019, p. 200).

Processos costeiros aplicados à engenharia

Com carga horária de 60 horas, esta disciplina visa capacitar o aluno a compreender e aplicar os conceitos fundamentais em projetos de proteção costeira e na dinâmica sedimentar influenciada pelas ondas. São abordados temas como a definição de arco de praia em praias encaixadas e o uso de modelos de evolução de linha de costa para a análise de erosão de praias (FURG, 2019, p. 204).

Pavimentação rodoviária e portuária

Com carga horária de 45 horas, capacita a projetar, dimensionar e acompanhar a execução de pavimentos, desde a preparação do subleito até as camadas superiores. Aborda a diferenciação de pavimentos flexíveis e rígidos, bem como os métodos para o seu dimensionamento, considerando elementos como tráfego, clima, características do solo e vida útil desejada (FURG, 2019, p. 202).

Terminais Portuários

Com carga horária de 45 horas, busca capacitar o aluno a analisar, projetar e otimizar terminais portuários, utilizando métodos quantitativos como teoria de filas e simulação computacional, aliados a uma compreensão do setor portuário, no contexto nacional e internacional, em termos estratégicos e logísticos (FURG, 2019, p. 203).

Transporte de Sedimentos Costeiros

Com carga horária de 45 horas, visa capacitar o aluno a analisar, quantificar e modelar processos de transporte sedimentar, tanto de fundo quanto em suspensão, considerando os efeitos de correntes e/ou ondas, bem como interpretar as implicações na morfodinâmica de ambientes costeiros, estuarinos e fluviais (FURG, 2019, p. 203).

Dragagem

Com carga horária de 60 horas, esta disciplina habilita o aluno a planejar, monitorar e gerir atividades de dragagem e derrocamento, considerando critérios técnicos e ambientais, englobando aspectos operacionais e requisitos de sustentabilidade. Compreende a escolha de dragas, medição de volumes, métodos de derrocamento e realização de pesquisas de campo (FURG, 2019, p. 219).

Geotecnia III

Com carga horária de 45 horas, busca capacitar o aluno a analisar, projetar e propor soluções para obras geotécnicas, incluindo a compreensão das teorias de empuxo de terra, aplicadas a estruturas de contenção, como muros de arrimo. Ensina a realizar análises de estabilidade de taludes, essenciais para a segurança de encostas, barragens e escavações; a avaliar o comportamento de aterros sobre solos compressíveis, considerando estabilidade e aplicação de técnicas de mitigação; e a empregar princípios geotécnicos em projetos e análises de obras portuárias, como diques e molhes (FURG, 2019, p. 217).

Transporte aquaviário

Com carga horária de 45 horas, busca prover a compreensão de conceitos de transporte hidroviário fluvial, lacustre e marítimo, contemplando aspectos técnicos de embarcações, normas de segurança, requisitos de infraestruturas (como eclusas), hidrovias, tipos de carga e princípios de eficiência logística e operacional (FURG, 2019, p. 218).

Projeto de estruturas portuárias

Com carga horária de 90 horas, visa capacitar os alunos nos fundamentos de projeto, análise e dimensionamento de estruturas portuárias, classificando seus componentes e abordando os aspectos estruturais das obras portuárias. Aborda o dimensionamento e projeto de elementos como sistemas de defensas, consoles,

estacas e pavimentos rígidos protendidos, além de cais, píeres, dolphins, e pontes de acesso para ambientes marítimo e fluvial (FURG, 2019, p. 214).

Tópicos especiais em geotecnologias aplicadas à engenharia

Com carga horária de 45 horas, busca capacitar o aluno a compreender, aplicar e integrar os conceitos fundamentais de cartografia, geodésia, fotogrametria, sensoriamento remoto, sistemas de posicionamento global (GNSS) e de informações geográficas (SIG), utilizados na coleta, processamento, análise e representação de informações espaciais na engenharia (FURG, 2019, p. 201).

Disciplinas optativas

Durabilidade do concreto

Com carga horária de 45 horas, capacita o aluno a identificar os mecanismos de deterioração, avaliar a influência dos ambientes na durabilidade, aplicar modelos preditivos de vida útil e realizar análises em estruturas de concreto. A disciplina aborda métodos de pesquisa em estruturas existentes (FURG, 2019, p. 195).

Corrosão e proteção

Com carga horária de 45 horas, busca capacitar o aluno a compreender os mecanismos eletroquímicos da corrosão, identificar seus diferentes tipos, aplicar técnicas de controle, prevenção e monitoramento, visando à preservação e durabilidade de materiais e estruturas (FURG, 2019, p. 196).

Avaliação e impactos ambientais

Com carga horária de 45 horas, visa capacitar o aluno a assimilar os fundamentos legais e técnicos da avaliação de impactos ambientais, abordando a interpretação do processo de licenciamento ambiental, a elaboração e análise de estudos e relatórios de impacto ambiental, e a aplicação de métodos de avaliação ambiental em projetos de engenharia (FURG, 2019, p. 211).

Saneamento Básico I

Com carga horária de 60 horas, capacita o aluno a projetar sistemas de abastecimento de água. O conteúdo abrange temas como técnicas de captação e adução de água, dimensionamento de estações elevatórias, tratamento da água, projeto de estações de tratamento de esgoto, dimensionamento de reservatórios e redes de distribuição de água (FURG, 2019, p. 212).

Pontes

Com carga horária de 60 horas, busca capacitar o aluno a conceber, analisar e dimensionar todos os componentes de uma ponte. A disciplina contempla o estudo de solicitações atuantes nas estruturas, com ênfase na superestrutura, na mesoestrutura e na infraestrutura (FURG, 2019, p. 221-222).

Saneamento Básico II

Com carga horária de 60 horas, capacita o aluno a planejar e dimensionar soluções para a gestão de redes de esgotos e águas pluviais. O conteúdo aborda a caracterização física, química e biológica de águas e águas residuárias, bem como de poluição e autodepuração dos corpos d'água (FURG, 2019, p. 222).

3.1.4 Recursos instrucionais

Fazem parte da estrutura de apoio às aulas práticas do curso onze laboratórios, vinculados à Escola de Engenharia e aos Institutos de Oceanografia e de Matemática, Estatística e Física da FURG: Expressão gráfica e topografia; Física geral; Sistemas térmicos; Eletrotécnica; Computação; REENGE (informática); Ensaio mecânicos; Materiais e construção civil; Química dos materiais; Geotecnia e concreto; e Engenharia costeira (FURG, 2019, p. 12-13).

3.1.5 Conclusão parcial

Diante da investigação realizada, observa-se que o curso de Engenharia Civil Costeira e Portuária da FURG se destaca tanto por sua singularidade quanto por sua proposta pedagógica consistente. A estrutura curricular evidencia um equilíbrio entre a formação básica da Engenharia Civil e os conteúdos especializados necessários à atuação em ambientes costeiros e portuários. Outro ponto forte é a oferta diversificada de disciplinas optativas, que permitem aprofundamento técnico.

Esse arcabouço é apoiado por uma infraestrutura laboratorial compatível com as atividades acadêmicas e práticas, favorecendo a formação de profissionais qualificados e alinhados às demandas do setor, contribuindo para suprir a lacuna histórica de pessoal especializado nessa área.

Foram elaborados os quadros 1 e 2, correlacionando serviços às disciplinas obrigatórias e optativas analisadas, elencadas por ordem decrescente de carga

horária, e com a classificação de sua aderência, em alta (A), média (M) e baixa (B), às atividades realizadas na MB na área de obras civis portuárias.

Quadro 1 – Aderência de capacitações das disciplinas obrigatórias aos serviços realizados na MB

Disciplina	Ch	Aplicabilidade	Ad
Hidrodinâmica marítima	120	Dimensionar estruturas como molhes, quebra-mares, píeres, cais, defensas, dolphins, pontes de acesso e fundações sujeitas à ação de ondas, marés, correntes e ventos.	A
Topografia e batimetria	120	Projetar quebra-mares, píeres, barragens e canais de navegação, com base no relevo submerso e nas condições oceânicas locais. Fazer levantamento de áreas, locação de obras, dimensionamento de aterros e redes de drenagem.	A
Projeto de estruturas portuárias	90	Projetar cais, píeres, defensas, estacas e pavimentos rígidos protendidos, dolphins e pontes de acesso para ambientes marítimo e fluvial.	A
Mecânica das ondas	90	Dimensionar obras de proteção costeira (quebra-mares, molhes, espigões), analisar agitação portuária, avaliação de riscos operacionais e segurança estrutural.	A
Projeto intermodal de vias	90	Projetar canais navegáveis, eclusas, portos e sinalização náutica. Atuar em projetos de mobilidade e logística.	M
Obras hidráulicas costeiras	90	Projetar molhes, quebra-mares e espigões, considerando a atuação de ondas, ventos e correntes.	A
Morfodinâmica Costeira	60	Projetar estruturas de proteção costeira, mitigando riscos de erosão.	A
Processos costeiros aplicados à engenharia	60	Avaliar riscos e propor soluções para mitigação de erosão e estabilização costeira, além de introduzir ferramentas avançadas, como a modelagem hidrodinâmica e sedimentológica.	A
Dragagem	60	Planejar, projetar e conduzir a gestão de operações de dragagem e derrocamento, tanto para implantação e manutenção quanto para recuperação ambiental de áreas portuárias e canais.	A
Pavimentação rodoviária e portuária	45	Fazer dimensionamento, especificação de materiais e execução de pavimentos flexíveis e rígidos, aplicados em vias internas de portos, pátios operacionais, acessos rodoviários e áreas de estocagem.	M
Terminais Portuários	45	Fazer planejamento, dimensionamento e otimização de terminais portuários, considerando aspectos logísticos, operacionais e de infraestrutura física.	B
Transporte de Sedimentos Costeiros	45	Dimensionar dragagens e proteger linhas de costa, bem como para gerenciar o impacto da água sobre o solo e vice-versa, garantindo a durabilidade e funcionalidade de infraestruturas.	A
Geotecnia III	45	Dimensionar aterros e cortes em solos; projetar cortinas de contenção, taludes, barragens e túneis.	A
Transporte aquaviário	45	Projetar canais, portos, rampas de acesso, eclusas, terminais portuários, cais, defensas e sistemas de atracação.	A
Tópicos especiais em geotecnologias aplicadas à eng.	45	Fazer levantamento, análise e georreferenciamento de áreas costeiras e portuárias, planejamento urbano costeiro e acompanhamento de processos morfodinâmicos.	A

Legenda: Ch – Carga horária, em horas; Ad – Aderência; A – Alta; M – Média; B – Baixa.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados disponibilizados no Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil Costeira e Portuária (FURG, 2019).

Quadro 2 – Aderência de capacitações das disciplinas optativas aos serviços realizados na MB

Disciplina	Ch	Aplicabilidade	Ad
Durabilidade do concreto	45	Avaliar a durabilidade, estimativa de vida útil; e definir modelos preditivos e estratégias de prevenção, inspeção e manutenção de estruturas.	A
Corrosão e proteção	45	Fazer análise, prevenção e controle dos processos de corrosão em estruturas metálicas e de concreto armado, especialmente em ambientes costeiros, portuários e marítimos.	A
Avaliação e impactos ambientais	45	Atuar no licenciamento ambiental de obras costeiras, portuárias e marítimas, e elaborar ou analisar Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA).	B
Saneamento Básico I	45	Projetar, dimensionar e operar sistemas de abastecimento de água em ambientes costeiros, portuários e urbanos.	B
Pontes	45	Projetar, dimensionar e analisar a estrutura de pontes e viadutos, inclusive em áreas portuárias, acessos a terminais, travessias sobre corpos d'água e obras costeiras.	A
Saneamento Básico II	45	Projetar, dimensionar e operar sistemas de coleta, transporte, tratamento e disposição de esgotos sanitários e águas pluviais.	M

Legenda: Ch – Carga horária, em horas; Ad – Aderência; A – Alta; M – Média; B – Baixa.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados disponibilizados no Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil Costeira e Portuária (FURG, 2019).

A análise dos quadros 1 e 2 evidencia que o conteúdo das disciplinas do curso de Engenharia Civil Costeira e Portuária da FURG tem elevada aderência às competências técnicas demandadas em atividades realizadas na MB na área de obras civis portuárias.

Das 15 disciplinas obrigatórias, 12 foram classificadas com grau de aderência alta (A), indicando a vocação prática do curso e a correlação entre seus conteúdos formativos e as atividades desempenhadas pelos engenheiros civis na MB, sobretudo nos segmentos de projetos e manutenção de estruturas portuárias marítimas e fluviais.

Disciplinas com carga horária extensa (90 a 120 horas), como “Hidrodinâmica marítima”, “Projeto de estruturas portuárias” e “Topografia e batimetria”, destacam-se por fornecerem fundamentos técnicos essenciais ao dimensionamento de estruturas sujeitas à ação das ondas, marés e correntes, bem como à fiscalização de obras de derrocamento e à análise de relevos submersos em ambientes litorâneos e fluviais.

A análise das disciplinas optativas mostra um potencial significativo de aprofundamento e especialização, oferecendo conteúdos de grande utilidade para as ações de manutenção e inspeção de infraestruturas portuárias, como, por exemplo, as disciplinas “Durabilidade do concreto” e “Corrosão e proteção”, visto que a maioria das instalações portuárias da MB encontra-se em ambiente marítimo,

que é altamente agressivo, gerando corrosão e desgaste. A compreensão de patologias, mecanismos eletroquímicos e degradação por cloretos se mostra importante nesse contexto.

Por outro lado, disciplinas como “Pavimentação rodoviária e portuária”, “Terminais Portuários” e “Saneamento Básico (I e II)”, embora possuam conhecimento técnico relevante, não são voltadas exclusivamente a projetos, construção e manutenção de obras civis portuárias no contexto da MB. Ainda assim, podem agregar valor em análises de projetos e fiscalização de obras integrados, com aspectos ambientais ou de infraestrutura urbana, por exemplo.

Em síntese, a matriz curricular do curso de Engenharia Civil Costeira e Portuária da FURG demonstra coerência e consistência técnica, além de alinhamento com as necessidades de capacitação técnica dos engenheiros civis da MB no tocante às atividades de obras civis de estruturas portuárias, marítimas e fluviais.

3.2 DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET (DTU)

O físico dinamarquês Hans Christian Ørsted, conhecido pela descoberta do eletromagnetismo, fundou a DTU, Universidade Técnica da Dinamarca (tradução própria), em 1829. Foi inspirada na Escola Politécnica de Paris, com o propósito de capacitar jovens para atuarem na indústria, porém, no começo, por falta de estrutura para o ensino prático, forma, majoritariamente, professores técnicos (DTU, [s.d.]a).

A partir do início da década de 1870, quando a industrialização realmente se consolidou, os engenheiros formados pela DTU passaram a ocupar posições no setor público e ter participação significativa na indústria local, mas os principais empreendimentos de engenharia ainda ficavam a cargo de companhias estrangeiras. Esse cenário começou a mudar na década de 1880, quando a presença dessas empresas diminuiu e os engenheiros dinamarqueses passaram a buscar oportunidades profissionais fora do país. Nas décadas de 1910 e 1920, a DTU atingiu um padrão de excelência reconhecido internacionalmente, quando profissionais formados pela instituição destacaram-se mundialmente em áreas como engenharia estrutural, construção naval e engenharia elétrica (DTU, [s.d.]a).

Inicialmente instalada em propriedades no centro de Copenhague, a DTU buscou sua expansão para atender à crescente demanda e à necessidade de instalações modernas. Atualmente, conta com cinco campi, sendo o de Lyngby o principal, que fica a cerca de 15 km ao norte de Copenhague (DTU, [s.d.]b) e conta com mais de 100 prédios, numa área de 106 hectares (DTU, [s.d.]c).

Nos dias de hoje, a DTU funciona como uma universidade autônoma, sendo liderada por um Conselho de Governadores, que atua como a principal autoridade da instituição (DTU, [s.d.]e). É uma universidade politécnica orientada para a pesquisa, com uma forte conexão com o setor empresarial e uma perspectiva internacional (DTU, [s.d.]f). Oferece cursos de graduação, mestrado e doutorado em engenharia, ministrados em inglês (DTU, [s.d.]g).

O programa de mestrado *stricto sensu* em Engenharia Civil possui um currículo flexível, integrando fundamentos teóricos, técnicas de modelagem matemática, simulações via computador e atividades experimentais, tanto em laboratório quanto em situações reais de campo. Abrange conhecimentos multidisciplinares em áreas inter-relacionadas (DTU, [s.d.]d) e são oferecidas sete linhas de pesquisa para especialização: “(i) Pontes, pavimentos e grandes estruturas; (ii) Sistemas construtivos; (iii) Regiões frias (com um semestre no Ártico na Groenlândia); (iv) Geotecnia; (v) Marinha e costeira; (vi) Mecânica dos materiais; e (vii) Estruturas” (DTU, [s.d.]h).

O curso tem duração de dois anos e compreende um total de 120 créditos (DTU, [s.d.]d), e sua estrutura oferece sugestões de especializações como uma orientação para a seleção das disciplinas, mas a admissão dos estudantes ocorre no programa como um todo, e não em uma área específica. Dessa forma, os alunos têm liberdade para escolher entre as disciplinas disponíveis, conforme as diretrizes estabelecidas e, caso completem todos os requisitos de uma especialização, essa informação poderá ser registrada no diploma (DTU, [s.d.]g).

Em avaliações internacionais, a DTU mantém uma posição de destaque. O EduRank – plataforma de classificação independente que avalia 14.131 universidades em 183 países e que posiciona as instituições em 246 áreas de pesquisa (EduRank, 2025e) – classificou a DTU, no *ranking* 2025, como a principal

universidade em Engenharia Marinha (EduRank, 2025b) e, em Engenharia, como a 12^a na Europa e 81^a no mundo (EduRank, 2025a).

O QS World University Rankings, que faz a classificação das universidades baseado em um acervo de 16,4 milhões de publicações científicas, colaborações institucionais e qualificação dos professores (QS, 2025), em 2025, coloca a DTU na 52^a posição no *ranking* global de Engenharia e Tecnologia (Top Universities, 2025c) e na 35^a posição na área de Engenharia Civil (Top Universities, 2025a).

Já no *ranking* Times Higher Education 2025, que utiliza 18 milhões de publicações científicas e 157 milhões de citações de 2.092 universidades, a DTU ocupa a 57^a posição no *ranking* global no tema de Engenharia e a 124^a geral no mundo (Times Higher Education, 2025b).

A seguir, será feita a descrição do Programa Pedagógico do Curso de Engenharia Marinha e Costeira da DTU, de acordo com a seguinte estrutura: Carga horária; Disciplinas; Conteúdo; e Recursos instrucionais.

3.2.1 Carga horária

Os 120 créditos são subdivididos em programas de estudo distintos, cada um composto por quatro blocos de disciplinas, conforme a distribuição no quadro 3.

Quadro 3 – Distribuição de créditos por blocos de disciplinas

Bloco de disciplinas	Conteúdo	Créditos
Base politécnica	Aprendizado de modelos computacionais voltados à criação de soluções sustentáveis e de processos de inovação, como trabalho em equipe, empreendedorismo e visão estratégica de negócios, conectados aos conteúdos acadêmicos ou interdisciplinares específicos do curso.	10
Específicas	Compreensão de elementos centrais da linha de pesquisa escolhida e aquisição de conhecimentos tecnológicos atualizados de conteúdos essenciais dentro do campo específico.	50
Eletivas	Ampliação das capacitações avançadas na área de pesquisa escolhida, com a complementação da formação com matérias de ciências básicas do ensino superior ou com conteúdos pertinentes de outros programas acadêmicos.	30
Tese de mestrado	Desenvolvimento do trabalho final do curso, em tema de livre escolha, incorporando aspectos das pesquisas mais atuais na área correspondente.	30

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados disponibilizados no site institucional da Universidade (DTU, [s.d.]).

3.2.2 Disciplinas

Serão abordadas por blocos, conforme a estrutura curricular, e foram traduzidas, para facilitar a compreensão.

Base Politécnica

As disciplinas do bloco “Base politécnica” devem somar dez pontos no total e são obrigatórias nos programas de graduação e mestrado da DTU, e têm como finalidade proporcionar uma compreensão ampla do contexto profissional do engenheiro, sendo composta por dois cursos: “Métodos quantitativos para avaliação de sustentabilidade”, que capacita os estudantes com ferramentas e competências essenciais para lidar com grandes desafios sociais globais, abrangendo aspectos ambientais, sociais e econômicos; e “Inovação em engenharia”, que proporciona conhecimentos sobre dinâmicas de inovação, colaboração em equipe e fundamentos de negócios, conectados ao conteúdo específico do programa educacional (DTU, [s.d.]).

Caso o aluno já tenha as competências do “Inovação em engenharia”, poderá fazer o curso “Facilitando a inovação em equipes multidisciplinares”, que aborda temas como facilitar processos de inovação em contextos empresariais, navegar no panorama da inovação a partir de competências avançadas em facilitação e mediar colaborações em grupo (DTU, 2025d).

Específicas

O Bloco de disciplinas específicas deve somar 50 créditos no total e é composto pelos seguintes cursos obrigatórios: “Inovação II” (5 créditos), “Competência Essencial – Obrigatória” (10 créditos), “Competência Essencial – Escolha Restrita” (15 créditos) e “Específico do Programa – Escolha Ampla” (20 créditos) (DTU, [s.d.]).

No curso “Inovação II”, o aluno deve escolher uma das seguintes disciplinas que valem cinco créditos:

Ação da Próxima Geração – Sustentável pelo Design; Empreendedorismo Tecnológico; Desenvolvendo uma mentalidade empreendedora; Gestão de Tecnologia e Inovação; Design para Economia Circular; e Economia Ambiental e de Recursos (DTU, [s.d.].k).

No curso “Competência Essencial – Obrigatória”, há uma disciplina com valor de dez créditos: Projeto Avançado de Construção (DTU, [s.d.].k).

No curso “Competência Essencial – Escolha Restrita”, o aluno deve escolher três das seguintes disciplinas que valem cinco créditos:

Engenharia Geotécnica Avançada; Transferência de calor e massa em edifícios; Tecnologia do Concreto; Hidrodinâmica 2; Estruturas Avançadas de Concreto; e Modelagem Probabilística em Engenharia Civil (DTU, [s.d.].k).

No curso “Específico do Programa – Escolha Ampla”, o aluno o aluno deve completar um mínimo de 20 créditos, escolhendo disciplinas de valores variáveis (5 a 15 créditos) em, pelo menos, dois de três grupos, conforme disposto no quadro 4.

Quadro 4 – Curso “Específico do Programa – Escolha Ampla”

Grupo	Disciplinas
1 – Projeto, sistemas e desempenho de edifícios	Clima interno; Transferência de calor e massa em edifícios; Acústica de edifícios; Simulação de desempenho de edifícios; Dinâmica de fluidos computacional para edifícios; Construção sustentável em ambientes extremos; e Segurança contra incêndio em edifícios.
2 – Geotecnia e Marinha	Mecânica avançada dos solos; Engenharia geotécnica avançada; Princípios da mecânica das rochas; Mecânica de pavimentos; Construções de infraestrutura no Ártico; Engenharia marinha e oceânica; Hidrodinâmica 2; Estruturas marinhas e costeiras; e Transporte de sedimentos fluviais e marinhos.
3 – Materiais e estruturas	Tecnologia do concreto; Dinâmica de estruturas: teoria e análise; Mecânica avançada dos materiais; Mecânica estrutural experimental; Projeto de segurança contra incêndio estrutural; Projeto estrutural de edifícios pré-moldados de concreto; Modelagem estrutural computacional 2; Método dos elementos finitos não lineares; Estruturas avançadas de concreto; Estruturas avançadas de aço; Engenharia sísmica e eólica; Estruturas de pontes; e Modelagem probabilística em Engenharia Civil.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados disponibilizados no site institucional da DTU (DTU, [s.d.].k).

Eletivas

O Bloco de disciplinas eletivas deve somar 30 créditos e pode ser cumprido pela aprovação em quaisquer disciplinas constantes na base de cursos de mestrado da DTU, incluindo as disciplinas específicas do programa escolhido que excedam os requisitos mínimos. Também há a possibilidade de cursar disciplinas de mestrado em outras universidades, dinamarquesas ou no exterior (DTU, [s.d.]).

Para o objetivo desta pesquisa, serão consideradas apenas as disciplinas constantes no programa do curso de mestrado em Engenharia Civil e nos demais programas da DTU que fazem parte da especialização em Engenharia Marinha e Costeira.

3.2.3 Conteúdo das disciplinas

Serão abordados por blocos, conforme a estrutura curricular, e foram traduzidos, para facilitar a compreensão.

Base Politécnica

Métodos quantitativos para avaliação de sustentabilidade

Com cinco créditos, esta disciplina visa capacitar estudantes na compreensão e aplicação de ferramentas quantitativas para avaliação da sustentabilidade, com ênfase na criação de soluções de engenharia para uma sociedade sustentável. Oferece conhecimentos sobre conceitos, definições e unidades relacionados à sustentabilidade, abordando suas dimensões, ambiental, social e econômica, bem como a relevância das escalas geográfica e temporal na proposição de soluções técnicas. Os alunos aprendem técnicas de avaliação quantitativa, por meio da análise de ciclo de vida, avaliação absoluta da sustentabilidade ambiental, e exploram conceitos como economia circular. Ao concluir a disciplina, os alunos estarão aptos a realizar avaliações quantitativas consistentes e a refletir criticamente sobre as incertezas e limitações dessas metodologias (DTU, 2025a).

Inovação em engenharia

Com cinco créditos, esta disciplina tem como objetivo desenvolver nos estudantes competências fundamentais em inovação tecnológica e empreendedorismo dentro do contexto da engenharia. Aborda princípios teóricos e

práticos sobre processos de inovação, desde a concepção inicial até a implementação e comercialização de soluções tecnológicas. Os alunos aprendem a identificar e avaliar oportunidades de inovação, aplicando métodos sistemáticos de desenvolvimento de ideias, prototipagem rápida, testes de mercado e validação de conceitos. Além disso, a disciplina promove habilidades relacionadas à gestão de projetos inovadores, comunicação eficaz com *stakeholders* e integração de aspectos econômicos, ambientais e sociais na análise e desenvolvimento de soluções técnicas inovadoras. Ao concluir o curso, os estudantes estarão capacitados a contribuir ativamente em projetos de inovação, tanto em *startups* quanto em empresas estabelecidas, com enfoque na criação de valor sustentável e competitivo (DTU, 2025c).

Competência Essencial – Obrigatória

Projeto de Edificações Avançado

Com dez créditos, a disciplina aborda o projeto avançado de edifícios, enfatizando o desenvolvimento integrado entre soluções arquitetônicas, estruturais, técnicas construtivas e sustentabilidade. Os estudantes trabalham com projetos práticos, sendo desafiados a equilibrar requisitos técnicos e funcionais em equipes multidisciplinares. São discutidos métodos avançados para otimização estrutural e energética, uso eficiente de materiais, técnicas de construção sustentável e processos digitais aplicados ao projeto. Ao final da disciplina, os alunos estarão capacitados a elaborar soluções completas e tecnicamente fundamentadas para edifícios complexos, adequados aos desafios contemporâneos de desempenho e sustentabilidade na construção civil (DTU, 2024i).

Específicas

Para o objetivo desta pesquisa, serão abordadas apenas as disciplinas específicas indicadas pela DTU para a especialização em Engenharia Marinha e Costeira.

Engenharia marinha e oceânica

Com cinco créditos, esta disciplina prepara o aluno para compreender e calcular as forças hidrodinâmicas atuantes em estruturas fixas, flutuantes ou

apoiadas no fundo do mar, como dutos submarinos, plataformas offshore e fundações de turbinas eólicas marítimas. Os conteúdos abordam desde os conceitos fundamentais de arrasto e inércia, até vibrações induzidas por vórtices e movimentos de corpo em ondas irregulares. A disciplina também oferece base teórica para estimar as respostas dinâmicas de estruturas marítimas a partir de funções de transferência de movimento, com aplicações práticas em estabilidade e desempenho operacional de embarcações e plataformas (DTU, 2024c).

Hidrodinâmica 2

Com cinco créditos, a disciplina aprofunda a compreensão dos princípios fundamentais da hidrodinâmica, com foco na modelagem do escoamento laminar e turbulento, assim como na propagação de ondas em águas rasas e profundas. São abordadas equações clássicas, além da aplicação da teoria linear das ondas, conceitos de energia potencial e cinética, fluxos de energia e fenômenos como refração, quebra e geração de correntes induzidas por ondas. O curso capacita o aluno a resolver problemas reais de engenharia fluvial, costeira e oceânica, com exercícios práticos e relatórios técnicos que promovem a aplicação dos conceitos em contextos de projeto e análise (DTU, 2024d).

Estruturas marinhas e costeiras

Com cinco créditos, esta disciplina habilita o aluno a projetar e avaliar estruturas em ambientes marinhos e costeiros, considerando a interação com o leito marinho e os processos erosivos. Os estudantes aprendem a calcular e mitigar a erosão localizada em fundações de turbinas eólicas, dutos e estacas, além de projetar proteções costeiras como quebra-mares e revestimentos. Aborda estatísticas de ondas extremas e princípios de projeto baseados em condições ambientais severas. Combina fundamentos teóricos e exercícios aplicados, promovendo a capacitação para o desenvolvimento de soluções técnicas sustentáveis e seguras no contexto de obras marítimas (DTU, 2024e).

Transporte de sedimentos fluviais e marinhos

Com cinco créditos, esta disciplina visa capacitar o aluno a compreender, modelar e prever processos de transporte sedimentar em ambientes fluviais e costeiros, abordando tanto o transporte de fundo quanto o em suspensão, induzido por correntes e/ou ondas. São explorados conceitos como tensão crítica de

cisalhamento no leito, formação de dunas e bancos de areia, evolução da linha de costa e transporte longitudinal e transversal de sedimentos. São também desenvolvidos modelos numéricos básicos (em Matlab) para a simulação de processos sedimentares, com aplicações em projetos de engenharia costeira e gestão ambiental (DTU, 2024f).

Eletivas

Para o objetivo desta pesquisa, serão abordadas as disciplinas que não são obrigatórias, mas são sugeridas pela DTU como relevantes para a especialização em Engenharia Marinha e Costeira e outras consideradas pela autora como aderentes às atividades relacionadas à área de obras civis portuárias.

Eletivas sugeridas pela DTU – Engenharia Marinha e Costeira

GPS, GIS e demarcação

Com cinco créditos, esta disciplina fornece conhecimentos práticos e teóricos sobre técnicas modernas de posicionamento e georreferenciamento, incluindo GNSS (como GPS), geodésia, projeções cartográficas e levantamento topográfico, em áreas urbanas e rurais. Os alunos aprendem a operar equipamentos como estações totais e níveis ópticos, realizar transformações entre sistemas de coordenadas, elaborar redes de controle e integrar dados em Sistemas de Informações Geográficas (GIS). Ao final, estão aptos a planejar campanhas de levantamento e demarcação, avaliar incertezas e aplicar os dados em projetos de engenharia civil (DTU, 2023c).

Mecânica avançada dos solos

Com cinco créditos, a disciplina aprofunda os conhecimentos sobre resistência e deformabilidade dos solos, com base em testes laboratoriais como o edômetro, cisalhamento direto e triaxial. Capacita o aluno a interpretar resultados desses ensaios, segundo os parâmetros do Estado Crítico, e a aplicar modelos constitutivos em problemas de engenharia. A disciplina é essencial para análises geotécnicas avançadas, tais como recalques, estabilidade de encostas e interação solo-estrutura (DTU, 2023a).

Engenharia geotécnica avançada

Com cinco créditos, habilita o estudante a projetar e analisar fundações profundas, escavações ancoradas, contenções e estruturas de suporte em solos. Ensina o dimensionamento axial e lateral de estacas, análise de grupos de estacas, muros de arrimo e recalques induzidos por escavações. Também introduz métodos numéricos, como o Método dos Elementos Finitos, aplicados à engenharia geotécnica, promovendo a avaliação de segurança e desempenho estrutural em projetos de grande porte (DTU, 2023a).

Modelagem computacional para Engenharia Marinha e Costeira

Com cinco créditos, esta disciplina introduz o uso de métodos numéricos aplicados à engenharia hidráulica costeira, com foco no software MIKE 21. Os alunos aprendem a configurar modelos hidrodinâmicos e de transporte sedimentar, inserir batimetrias e condições de contorno (vento, maré e ondas), e a realizar análises de dispersão e evolução costeira. Ao final, estarão capacitados a aplicar a modelagem em problemas reais, como o planejamento de parques eólicos *offshore* e a gestão de dragagem (DTU, 2023d).

Fluxos turbulentos

Com cinco créditos, esta disciplina aprofunda a teoria da turbulência, capacitando o aluno a aplicar modelos estatísticos e numéricos em escoamentos complexos. São abordados tópicos como camadas-limite turbulentas, transição laminar-turbulenta, espectros de energia, análise de correlação e modelos de turbulência. A disciplina também inclui atividades laboratoriais e exercícios práticos, essenciais para a análise de fluxos em canais, tubulações e ambientes naturais, como rios e zonas costeiras (DTU, 2023e).

Cargas de ondas em navios e estruturas *offshore*

Com cinco créditos, esta disciplina prepara o aluno para prever movimentos e esforços em estruturas marítimas submetidas à ação de ondas. A partir da teoria do potencial linear, ensina-se a modelar interações fluido-estrutura, aplicando métodos numéricos como o Método dos Elementos de Contorno. São realizados exercícios com estruturas flutuantes e fixas, com ênfase na modelagem em Matlab e análise de resposta em domínio do tempo e da frequência (DTU, 2023f).

Hidrodinâmica avançada de ondas

Com cinco créditos, aprofunda a física das ondas regulares e irregulares, tratando de teorias lineares e não lineares. Aborda o uso de séries de Fourier e espectros de energia, interação onda-corrente, quebra de ondas, modelagem espectral e fenômenos de instabilidade em águas profundas. A disciplina fornece base matemática para o projeto detalhado de estruturas costeiras, considerando a variabilidade e complexidade do regime de ondas (DTU, 2023g).

Dinâmica de estruturas: teoria e análise

Com cinco créditos, a disciplina capacita os alunos a realizar análises dinâmicas de estruturas submetidas a ações como vento, ondas, tráfego ou explosões. São estudados sistemas com um ou múltiplos graus de liberdade, aplicando-se métodos como análise modal, integração no tempo e técnicas de redução de sistemas. São também explorados conceitos como amortecedores viscosos, além de práticas em Python para a simulação numérica (DTU, 2023h).

CFD aplicado

Com cinco créditos, esta disciplina oferece uma introdução prática à Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD), utilizando o *software* STAR-CCM+. O foco está na aplicação de métodos de volumes finitos para resolver as equações de Navier-Stokes, com discretizações no tempo e no espaço. Os alunos desenvolvem modelos de escoamento em geometrias complexas, escolhem condições de contorno apropriadas, avaliam estabilidade numérica e visualizam resultados com técnicas gráficas (DTU, 2023i).

Dinâmica de fluidos computacional

Com cinco créditos, esta disciplina visa ao desenvolvimento de códigos em Matlab para resolver as equações de Navier-Stokes por métodos de volumes finitos. Os alunos aprendem a discretizar equações de conservação, implementar condições de contorno e testar estabilidade e convergência de esquemas numéricos. São também abordadas técnicas de visualização e comparação com *benchmarks*, capacitando para o uso de CFD em projetos de engenharia (DTU, 2023j).

Estruturas Avançadas de Concreto

Com cinco créditos, capacita os alunos a projetar estruturas de concreto submetidas a esforços complexos, aplicando métodos de análise plástica. São

estudadas estruturas como consolos, painéis estabilizadores e estruturas protendidas. A disciplina também aborda o detalhamento de armaduras e a avaliação de estruturas de concreto, com e sem armadura, promovendo competências aplicáveis em obras especiais e marítimas (DTU, 2023k).

Modelagem Probabilística em Engenharia Civil

Com cinco créditos, desenvolve competências em modelagem probabilística aplicada à engenharia civil. Os alunos aprendem a aplicar teoria das probabilidades, variáveis aleatórias e processos estocásticos na análise de confiabilidade estrutural. São abordadas ferramentas como simulação de Monte Carlo, método de confiabilidade de primeira ordem e avaliação de risco. O curso permite fundamentar decisões de projeto com base em análise de incertezas (DTU, 2023l).

Eletivas aderentes

Estruturas de pontes

Com cinco créditos, esta disciplina visa fornecer aos alunos fundamentos técnicos e práticos para o projeto, análise e avaliação de pontes. São abordados os principais sistemas estruturais empregados em pontes rodoviárias e ferroviárias, incluindo pontes em viga, treliça, pórtico e estaiadas. O curso contempla tanto aspectos do projeto inicial quanto da manutenção e reabilitação estrutural, abordando temas como análise de esforços, verificação de estados-limite, dimensionamento conforme normas europeias e durabilidade estrutural. Os alunos são capacitados a desenvolver modelos computacionais, realizar simulações estruturais e interpretar os resultados de inspeções e ensaios. A disciplina combina teoria com estudos de caso e projetos em grupo, promovendo competências aplicáveis ao ciclo de vida completo de obras de arte especiais, como pontes em ambientes fluviais e costeiros (DTU, 2024k).

Estruturas avançadas de aço

Com cinco créditos, esta disciplina aprofunda os conhecimentos sobre análise e projeto de estruturas metálicas complexas, incluindo componentes submetidos a esforços combinados, instabilidade local e global e condições de fadiga. São abordados conceitos avançados, como verificação da resistência e ductilidade em situações-limite, interação entre flambagem e plastificação, e métodos de análise de

segunda ordem para avaliar efeitos não lineares. A disciplina contempla a aplicação prática das normas e recomendações específicas para pontes metálicas, edifícios altos e estruturas *offshore*. O curso combina aulas expositivas, estudos de caso e exercícios computacionais, promovendo competências essenciais para o projeto seguro e econômico de estruturas de aço em diferentes contextos de engenharia civil e marítima (DTU, 2025b).

Princípios da mecânica das rochas

Com cinco créditos, esta disciplina capacita os alunos a compreender e aplicar os princípios da mecânica das rochas em projetos de engenharia civil e geotécnica. São abordadas propriedades físicas e mecânicas de maciços rochosos, como resistência, deformabilidade, anisotropia e descontinuidades estruturais. O curso explora métodos de caracterização de maciços, classificação geomecânica, análise de estabilidade de taludes e escavações subterrâneas, além de técnicas de reforço e suporte em ambientes rochosos. São introduzidos conceitos de tensões *in situ*, fraturamento hidráulico e ruptura induzida por escavação. Por meio de aulas teóricas e exercícios aplicados, os alunos desenvolvem competências para interpretar ensaios laboratoriais e de campo, avaliar condições de estabilidade e projetar intervenções em obras como túneis, fundações profundas e estruturas portuárias situadas sobre rocha (DTU, 2024a).

Mecânica avançada dos materiais

Com cinco créditos, esta disciplina aprofunda o entendimento teórico e prático dos estados de tensões e deformações em materiais submetidos a solicitações complexas. São abordados conceitos fundamentais da mecânica dos sólidos, incluindo teoria da elasticidade, anisotropia, concentração de tensões, e critérios avançados de resistência. Trata da formulação geral em três dimensões, para materiais lineares e não lineares e do comportamento de elementos estruturais sujeitos à flexão, torção, flambagem e carga combinada. Os alunos desenvolvem habilidades para analisar estruturas submetidas a condições reais de carregamento, aplicar soluções analíticas e validar modelos numéricos (DTU, 2024g).

Mecânica estrutural experimental

Com cinco créditos, esta disciplina visa desenvolver competências práticas e analíticas na área de mecânica estrutural experimental. Os alunos aprendem a

projetar, executar e interpretar experimentos aplicados à engenharia de estruturas, com foco na medição de deformações, deslocamentos, forças internas e modos de falha. São abordadas técnicas clássicas e modernas de instrumentação, como extensometria elétrica, sensores ópticos e medições sem contato. Também trata da calibração de equipamentos, processamento de dados experimentais, tratamento de incertezas e validação de modelos numéricos (DTU, 2024h).

Modelagem estrutural computacional 2 – Método dos elementos finitos não lineares

Com cinco créditos, esta disciplina tem foco no desenvolvimento e na aplicação de métodos numéricos avançados para a análise não linear de estruturas, por meio do Método dos Elementos Finitos. Capacita os alunos a compreender e aplicar formulações, geométrica e fisicamente não lineares, considerando grandes deslocamentos e rotações, plastificação de materiais e efeitos de contato entre superfícies. São ensinados algoritmos de solução iterativa e técnicas de controle de carregamento, como o método de arco. A disciplina aborda estratégias de modelagem em *softwares* comerciais, validação numérica e interpretação de resultados (DTU, 2024j).

Tecnologia do Concreto

Com cinco créditos, a disciplina aborda conhecimentos avançados sobre tecnologia do concreto, enfatizando a relação entre composição, microestrutura e propriedades do concreto em seu estado fresco e endurecido. Os alunos estudam processos químicos de hidratação, durabilidade, mecanismos de deterioração e fatores que influenciam a vida útil das estruturas de concreto. São abordadas também técnicas avançadas para produção de concretos especiais, incluindo concretos de alta resistência, concretos autoadensáveis e concretos reforçados com fibras. O curso capacita os estudantes a realizar ensaios laboratoriais específicos e interpretar os resultados obtidos para otimizar a seleção de materiais, o processo construtivo e o desempenho a longo prazo das estruturas (DTU, 2024b).

3.2.4 Recursos instrucionais

A DTU dispõe de centros de pesquisa privados e colabora, fornecendo equipamentos e realizando o processamento de dados, com várias infraestruturas

européias. Os centros são dotados de laboratórios, oficinas e salas experimentais para a utilização dos pesquisadores (DTU, [s.d.]). Dentre os principais recursos instrucionais, destacam-se:

- CASMaT – um complexo composto por três laboratórios – Instalação de Grande Escala, Laboratório Estrutural e Laboratório de Materiais – que abrange desde ensaios em microescala até testes em escala real de estruturas e possibilita a experimentação avançada de materiais e elementos estruturais, sendo fundamental para a validação de modelos computacionais (DTU, [s.d.]);

- Laboratórios de geotecnia e construção sustentável – dois laboratórios voltados ao estudo aprofundado da geologia técnica, geotecnia e desenvolvimento de materiais sustentáveis para a construção civil e à pesquisa de infraestrutura ártica, para a promoção de crescimento sustentável local, com base em ciência aplicada à geotecnia e materiais adaptados ao ambiente (Brixen, 2018); e

- Simulador de Turbulência IEC – ferramenta desenvolvida para simular turbulência atmosférica padrão sobre terrenos planos e homogêneos, permitindo a análise de cargas de fadiga em turbinas eólicas, e oferece opções de diferentes modelos espectrais, tipos de terreno e formatos de saída. Aplicada inicialmente à engenharia eólica, também possui importantes aplicações em estruturas civis sujeitas ao vento, como edifícios altos e pontes (DTU Wind and Energy Systems, [s.d.]).

3.2.5 Conclusão parcial

A análise do programa de mestrado em Engenharia Civil com especialização em Engenharia Marinha e Costeira da DTU evidencia a qualidade acadêmica. O currículo combina formação teórica com competências aplicadas, formando profissionais aptos a lidar com os desafios do ambiente costeiro e *offshore*.

A estrutura curricular flexível, somada à possibilidade de personalização da trilha formativa, permite que o aluno construa uma trajetória acadêmica focada em suas necessidades profissionais, mantendo rigor técnico e científico. A ampla oferta de disciplinas eletivas, com conteúdo aplicado em modelagem numérica, dinâmica de estruturas e tecnologia do concreto, complementa a formação e permite especialização avançada. O curso conta, ainda, com recursos instrucionais

importantes, como laboratórios de grande porte, que oferecem infraestrutura para o desenvolvimento de ensaios estruturais e de materiais, incluindo testes em escala real; e simuladores e *softwares* especializados, viabilizando a aplicação prática dos conhecimentos teóricos e garantindo o domínio de ferramentas modernas.

A presença da DTU em *rankings* internacionais, como EduRank e QS World University Rankings, reforça o reconhecimento da qualidade do programa em nível global, posicionando-a como referência no campo da Engenharia Marinha.

Com base nesses dados, será feita a correlação entre os serviços realizados na MB e as disciplinas específicas obrigatórias e eletivas do curso, classificadas por sua aderência em alta (A), média (M) e baixa (B).

Quadro 5 – Aderência de capacitações das disciplinas específicas obrigatórias aos serviços realizados na MB

Disciplina	Ch	Aplicabilidade	Ad
Engenharia marinha e oceânica	5	Dimensionar e vistoriar estruturas, como dutos submarinos, plataformas <i>offshore</i> e fundações para turbinas eólicas marítimas, e analisar condições ambientais e implicações nas estruturas.	A
Hidrodinâmica 2	5	Dimensionar e vistoriar obras em ambientes fluviais, costeiros e oceânicos, avaliando como escoamentos laminares e turbulentos, bem como ondas e correntes induzidas, impactam o desempenho e a segurança estrutural.	A
Estruturas marinhas e costeiras	5	Avaliar e projetar proteções, como quebra-mares e revestimentos, aplicando princípios de estabilidade e resistência a condições ambientais extremas, como ondas severas.	A
Transporte de sedimentos fluviais e marinhos	5	Avaliar a estabilidade de canais, acessos portuários e fundações marítimas, com suporte técnico de modelagem computacional.	A

Legenda: Ch – Carga horária, em créditos; Ad – Aderência; A – Alta; M – Média; B – Baixa.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados disponibilizados no programa de mestrado *stricto sensu* em Engenharia Civil – Especialização em Engenharia Marinha e Costeira (DTU, [s.d.].c).

Quadro 6 – Aderência de capacitações das disciplinas eletivas aos serviços realizados na MB (continua)

Disciplina	Ch	Aplicabilidade	Ad
GPS, GIS e demarcação	5	Realizar levantamentos topográficos e georreferenciados para planejamento de obras portuárias e costeiras.	B
Mecânica avançada dos solos	5	Avaliar a estabilidade de estruturas costeiras, prever recalques e analisar a interação solo-estrutura, especialmente em ambientes com solos moles ou sujeitos a variações do nível do lençol freático.	A
Engenharia geotécnica avançada	5	Projetar fundações profundas e escavações ancoradas em obras portuárias e marítimas.	A
Modelagem computacional para Engenharia Marinha e Costeira	5	Simular e analisar cenários complexos envolvendo hidrodinâmica, transporte sedimentar e evolução costeira. Realizar modelagens, com inserção de dados reais, para prever impactos ambientais, otimizar campanhas de dragagem e avaliar a viabilidade de infraestruturas como parques eólicos <i>offshore</i> .	M

Quadro 6 – Aderência de capacitações das disciplinas eletivas aos serviços realizados na MB (conclusão)

Disciplina	Ch	Aplicabilidade	Ad
Fluxos turbulentos	5	Dimensionar e vistoriar estruturas hidráulicas e costeiras submetidas a fluxos complexos. Prever o comportamento de correntes e o impacto das forças hidrodinâmicas sobre as estruturas marinhas e fluviais.	A
Dinâmica de estruturas: teoria e análise	5	Avaliar a estabilidade e a resposta estrutural de cais, píeres e estruturas costeiras em situações críticas, como ondas, ventos e tráfego de embarcações.	A
CFD aplicado	5	Avaliar o comportamento do fluxo ao redor de estruturas costeiras, otimizar geometrias e prever zonas de recirculação, erosão ou instabilidade hidrodinâmica.	M
Dinâmica de fluidos computacional	5	Analisar desempenho hidrodinâmico em zonas portuárias e canais para personalizar simulações com algoritmos.	M
Estruturas avançadas de concreto	5	Projetar estruturas complexas como cais e píeres, aplicando análises plásticas e dimensionando elementos como consolos e painéis estabilizadores. Detalhar armaduras para garantir a durabilidade em ambientes marítimos agressivos e também avaliar e vistoriar estruturas de concreto existentes.	A
Modelagem Probabilística em Engenharia Civil	5	Quantificar incertezas e dimensionar elementos estruturais com base em probabilidades de falha aceitáveis, especialmente em obras críticas ou em ambientes operacionais variáveis.	M
Estruturas de pontes	5	Projetar obras de arte especiais em ambientes fluviais e costeiros, como pontes de acesso e estruturas interligadas a píeres. Avaliar a integridade e a segurança dessas estruturas a condições ambientais agressivas e carregamentos intensos.	A
Estruturas avançadas de aço	5	Projetar estruturas metálicas portuárias, como píeres, passarelas, coberturas e suportes para equipamentos navais. Avaliar a integridade e a durabilidade de estruturas de aço em ambientes agressivos, como zonas costeiras e <i>offshore</i> .	A
Princípios da mecânica das rochas	5	Projetar e vistoriar estruturas portuárias implantadas sobre ou em contato com maciços rochosos, como fundações profundas, túneis de acesso ou encostas costeiras. Avaliar riscos geotécnicos e projetar soluções de contenção.	A
Mecânica avançada dos materiais	5	Selecionar e avaliar materiais com base em critérios avançados de resistência e comportamento. Verificar a segurança e a integridade de estruturas sujeitas a condições reais de carregamento, incluindo ações ambientais severas.	M
Mecânica estrutural experimental	5	Aplicar técnicas como extensometria, sensores ópticos e medições sem contato para detectar deformações, deslocamentos e falhas em elementos estruturais.	M
Modelagem estrutural computacional 2	5	Analisar o comportamento real de estruturas críticas, como fundações, suportes metálicos e elementos de contenção, assegurando a confiabilidade de simulações avançadas.	M
Tecnologia do Concreto	5	Especificar e otimizar a composição de concretos para enfrentar os desafios de ambientes marítimos agressivos, selecionando aditivos e materiais cimentícios complementares para garantir a durabilidade e o desempenho a longo prazo.	M

Legenda: Ch – Carga horária, em créditos; Ad – Aderência; A – Alta; M – Média; B – Baixa.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados disponibilizados no programa de mestrado *stricto sensu* em Engenharia Civil – Especialização em Engenharia Marinha e Costeira (DTU, [s.d.].c).

A análise dos quadros 5 e 6 revela que o conteúdo das disciplinas da DTU oferece elevada aderência às competências técnicas exigidas dos engenheiros civis da MB, especialmente nas áreas de projetos, vistorias, fiscalização de obras e análises de projetos em infraestruturas portuárias.

As disciplinas obrigatórias demonstram uma vocação prática e uma correlação direta com as atividades da Marinha, sendo todas classificadas com grau de aderência alta (A). Disciplinas como “Engenharia Marinha e Oceânica” e “Hidrodinâmica 2” capacitam o engenheiro a dimensionar e vistoriar estruturas em ambientes aquáticos complexos, considerando a interação com ondas, correntes e escoamentos. Da mesma forma, “Estruturas Marinhas e Costeiras” é crucial para projetar proteções contra condições ambientais extremas, enquanto “Transporte de Sedimentos Fluviais e Marinhos” habilita a avaliar a estabilidade de canais e acessos portuários, fornecendo suporte técnico para a análise de projetos executivos e a fiscalização de obras de dragagem e manutenção da navegabilidade.

As disciplinas eletivas complementam essa base, oferecendo um aprofundamento e especialização significativos para as demandas da MB. Dez dessas disciplinas apresentam alta aderência, como as da área de geotecnia, como “Mecânica Avançada dos Solos” e “Engenharia Geotécnica Avançada”, que são vitais para projetar fundações profundas e avaliar a estabilidade de estruturas em solos marítimos desafiadores. No campo das estruturas, “Estruturas Avançadas de Concreto”, “Estruturas de Pontes” e “Estruturas Avançadas de Aço” capacitam o engenheiro a projetar e avaliar a integridade de cais, píeres e outras construções em ambientes agressivos, sendo essenciais para a vistoria e fiscalização da qualidade dos materiais e da execução.

Disciplinas como “Cargas de Ondas em Navios e Estruturas Offshore” e “Dinâmica de Estruturas: Teoria e Análise” permitem analisar o comportamento de estruturas sob as forças dinâmicas do mar, enquanto “Tecnologia do Concreto” contribui diretamente para a especificação de materiais de alta durabilidade e para a fiscalização do processo construtivo em ambientes corrosivos. Embora algumas disciplinas, como “Modelagem Probabilística em Engenharia Civil” e “Mecânica Estrutural Experimental”, apresentem menor aderência direta ao dia a dia

operacional, elas oferecem ferramentas avançadas para a análise de projetos executivos e a validação de modelos, aprimorando a capacidade de quantificar incertezas e fundamentar decisões em obras de maior complexidade.

A disciplina “GPS, GIS e demarcação”, apesar de ter grande utilidade aos projetos e fiscalização de obras portuárias, foi classificada como de aderência baixa (B) em virtude de, na MB, serem funções desempenhadas por equipe técnica de apoio e não pelos engenheiros civis.

Em resumo, a grade curricular do curso de Engenharia Marinha e Costeira da DTU, combinando disciplinas obrigatórias aplicáveis com um conjunto eletivo técnico e diversificado, demonstra solidez técnica e coerência, alinhando-se efetivamente às necessidades de capacitação dos engenheiros civis da MB no que tange às atividades de projetos, vistorias, fiscalização e análise de obras civis portuárias.

3.3 TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT (TU DELFT)

Inicialmente, com o nome de Academia Real (Koninklijke Academie), o Rei Willem II estabeleceu, em 1842, a academia que capacitou funcionários públicos destinados às colônias e à arrecadação fiscal nas Índias Orientais Holandesas (Webarchive, [s.d.]).

Em 1864, a Academia Real de Delft foi substituída por uma escola politécnica (Polytechnische School), que passou a formar engenheiros e arquitetos nas áreas de obras civis, engenharia mecânica, naval e de mineração (Webarchive, [s.d.]).

Em maio de 1905, uma nova lei reconheceu o caráter acadêmico da instituição, que passou a se chamar Instituto de Tecnologia (Technische Hogeschool) e foi inaugurado em julho do mesmo ano, com a presença da Rainha Guilhermina (Webarchive, [s.d.]).

Em 1º de setembro de 1986, com a entrada em vigor de uma nova lei, o Instituto foi oficialmente chamado de Universidade Técnica de Delft (Technische Universiteit Delft) (Webarchive, [s.d.]).

Desde sua origem, a TU Delft passou por sucessivas transformações em sua configuração física, acompanhando a evolução de seu papel institucional e as exigências do contexto educacional e urbano. Inicialmente, situada no centro

histórico de Delft, a academia ocupava construções tradicionais próximas ao canal Oude Delft. Com a reorganização como Escola Politécnica, em 1864, tornou-se necessário buscar áreas adicionais, o que levou à expansão das instalações ao longo do canal Schie, ainda em zonas centrais da cidade (Studio VVKH, 2021).

Na virada para o século XX, já como Instituto de Tecnologia, a aquisição de terrenos públicos permitiu a construção de edifícios especialmente projetados para atividades técnicas e científicas, marcando o surgimento de um conjunto arquitetônico planejado. As construções dessa fase, como o Instituto de Geodesia, estabeleceram os primeiros núcleos permanentes da universidade fora do centro antigo de Delft (Studio VVKH, 2021).

No pós-guerra (1945–1994), o papel estratégico da engenharia para a reconstrução nacional levou o governo holandês a investir massivamente na expansão das universidades técnicas. A TU Delft tornou-se um pilar desse processo, adotando um modelo de campus racional e funcionalista, com edifícios amplos e segregados por função, alinhados ao longo de avenidas planejadas, assumindo a forma de uma cidade universitária moderna (Studio VVKH, 2021).

Com a aquisição formal da posse do terreno em 1995, a universidade ganhou autonomia para reformular seu campus, elaborando planos para reorganizar o espaço, revitalizar as áreas centrais e introduzir usos mistos. O Plano Diretor 2000 foi um marco desse movimento, propondo a transformação da Mekelweg em um parque linear (Mekelpark) e prevendo edificações com desenho mais integrado ao cotidiano acadêmico, como a Biblioteca Central e os novos edifícios das faculdades de Arquitetura, Desenho Industrial e Tecnologia, Política e Gestão. Nesse período, também se intensificou a introdução de moradias estudantis no campus, garantindo sua vitalidade para além do horário de aula (Studio VVKH, 2021).

A partir de 2011, a TU Delft adotou um modelo mais flexível de gestão espacial, abandonando planos fixos e adotando diretrizes baseadas em princípios (Studio VVKH, 2021). Atualmente, no campus, que é um dos maiores do mundo, com 160 hectares (TU Delft Campus, 2025a), estão instaladas 250 empresas, 225 *startups* e 31.500 estudantes (TU Delft Campus, 2025b).

Nos dias de hoje, a TU Delft é uma das principais universidades na área de Engenharia Civil do Mundo, conduzindo pesquisas de ponta voltadas para desafios

contemporâneos, cujos avanços científicos e tecnológicos são integrados ao conteúdo dos cursos, de modo a formar profissionais com capacidade analítica e pensamento crítico em nível acadêmico avançado (TU Delft, [s.d.]b).

Em avaliações internacionais, a TU Delft ocupa lugares de destaque. No EduRank 2025, a universidade, na área de Engenharia Civil, está na 7ª posição na Europa e na 44ª no Mundo (EduRank, 2025d), e, na área de Engenharia Marinha, está na 2ª colocação na Europa (EduRank, 2025c).

O QS World University Rankings coloca a TU Delft na 14ª posição no *ranking* global no tema de Engenharia e Tecnologia (Top Universities, 2025b) e na 6ª posição na área de Engenharia Civil (Top Universities, 2025d).

O Times Higher Education 2025 classifica a TU Delft como 17ª melhor universidade em Engenharia e como 56ª, como um todo, no Mundo (Times Higher Education, 2025a).

O programa de mestrado em Engenharia Civil da instituição possui duração de dois anos, compreendendo 120 créditos, e oferece seis áreas de especialização, chamadas de trilhas: Engenharia Estrutural e de Materiais; Engenharia Geotécnica; Engenharia Hidráulica; Estruturas Hidráulicas e *Offshore*; Engenharia Estrutural; e Engenharia de Tráfego e Transporte (TU Delft, [s.d.]c).

No início do 1º ano, todos os estudantes cursam um núcleo comum obrigatório, composto pelo Módulo Base da Faculdade, denominado MUDE, e pelo Módulo Base do Programa. Concluída essa etapa inicial, o aluno seleciona uma entre seis trilhas temáticas, cada uma voltada à formação especializada em um campo específico da Engenharia Civil (TU Delft, [s.d.]c).

O 2º ano do programa é caracterizado por maior flexibilidade e ampla margem de escolha, permitindo ao estudante desenvolver atividades como intercâmbio acadêmico, estágio profissional, participação em projetos multidisciplinares ou interdisciplinares, além de módulos de aprofundamento técnico e caráter transversal. Essa estrutura visa proporcionar uma base sólida para a definição do tema da pesquisa que será desenvolvida na tese do mestrado (TU Delft, [s.d.]c).

A especialização em Engenharia Hidráulica aborda a criação de soluções técnicas para questões complexas que envolvem sistemas aquáticos — abrangendo rios, estuários, áreas costeiras e ambientes oceânicos. O escopo das disciplinas vai

da modelagem ao desenvolvimento de projetos e à avaliação de intervenções destinadas à proteção contra cheias, navegação, conservação ambiental e ao controle da qualidade da água, levando em conta os efeitos das mudanças climáticas e do avanço urbano. O programa oferece uma base sólida em temas como física das ondas, dinâmica dos escoamentos, transporte de sedimentos e análise de riscos de inundação, capacitando a conceber soluções de engenharia que equilibrem sustentabilidade ambiental e exigências sociais em cenários em constante evolução (TU Delft, [s.d.]e).

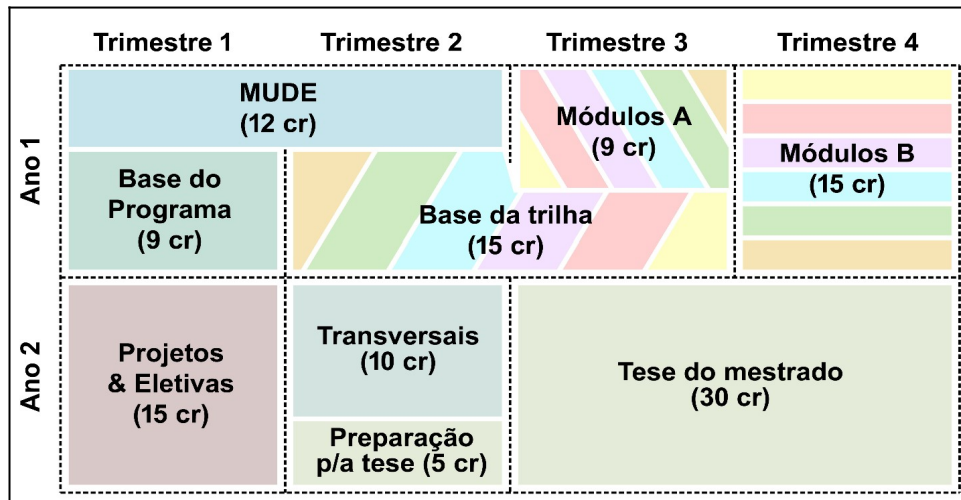
Já a especialização em Engenharia Hidráulica e *Offshore* propicia o domínio de mecânica estrutural, hidráulica e dos solos, habilitando a concepção de soluções estruturais duráveis e sustentáveis em contextos sujeitos a forças hidrodinâmicas. São abordados os riscos, as incertezas e os dilemas éticos inerentes aos desafios centrais da engenharia civil voltados à adaptação às mudanças climáticas e à transição para fontes de energia mais sustentáveis (TU Delft, [s.d.]d).

A seguir, apresenta-se a descrição detalhada do Programa Pedagógico dos cursos de mestrado nas áreas de Engenharia Hidráulica e *Offshore* e Engenharia Hidráulica, de acordo com a seguinte estrutura: Carga horária; Disciplinas; Conteúdo; e Recursos instrucionais.

3.3.1 Carga horária

Os 120 créditos são subdivididos em módulos, conforme esquema da figura 1, a seguir.

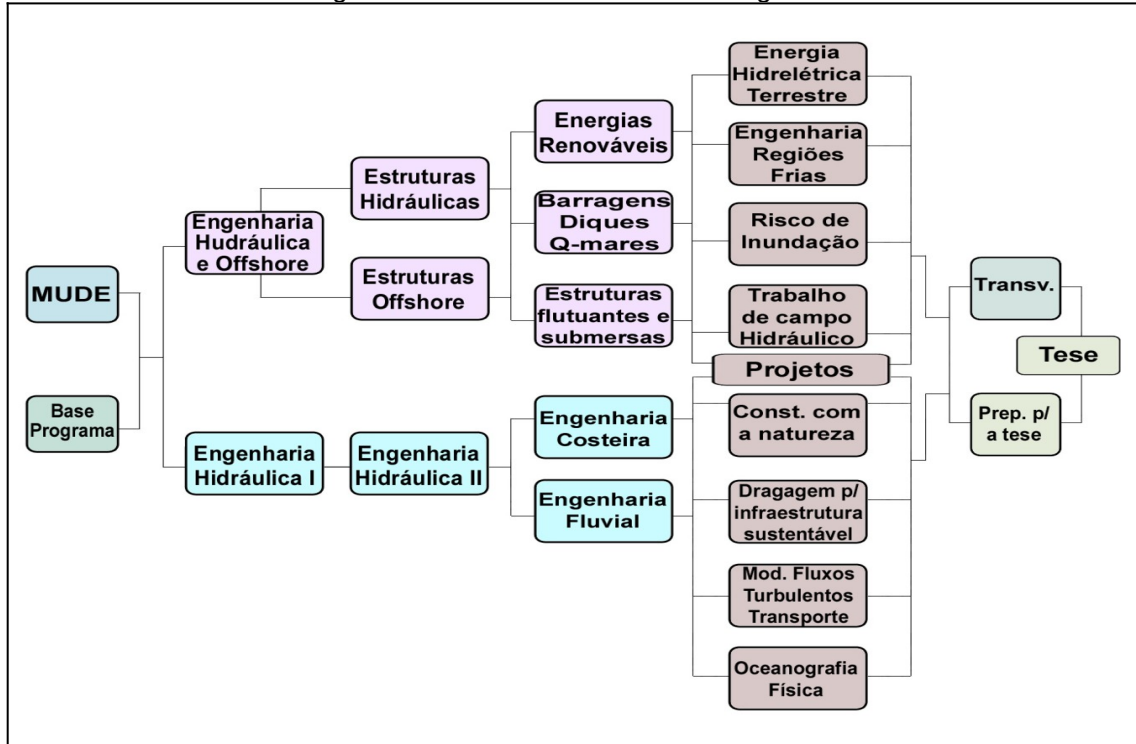
Figura 1 – Esquema de distribuição de créditos por módulos nos Programas de mestrado



Fonte: TU Delft (tradução própria) (TU Delft, [s.d.].c).

A diferença de conteúdo programático nos cursos de mestrado nas áreas de “Engenharia Hidráulica e *Offshore*” e “Engenharia Hidráulica” ocorre nos módulos “Base da Trilha”, “A” e “B” e nas disciplinas eletivas, conforme pode ser observado na figura 2, e, portanto, serão detalhadas apenas nesses pontos específicos.

Figura 2 – Fluxograma de similaridades e singularidades de conteúdo programático nos cursos de mestrado nas áreas de Engenharia Hidráulica e *Offshore* e Engenharia Hidráulica da TU Delft



Fonte: Elaborado pela autora, com base no programa dos cursos de mestrado de Engenharia Civil da TU Delft (TU Delft, [s.d.].c).

3.3.2 Disciplinas

Serão abordadas por blocos, conforme a estrutura curricular, e foram traduzidas para facilitar a compreensão.

MUDE

A sigla MUDE é referente a “*Modelling, Uncertainty and Data for Engineers*” (Modelagem, Incerteza e Dados para Engenheiros). Este módulo é obrigatório, ministrado ao longo dos dois primeiros trimestres e equivale a 12 créditos. Reúne, além dos alunos de mestrado em Engenharia Civil, alunos de mestrado em Terra, Clima e Tecnologia e Engenharia Ambiental (TU Delft, [s.d.]c).

Base do Programa

Este módulo é dedicado especificamente aos estudantes de Engenharia Civil, ocorre no 1º semestre do 1º ano e equivale a nove créditos. É centrado em mecânica avançada e abordagens interdisciplinares (TU Delft, [s.d.]c).

Base da Trilha

Este módulo ocorre nos 2º e 3º trimestres do 1º ano, equivale a 15 créditos e é composto, no curso de Engenharia Hidráulica e *Offshore*, pela disciplina “Base: Estruturas Hidráulicas e *Offshore*”, e, no curso de Engenharia Hidráulica, pela disciplina “Fundamentos e Ambientes de Engenharia Hidráulica Parte I” (TU Delft, 2025t).

Módulos A

Neste módulo, que é ministrado nos 2º e 3º trimestres do 1º ano e equivale a nove créditos, o aluno opta, no curso de Engenharia Hidráulica e *Offshore*, entre os caminhos: “Estruturas Hidráulicas” ou “Estruturas *Offshore*”. No curso de Engenharia Hidráulica, não há opção, o aluno cursa “Fundamentos e Ambientes de Engenharia Hidráulica Parte II” (TU Delft, 2025t).

Módulos B

Para completar mais 15 créditos, no 4º trimestre do 1º ano, o aluno deve selecionar uma das disciplinas disponíveis, conforme a trilha escolhida, de acordo com as informações do quadro 7.

Quadro 7 – Disciplinas disponíveis nos Módulos B dos cursos de mestrado

Trilha	Nomenclatura	Créditos
Engenharia Hidráulica e <i>Offshore</i>	Energias renováveis marinhas	15
	Barragens, diques e quebra-mares	
	Estruturas flutuantes e submersas	
Engenharia Hidráulica	Engenharia Costeira	15
	Engenharia Fluvial	

Fonte: Elaborado pela autora, com base no programa dos cursos de mestrado de Engenharia Civil da TU Delft (TU Delft, [s.d.]).

Projetos e eletivas

Neste módulo, que é ministrado no 1º trimestre do 2º ano, o aluno deve cumprir 15 créditos e poderá escolher dentre quatro disciplinas eletivas (de acordo com a trilha escolhida) e/ou três projetos, descritos no quadro 8.

Quadro 8 – Opções de disciplinas eletivas e projetos dos cursos de mestrado

Trilha	Eletivas	Créditos	Projetos	Créditos
Engenharia Hidráulica e <i>Offshore</i>	Energia hidrelétrica terrestre	5	Projeto multidisciplinar	15
	Engenharia de regiões frias		Estágio de pesquisa	10
	Risco de inundação		Projeto interdisciplinar conjunto	15
	Trabalho de campo hidráulico			
Engenharia Hidráulica	Construindo com a natureza	5	Projeto multidisciplinar	15
	Dragagem para infraestrutura sustentável		Estágio de pesquisa	10
	Modelagem avançada de fluxos turbulentos e transporte		Projeto interdisciplinar conjunto	15
	Oceanografia física			

Fonte: Elaborado pela autora, com base no programa dos cursos de mestrado de Engenharia Civil da TU Delft (TU Delft, [s.d.]).

Transversais

No 2º trimestre do 2º ano, para cumprir dez créditos, o aluno deve escolher um dos oito módulos disponibilizados: Cidades sustentáveis; Engenharia para o desenvolvimento global; Ciência de dados e inteligência artificial para engenheiros;

Ruído e vibração: geração, propagação e efeitos sobre os seres humanos e o meio ambiente; Tópicos avançados de engenharia estatística probabilística; Armazenamento subterrâneo: energia e clima; Deltas resilientes às mudanças climáticas – tecnologia delta; e Monitoramento da saúde estrutural e riscos geológicos (TU Delft, 2025t).

Preparação para a tese

Este módulo ocorre concomitantemente com os módulos transversais, no 2º trimestre do 2º ano, e equivale a cinco créditos (TU Delft, 2025t).

Tese do mestrado

Este módulo ocorre nos 3º e 4º trimestres do 2º ano, e equivale a 30 créditos. A tese de mestrado consiste na investigação de um tema específico com potencial de inovação. O projeto pode alinhar-se a trabalhos em andamento na universidade, em empresas privadas, institutos de pesquisa ou organizações governamentais ou não governamentais (TU Delft, 2025t).

3.3.3 Conteúdo das disciplinas

Serão abordados por módulos, conforme a estrutura curricular descrita na seção anterior, e foram traduzidos, para facilitar a compreensão.

MUDE

Introduz os fundamentos de modelagem matemática, estatística aplicada e análise de dados para resolver problemas de engenharia. O estudante assiste a aulas teóricas, resolve exercícios individuais e participa de oficinas supervisionadas; há projetos em grupo, no qual os conceitos são aplicados a conjuntos de dados e modelos reais. Há tarefas semanais de programação em Python, que desenvolvem as competências necessárias para a tese do mestrado (TU Delft, 2025s).

Base do Programa

Este módulo é composto pela disciplina Mecânica e Design Interdisciplinar para Engenharia Civil, dividida em duas unidades, de acordo com o quadro 9.

Quadro 9 – Conteúdo e créditos das unidades da Base do Programa

Unidade	Conteúdo	Créditos
1	Apresenta como aspectos sociais, técnicos, naturais e econômicos condicionam os projetos de engenharia. Utiliza princípios de Engenharia de Sistemas em um ambiente de Aprendizagem de Projeto Aberto (processo colaborativo entre alunos e professores), para que o aluno integre essas variáveis ao conceber sistemas de infraestrutura.	4
2	Fornece base para a análise simplificada de desafios em engenharia, com uso da teoria para resolver novas situações por meio das equações apropriadas, destacando as semelhanças e distinções entre problemas estruturais, hídricos e geotécnicos observados em diferentes contextos dentro da Engenharia Civil.	5

Fonte: Elaborado pela autora, com base no Programa de mestrado em Engenharia Civil da TU Delft (TU Delft, 2025p).

Base da Trilha

Base: Estruturas Hidráulicas e *Offshore* (Engenharia Hidráulica e Offshore)

Nesta disciplina, o aluno estuda a interação entre fluidos, solo e estruturas e os princípios da mecânica estrutural, com o objetivo de resolver problemas complexos em estruturas hidráulicas e *offshore*. O conteúdo visa habilitar o aluno a aplicar métodos estatísticos para selecionar e identificar modelos adequados à análise dessas interações; quantificar incertezas presentes nos modelos e nas medições; e avaliar como essas incertezas se propagam ao longo das análises, garantindo maior confiabilidade nos resultados obtidos (TU Delft, 2025b).

Fundamentos e Ambientes de Engenharia Hidráulica Parte I

Este módulo é composto por três unidades. A unidade Modelagem de Fluxo, Transporte e Proteção do Fundo aprofunda os processos hidrodinâmicos e de transporte de sedimentos, apresenta a teoria e as técnicas numéricas para resolver as equações correspondentes e oferece métodos para quantificar cargas hidráulicas e projetar proteções de fundo. A unidade Ondas Oceânicas trata da dinâmica das ondas geradas pelo vento, tanto em oceano aberto quanto em zonas costeiras. A unidade Sistemas Fluviais e Intervenções explora as características dos rios, seu comportamento morfodinâmico e discute problemas típicos de engenharia fluvial, bem como métodos de projeto para intervenções (TU Delft, 2025c).

Módulos A

Na trilha de Engenharia Hidráulica e *Offshore*, o aluno opta por uma das disciplinas a seguir.

Estruturas Hidráulicas

Esta disciplina visa preparar o aluno para elaborar o anteprojeto de estruturas hidráulicas usuais. Os alunos aprendem a analisar os princípios de resistência máxima e fadiga relevantes para o projeto de estruturas hidráulicas e a fazer dimensionamento estrutural, no qual as verificações de estabilidade e resistência são acompanhadas pela consideração essencial da construtibilidade. O estudante também aprende a realizar a seleção e identificação estatística de modelos para a análise e verificação da saúde de estruturas hidráulicas. Aspectos hidráulicos, geotécnicos e estruturais são tratados de forma integrada para interpretar o desempenho dessas estruturas (TU Delft, 2025o).

Estruturas Offshore

Nesta disciplina os estudantes participam de um projeto em grupo, no qual elaboram, desde o início, uma estrutura de suporte *offshore* até a fase de projeto preliminar. Esse processo inclui: a definição da configuração estrutural; a identificação e avaliação das cargas permanentes, variáveis e ambientais; o dimensionamento e análise da fundação; além da análise estrutural estática e dinâmica com base nos princípios de resistência e fadiga. Também aprendem a revisar e aprimorar seus projetos com base nas análises realizadas, avaliando o dimensionamento e o desempenho dos componentes estruturais em termos de resistência, estabilidade e viabilidade. Ainda são discutidas as implicações práticas das decisões de projeto, considerando aspectos operacionais, de viabilidade técnica e de ciclo de vida da estrutura. Para reforçar a compreensão dos conteúdos, o curso inclui uma visita técnica a um estaleiro de fabricação de estruturas *offshore*, proporcionando uma conexão direta entre teoria e prática (TU Delft, 2025x).

Na trilha de Engenharia Hidráulica, há apenas uma disciplina.

Fundamentos e Ambientes de Engenharia Hidráulica Parte II

Esta disciplina é dividida em duas unidades. A unidade “Sistemas Costeiros e Estuarinos” traça o perfil de diferentes ambientes litorâneos (mares abertos, costas expostas, estuários e bacias de maré), explorando a forma como ondas, correntes e transporte de sedimentos controlam sua evolução morfodinâmica e condicionam a resposta a intervenções humanas. A partir desse entendimento, aborda problemas recorrentes de engenharia costeira e apresenta métodos de proteção do litoral. Já a unidade “Introdução aos Sistemas Portuários e Hidrovias” discorre sobre o papel dessas infraestruturas nas cadeias logísticas aquaviárias e examina como otimizar seu desempenho sob a ótica da engenharia. O conteúdo organiza-se em três eixos: desenvolvimento e planejamento de portos e terminais; características, dimensões e gestão operacional das hidrovias, incluindo a interação navio-via; e avaliação de performance de portos, terminais e hidrovias por meio de conceitos de teoria das filas (TU Delft, 2025d).

Módulos B

Na trilha de Engenharia Hidráulica e *Offshore*, o aluno opta por uma das três disciplinas a seguir.

Energias renováveis marinhas

Este módulo contempla, de forma integrada, o projeto, monitoramento e avaliação de parques eólicos e instalações de geração de energia oceânica, abrangendo tecnologias de fixação no fundo e flutuantes, e controle, instalação, manutenção e viabilidade econômica. No desenvolvimento desses parques, todos os aspectos e partes interessadas relevantes são considerados, e suas implicações de projeto, avaliadas. Sob a ótica estrutural, as diferentes tecnologias são vistas como um sistema único, no qual as interações ambientais aerodinâmicas, hidrodinâmicas e do solo são analisadas em conjunto (TU Delft, 2025r).

Barragens, diques e quebra-mares

O módulo concentra-se no dimensionamento de obras hidráulicas destinadas a mitigar os impactos de ondas, correntes e elevação do nível d'água, partindo da compreensão dos processos físicos envolvidos e dos sistemas associados. Inclui o

projeto de quebra-mares, diques e barragens de fechamento, bem como estratégias de redução do risco de inundações e estruturas de proteção de leitos, margens e zonas costeiras (TU Delft, 2025h).

Estruturas flutuantes e submersas

O módulo aborda o dimensionamento, o monitoramento e a análise de soluções flutuantes ou semissubmersas de Engenharia Civil usadas em infraestrutura e expansão urbana, como pontes flutuantes e túneis ancorados. Abrange o controle, a instalação, a manutenção e a viabilidade econômica, tratando a estrutura como um sistema integrado e considerando simultaneamente as interações aerodinâmicas, hidrodinâmicas e com o solo (TU Delft, 2025k).

Na trilha de Engenharia Hidráulica, o aluno opta por uma das duas disciplinas a seguir.

Engenharia Costeira

Este módulo integra três frentes complementares. A primeira aprofunda o entendimento de processos costeiros e estuarinos (ondas, marés, correntes, transporte de sedimentos e evolução morfodinâmica) e da reação de deltas, praias, dunas, planícies de maré e lagoas, além de intervenções, como barreiras, esporões e dragagens. A segunda combina previsão, modelagem e monitoramento: os alunos aplicam ferramentas de última geração para resolver problemas complexos, projetar e avaliar intervenções ligadas à segurança costeira e ao gerenciamento de sedimentos, quantificando incertezas, em trabalhos colaborativos. A terceira enfoca a proteção costeira e os quebra-mares, examinando a estabilidade das camadas de proteção sob ação de ondas e abordando aspectos de construção, meio ambiente, manutenção, condições de contorno e técnicas de modelagem, culminando no dimensionamento completo do perfil transversal de um quebra-mar (TU Delft, 2025f).

Engenharia Fluvial

O Módulo reúne três componentes. O primeiro, “Física dos Sistemas Fluviais”, aprofunda a dinâmica física dos rios e a forma como eles respondem a alterações de origem natural ou provocadas pelo ser humano. O segundo, “Funções e Gestão Fluviais”, oferece uma visão abrangente dos diversos propósitos de um sistema fluvial (proteção contra inundações, navegação, abastecimento de água doce,

conservação da natureza, entre outros) e dos atores envolvidos, analisando as principais intervenções possíveis. O terceiro, “Esquematização e Modelagem de Problemas Fluviais”, ensina a simplificar um problema fluvial, formular perguntas de pesquisa e alternativas de solução, aplicar ferramentas adequadas de modelagem e monitoramento para avaliar o cenário, propor a intervenção mais adequada e mitigar impactos indesejados (TU Delft, 2025ad).

Projetos e eletivas

Neste módulo, o aluno deve escolher dentre quatro disciplinas eletivas e/ou três projetos, para somar 15 créditos. As opções de disciplinas eletivas variam conforme a trilha escolhida.

Disciplinas eletivas – Trilha Engenharia Hidráulica e *Offshore*

Energia hidrelétrica terrestre

Com cinco créditos, esta disciplina aborda o dimensionamento de barragens, canais de desvio e usinas hidrelétricas a fio d’água, englobando os componentes civis (estrutural, geotécnico e hidráulico), mecânicos (turbinas) e elétricos (de geração). São apresentadas tecnologias como hidrelétricas de baixa queda, pequenas centrais, sistemas de recuperação de pressão em condutos e armazenamento hidroelétrico por bombeamento. As atividades em sala compreendem a seleção de locais ideais para projetos hidrelétricos, com o apoio de ferramentas GIS (Sistema de Informação Geográfica), e a verificação da estabilidade de diferentes tipos de barragem (TU Delft, 2025y).

Engenharia de regiões frias

Com cinco créditos, esta disciplina explora problemas de engenharia em regiões frias, envolvendo mecânica dos solos, hidráulica, transferência de calor, materiais e construção. Abrange tópicos como propriedades físicas e mecânicas do gelo marinho, lacustre e fluvial; processos de formação e crescimento do gelo, incluindo sua termodinâmica; efeitos de radiação, albedo e balanço de energia glacial no derretimento; morfologia, características e regimes do gelo; estruturação e evolução do manto de gelo oceânico; dinâmica do gelo marinho e técnicas de sensoriamento remoto; carregamentos exercidos pelo gelo sobre estruturas

portuárias, *offshore* e costeiras; interação dinâmica entre gelo e estruturas; e desempenho de materiais em temperaturas extremamente baixas (TU Delft, 2025g).

Risco de inundação

Com cinco créditos, esta disciplina prepara o aluno para avaliar o desempenho da engenharia na análise de riscos de inundação e na definição de estratégias e medidas para reduzi-los em áreas vulneráveis. Aborda sistemas de defesa que protegem contra ondas, correntes e elevações do nível d'água, partindo da compreensão dos processos fundamentais e dos sistemas associados. O foco está em análises quantitativas de risco aplicadas a regiões sujeitas a inundações, com ou sem obras de proteção, visando caracterizar e quantificar perigos, antecipar mudanças e aprimorar continuamente as ações de mitigação e as estratégias de redução de risco (TU Delft, 2025l).

Trabalho de campo hidráulico

Com cinco créditos, a disciplina pode adotar um dos dois enfoques:

- Voltado ao projeto, com coleta de dados que sustentem a avaliação de uma estrutura existente ou o desenvolvimento de novas soluções, como quebra-mares, marinas ou ilhas artificiais. Entre as atividades típicas estão: levantamento do perfil de praia, ecossondagem para batimetria, coleta de amostras de areia, observação das condições de onda no momento das medições e inspeção de quebra-mares; ou
- De caráter morfológico, com medições que se concentram na dinâmica costeira: perfis de praia, amostragem de sedimentos, quantificação do transporte de areia, entre outros. Os dados obtidos são confrontados com as condições de contorno em águas profundas (ondas e correntes), registradas por equipamentos de monitoramento rotineiro (TU Delft, 2025n).

Disciplinas eletivas – Trilha Engenharia Hidráulica

Construindo com a natureza

Com cinco créditos, esta disciplina visa capacitar o aluno a relacionar hidrodinâmica e morfologia à ocorrência de ecossistemas, aplicar os princípios da construção com a natureza em soluções de engenharia, comparar alternativas de intervenção de modo sistemático, empregar modelos básicos de vegetação ondulada em diversos cenários e estimar os impactos de longo prazo de um projeto,

incluindo aspectos climáticos e ecológicos. É utilizado um estudo de caso do estuário de Oosterschelde (TU Delft, 2025e).

Dragagem para infraestrutura sustentável

Com cinco créditos, a disciplina aborda os seguintes tópicos:

- Histórico da tecnologia de dragagem que suporta infraestrutura hidráulica.
- Viabilidade de dragagem e operações offshore.
- Equipamentos de dragagem.
- Processos de dragagem: abertura de rompimentos, teoria de corte, transporte hidráulico e sedimentação em tremonha.
- Fonte de impacto: processos e termos de origem.
- Impactos ambientais: turbidez, ruído e emissões.
- Avaliação da turbidez induzida por dragagem.
- Avaliação do consumo de energia durante as atividades de dragagem e das emissões de CO₂.
- Recuperação de terras por aterro hidráulico.
- Levantamento, monitoramento ambiental, gestão adaptativa.
- Lidando com incertezas (TU Delft, 2025j).

Modelagem avançada de fluxos turbulentos e transporte

Com cinco créditos, a disciplina oferece conhecimentos sobre turbulência em escoamentos ambientais, iniciando por princípios estatísticos do fluxo turbulento e os métodos experimentais para medi-lo. Aborda as versões rasas bidimensionais e tridimensionais das equações de superfície livre, destacando forças como tensão do vento, atrito de fundo e transporte de constituintes, além das principais técnicas numéricas para resolver esses sistemas. Apresenta os modelos de turbulência mais usados e discute escolhas de malha, camadas e esquemas numéricos de alta ordem, trata de aplicações práticas (camadas de contorno, escoamentos em geometrias complexas, difusão e separação) e introduz a modelagem de escoamentos não hidrostáticos, que exige computação de alto desempenho (TU Delft, 2025a).

Oceanografia física

Com cinco créditos, apresenta os princípios da oceanografia física, oferecendo uma visão clara da dinâmica que domina desde estuários e zonas costeiras até o oceano profundo. Foca nos processos físicos fundamentais – como fluxos geostróficos, marés, plumas estuarinas e fluviais, circulação gerada pelo vento e circulação termohalina (temperatura e salinidade) de águas profundas – formando a base para compreender o papel do oceano no clima (TU Delft, 2025z).

Projetos

Projeto multidisciplinar

Neste módulo, que equivale a 15 créditos, estudantes de diversas áreas da Faculdade de Engenharia Civil e Geociências da TU Delft formam equipes para solucionar um problema real proposto por um cliente, que pode ser uma entidade externa ou um professor. A universidade incentiva a realização de projetos internacionais e a proatividade dos alunos na busca por projetos com organizações externas, embora tópicos também sejam disponibilizados numa plataforma online chamada Brightspace (TU Delft, 2025w).

A estrutura do Projeto Multidisciplinar é dividida em três etapas principais:

- Investigação Preliminar: as equipes analisam o problema para definir a questão central e os objetivos do projeto e elaboram uma estratégia detalhada, que inclui os métodos a serem empregados, a contribuição de cada disciplina, as etapas sequenciais e a identificação das informações necessárias. Esta fase culmina com a apresentação da proposta de projeto ao cliente e aos supervisores;

- Desenvolvimento e/ou Pesquisa: os alunos executam a estratégia planejada, realizando pesquisas e/ou desenvolvendo diferentes alternativas de solução ou *design* para o problema e o progresso é avaliado em uma apresentação intermediária; e

- Conclusão: entrega dos resultados do projeto ao cliente e aos supervisores. Após a discussão do relatório, a versão final é elaborada e os participantes realizam uma autoavaliação do projeto, focando tanto no conteúdo quanto no processo, e expõem os resultados em uma apresentação final pública (TU Delft, 2025w).

Estágio de pesquisa

Com valor de dez créditos, o Estágio de pesquisa é um projeto prático, que combina pesquisa ou *design* em um ambiente profissional, com um duplo objetivo. Primeiro, o aluno desenvolve um projeto que aborda uma demanda real de uma entidade externa (empresas, governos, institutos) ou interna (projetos da TU Delft), devendo ter relevância social, empresarial ou científica e ser conduzido no local de origem da demanda. Segundo, o estágio exige que o aluno avalie como o ambiente

de trabalho (supervisão, recursos etc.) influencia seu desempenho, além de refletir sobre seu papel na organização e seu desenvolvimento pessoal (TU Delft, 2025ab).

Projeto interdisciplinar conjunto

Equivalendo a 15 créditos, o Projeto interdisciplinar conjunto visa preparar os alunos para contribuírem com soluções tecnológicas impactantes para pesquisa e desenvolvimento industrial/governamental e apoiar um ou mais Objetivos Globais de Desenvolvimento Sustentável ou ToPsectoren (setores-chave da economia onde a Holanda é líder global). Equipes interdisciplinares e interculturais de alunos trabalham dez semanas dedicadas em um problema complexo para concretizar uma solução inovadora, principalmente técnica e viável. Os resultados da equipe incluem um relatório, protótipo, modelo conceitual e uma análise de viabilidade para instigar o desenvolvimento contínuo. Ao longo do caminho, as empresas e a TU Delft oferecem aos alunos expertise acadêmica e industrial. Os projetos exigem sólidos conhecimentos práticos de engenharia e experiência com teoria interdisciplinar e de sistemas, conhecimento e mentalidades de inovação e comportamento empreendedor. O *briefing* do projeto é fornecido por empresas renomadas como Airbus, Embraer, Huisman, VanOord, Royal Haskoning DHV, Tahmo, Nationale Politie, Erasmus MC e KLM (TU Delft, 2025q).

Transversais

Para cumprir dez créditos, o aluno deve escolher um dos oito módulos disponibilizados, porém, para os objetivos desta pesquisa serão descritos apenas os conteúdos de quatro módulos a seguir, aderentes às atividades desempenhadas na área de obras civis portuárias na MB.

Ciência de dados e inteligência artificial para engenheiros

Este módulo é um curso interdisciplinar para que os alunos aprendam e apliquem ferramentas de Ciência de Dados (CD) e Inteligência Artificial (IA), com potencial para transformar a Engenharia Civil, Ambiental e as Geociências. O foco principal do módulo está em *Machine Learning* e *Deep Learning*, que são abordagens eficazes e baseadas em dados para lidar com a incerteza e a

complexidade dos desafios nos ambientes natural, vivo e construído. O conteúdo revisa conceitos prévios e avança até as tendências mais recentes em IA Generativa e Grandes Modelos de Linguagem, e oferece oportunidades para aprimorar as habilidades de programação em Python através de exercícios práticos e *workshops* (TU Delft, 2025i).

Modelagem probabilística de fenômenos do mundo real por meio de observações e coleta de dados

Este módulo foca no uso avançado de probabilidade e estatística para resolver problemas de engenharia, ensinando a quantificar a incerteza e os riscos de fenômenos aleatórios (chuvas, ondas, terremotos) que afetam o cotidiano e a segurança. Os alunos aprendem a inferir características desses fenômenos usando dados e modelos físicos, aplicando técnicas como análise de valores extremos e assimilação de dados. O curso oferece a base teórica para escolher os métodos mais adequados e ensina a traduzir esse conhecimento em código. A aplicação prática ocorre em projetos de grupo interdisciplinares com temas anuais (ex: proteção costeira, gestão de água), onde as equipes formulam e respondem a questões de pesquisa usando os métodos aprendidos (TU Delft, 2025aa).

Deltas resilientes às mudanças climáticas

Este módulo foca no desafio global de proteger as regiões de delta contra as consequências das mudanças climáticas, como elevação do nível do mar, secas e inundações, além dos impactos da subsidência e do crescimento urbano. Utilizando o Delta Holandês como laboratório, o curso explora a necessidade de novas soluções para preservar esses ecossistemas, suas dinâmicas, e combater problemas como a intrusão salina e a alteração do lençol freático (TU Delft, 2025ac).

O programa é dividido em três temas principais:

- Física dos Sistemas de Delta: Aborda a compreensão científica das interações entre processos atmosféricos, fluviais e marinhos nos deltas, sua resposta às intervenções humanas e a vulnerabilidade às alterações climáticas;
- Cenários e Mudanças Climáticas: Proporciona prática em técnicas de *downscaling* e análise de dados climáticos para entender o impacto das mudanças climáticas. Os alunos estudam diferentes abordagens para construir cenários

climáticos de vários países, com foco em precipitação extrema, secas e elevação do nível do mar; e

- Caminhos de Adaptação: Orienta o desenvolvimento de novas tecnologias para deltas (como defesa contra inundações e tratamento de água), envolvendo a análise de dados e modelos climáticos, utilizando métodos como o *Dynamic Adaptive Policy Pathway* e gestão de projetos SCRUM (TU Delft, 2025ac).

Monitoramento da saúde estrutural e riscos geológicos

Este módulo interdisciplinar foca em novas técnicas de monitoramento para estruturas civis, rochas e solos (TU Delft, 2025u). O curso é dividido em duas unidades:

- Teoria e Técnicas: aborda aspectos funcionais, temporais, metodológicos, causais e espaciais, incluindo mecanismos de degradação, sensores, processamento avançado de sinais, inversão, identificação de sistemas, atualização de modelos e perspectivas de *Machine Learning*; e

- Estudos de Caso: os alunos trabalham em casos reais de monitoramento avançado de saúde estrutural e riscos geotécnicos. Os exemplos variam de monitoramento de pontes e ferrovias a movimentos de massa e subsidência do solo, incluindo aplicações que combinam ambos os campos (TU Delft, 2025u).

Preparação para a tese

Ao longo de sete semanas, o estudante elabora um plano de trabalho detalhado para sua tese de mestrado, que pode ter foco em pesquisa ou em projeto de *design*. A cada semana é abordada uma seção específica desse plano. Além dessas aulas, há um laboratório de escrita semanal, que oferece *feedback* individual formativo sobre o planejamento de cada aluno. O curso dedica atenção especial à avaliação dos riscos associados à pesquisa, como participação de pessoal, proteção de dados e segurança física, e às dimensões éticas profissionais e acadêmicas (TU Delft, 2025ae).

3.3.4 Recursos instrucionais

A TU Delft possui os seguintes laboratórios úteis aos cursos abordados.

WaterLab

O WaterLab é uma infraestrutura de pesquisa da TU Delft voltada ao estudo de sistemas hídricos em diferentes escalas, desde experimentos de bancada até testes em campo. Seu objetivo é aprofundar o entendimento dos processos que regem o funcionamento da água na natureza e em ambientes urbanos, apoiando o desenvolvimento de modelos computacionais para planejamento e engenharia (TU Delft, [s.d.]g).

Ele é composto por dois laboratórios principais, localizados na Faculdade de Engenharia Civil e Geociências:

- Laboratório de Gestão da Água – foca em engenharia sanitária, ambiental e gestão de recursos hídricos. Possui instrumentos para medições detalhadas do ciclo da água em ambientes controlados, permitindo testes laboratoriais antes de aplicações em escala piloto, como as que ocorrem nas estações de tratamento WaterStreet e Harnaschpolder; e

- Laboratório de Engenharia Hidráulica – apoia pesquisas sobre intervenções humanas em sistemas hídricos. Conta com equipamentos modernos para experimentos em pequena escala e serve como base para campanhas de campo em locais como o Flood Proof Holland e o Sand Engine Delfland (TU Delft, [s.d.]g).

Laboratório de Geociências e Engenharia

Conta com instrumentação de última geração que permite caracterizar e medir processos físico-químicos em rochas e solos, tanto em profundidade quanto na superfície, replicando as condições in situ. Com isso, ele se torna peça-chave nas atividades de pesquisa e ensino, fornecendo suporte experimental em todas as etapas: concepção, desenvolvimento, fabricação e manutenção de equipamentos e instrumentos de investigação (TU Delft, [s.d.]a).

Stevin Laboratory: Micro2Macro

Instalação experimental de referência na Europa que, com equipamentos de ponta, viabiliza ensaios desde a micro-caracterização de materiais até testes de ruptura em estruturas civis e offshore em escala real. Os resultados alimentam modelos preditivos, inovação em materiais (incluindo técnicas de reciclagem) e

embasam normas técnicas. Atende pesquisadores de universidades, órgãos públicos e empresas que buscam avaliar segurança, confiabilidade e desempenho de materiais e estruturas sob condições controladas e extremas (TU Delft, [s.d.]f).

3.3.5 Conclusão parcial

A análise aprofundada do programa de mestrado em Engenharia Civil da TU Delft, com suas trilhas de Engenharia Hidráulica *Offshore* e Engenharia Hidráulica, evidencia a excelência acadêmica e o reconhecimento global da instituição. A TU Delft se posiciona consistentemente entre as universidades de maior prestígio em Engenharia Civil na Europa e detém significativa projeção mundial em Engenharia e Tecnologia, conforme atestam os principais *rankings* internacionais. Esse reconhecimento reforça a qualidade científica dos cursos e sublinha sua pertinência para a formação de engenheiros civis da Marinha do Brasil, que atuam em ambientes portuários, marítimos e fluviais.

A organização modular do curso, com um núcleo comum seguido por trilhas especializadas, garante flexibilidade e profundidade na formação. A ampla oferta de disciplinas eletivas e projetos interdisciplinares permite que o aluno personalize sua trajetória acadêmica, alinhando-a a interesses profissionais específicos e a demandas contemporâneas, como adaptação às mudanças climáticas, transição energética e sustentabilidade ambiental.

Do ponto de vista de conteúdo, ambos os percursos oferecem sólida integração solo-fluido-estrutura e abordam desafios atuais — proteção costeira, dragagem sustentável, energias renováveis marinhas, adaptação climática de deltas e gestão de incertezas — capacitando o engenheiro a projetar, vistoriar e fiscalizar infraestruturas em cenários hidrodinâmicos complexos. A trilha Hidráulica e *Offshore* aprofunda mecânica estrutural e *offshore*; e a trilha Hidráulica concentra-se na morfodinâmica fluvial-costeira e na interação porto–hidrovia, ambas essenciais às demandas da MB.

O ambiente de aprendizagem é potencializado por laboratórios de referência, com hidráulica experimental aplicada a escala de campo, ensaios avançados em rochas e solos e testes de materiais e estruturas em escala real. Somam-se a isso, projetos práticos que conectam estudantes a empresas líderes no mercado,

reforçando competências de inovação, empreendedorismo e trabalho em equipe em problemas reais de engenharia.

Em síntese, a TU Delft alia reputação acadêmica, currículo flexível e infraestrutura avançada para formar profissionais capazes de conceber soluções resilientes e sustentáveis no domínio da engenharia hidráulica, costeira e *offshore*.

Com base nos dados obtidos, será estabelecida, nos quadros 10, 11 e 12, a correlação entre os serviços realizados pela MB e as disciplinas específicas e eletivas de cada trilha, bem como às disciplinas transversais, classificando-as quanto à aderência alta (A), média (M) ou baixa (B) às competências exigidas dos engenheiros civis da DOCM.

Quadro 10 – Aderência de capacitações das disciplinas específicas dos módulos “Base da trilha”, “A”, “B” e “Eletivas” de Engenharia Hidráulica e *Offshore* aos serviços realizados na MB

(continua)			
Disciplina	Ch	Aplicabilidade	Ad
Estruturas Hidráulicas e <i>Offshore</i>	15	Dimensionar obras hidráulicas e costeiras, avaliar impactos morfodinâmicos, analisar ações de ondas e desenvolver intervenções em rios e zonas portuárias.	A
Estruturas Hidráulicas	9	Dimensionar estruturas hidráulicas, verificar estabilidade e resistência, avaliar condições de fadiga e construtibilidade, e interpretar o desempenho estrutural em obras portuárias, considerando aspectos hidráulicos, geotécnicos e estruturais.	A
Estruturas <i>offshore</i>	9	Analisar e dimensionar estruturas de suporte sujeitas a cargas ambientais, avaliar fundações e desempenho estrutural com base em resistência e fadiga, aplicar princípios de projeto preliminar <i>offshore</i> com potencial aplicação em estruturas costeiras e portuárias expostas a condições marítimas intensas.	M
Energias renováveis marinhas	15	Projetar, monitorar e manter sistemas de geração eólica e oceânica, integrando aspectos estruturais, ambientais e econômicos, com foco em fixação, flutuabilidade e desempenho em operação.	B
Barragens, diques e quebra-mares	15	Projetar quebra-mares, diques e estruturas de proteção costeira, dimensionar obras hidráulicas para mitigar impactos de ondas, correntes e inundações, e desenvolver soluções para estabilização de margens e leitos em áreas portuárias e fluviais.	A
Estruturas flutuantes e submersas	15	Projetar, monitorar e avaliar soluções flutuantes ou semissubmersas, como pontes e túneis ancorados, considerando desempenho estrutural, interações ambientais e viabilidade econômica.	A
Energia hidrelétrica terrestre	5	Projetar barragens e canais de desvio, aplicar fundamentos geotécnicos, estruturais e hidráulicos em obras fluviais, e utilizar ferramentas GIS para análise de implantação, com aplicação relevante em estudos de infraestrutura fluvial e integração energética em sistemas portuários interiores.	B

Quadro 10 – Aderência de capacitações das disciplinas específicas dos módulos “Base da trilha”, “A”, “B” e “Eletivas” de Engenharia Hidráulica e *Offshore* aos serviços realizados na MB

(conclusão)			
Disciplina	Ch	Aplicabilidade	Ad
Engenharia de regiões frias	5	Projetar e avaliar estruturas portuárias, <i>offshore</i> e costeiras em regiões frias, considerando carregamentos de gelo, interação dinâmica com estruturas e desempenho de materiais em baixas temperaturas.	B
Risco de inundação	5	Avaliar riscos de inundação, projetar e aprimorar sistemas de defesa costeira e fluvial, quantificar perigos hidrodinâmicos e desenvolver estratégias de mitigação em áreas portuárias e zonas vulneráveis à elevação do nível d'água.	A
Trabalho de campo hidráulico	5	Realizar levantamentos de campo, inspecionar estruturas costeiras, monitorar dinâmica sedimentar e coletar dados para projetos ou avaliações técnicas de obras como quebra-mares, canais de acesso, marinas e intervenções em zonas costeiras.	A

Legenda: Ch – Carga horária, em créditos; Ad – Aderência; A – Alta; M – Média; B – Baixa.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados disponibilizados no programa de mestrado em Engenharia Civil da TU Delft (TU Delft, 2025v).

Quadro 11 – Aderência de capacitações das disciplinas específicas dos módulos “Base da trilha”, “A”, “B” e “Eletivas” de Engenharia Hidráulica aos serviços realizados na MB

Disciplina	Ch	Aplicabilidade	Ad
Fundamentos e Ambientes de Eng. Hidráulica Parte I	15	Dimensionar obras hidráulicas e costeiras, avaliar impactos morfodinâmicos, analisar ações de ondas e desenvolver intervenções em rios e zonas portuárias.	A
Fundamentos e Ambientes de Eng. Hidráulica Parte II	9	Projetar soluções de proteção litorânea, planejar e otimizar portos e hidrovias, avaliar impactos de intervenções humanas e aplicar conceitos operacionais e logísticos na infraestrutura aquaviária.	A
Engenharia Costeira	15	Analisar processos costeiros e estuarinos, projetar e dimensionar quebra-mares, avaliar intervenções como dragagens e esporões, aplicar modelagem e monitoramento para gestão de sedimentos e segurança litorânea.	A
Engenharia Fluvial	15	Analisar e modelar sistemas fluviais para propor intervenções que conciliem proteção contra inundações, navegação, conservação e uso da água, considerando dinâmicas físicas, funções múltiplas e impactos ambientais.	A
Construindo com a natureza	5	Aplicar princípios da construção com a natureza para projetar intervenções hidráulicas integradas ao ecossistema, avaliando impactos hidromorfológicos, climáticos e ecológicos.	B
Dragagem para infraestrutura sustentável	5	Planejar e avaliar operações de dragagem e aterro hidráulico, considerando viabilidade técnica, impactos ambientais, consumo energético e estratégias de monitoramento e gestão adaptativa.	M

Legenda: Ch – Carga horária, em créditos; Ad – Aderência; A – Alta; M – Média; B – Baixa.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados disponibilizados no programa de mestrado em Engenharia Civil da TU Delft (TU Delft, 2025v).

Quadro 12 – Aderência de capacitações das disciplinas específicas do módulo “Transversais”, disponibilizadas nas duas trilhas, aos serviços realizados na MB

Disciplina	Ch	Aplicabilidade	Ad
Ciência de dados e inteligência artificial para engenheiros	10	Aplicar ferramentas de ciência de dados e inteligência artificial para lidar com incertezas, analisar grandes volumes de dados ambientais e operacionais, e apoiar decisões em projetos e monitoramentos de obras portuárias, marítimas e fluviais.	M
Modelagem probabilística de fenômenos do mundo real por meio de observações e coleta de dados	10	Analisar fenômenos aleatórios em engenharia, como chuvas, ondas e terremotos, quantificando incertezas e riscos com métodos estatísticos avançados e aplicação prática em projetos interdisciplinares.	B
Deltas resilientes às mudanças climáticas	10	Compreender a dinâmica de deltas, avaliar impactos de mudanças climáticas em regiões portuárias, projetar estratégias de adaptação contra inundações, intrusão salina e subsidência, e desenvolver soluções resilientes para gestão de riscos e infraestrutura em ambientes deltaicos.	B
Monitoramento da saúde estrutural e riscos geológicos	10	Aplicar técnicas avançadas de monitoramento para avaliar a integridade de estruturas, rochas e solos, utilizando sensores, processamento de sinais e modelos preditivos em casos reais de risco estrutural e geotécnico.	A

Legenda: Ch – Carga horária, em créditos; Ad – Aderência; A – Alta; M – Média; B – Baixa.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados disponibilizados no programa de mestrado em Engenharia Civil da TU Delft (TU Delft, 2025v).

A análise revela aderência do programa de mestrado da TU Delft às competências técnicas exigidas dos engenheiros civis da MB.

Na trilha de Engenharia Hidráulica e *Offshore*, das dez disciplinas específicas avaliadas, seis foram classificadas com grau de aderência alta (A). Disciplinas como “Estruturas Hidráulicas e Offshore”, “Estruturas Hidráulicas, Barragens, diques e quebra-mares” e “Trabalho de campo hidráulico”, preparam os engenheiros para dimensionar, vistoriar e gerenciar obras portuárias e costeiras, abordando interações fluido-estrutura e impactos morfodinâmicos. Embora as disciplinas “Energias renováveis marinhas”, “Energia hidrelétrica terrestre” e “Engenharia de regiões frias” tenham sido classificadas com baixa aderência, elas oferecem conhecimentos em áreas que podem ser úteis em missões estratégicas e projetos especiais, como os realizados na Estação Antártica Comandante Ferraz e na Ilha da Trindade.

Na trilha de Engenharia Hidráulica, cinco das oito disciplinas específicas foram classificadas com grau de aderência alta. “Fundamentos e Ambientes de Engenharia Hidráulica”, partes I e II, “Engenharia Costeira” e “Engenharia Fluvial” fornecem bases sólidas para modelagem de escoamentos, transporte de

sedimentos, proteção litorânea e intervenções fluviais. “Dragagem para infraestrutura sustentável” registrou aderência média, complementando o repertório com estudos de manutenção e gestão de sedimentos. “Construindo com a natureza” e “Oceanografia física”, com aderência baixa, embora essenciais para estratégias integradas, demandam maior contextualização às operações da MB.

No módulo “Transversais” (Quadro 12), a disciplina “Monitoramento da Saúde Estrutural e Riscos Geológicos” tem alta aderência, por fornecer técnicas de sensoriamento e processamento de dados aplicáveis às vistorias de cais e píeres, importantes para avaliar a integridade de estruturas em ambientes agressivos.

Com seu currículo flexível e infraestrutura de ponta, a grade modular da TU Delft combina uma formação central com opções eletivas alinhadas à inovação, sustentabilidade e ao monitoramento avançado. Esse arranjo garante que os engenheiros civis possam desenvolver competências para conceber, fiscalizar e manter infraestruturas portuárias, marítimas e fluviais, em ambientes hidrodinâmicos complexos, ao mesmo tempo em que incorporam ferramentas modernas de modelagem, gestão de dados e mitigação de impactos ambientais.

4 ANÁLISE COMPARATIVA

Para analisar comparativamente os currículos detalhados no capítulo 3 desta pesquisa, buscando identificar similaridades e singularidades entre os cursos, as disciplinas foram distribuídas em oito eixos temáticos que cobrem desde a caracterização hidrodinâmica à manutenção da infraestrutura portuária: Processos hidrodinâmicos, ondas e morfodinâmica costeira; Transporte de sedimentos, dragagem e gestão de linha de costa; Projetos de estruturas costeiras, hidráulicas e *offshore*; Geotecnia e interações solo-estrutura; Topografia, GIS e monitoramento; Modelagem numérica, CFD e probabilidade; Materiais, durabilidade e manutenção; e Gestão de riscos, sustentabilidade e planejamento portuário.

Dessa forma, as disciplinas foram agrupadas por conteúdo, e não por nomenclatura, a fim de evitar sobreposições equivocadas. A seguir, a distribuição das disciplinas pelos respectivos eixos temáticos.

4.1 SIMILARIDADES – EIXOS TEMÁTICOS

Processos hidrodinâmicos, ondas e morfodinâmica costeira

Disciplinas que capacitam o aluno a compreender a geração, propagação e transformação de ondas, correntes e escoamentos turbulentos, bem como seus impactos nas estruturas. Na prática, os conteúdos são aplicados ao dimensionamento de quebra-mares, à previsão de agitação em bacias portuárias e à avaliação de riscos operacionais causados por ondas extremas.

FURG – Mecânica das ondas; Hidrodinâmica marítima; Morfodinâmica costeira.

DTU – Hidrodinâmica 2; Fluxos turbulentos; Hidrodinâmica avançada de ondas.

TU Delft – Fundamentos e Ambientes de Engenharia Hidráulica Parte I (unidade Ondas oceânicas); Engenharia Costeira (unidade Processos costeiros e estuarinos); Fundamentos e ambientes de Engenharia Hidráulica Parte II (unidade Sistemas costeiros e estuarinos).

Transporte de sedimentos, dragagem e gestão de linha de costa

Disciplinas que compartilham métodos de quantificação do transporte de material sólido, seleção de equipamentos de dragagem e uso de modelos numéricos para simular intervenções. Essas competências são úteis para manter profundidades

em locais de atracação, definir campanhas de dragagem de manutenção e mitigar erosão em canais e acessos portuários.

FURG – Transporte de sedimentos costeiros; Dragagem.

DTU – Transporte de sedimentos fluviais e marinhos; Modelagem computacional para Engenharia Marinha e Costeira.

TU Delft – Fundamentos e ambientes de Engenharia Hidráulica Parte I (unidade Modelagem de fluxo, transporte e proteção do Fundo); Dragagem para infraestrutura sustentável.

Projetos de estruturas costeiras, hidráulicas e *offshore*

Disciplinas que ensinam a calcular ações de ondas, correntes e ventos, a verificar fadiga, a projetar fundações em solo ou rocha e a detalhar armaduras e/ou juntas metálicas, para propor soluções de projeto para cais, píeres, dolphins, fundações de turbinas eólicas ou estacas *offshore*.

FURG – Obras hidráulicas costeiras; Projeto de estruturas portuárias.

DTU – Estruturas marinhas e costeiras; Engenharia Marinha e Oceânica.

TU Delft – Estruturas hidráulicas; Estruturas *offshore*; Barragens, diques e quebra-mares.

Geotecnia e interações solo-estrutura

Disciplinas que abordam ensaios de laboratório, interpretação de parâmetros de resistência e compressibilidade e uso de elementos finitos para modelar fundações profundas, taludes e contenções. Tais competências são essenciais para assegurar a estabilidade de molhes, obras de aterramento e pontes de acesso sobre solos moles ou maciços rochosos.

FURG – Geotecnia III.

DTU – Mecânica avançada dos solos; Engenharia Geotécnica avançada; Princípios da mecânica das rochas.

TU Delft – Base: Estruturas hidráulicas e *offshore*.

Topografia, GIS e monitoramento

Disciplinas nas quais os alunos aprendem a planejar levantamentos, fazer a locação de obras e interpretar dados espaciais para controle de construção ou inspeção de estruturas. É dada ênfase na precisão das informações de campo que subsidiam a fase projetual da estrutura e ao seu monitoramento em operação.

FURG – Topografia e batimetria; Tópicos especiais em geotecnologias aplicadas à engenharia.

DTU – GPS, GIS e demarcação.

TU Delft – Monitoramento da saúde estrutural e riscos geológicos (unidade Estudos de caso); Trabalho de campo hidráulico; Energia hidrelétrica terrestre.

Modelagem numérica, CFD e probabilidade

Disciplinas que capacitam os alunos a representar numericamente fenômenos complexos, quantificar incertezas e utilizar linguagem de programação em análises de risco. Esses recursos são utilizados para prever resposta estrutural, otimizar geometrias e estabelecer margens de segurança confiáveis nos ambientes portuários.

FURG – Processos costeiros aplicados à engenharia

DTU – CFD aplicado; Dinâmica de fluidos computacional; Modelagem probabilística em Engenharia Civil; Mecânica estrutural avançada.

TU Delft – Modelagem, Incerteza e Dados para Engenheiros (MUDE); Ciência de dados e inteligência artificial para engenheiros; Tópicos avançados de engenharia estatística probabilística.

Materiais, durabilidade e manutenção

Disciplinas que abordam como os materiais se degradam em meio marinho e como prolongar a vida útil das estruturas, englobando aspectos como inspeção, especificação de materiais e definição de planos de manutenção.

FURG – Durabilidade do concreto; Proteção e corrosão.

DTU – Tecnologia do concreto; Mecânica avançada dos materiais; Estruturas avançadas de concreto; Estruturas avançadas de aço.

TU Delft – Engenharia de regiões frias.

Gestão de riscos, sustentabilidade e planejamento portuário

Disciplinas que ensinam a ponderar riscos, eficiência operacional e impactos, englobando dimensões ambientais, sociais e econômicas no ciclo de vida de estruturas portuárias.

FURG – Avaliação e impactos ambientais; Terminais portuários; Transporte aquaviário.

DTU – Métodos quantitativos para avaliação de sustentabilidade; Base politécnica.

TU Delft – Risco de inundação; Deltas resilientes às mudanças climáticas; Fundamentos e ambientes de Engenharia Hidráulica Parte II (unidade Introdução aos Sistemas Portuários e Hidrovias).

4.2 SINGULARIDADES

A diferença entre os cursos analisados está, essencialmente, na abordagem formativa adotada por cada instituição, que apresenta prioridades pedagógicas diferentes. Isso acontece não só pelo fato de um curso ser de graduação e os demais serem de pós-graduação, mas pela adaptação às demandas regionais do contexto de cada Universidade.

A formação oferecida pela FURG é orientada para as necessidades do litoral brasileiro, abordando aspectos como morfodinâmica costeira, gerenciamento de zonas costeiras e impactos ambientais locais. Apresenta aplicabilidade direta em projetos portuários nacionais, para garantir que o profissional compreenda condicionantes naturais e operacionais desse contexto, com ênfase em técnicas de campo, dimensionamento empírico e aplicação direta das normas vigentes. Conteúdos como saneamento básico e pavimentação rodoviária e portuária refletem necessidades de infraestrutura urbana do Brasil.

O curso da DTU tem um enfoque em inovação e métodos quantitativos para a avaliação de sustentabilidade. A abordagem é orientada ao desempenho estrutural em ambientes de operação crítica, além de abordar estruturas portuárias, e há um aprofundamento em estruturas *offshore*, turbinas eólicas marítimas e plataformas, refletindo a realidade dinamarquesa de exploração do Mar do Norte.

Por sua vez, o currículo da TU Delft apresenta um modelo educacional integrado à interdisciplinaridade e à sustentabilidade, frequentemente desenvolvido

em parceria com empresas e órgãos públicos, aproximando teoria e prática. A formação na universidade holandesa vai além do domínio técnico das obras hidráulicas, para abranger a gestão integrada de riscos, a análise de cenários climáticos e a incorporação de variáveis ecológicas ao planejamento de intervenções em deltas e zonas costeiras.

4.3 CONCLUSÃO PARCIAL

Nos cursos analisados há um núcleo comum de conhecimento técnico que é essencial para a formação de engenheiros civis especializados em obras portuárias e que apresenta disciplinas dedicadas à compreensão de fenômenos hidrodinâmicos, transporte de sedimentos, geotecnia, projetos estruturais sujeitos a ações de ondas, marés e correntes, modelagem numérica e gestão sustentável; abordam conceitos fundamentais para dimensionar e analisar estruturas em ambientes aquáticos dinâmicos, refletindo demandas técnicas e ambientais globais.

Entretanto, DTU e TU Delft apresentam presença de disciplinas voltadas à modelagem numérica, simulação computacional e análise de dados, enquanto a FURG foca em aspectos práticos e normativos relacionados ao litoral brasileiro, com ênfase em morfodinâmica costeira.

Para o objetivo central desta pesquisa, essas diferenças não representam limitações, pois evidenciam as múltiplas possibilidades de abordagem para a capacitação de engenheiros civis especializados em obras portuárias, marítimas e fluviais. Com base na análise comparativa realizada, conclui-se que os temas mais importantes para a composição de uma ementa alinhada às necessidades do contexto operacional dos engenheiros civis da MB são os constantes no quadro 13, a seguir.

Quadro 13 – Temas essenciais à ementa de curso de estruturas portuárias na MB

Tema essencial	Justificativa para a seleção
Processos hidrodinâmicos, ondas e morfodinâmica costeira	Fundamentais para compreender o comportamento de ondas, marés e correntes e seus impactos sobre estruturas costeiras. Permite o dimensionamento de quebra-mares, molhes e defensas, além da previsão de agitação portuária e riscos operacionais.
Transporte de sedimentos, dragagem e gestão da linha de costa	Essenciais para manter calados operacionais, dimensionar e planejar dragagens, prever assoreamentos e estabilizar linhas de costa em portos, canais e bacias de evolução.
Projetos de estruturas costeiras, hidráulicas e offshore	Disciplinas que tratam do dimensionamento e detalhamento de estruturas portuárias como cais, píeres, dolphins e estacas, considerando ações ambientais severas e critérios estruturais avançados.
Geotecnia e interações solo-estrutura	Crucial para obras em solos moles ou rochosos, como fundações profundas, taludes, diques e contenções. Garante segurança estrutural e estabilidade de obras em ambientes costeiros e fluviais.
Topografia, GIS e monitoramento de estruturas	Apoia o planejamento, execução e fiscalização de obras, com foco em levantamentos batimétricos, controle geoespacial, monitoramento da integridade estrutural e riscos geotécnicos.
Modelagem numérica, CFD e análise probabilística	Habilita o engenheiro a simular cenários complexos, quantificar incertezas e aplicar ferramentas como CFD e métodos probabilísticos na previsão de desempenho hidráulico e estrutural.
Materiais, durabilidade e manutenção	Trata da degradação de estruturas em ambientes marinhos e fluviais agressivos. Importante para especificação de materiais, técnicas de proteção contra corrosão e definição de planos de manutenção.
Gestão de riscos, sustentabilidade e planejamento portuário	Permite integrar variáveis ambientais, sociais e operacionais ao projeto e operação de infraestruturas portuárias, promovendo segurança, eficiência e conformidade legal.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos currículos dos cursos de graduação, da FURG (FURG, 2019), e pós-graduação, da DTU (DTU, [s.d.]c) e TU Delft (TU Delft, 2025v).

No próximo capítulo, serão descritas as atividades desempenhadas pelos engenheiros civis da Diretoria de Obras Civas da Marinha (DOCM) na área de estruturas portuárias, e levantadas as competências técnicas já adquiridas por esses profissionais nos temas julgados essenciais.

5 COMPETÊNCIAS TÉCNICAS DA DOCM

Este capítulo tem como objetivo avaliar as competências técnicas do corpo técnico da DOCM, com base no levantamento diagnóstico realizado por meio de questionário estruturado. A análise estatística e descritiva dos dados permite identificar as áreas de maior e menor domínio técnico, evidenciando as principais lacunas de capacitação que impactam o desempenho institucional.

5.1 ATRIBUIÇÕES E SERVIÇOS PRESTADOS PELA DOCM

Criada em 8 de junho de 1976 e sediada na cidade do Rio de Janeiro, a Diretoria de Obras Civis da Marinha (DOCM) é uma Organização Militar (OM) da Marinha do Brasil (MB), com a finalidade de planejar e coordenar as atividades relacionadas à Engenharia Civil na Marinha (Brasil, 1976). Em 1994, passou a ser classificada como Organização Militar Prestadora de Serviços Especiais (OMPS-E) e pôde ampliar seus serviços a clientes extra-Marinha e a Marinhas Amigas (Brasil, [s.d.]a).

Exerce a função de Organização Militar Orientadora Técnica (OMOT), sendo responsável pela coordenação do planejamento e da realização de cursos que contribuam para o aprimoramento técnico-profissional do pessoal da MB nas áreas de conhecimento afetas a obras civis: Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil, Engenharia Costeira e Portuária e Engenharia Sanitária (Brasil, 2010, Anexo C, p. 3).

Atualmente, de acordo com o seu regulamento, aprovado pelo Diretor-Geral do Material da Marinha (DGMM), sua missão é “contribuir para a manutenção, aprimoramento e ampliação do patrimônio imobiliário da Marinha, no âmbito das atividades de engenharia e arquitetura voltadas às obras civis” (Brasil, 2023, p. 1).

De acordo com o artigo 3º do regulamento, cabem à DOCM, dentre outras, as seguintes tarefas:

- I – elaborar normas, procedimentos e instruções técnicas para as atividades de engenharia e arquitetura voltadas às obras civis da Marinha;
- II – exercer a orientação, a coordenação e o controle funcional e a orientação técnica das OM da MB nos assuntos relacionados com a engenharia e arquitetura voltadas às obras civis;
- III – promover o planejamento, orientação, coordenação e controle das obras civis de grande complexidade ou vulto;

- IV – promover a coordenação, supervisão e assessoramento técnico às OM da MB com vistas à obtenção de estudos preliminares, anteprojetos, projetos básicos, projetos executivos, levantamentos topográficos, especificações técnicas, cadernos de encargos e orçamentos relacionados com a engenharia e arquitetura voltadas às obras civis;
- V – promover vistorias, perícias, pareceres e avaliações técnicas nas instalações terrestres da MB ou de seu interesse e coordenar a emissão dos respectivos laudos;
- VI – promover a fiscalização técnica/consultoria às obras civis, ou serviços de engenharia, de grande complexidade ou vulto;
- VII – exercer as atribuições de Organização Militar Orientadora Técnica (OMOT) nas suas áreas de conhecimento; [...] (Brasil, 2023, p. 2).

Na qualidade de OMPS-E, a DOCM presta 13 tipos de serviços, sendo dez aderentes à área de estruturas portuárias: Análise de Projetos de Engenharia; Assessoria Técnica à Comissão de Licitação; Assessoria Técnica à Elaboração de Projeto de Engenharia; Consultoria Técnica à Fiscalização de Obra ou Serviço de Engenharia; Fiscalização Técnica de Obras e Serviços de Engenharia; Parecer Técnico; Perícia Técnica; Projetos de Engenharia Relativos a Instalações Terrestres; Relatório Técnico; e Vistoria Técnica (Brasil, 2023, p. 4). A seguir, esses serviços serão detalhados, para uma melhor compreensão das competências técnicas que demandam.

Análise de Projetos de Engenharia

Análise realizada em projetos executivos de obras de grande porte, contratados pelas OM da MB de empresas privadas, para verificar sua conformidade quanto às normas e instruções técnicas vigentes (Brasil, 2023, p. 9).

Assessoria Técnica à Comissão de Licitação

Assessoria voltada à análise de qualificação técnica (profissional e operacional) de empresas que concorrem às licitações de obras e serviços de engenharia na MB (Brasil, 2023, p. 12).

Assessoria Técnica à Elaboração de Projeto de Engenharia

Orientações e esclarecimentos técnicos para a elaboração de projetos de grande vulto e complexidade, contratados pelas OM da MB de empresas privadas ou elaborados por profissionais habilitados das OM (Brasil, 2023, p. 13).

Consultoria Técnica à Fiscalização de Obra ou Serviço de Engenharia

Orientações e esclarecimentos técnicos, prestados ao Fiscal Técnico da OM Cliente, referentes a contratos de obras ou serviços de engenharia (Brasil, 2023, p. 15).

Fiscalização Técnica de Obras e Serviços de Engenharia

Acompanhamento técnico de obras ou serviços de engenharia de grande vulto e/ou complexidade, para assegurar a conformidade às normas vigentes e aos projetos licitados, bem como a qualidade e atendimento aos prazos contratuais (Brasil, 2023, p. 16).

Parecer Técnico

Avaliação técnica realizada com base nas normas vigentes, visando solucionar divergências técnicas entre a Administração Naval e outras partes interessadas referentes a questões de intervenções em instalações terrestres (Brasil, 2023, p. 20).

Perícia Técnica

Análise, com base em critérios técnicos, de causas, consequências e impactos referentes a acidentes ou irregularidades ocorridos em projetos e/ou obras de instalações terrestres (Brasil, 2023, p. 21).

Projetos de Engenharia Relativos a Instalações Terrestres

Elaboração dos elementos técnicos que compõem projetos de engenharia, como especificações técnicas, desenhos e cálculos, referentes a obras de grande vulto e/ou complexidade (Brasil, 2023, p. 23).

Relatório Técnico

Documento emitido baseado no exame de documentação técnica, referente a projetos e/ou obras civis, elaborada por profissionais de engenharia lotados nas OM Clientes, contendo apontamentos e contribuições referentes aos fatos relatados (Brasil, 2023, p. 24).

Vistoria Técnica

Inspeção realizada em instalações terrestres, com emissão de laudo, detalhando patologias encontradas, possíveis causas e soluções técnicas para a correção (Brasil, 2023, p. 25).

5.2 CAPACITAÇÃO TÉCNICA DOS ENGENHEIROS CIVIS DA DOCM

Para investigar as capacitações existentes no corpo técnico da DOCM, especificamente na área de estruturas portuárias, foram aplicados questionários direcionados aos engenheiros civis lotados na OM.

O questionário (Apêndice) foi enviado eletronicamente a 32 profissionais, dos quais 23 responderam. Acompanhado de uma breve explanação sobre o objetivo da pesquisa, contemplou perguntas sobre o nível de formação acadêmica e profissional dos respondentes, abordando aspectos como:

- Ano de conclusão do curso de graduação e de ingresso no Corpo de Engenheiros da Marinha (CEM) ou na Reserva de 2ª classe da Marinha (RM-2);
- Disciplinas específicas sobre o tema cursadas na graduação;
- A realização de cursos de pós-graduação lato sensu/stricto sensu e/ou extensão relacionados ao tema e a conteúdos abordados;
- Grau de conhecimento sobre os temas-chave selecionados nos currículos avaliados; e
- A autopercepção do respondente quanto à sua capacidade técnica para elaboração de projetos, vistorias e fiscalização de obras portuárias.

Adicionalmente, foi incluída uma seção na qual o respondente pôde, opcionalmente, priorizar até cinco tópicos para capacitação nos 12 meses seguintes, fornecendo subsídios para o planejamento de um programa de treinamento dirigido; e, por meio de pergunta aberta, a possibilidade de acrescentar qualquer outro tópico que julgasse necessário à complementação da capacitação.

No questionário para avaliar a autopercepção sobre o nível de conhecimento sobre os temas, foi utilizada a escala Likert, proposta por Rensis Likert em 1932, que estabelece um conjunto ordenado de afirmações sobre determinado objeto, permitindo que o respondente manifeste o grau de concordância ou discordância em pontos equidistantes. Cada marcação é tratada como valor numérico, possibilitando calcular médias ou somatórios que expressam, de modo sintético, a tendência de atitudes, opiniões ou percepções do grupo. Ao pressupor que as categorias são

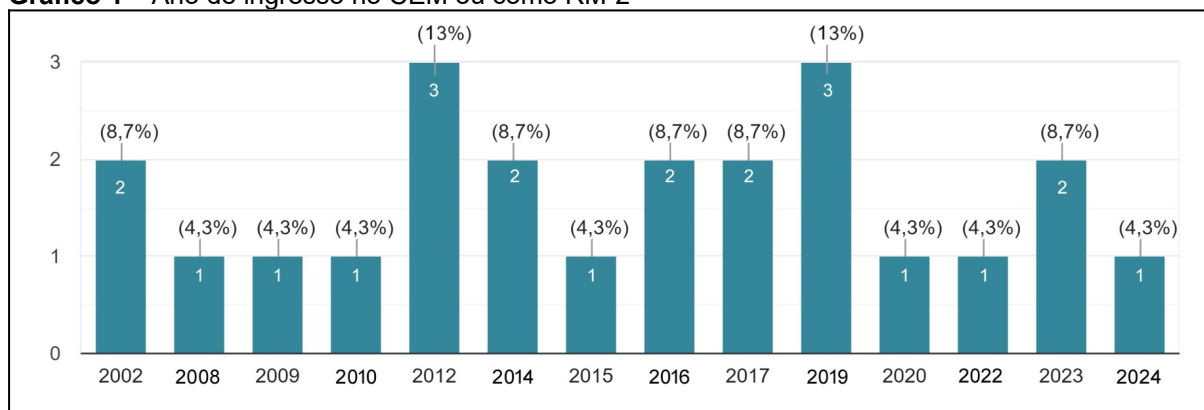
intervalares e que a distância psicológica entre elas é constante, a técnica viabiliza análises estatísticas e comparações entre indivíduos ou amostras (Likert, 1932).

A escala utilizada no questionário varia de 1 a 5, sendo que cada número corresponde a um nível de conhecimento pré-definido: 1, para "Nenhum conhecimento"; 2, para "Básico"; 3, para "Intermediário"; 4, para "Avançado"; e 5, para "Especialista". Essa gradação permitiu aos respondentes expressar seu nível de forma mais detalhada do que uma simples resposta "sim" ou "não", capturando nuances em suas autoavaliações.

5.2.1 Análise dos dados

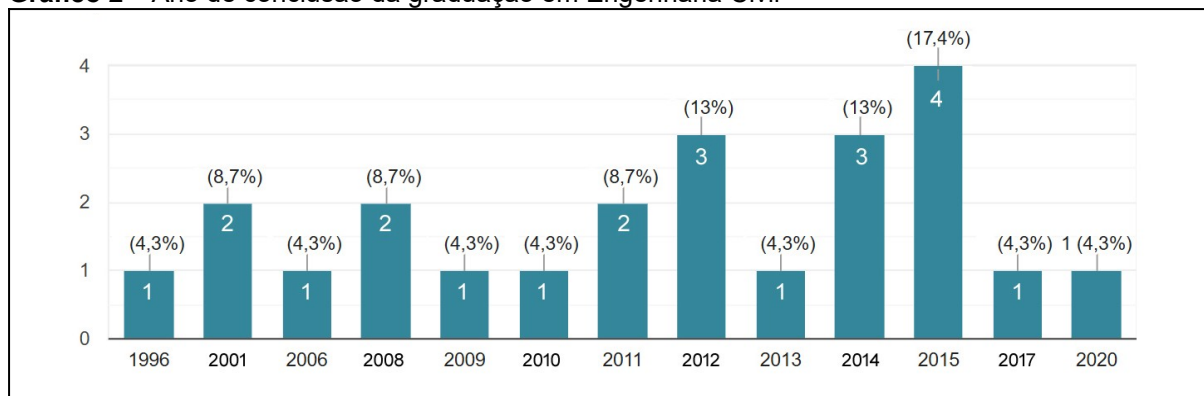
Dos 23 questionários respondidos, quando se analisa os anos de ingresso dos engenheiros civis na Marinha (Gráfico 1), pode-se verificar que, exceto pela lacuna de ingressantes entre os anos de 2002 e 2008, a frequência de entrada manteve-se anual ou bienal.

Gráfico 1 – Ano de ingresso no CEM ou como RM-2



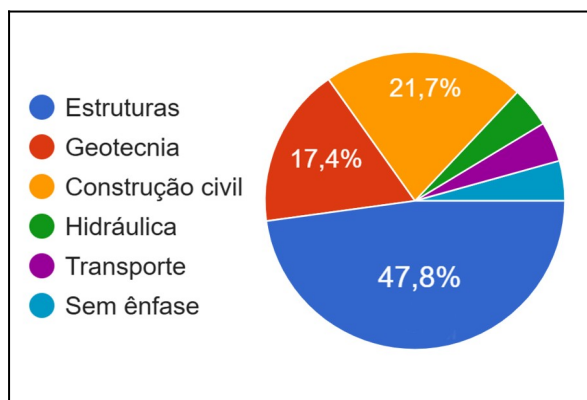
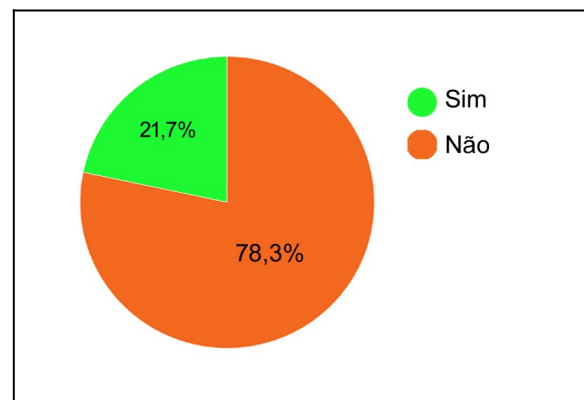
Fonte: Elaborado pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

Ao se observar os anos de conclusão da graduação, nota-se que não há a mesma regularidade, havendo distanciamentos de um até cinco anos entre os concluintes (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Ano de conclusão da graduação em Engenharia Civil

Fonte: Elaborado pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

Ao analisar as respostas referentes à ênfase no projeto final de graduação (Gráfico 3), verifica-se que 47,8% (11 respondentes) optaram por “Estruturas”; 21,7% (5 respondentes) por “Construção civil”; 17,4% (4 respondentes) por “Geotecnia”; e 4,3% (1 respondente) escolheram “Transporte”, “Hidráulica” ou “Sem ênfase”.

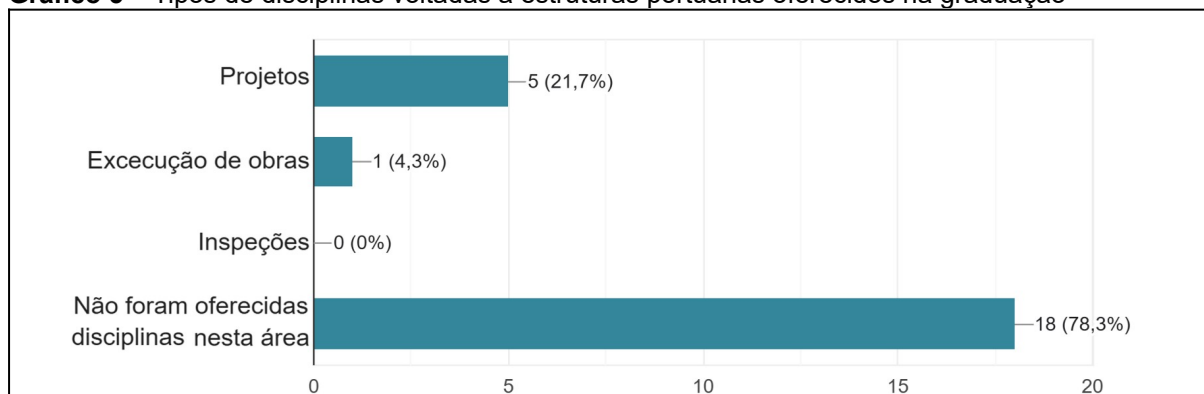
Gráfico 3 – Área de ênfase no projeto final da graduação**Gráfico 4** – Oferta de disciplinas na área de Engenharia Portuária durante a graduação

Fonte: Elaborados pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

Apesar dos profissionais com ênfase em Estruturas serem mais que o dobro daqueles com ênfase em Construção civil ou Geotecnia, apenas 9% (1 respondente) deles declararam ter disciplinas oferecidas na área de Engenharia Portuária em seus cursos de graduação. Por outro lado, entre os com ênfase em Geotecnia, 50% (2 respondentes) afirmaram ter cursado essas disciplinas na graduação.

Considerando todos os respondentes, 21,7% (5 profissionais) declararam ter disciplinas oferecidas na área de Engenharia Portuária (Gráfico 4), tendo cinco deles disciplinas na área de Projetos e um tanto nas áreas de Projetos quanto na de Execução de obras (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Tipos de disciplinas voltadas a estruturas portuárias oferecidos na graduação



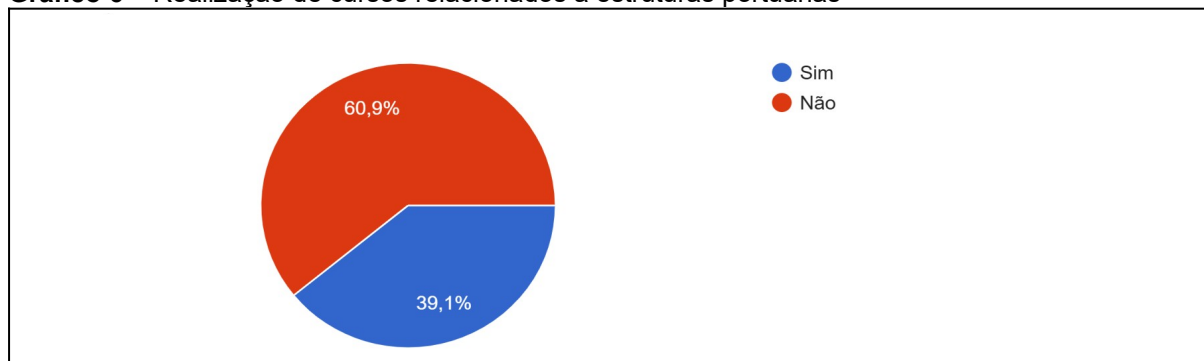
Fonte: Elaborado pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

Quatro dos cinco respondentes detalharam as disciplinas ofertadas: “Obras Hidráulicas”; “Pontes I”; “Estruturas Hidráulicas Marítimas”; “Estruturas Hidráulicas”; e “Aproveitamento de Recursos Hídricos”.

Verifica-se que, independentemente dos anos de formação na graduação ou de ingresso na MB, não há oferta de disciplinas voltadas a estruturas portuárias oferecidas nos cursos, demonstrando que essa lacuna não é um problema recente.

Em relação à formação complementar, 14 dos 23 respondentes afirmaram não ter realizado nenhum curso na área de estruturas portuárias (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Realização de cursos relacionados a estruturas portuárias



Fonte: Elaborado pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

Dos nove respondentes que marcaram que haviam realizado cursos na área, oito detalharam suas formações:

- Especialização em Projetos de Obras Civas Portuárias Marítimas e Fluviais – EP-USP, 2024 (6 respondentes);

- Módulos da Escola de Altos Estudos em Engenharia Costeira: Dinâmica Costeira e a Arte de Modelagem; Escola de Altos Estudos em Engenharia Costeira; Porto Sustentável: o Porto do Futuro; Engenharia Fluvial e as Respostas do Ambiente – UFRJ, 2017 (1 respondente); e

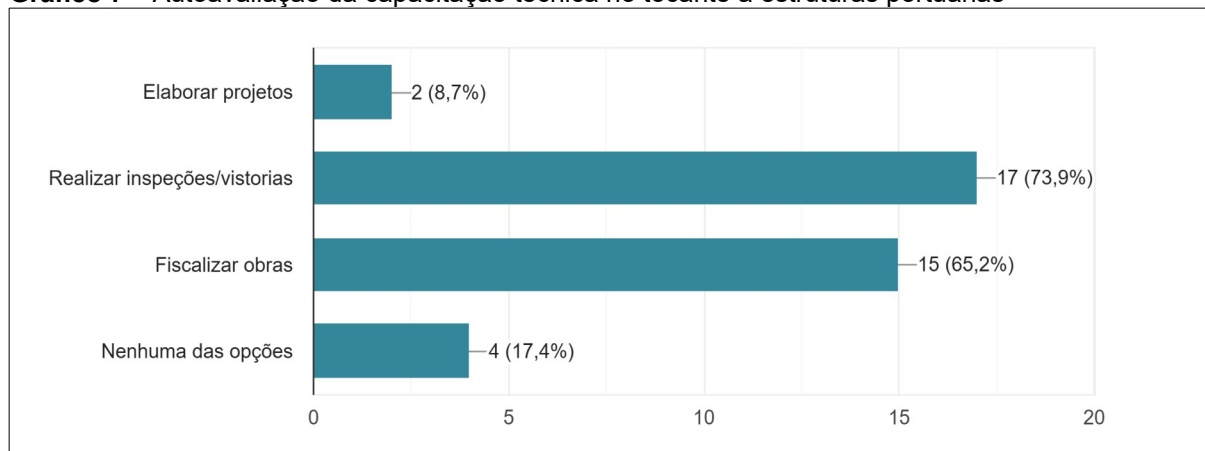
- Adestramento de Estruturas Portuárias com Professores do mestrado em Engenharia de Transportes – Infraestrutura de Obras Portuárias – UERJ, [s.d.] (1 respondente).

Por ocasião da realização, em 2024, do curso EP-USP, indicado pelos seis respondentes, a autora encontrava-se servindo no Departamento de Planejamento da DOCM, que é responsável pelo setor de OMOT. O curso fez parte de um Programa de Capacitação em Engenharia Civil Portuária, promovido pela DOCM, por meio do Acordo de Cooperação Técnica existente entre a Marinha do Brasil e a Universidade de São Paulo (Brasil, 2022).

O contrato viabilizou que dois módulos (80 horas cada) do curso de pós-graduação em Engenharia Hidráulica da USP – “Obras marítimas” e “Processos marítimos” – fossem ministrados remotamente para dez profissionais da DOCM. A iniciativa incluiu uma aula inaugural em cada módulo nas dependências da DOCM, uma visita dos alunos às instalações da Escola Politécnica da USP (EP-USP) e o desenvolvimento de um anteprojeto de interesse da MB em cada disciplina.

A iniciativa foi motivada pela demanda de elaboração de projetos solicitados à DOCM na área de obras portuárias, para os quais os engenheiros civis não se sentiam plenamente preparados. Tal percepção foi o fato gerador da presente pesquisa.

As respostas ao questionário confirmaram a percepção da autora: apenas 8,7% dos respondentes se consideram preparados para elaborar projetos de estruturas portuárias, enquanto 17,4% afirmaram não se sentir aptos a realizar qualquer tipo de serviço técnico relacionado ao tema (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Autoavaliação da capacitação técnica no tocante a estruturas portuárias

Fonte: Elaborado pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

Os respondentes foram questionados, por meio da escala Likert (1 a 5), sobre o seu nível atual de conhecimento nas áreas abordadas nos conteúdos programáticos dos cursos investigados no capítulo 3 desta dissertação, agrupados nos oito temas julgados essenciais na comparação desses currículos, conforme exposto no capítulo 4.

No tema “HID” (Processos hidrodinâmicos, ondas e morfodinâmica costeira), nenhum respondente se percebe como especialista ou detentor de conhecimentos avançados (Tabela 1). A maior média aritmética na escala corresponde a 1,61, no subtema “HID1”, revelando baixa capacitação em todos os conteúdos afetos ao tema.

Tabela 1 – Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “HID”

Processos hidrodinâmicos, ondas e morfodinâmica costeira	Percentual de respondentes por nível de conhecimento				
	N	B	I	A	E
HID1 – Avaliar efeitos de ondas, marés e correntes em estruturas costeiras	52	35	13	0	0
HID2 – Projetar obras sujeitas a escoamentos turbulentos/variáveis	83	13	4	0	0
HID3 – Antever impactos da morfodinâmica costeira em projetos	70	26	4	0	0
HID4 – Integrar dinâmica costeira ao dimensionamento estrutural	91	9	0	0	0

Legenda: N – Nenhum conhecimento; B – Baixo; I – Intermediário; A – Alto; E – Especialista.

Fonte: Elaborada pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

No tema “SED” (Transporte de sedimentos, dragagem e gestão da linha de costa), embora um respondente que se declare com nível de conhecimento avançado no subtema “SED2”, os demais não se consideram sequer de nível intermediário. Além disso, 22 dos 23 engenheiros afirmaram não ter familiaridade com modelagem computacional (Tabela 2). A média geral no tema foi 1,26.

Tabela 2 – Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “SED”

Transporte de sedimentos, dragagem e gestão da linha de costa	Percentual de respondentes por nível de conhecimento				
	N	B	I	A	E
Subtemas					
SED1 – Analisar transporte de sedimentos por correntes e ondas	56	44	0	0	0
SED2 – Planejar manutenção em canais/bacias (gestão de sedimentos)	79	17	0	4	0
SED3 – Usar modelos computacionais para prever erosão ou deposição	96	4	0	0	0

Legenda: N – Nenhum conhecimento; B – Baixo; I – Intermediário; A – Alto; E – Especialista.

Fonte: Elaborada pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

No tema “EST” (Projetos de estruturas costeiras, hidráulicas e *offshore*), embora a média de capacitação permaneça baixa (1,68), observa-se um número maior de profissionais que se percebe nos níveis intermediário e avançado em comparação aos temas anteriores, além de um especialista identificado no subtema “EST2” (Tabela 3).

Tabela 3 – Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “EST”

Projetos de estruturas costeiras, hidráulicas e offshore	Percentual de respondentes por nível de conhecimento				
	N	B	I	A	E
Subtemas					
EST1 – Dimensionar quebra-mares, píeres e fundações considerando interação fluido-estrutura	57	26	13	4	0
EST2 – Avaliar resistência, fadiga e vida útil de estruturas em ambiente marinho agressivo	52	22	13	9	4
EST3 – Calcular cargas dinâmicas de ondas e ventos em estruturas offshore	70	17	9	4	0

Legenda: N – Nenhum conhecimento; B – Baixo; I – Intermediário; A – Alto; E – Especialista.

Fonte: Elaborada pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

No tema “GEO” (Geotecnia e interações solo-estrutura), há uma distribuição mais equilibrada entre os níveis de conhecimento, apesar de não haver nenhum especialista. Nos subtemas “GEO1” e “GEO2”, 30% e 31% dos respondentes, respectivamente, percebem-se com conhecimento intermediário e avançado (Tabela 4). A média aritmética em “GEO2” é a maior no tema, correspondendo a 2,61.

Tabela 4 – Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “GEO”

Geotecnia e interações solo-estrutura	Percentual de respondentes por nível de conhecimento				
	N	B	I	A	E
Subtemas					
GEO1 – Avaliar estabilidade de aterros, taludes e contenções portuárias	35	22	30	13	0
GEO2 – Interpretar ensaios laboratoriais e parâmetros geotécnicos de fundações	17	35	17	31	0
GEO3 – Aplicar métodos numéricos (EF) em análises geotécnicas	57	17	9	17	0
GEO4 – Dimensionar fundações marítimas (solo mole, estacas, enrocamentos)	35	30	22	13	0

Legenda: N – Nenhum conhecimento; B – Baixo; I – Intermediário; A – Alto; E – Especialista.

Fonte: Elaborada pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

No tema “TOP” (Topografia, GIS e monitoramento de estruturas), o subtema “TOP1” apresenta baixo percentual de profissionais sem conhecimento, além de contar com três respondentes em nível avançado e um especialista (Tabela 5). A média geral foi de 1,81.

Tabela 5 – Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “TOP”

Topografia, GIS e monitoramento de estruturas	Percentual de respondentes por nível de conhecimento				
	N	B	I	A	E
Subtemas					
TOP1 – Executar e interpretar levantamentos topográficos e batimétricos	17	40	26	13	4
TOP2 – Utilizar ferramentas de geoprocessamento em projetos costeiros	66	30	0	4	0
TOP3 – Implementar sistemas de monitoramento estrutural e ambiental em obras portuárias	66	17	17	0	0

Legenda: N – Nenhum conhecimento; B – Baixo; I – Intermediário; A – Alto; E – Especialista.

Fonte: Elaborada pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

No tema “MOD” (Modelagem numérica, CFD e análise probabilística), identificou-se um especialista nos subtemas “MOD2” e “MOD3” e um profissional com conhecimento avançado em “MOD1”, porém há um alto percentual de respondentes sem familiaridade com os três subtemas (Tabela 6). A média geral foi de 1,67.

Tabela 6 – Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “MOD”

Modelagem numérica, CFD e análise probabilística	Percentual de respondentes por nível de conhecimento				
Subtemas	N	B	I	A	E
MOD1 – Aplicar métodos numéricos (por exemplo, elementos finitos ou volumes finitos) em análises de escoamentos ou respostas estruturais	61	22	8,5	8,5	0
MOD2 – Quantificar incertezas e realizar análises probabilísticas de confiabilidade	57	35	4	0	4
MOD3 – Desenvolver simulações computacionais para otimização de soluções de engenharia	61	13	22	0	4

Legenda: N – Nenhum conhecimento; B – Baixo; I – Intermediário; A – Alto; E – Especialista.

Fonte: Elaborada pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

No tema “MAT” (Materiais, durabilidade e manutenção), nenhum profissional se percebe como especialista em qualquer dos três subtemas. Ainda assim, cada subtema conta com três respondentes em nível avançado e, pelo menos, seis em nível intermediário (Tabela 7). A média geral aritmética foi de 2,28.

Tabela 7 – Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “MAT”

Materiais, durabilidade e manutenção	Percentual de respondentes por nível de conhecimento				
Subtemas	N	B	I	A	E
MAT1 – Seleção de materiais resistentes à corrosão em ambiente marinho	39	22	26	13	0
MAT2 – Definir estratégias de manutenção preventiva em estruturas costeiras	17	44	26	13	0
MAT3 – Especificar concretos especiais ou estruturas metálicas para uso costeiro	26	26	35	13	0

Legenda: N – Nenhum conhecimento; B – Baixo; I – Intermediário; A – Alto; E – Especialista.

Fonte: Elaborada pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

No tema “STB” (Gestão de riscos, sustentabilidade e planejamento portuário), observa-se um baixo nível de capacitação, com média geral de 1,35. Não há a percepção de especialistas, e apenas um respondente se percebe em nível avançado (Tabela 8).

Tabela 8 – Apuração de resultados de autopercepção de capacitação no tema “HID”

Gestão de riscos, sustentabilidade e planejamento portuário	Percentual de respondentes por nível de conhecimento				
	N	B	I	A	E
STB1 – Avaliar impactos ambientais e riscos operacionais em obras portuárias	52	44	0	4	0
STB2 – Propor medidas de intervenção alinhadas a diretrizes de sustentabilidade	70	26	4	0	0
STB3 – Planejar operações considerando desempenho logístico, fluxo de cargas e intermodalidade	74	26	0	0	0
STB4 – Avaliar riscos de inundação e vulnerabilidade de instalações navais	78	22	0	0	0

Legenda: N – Nenhum conhecimento; B – Baixo; I – Intermediário; A – Alto; E – Especialista.

Fonte: Elaborada pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

As médias aritméticas correspondentes a cada subtema estão apresentadas na tabela 9.

Tabela 9 – Médias aritméticas de resultados de escores da Escala Likert, em ordem decrescente (continua)

	Subtema	Macroárea	Tema resumido	Média aritmética
1	GEO2	Geotecnia	Interpretar ensaios e parâmetros geotécnicos	2,61
2	TOP1	Topografia	Interpretar levantamentos topográficos / batimétricos	2,48
3	MAT2	Materiais	Estratégias de manutenção preventiva	2,35
4	MAT3	Materiais	Concretos especiais e estruturas metálicas	2,35
5	GEO1	Geotecnia	Avaliar estabilidade de aterros e contenções	2,22
6	GEO4	Geotecnia	Dimensionar fundações marítimas	2,13
7	MAT1	Materiais	Seleção de materiais para ambiente marinho	2,13
8	EST2	Estruturas	Resistência, fadiga e vida útil em ambiente marinho	1,91
9	GEO3	Geotecnia	Aplicar métodos numéricos em análises geotécnicas	1,87
10	MOD3	Modelagem	Simulações computacionais para otimização	1,74

Tabela 9 – Médias aritméticas de resultados de escores da Escala Likert, em ordem decrescente (conclusão)

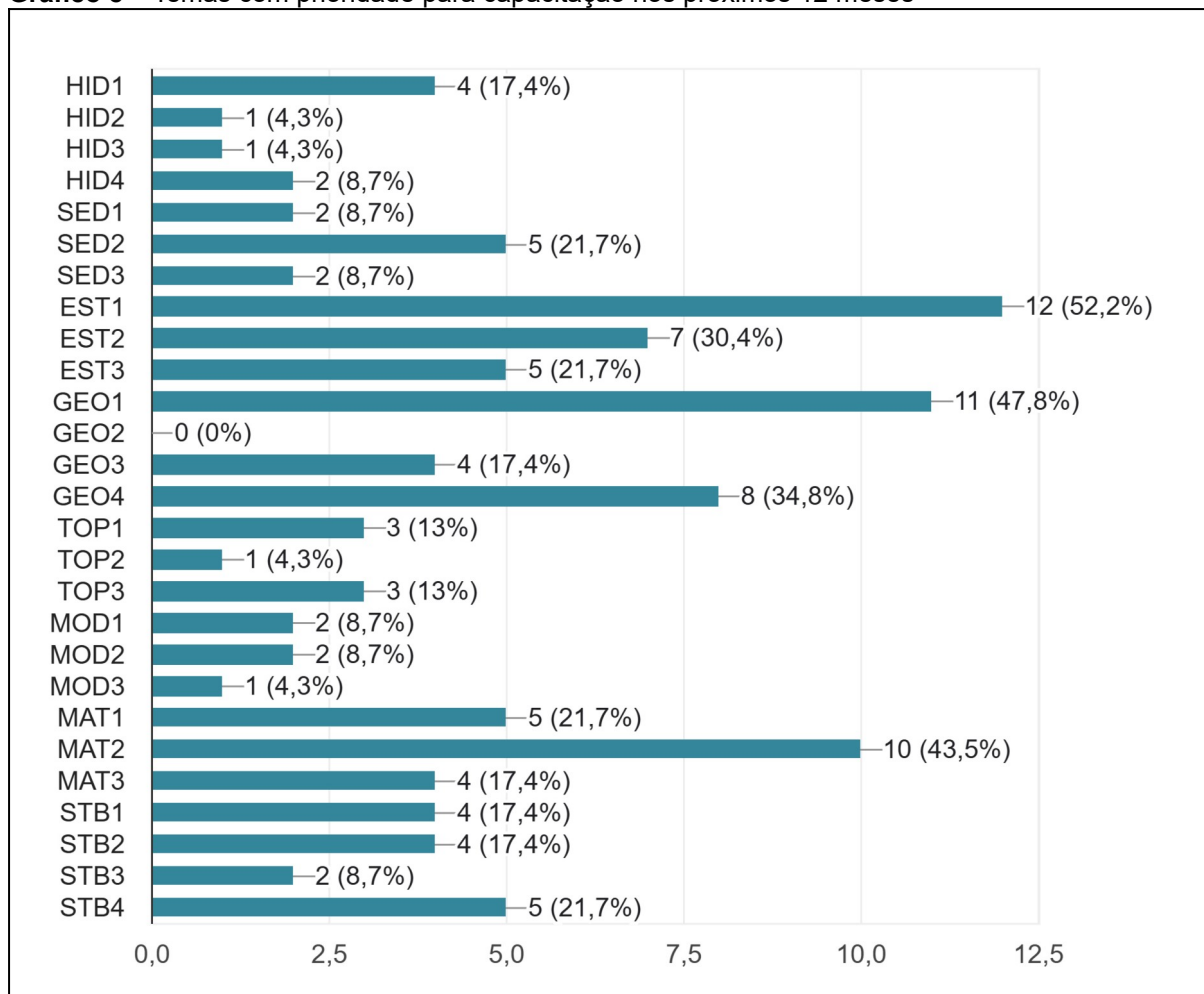
	Subtema	Macroárea	Tema resumido	Média aritmética
11	EST1	Estruturas	Dimensionar quebra-mares, píeres, fundações	1,65
12	MOD1	Modelagem	Aplicar métodos numéricos em análises	1,65
13	MOD2	Modelagem	Análises probabilísticas de confiabilidade	1,61
14	HID1	Hidrodinâmica	Efeitos de ondas, marés e correntes em estruturas	1,61
15	STB1	Sustentabilidade	Avaliar impactos ambientais e riscos	1,56
16	TOP3	Topografia	Sistemas de monitoramento estrutural e ambiental	1,52
17	EST3	Estruturas	Calcular cargas dinâmicas de ondas / ventos	1,48
18	SED1	Sedimentos	Analisar transporte de sedimentos por correntes	1,43
19	TOP2	Topografia	Ferramentas de geoprocessamento	1,43
20	HID3	Hidrodinâmica	Impactos de morfodinâmica costeira em projetos	1,35
21	STB2	Sustentabilidade	Medidas de intervenção sustentável	1,35
22	SED2	Sedimentos	Manutenção em canais/ bacias (dragagem)	1,3
23	STB3	Sustentabilidade	Operações logísticas e intermodalidade	1,26
24	HID2	Hidrodinâmica	Obras sujeitas a escoamentos turbulentos	1,22
25	STB4	Sustentabilidade	Riscos de inundação e vulnerabilidade	1,22
26	HID4	Hidrodinâmica	Integrar dinâmica costeira ao projeto	1,09
27	SED3	Sedimentos	Modelagem computacional para prever erosão	1,04

Nota: Média aritmética realizada de acordo com o escore da escala Likert (1- Nenhum conhecimento; 2- Básico; 3- Intermediário; 4- Avançado; e 5- Especialista).

Fonte: Elaborada pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

Na última seção do questionário, os respondentes tiveram a opção de escolher cinco subtemas em que consideram prioritária a sua capacitação nos próximos 12 meses (Gráfico 8). Os subtemas com maior percentual de escolha foram: “EST1” (52,2%); “GEO 1” (47,8%); “MAT 2” (43,5%); “GEO 4” (34,8%); e “EST2” (30,4%).

Curiosamente, os subtemas apontados estão entre os 11 com as maiores médias na escala Likert, ou seja, onde os engenheiros se perceberam melhor preparados, ainda que não se possa afirmar que, com médias variando de 2,61 a 1,65, seja um nível satisfatório de preparo.

Gráfico 8 – Temas com prioridade para capacitação nos próximos 12 meses

Fonte: Elaborado pela autora, com dados extraídos das respostas ao questionário (Apêndice).

Ao final do questionário, os respondentes puderam acrescentar suas observações sobre as áreas de capacitação investigadas. Apenas quatro profissionais registraram sugestões: uma referente à importância da orçamentação em obras públicas; duas enfatizaram a necessidade prioritária na capacitação dos profissionais nas áreas afetas a vistorias e manutenção de obras portuárias; e uma considerando que a formação dos especialistas seja por áreas correlatas, pois, devido à extensa gama de assuntos na área de obras portuárias, seria razoável formar especialistas com capacitação em cinco temas.

5.3 CONCLUSÃO PARCIAL

É importante destacar que a escala Likert foi empregada para permitir a avaliação da autopercepção das competências técnicas dos respondentes; contudo,

apresenta limitações, uma vez que há nuances subjetivas que podem afetar a percepção do profissional, como experiências profissionais pregressas e interpretação pessoal. Além disso, a média aritmética dos escores atende ao propósito comparativo da pesquisa, mas não representa, necessariamente, o preparo técnico efetivo dos profissionais.

Portanto, nesta pesquisa, os resultados do questionário serão utilizados apenas como indicadores exploratórios, com o objetivo de auxiliar no delineamento das proposições para a capacitação dos engenheiros civis da DOCM, mas não devem ser fonte de decisões estruturais sobre as competências institucionais.

Os resultados apresentados evidenciam uma assimetria entre as atribuições institucionais atribuídas à DOCM e o nível de capacitação do seu corpo de engenheiros civis no domínio de estruturas portuárias, marítimas e fluviais.

Primeiramente, o levantamento estatístico sinalizou que menos de 10% dos respondentes se consideram aptos a elaborar projetos nessa área, enquanto 17,4% declararam não possuir preparo para qualquer tipo de serviço técnico correlato. Os escores médios obtidos na escala Likert reforçam esse diagnóstico: apenas 3 dos 27 subtemas investigados alcançaram média superior a 2,5 (classificadas entre “Básico” e “Intermediário”), havendo 20 deles com média entre 1 e 2 (entre “Básico” e “Nenhum conhecimento”), o que evidencia lacunas de conhecimento consideráveis.

Esse descompasso é agravado pelo fato de a DOCM atuar como OMOT, responsável por normatizar e disseminar boas práticas no âmbito de toda a MB. A missão de “contribuir para a manutenção, aprimoramento e ampliação do patrimônio imobiliário da Marinha” (Brasil, 2023, p. 1) exige um corpo técnico com domínio de hidrodinâmica, geotecnia marinha, materiais de elevada durabilidade e gestão de riscos costeiros. Todavia, as respostas ao questionário demonstraram que a maioria dos engenheiros nunca cursou disciplinas específicas de engenharia portuária na graduação e, mesmo entre os que buscaram formação complementar, o investimento concentra-se em poucos módulos de cursos de extensão, ainda insuficientes para suprir as demandas crescentes de projetos portuários.

A iniciativa de 2024, em parceria com a EP-USP, constitui exemplo promissor de cooperação acadêmica e já apresenta reflexos positivos, visto que seis dos respondentes concluíram módulos avançados em obras marítimas e processos

costeiros. Ainda assim, os dados indicam que programas pontuais são insuficientes, sendo necessário estruturar uma política continuada de capacitação.

Ademais, dada a heterogeneidade dos perfis profissionais, recomenda-se a adoção de trilhas de especialização segmentadas e mecanismos de transferência de conhecimento interno, aproveitando os poucos especialistas identificados.

A análise corrobora a percepção inicial desta pesquisa, de que a efetividade da DOCM no atendimento às suas atribuições de alto impacto estratégico depende, em grande medida, de um salto qualitativo na capacitação de seus engenheiros civis. As lacunas identificadas neste capítulo oferecem subsídios objetivos para o desenho de um programa de formação que, ao articular parcerias universitárias, treinamento *in company* e certificações profissionais, possa elevar o patamar de competência técnica e, conseqüentemente, a capacidade da MB de planejar, projetar e conservar infraestruturas portuárias críticas para a Defesa Nacional.

5.4 SÍNTESE COMPARATIVA

A análise comparativa dos currículos da FURG, da DTU e da TU Delft evidencia três modelos formativos distintos, com graus variados de aderência às competências demandadas dos engenheiros civis da DOCM. Embora todos os programas apresentem qualidade acadêmica elevada, cada instituição enfatiza dimensões específicas da Engenharia Civil que se relacionam, em maior ou menor medida, às necessidades da DOCM no campo das obras portuárias, marítimas e fluviais.

A FURG destaca-se pela vocação eminentemente aplicada à Engenharia Costeira e Portuária. O currículo de graduação possui disciplinas diretamente relacionadas às atividades desempenhadas pela DOCM, como hidrodinâmica marítima, topografia e batimetria, projeto de estruturas portuárias, dragagem e morfodinâmica costeira, o que confere alta aderência prática. Seu ponto forte reside no enfoque operacional, moldado à realidade brasileira e às condições ambientais características do país.

A DTU, por sua vez, apresenta uma formação voltada à Engenharia Oceânica e de Estruturas Costeiras, combinando rigor conceitual e forte embasamento matemático e computacional. O programa enfatiza hidrodinâmica avançada,

estruturas marítimas e tecnologia de ponta em simulação numérica, com destaque para o uso de métodos inovadores em sustentabilidade e energia. A DTU se diferencia pelo caráter altamente tecnológico, capaz de desenvolver competências estratégicas para projetos de maior complexidade e ambientes severos.

Já a TU Delft estrutura sua formação de maneira integrada, com ênfase em inovação, interdisciplinaridade e abordagem sistêmica de problemas hídricos e costeiros. Sua matriz curricular contempla módulos de engenharia hidráulica, *offshore*, gestão de riscos, adaptação climática e deltas resilientes, refletindo a tradição holandesa na gestão de águas. A universidade combina profundidade técnica com visão holística e interdisciplinar, incorporando variáveis ecológicas, sociais e econômicas aos projetos de engenharia costeira.

Assim, a síntese comparativa indica que a FURG fornece a base prática mais alinhada ao contexto operacional da Marinha, enquanto a DTU e a TU Delft complementam essa formação com competências avançadas de engenharia, inovação tecnológica e gestão interdisciplinar de ambientes costeiros, conforme apresentado no quadro 14.

A combinação desses referenciais constitui fundamento sólido para a proposição do Programa de Capacitação que será apresentado no capítulo seguinte, à luz dos resultados ora consolidados.

Quadro 14 – Síntese comparativa dos cursos analisados

(continua)			
Critério de Comparação	FURG (Brasil) Engenharia Costeira e Portuária	DTU (Dinamarca) Engenharia Marinha e Costeira	TU Delft (Holanda) Engenharia Hidráulica e <i>Offshore</i> e Engenharia Hidráulica
Contexto e necessidades que orientam a formação	Demandas brasileiras de infraestrutura urbana, portuária e costeira; ênfase em manutenção, saneamento e obras portuárias tradicionais.	Realidade da exploração intensiva do Mar do Norte; foco em ambientes críticos, engenharia <i>offshore</i> e energia eólica marítima.	Gestão integrada de deltas, sistemas hidráulicos avançados e resiliência climática.
Áreas técnicas predominantes	Saneamento básico, hidrologia aplicada ao litoral brasileiro, pavimentação rodoviária e portuária, técnicas normativas nacionais.	Estruturas <i>offshore</i> , turbinas eólicas marítimas, plataformas, hidrodinâmica avançada, modelagem numérica.	Interdisciplinaridade: hidráulica, geomorfologia, ecologia, gestão de riscos, adaptação climática, engenharia costeira integrada.

Quadro 14 – Síntese comparativa dos cursos analisados

Critério de Comparação	(conclusão)		
	FURG (Brasil) Engenharia Costeira e Portuária	DTU (Dinamarca) Engenharia Marinha e Costeira	TU Delft (Holanda) Engenharia Hidráulica e Offshore e Engenharia Hidráulica
Contexto e necessidades que orientam a formação	Demandas brasileiras de infraestrutura urbana, portuária e costeira; ênfase em manutenção, saneamento e obras portuárias tradicionais.	Realidade da exploração intensiva do Mar do Norte; foco em ambientes críticos, engenharia <i>offshore</i> e energia eólica marítima.	Gestão integrada de deltas, sistemas hidráulicos avançados e resiliência climática.
Áreas técnicas predominantes	Saneamento básico, hidrologia aplicada ao litoral brasileiro, pavimentação rodoviária e portuária, técnicas normativas nacionais.	Estruturas offshore, turbinas eólicas marítimas, plataformas, hidrodinâmica avançada, modelagem numérica.	Interdisciplinaridade: hidráulica, geomorfologia, ecologia, gestão de riscos, adaptação climática, engenharia costeira integrada.
Abordagem sobre inovação e sustentabilidade	Conteúdos ligados à realidade nacional, com menor foco em inovação de fronteira, mas forte aderência prática.	Forte orientação para inovação, avaliação quantitativa de sustentabilidade e tecnologias emergentes em <i>offshore</i> .	Sustentabilidade como eixo central: projetos baseados em impacto ambiental, adaptação climática e soluções de “engenharia verde”.
Articulação com mercado e instituições externas	Proximidade com demandas de portos brasileiros; alinhamento a legislações nacionais.	Alinhamento a indústrias de energia marítima e tecnologias <i>offshore</i> europeias.	Parcerias consolidadas com empresas internacionais e órgãos públicos; transferência direta de conhecimento entre universidade, governo e setor produtivo.
Adequação ao perfil de capacitação da DOCM	Alta aderência às necessidades regulares: saneamento, pavimentação, manutenção e projetos portuários no contexto brasileiro.	Adequada para capacitações avançadas e especializações em <i>offshore</i> , energia marítima, desempenho estrutural e ambientes extremos.	Relevante para gestão integrada de riscos, projetos costeiros complexos, planejamento de deltas e adaptação climática.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados disponibilizados nos programas dos cursos analisados.

6 PROPOSIÇÕES PARA INCREMENTO DA CAPACITAÇÃO DA DOCM

Fundamentadas nas análises e conclusões parciais apresentadas anteriormente, neste capítulo, propõe-se diretrizes e ações estratégicas para elevar a competência técnica dos engenheiros civis da Diretoria de Obras Civis da Marinha (DOCM) no tocante a estruturas portuárias, marítimas e fluviais, bem como para fortalecer a governança colaborativa.

6.1 ESTRUTURAÇÃO DE UM PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO

A capacitação dos engenheiros civis da DOCM exige um plano contínuo e com estratégias diversificadas, para promover a excelência técnica compatível com as atribuições institucionais da diretoria.

Diante das lacunas de formação identificadas e das potencialidades evidenciadas nos cursos de referência analisados, propõe-se um modelo formado por quatro pilares:

- Contratação de curso *in company*, a ser ministrado em módulos temáticos;
- Estabelecimento de parcerias com empresas construtoras de obras portuárias para estágios práticos supervisionados;
- Promoção de participação em simpósios e congressos;
- Desenvolvimento de curso de mestrado profissional.

Cada um desses pilares contribuirá para consolidar uma camada de conhecimento distinta: o curso *in company* contribuirá para a aplicabilidade imediata e alcançará um número maior de participantes; o estágio supervisionado proverá a vivência em campo, permitindo o contato com tecnologias e práticas atualizadas; a participação em simpósios e congressos, além de viabilizar o acesso a temas e técnicas em ascensão na área, possibilitará a ampliação do *network*; e o curso de mestrado permitirá a fundamentação técnico-científica, em prol da inovação.

6.1.1 Curso *in company*

A contratação de cursos *in company*, ministrados em módulos temáticos, configura uma estratégia eficiente para promover a capacitação imediata e alcançar um número maior de participantes. Os módulos teriam como conteúdo as necessidades específicas da DOCM, detectadas no diagnóstico realizado,

considerando tanto as atribuições institucionais quanto as lacunas de conhecimento evidenciadas.

A estruturação modular do curso facilitará a abordagem dos temas essenciais identificados nas comparações dos currículos dos cursos, bem como o atendimento de demandas prementes nos serviços a serem elaborados pela Diretoria.

6.1.2 Estágio supervisionado

O estabelecimento de convênios com empresas especializadas em Engenharia Portuária constitui ferramenta indispensável para proporcionar experiência prática aos profissionais da DOCM, uma vez que obras de grande vulto e complexidade nessa área na Marinha do Brasil (MB) não ocorrerão com a frequência adequada ao cronograma de capacitação proposto. Essa estratégia possibilitará o contato prático continuado dos engenheiros com os temas estudados, garantindo a manutenção e atualização do conhecimento adquirido no programa, bem como fortalecerá as relações institucionais da MB com o setor produtivo.

6.1.3 Participação em simpósios e congressos

A participação em eventos técnico-científicos especializados é uma forma eficiente para promover a atualização contínua dos profissionais e a ampliação da rede de relacionamentos da DOCM, pois complementará a formação, promovendo o acesso a inovações tecnológicas e recentes tendências do setor.

A criação de uma meta de participação em eventos deste tipo, como a inscrição anual de quatro profissionais, por exemplo, em eventos no Brasil e no exterior, e a consequente realização de palestras pelos participantes, são estratégias para fortalecer a reputação técnica da Diretoria no setor, ter acesso a profissionais e pesquisadores de ponta na área e promover a disseminação do conhecimento.

6.1.4 Curso de mestrado profissional

O desenvolvimento de um programa de mestrado profissional em Engenharia Civil Portuária, voltado especificamente às demandas da DOCM, constitui uma das iniciativas mais estratégicas do Programa de Capacitação, pois possibilitará a

formação de especialistas de alto nível, com foco na aplicação prática do conhecimento técnico-científico.

De acordo com a Portaria nº 389, do Ministério da Educação, o mestrado profissional tem papel social e técnico-científico significativo, tanto na formação profissional de nível avançado quanto na aproximação entre instituições acadêmicas e setor produtivo, tendo como objetivos:

- I – capacitar profissionais qualificados para o exercício da prática profissional avançada e transformadora de procedimentos, visando atender demandas sociais, organizacionais ou profissionais e do mercado de trabalho;
- II – transferir conhecimento para a sociedade, atendendo demandas específicas e de arranjos produtivos com vistas ao desenvolvimento nacional, regional ou local;
- III – promover a articulação integrada da formação profissional com entidades demandantes de naturezas diversas, visando melhorar a eficácia e a eficiência das organizações públicas e privadas por meio da solução de problemas e geração e aplicação de processos de inovação apropriados; e
- IV – contribuir para agregar competitividade e aumentar a produtividade em empresas, organizações públicas e privadas (BRASIL, 2017, art. 1º).

A exemplo do ocorrido no passado, com a criação do curso de graduação de Engenharia Naval, em parceria com a USP, propõe-se firmar parceria com instituição acadêmica de reconhecida excelência para a criação de um conteúdo programático baseado nos programas internacionais de referência, como os analisados nesta pesquisa, adaptados às especificidades das necessidades brasileiras.

Seria firmado um acordo de cooperação técnica entre a Marinha e a instituição acadêmica escolhida, prevendo a reserva de uma vaga por turma para profissional indicado pela DOCM.

6.2 ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO

A implementação efetiva do Programa de Capacitação proposto requer uma estruturação que contemple desde a criação de instâncias de governança até a efetivação das ações de capacitação propriamente ditas. A seguir, serão detalhadas algumas ações consideradas essenciais para a implementação das proposições apresentadas.

6.2.1 Criação de um Conselho de Capacitação

A primeira iniciativa consiste na criação de um Conselho de Capacitação em Engenharia Portuária, responsável por definir e priorizar as diretrizes estratégicas, mapear as necessidades de capacitação, validar o conteúdo dos cursos, fazer acompanhamento da execução das ações e avaliar os resultados obtidos.

Adicionalmente, o conselho também será o responsável pela aprovação do Programa de Capacitação, pela definição dos critérios de seleção para participação nos eventos, estágios e cursos do programa, pelo acompanhamento do orçamento destinado às ações do programa e pela articulação com as instituições acadêmicas e empresariais para o estabelecimento de parcerias estratégicas.

A composição do conselho seria de representantes da DOCM, incluindo o Vice-Diretor, Chefes de Departamento e engenheiros seniores; e, como membros consultivos, seriam convidados representantes da Diretoria de Ensino, professores universitários especialistas na área e profissionais de empresas de obras portuárias.

6.2.2 Construção de parcerias acadêmicas e institucionais

O estabelecimento de parcerias com instituições acadêmicas e empresas especializadas constitui um elemento crítico para a qualidade e sustentabilidade do programa, visto que proporcionará o acesso à expertise técnica avançada e infraestrutura laboratorial especializada.

Parceria acadêmica

A validação do programa de mestrado deverá seguir os critérios estabelecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para mestrados profissionais. A parceria com uma instituição acadêmica consolidada facilitará o processo de aprovação junto à CAPES e trará credibilidade ao programa.

Para a seleção da instituição acadêmica parceira, seria constituído um grupo de trabalho para fazer pesquisas e verificar qual a que melhor atenderia às demandas de capacitação da DOCM, seja por excelência de seus instrutores, infraestrutura laboratorial, produção científica e/ou convênios firmados com instituições de renome no país e no exterior.

Essa parceria poderá facilitar a estruturação do curso *in company*, devido ao acesso direto a professores especializados e reconhecimento de infraestrutura de recursos didáticos.

Parcerias com empresas especializadas

Convênios com empresas especializadas são imprescindíveis para proporcionar experiência prática aos engenheiros civis da DOCM.

A seleção das empresas parceiras deverá priorizar organizações com reconhecida competência técnica na área de estruturas portuárias e histórico de excelência em suas entregas.

Empresas do setor público também poderão ser consultadas, pois, por sua natureza específica, poderão ter obras contratadas na área portuária, como a Petrobras e as Companhias Docas (sociedades de economia mista, vinculadas ao Governo Federal).

Será necessário estudar contrapartidas que possam ser oferecidas às empresas parceiras, como, por exemplo, consultorias técnicas realizadas pelos especialistas da DOCM. Tais parcerias são vitais para a viabilidade da etapa de estágios supervisionados.

6.2.3 Planejamento do curso modular *in company*

O planejamento do curso modular *in company* constitui uma etapa crítica para o êxito do programa, pois terá que considerar, além das necessidades, as limitações da DOCM. Isso inclui a definição dos módulos temáticos, a seleção de instrutores especializados e do material didático, e a respectiva logística de execução.

Para tanto, é necessário fazer um estudo apurado para estimar os recursos financeiros que serão empregados no pagamento dos instrutores, na aquisição do material didático e *softwares*, no aluguel de laboratórios especializados e em diárias e passagens que possam vir a ser necessárias, tanto para o deslocamento dos instrutores como dos alunos, caso haja necessidade de desenvolvimento de atividades práticas fora da cidade do Rio de Janeiro.

A seleção e quantidade de participantes constituem outro ponto a ser estudado detalhadamente, para não prejudicar o andamento dos serviços em elaboração e não haver excesso ou escassez de especialistas nos temas.

A estruturação curricular deverá seguir uma progressão lógica, com módulos com metas de capacitação claramente definidas, critérios de avaliações objetivos e duração de até 40 horas, para permitir um aprofundamento adequado nos temas, sem impacto excessivo na rotina operacional da Diretoria.

A seleção de instrutores deverá priorizar profissionais com sólida experiência acadêmica e vivência prática em projetos e obras portuárias. Sendo assim, a participação de professores universitários, consultores especializados e profissionais de empresas do setor garantirá uma abordagem ampla e atualizada dos temas.

6.2.4 Planejamento de recursos e cronograma

Dada a grande complexidade do Programa de Capacitação, estima-se que um ano seria um período adequado para a fase de planejamento, quando seriam estimados cronograma e valores para a realização de parcerias, formulação de ementas do curso *in company* e do mestrado profissional, com a definição dos respectivos recursos instrucionais e didáticos necessários (materiais, laboratórios, visitas etc.), contratação de professores e definição de em quais eventos técnico-científicos seriam enviados participantes.

A estimativa de investimentos precisará ser adequada de acordo com os recursos efetivamente provisionados no momento de realização das ações necessárias.

Estima-se que 18 meses após o início do planejamento, possa ser iniciada a realização das atividades de capacitação propriamente ditas, e que o prazo de três anos seria um prazo adequado para efetivar todas as etapas de capacitação. Porém, de acordo com os recursos disponíveis e as avaliações de efetividade do plano proposto, esse prazo poderá se estender.

6.2.5 Gestão da avaliação e multiplicação do conhecimento

A gestão do programa requererá uma avaliação que permita o monitoramento contínuo dos resultados, com a utilização de questionários de autoavaliação (como o utilizado nesta pesquisa, por exemplo) e verificação da aplicação prática dos conhecimentos adquiridos nos serviços realizados.

A multiplicação do conhecimento deverá ser implementada por meio de uma rede de especialistas capacitados no programa, que poderão ministrar palestras e *workshops* para engenheiros civis lotados em outras Organizações Militares (OM) da Marinha, otimizando os recursos aplicados no programa e fortalecendo a posição da DOCM como Organização Militar Orientadora Técnica (OMOT).

Adicionalmente, propõe-se a criação de um sistema de gestão do conhecimento, incluindo biblioteca digital, contendo projetos de referência, laudos de vistorias e relatórios de obras fiscalizadas ou assessoradas, e fóruns de discussão sobre lições aprendidas.

6.3 CONCLUSÃO PARCIAL

A proposta de criação de um Programa de Capacitação em Engenharia Portuária para a DOCM, apesar de ambiciosa, é plenamente viável, uma vez que prioriza a constituição de uma instância de governança e uma rede de cooperação.

A criação de um Conselho de Capacitação na Diretoria dará legitimidade e orientação estratégica ao programa, por tratar-se de um fórum permanente, responsável por definir prioridades, acompanhar o plano e articular parcerias.

As parcerias representam um diferencial no programa, visto que a parceria acadêmica garantirá acesso a laboratórios, corpo docente qualificado e credibilidade acadêmica, enquanto a parceria com empresas especializadas e órgãos contratantes de obras portuárias viabilizarão a vivência prática dos conhecimentos adquiridos nos cursos.

Com a governança instituída e a rede de cooperação consolidada, o curso *in company* assume lugar de destaque, pois possibilita a capacitação de um número significativo de profissionais, contribuindo para o aprimoramento das atividades em execução na DOCM, por meio dos estudos de caso nos módulos.

Por fim, o acesso a tecnologias de última geração, que serão conhecidas por meio da participação em simpósios e congressos e a multiplicação do conhecimento com especialistas capacitados ministrando palestras e realizando *workshops* para organizações da MB consolidarão um ciclo virtuoso: governança colaborativa, capital intelectual (retido e compartilhado) e engenheiros civis plenamente capazes de projetar, vistoriar, fiscalizar e promover inovações na área de estruturas portuárias.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação buscou abordar um desafio para a Marinha do Brasil (MB), a lacuna significativa nas competências técnicas dos engenheiros civis da Diretoria de Obras Civis da Marinha (DOCM) quanto a estruturas portuárias, marítimas e fluviais. Reconhecendo a importância estratégica da DOCM como Diretoria Especializada e Organização Militar Prestadora de Serviços Especiais (OMPS-E) e a relevância das infraestruturas portuárias para a defesa e o desenvolvimento nacional, o trabalho teve como objetivo geral apresentar as capacitações necessárias para que a DOCM possa projetar, vistoriar e fiscalizar essas obras.

Esse esforço se alinha diretamente aos Objetivos Navais e aos Programas Estratégicos da Marinha, como “Pessoal – Nosso Maior Patrimônio” e “Obtenção da Capacidade Operacional Plena”, que visam assegurar que a Força disponha de pessoal com a capacitação adequada para o cumprimento de sua missão.

Para tanto, a pesquisa foi guiada pelas seguintes questões: quais as similaridades e singularidades, em termos de capacitações, entre currículos de cursos de Engenharia Civil com ênfase em estruturas portuárias; que capacitações existem atualmente no corpo técnico da DOCM no que diz respeito a estruturas portuárias; e que reflexões, sugestões ou medidas tenderiam a incrementar a capacitação dos engenheiros civis da DOCM para as atividades de projeto, vistoria e fiscalização na área. O suporte teórico foi consubstanciado nas Teorias de Governança Colaborativa e Gestão do Capital Intelectual.

Principais Resultados e Conclusões

A fase investigativa da pesquisa revelou, inicialmente, a inexistência de cursos de especialização em Engenharia Civil Portuária no Brasil, havendo apenas um curso de graduação na área, o da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). A análise comparativa dos currículos da FURG, Technical University of Denmark (DTU) e Delft University of Technology (TU Delft) evidenciou que, apesar das singularidades na abordagem formativa de cada instituição, há similaridades relevantes entre as competências desenvolvidas, as quais se alinham às necessidades da Engenharia Civil Portuária na MB. As disciplinas especializadas

oferecidas por essas instituições de referência, como Morfodinâmica Costeira, Projeto de Estruturas Portuárias e Fundamentos e Ambientes de Engenharia Hidráulica, demonstram a amplitude e profundidade do conhecimento necessário para a atuação qualificada na área.

Na fase diagnóstica, o levantamento das competências técnicas dos engenheiros civis da DOCM apontou lacunas significativas. Menos de 10% dos respondentes se consideram aptos a elaborar projetos na área de estruturas portuárias. A maioria dos engenheiros não cursou disciplinas específicas de Engenharia Portuária na graduação, e a formação complementar, quando realizada, concentrou-se em módulos insuficientes para suprir as demandas crescentes. Isso agrava o descompasso, dado o papel da DOCM como Diretoria Especializada e OMPS-E.

A fase propositiva culminou na estruturação de um programa de capacitação para a DOCM, baseado em quatro pilares: curso modular *in company*, estágios supervisionados em empresas especializadas, participação sistemática em eventos técnico-científicos e desenvolvimento de programa de mestrado profissional em parceria com instituições de excelência. A relevância desse programa reside na busca pelo desenvolvimento sustentável dos Programas Estratégicos da Marinha, visando o aprimoramento da capacitação técnica de seus engenheiros civis, impactando na eficiência, segurança e economicidade das obras e projetos, e gerando maior autonomia à Força.

Contribuições da Pesquisa

Este estudo oferece contribuições ao destacar as lacunas de competência na área de Engenharia Portuária na MB e, simultaneamente, propor um caminho estruturado para superá-las. Ao analisar comparativamente currículos de instituições de ponta e diagnosticar o perfil técnico da DOCM, a dissertação fornece subsídios objetivos para a criação de um programa de formação.

A pesquisa reforça a importância da Governança Colaborativa e da gestão do Capital Intelectual, conceitos que se mostraram essenciais para o fomento da inovação e o desenvolvimento de competências em cenários complexos. A experiência histórica da MB com a USP, na criação do curso de Engenharia Naval na

década de 1950, que se mantém profícua até hoje, serve como um modelo robusto para a proposta de parcerias com academia e setor produtivo, otimizando recursos e gerando valor público. O estudo evidencia que a colaboração é um elemento integrador das instituições, fomentando a inovação através da sinergia entre os atores.

Ao delimitar o objeto à Engenharia Civil Portuária e focar nas competências relacionadas a projetos, vistorias e fiscalização, a dissertação oferece um direcionamento estratégico para a capacitação.

Limitações do Estudo

A principal limitação da pesquisa reside na amostra restrita (23 respostas de 32 questionários), sujeita a vieses de autopercepção. Adicionalmente, a análise dos currículos se concentrou nas grades disciplinares das instituições, sem um aprofundamento na metodologia de ensino ou nas experiências práticas oferecidas, as quais poderiam fornecer uma visão mais completa da formação.

Sugestões para Futuras Pesquisas

Com base nas conclusões e limitações apresentadas, sugerem-se as seguintes direções para futuras pesquisas:

- Realizar estudos para avaliar a efetividade do programa de capacitação proposto, mensurando o impacto na performance dos engenheiros e na qualidade das obras da DOCM;
- Investigar modelos e mecanismos específicos para a Governança Colaborativa entre a MB, instituições acadêmicas e o setor privado, com foco na otimização da gestão do capital intelectual em projetos de infraestrutura portuária; e
- Analisar, em profundidade, casos de sucesso de transferência de conhecimento interno na DOCM, visando identificar melhores práticas para aproveitar o conhecimento dos especialistas existentes.

Reflexões Finais

A capacitação contínua e estratégica dos engenheiros civis da DOCM é imprescindível para a soberania nacional e o desenvolvimento do país. Ao propor um

programa robusto, fundamentado em parcerias e na valorização do capital intelectual, a dissertação aponta um caminho para a DOCM não apenas suprir suas lacunas, mas também consolidar seu papel de liderança na Engenharia Civil Portuária na MB e no Brasil.

A experiência da Marinha na criação do curso de Engenharia Naval na USP, que impulsionou avanços tecnológicos nacionais e serviu como modelo de governança colaborativa, demonstra o potencial de impacto de iniciativas estratégicas na formação de capital intelectual. Ao replicar e adaptar essa abordagem para a Engenharia Civil Portuária, a MB não só fortalecerá sua capacidade operacional, mas também contribuirá para a inovação e o desenvolvimento de soluções para os desafios contemporâneos das infraestruturas costeiras, que se tornam cada vez mais críticas diante das mudanças climáticas e das exigências de resiliência.

Este trabalho, portanto, oferece subsídios concretos para um salto qualitativo na competência técnica dos engenheiros civis da DOCM, com reflexos positivos para a eficiência, segurança e inovação tecnológica das operações da MB, e reforça o importante papel da MB no fomento de avanços tecnológicos no país.

REFERÊNCIAS

ANSELL, Chris; GASH, Alison. ***Collaborative governance in theory and practice***. *Journal of public administration research and theory*, v. 18, n. 4, p. 543-571, 2008.

BRASIL. **Decreto nº 77.784**, de 08 de junho de 1976. Cria a Diretoria de Obras Civis da Marinha, extingue a Diretoria de Máquinas da Marinha, altera a denominação e as atribuições da atual Diretoria de Engenharia da Marinha e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 jun. 1976. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/norma/500424/publicacao/15821883>>. Acesso em: 21 jun. 2025.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Ensino da Marinha. **Acordo de Cooperação Técnica: DEnsM x USP**. São Paulo: Diretoria de Ensino da Marinha, 2022. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/ensino/sites/www.marinha.mil.br/ensino/files/convenios/ACT%20DEnsM%20x%20USP.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Obras Civis da Marinha. **Carta de Serviços**. 5ª Ed., Rio de Janeiro, RJ, 2023. Disponível em: <<https://www.docm.mb>>. Acesso em: 27 jun. 2025.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Obras Civis da Marinha. **Histórico**. [S. l.], [s.d.].a. Disponível em: <<https://www.docm.mb/historico>>. Acesso em: 27 jun. 2025.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Obras Civis da Marinha. **Regulamento**. Rio de Janeiro, RJ, 2023. Disponível em: <<https://www.docm.mb>>. Acesso em: 21 jun. 2025.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria-Geral de Pessoal da Marinha. **DGPM-305: Normas para o Sistema de Planejamento de Pessoal da Marinha**. 4ª Rev., Rio de Janeiro, RJ, 2010.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. **Projetos estratégicos da Marinha**. [S. l.]: Marinha do Brasil, 2025a. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dgdntm/node/381>. Acesso em: 28 jul. 2025.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Estação de Apoio Antártico em Rio Grande (ESANTAR-RG)**. [S. l.]: Marinha do Brasil, [s.d.].b Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/proantar/esantar>. Acesso em: 19 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Avaliações da aprendizagem**. [S. l.]: Ministério da Educação, [s.d.].c Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/avaliacoes-da-aprendizagem>. Acesso em: 19 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Cadastro e-MEC**: consulta de cursos e instituições. [S. l.]: Ministério da Educação, 2025b. Disponível em: <https://emec.mec.gov.br/emec/nova>. Acesso em: 19 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Portaria nº 389, de 23 de março de 2017**. Dispõe sobre os mestrados e doutorados profissionais no âmbito da CAPES. Brasília, DF: CAPES, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/24032017-portaria-no-389-de-23-de-marco-de-2017-pdf>. Acesso em: 27 jul. 2025.

BRIXEN, Peter Aagaard. **DTU opens laboratories for geology, geotechnics, and sustainable construction**. Lyngby: Technical University of Denmark, 2018. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/news/all-news/nyhed?id=eaa28695-0fbd-4309-a323-b7f03288d22f>. Acesso em: 1 jul. 2025.

DAVEY, Henry; ALSEMGEEST, Liezel; O'REILLY-SCHWASS, Mary; FITZPATRICK, Clare. **Intellectual capital disclosures in corporate annual reports: a comparison of South Africa and New Zealand**. *Journal of Intellectual Capital*, v. 18, n. 3, p. 525–554, 2017.

DAVEY, Janet; ALSEMGEEST, Rachael; O'REILLY-SCHWASS, Samuel; DAVEY, Howard; Mary FITZPATRICK, Mary. **Visualizing intellectual capital using service-dominant logic: What are hotel companies reporting?**. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, v. 29, n. 6, p. 1745-1768, 2017.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Advanced Modelling of Turbulent Flows and Transport**. [S. l.]: TU Delft, 2025a. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18823>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Base: Hydraulic and Offshore Structures**. [S. l.]: TU Delft, 2025b. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18791>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Base: Hydraulic Engineering Fundamentals and Environments Part I**. [S. l.]: TU Delft, 2025c. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18786>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Base: Hydraulic Engineering Fundamentals and Environments Part II**. [S. l.]: TU Delft, 2025d. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18787>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Building with Nature**. [S. l.]: TU Delft, 2025e. Disponível em:

<https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18821>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Coastal Engineering**. [S. l.]: TU Delft, 2025f. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18788>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Cold Regions Engineering**. [S. l.]: TU Delft, 2025g. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18826>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Dams, Dikes and Breakwaters**. [S. l.]: TU Delft, 2025h. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18795>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Data Science and Artificial Intelligence for Engineers**. [S. l.]: TU Delft, 2025i. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18849>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Dredging for Sustainable Infrastructure**. [S. l.]: TU Delft, 2025j. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18822>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Floating and Submerged Structures**. [S. l.]: TU Delft, 2025k. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18796>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Flood Risk**. [S. l.]: TU Delft, 2025l. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18827>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Geoscience & Engineering Laboratory: brief description**. [S. l.]: Tu Deldt, [s.d.]a. Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/ceg/about-faculty/departments/geoscience-engineering/laboratory/brief-description-laboratory>. Acesso em: 5 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Hydraulic Engineering**. [S. l.]: TU Delft, 2025m. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18856>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Hydraulics Fieldwork**. [S. I.]: TU Delft, 2025n. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18828>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Hydraulic Structures**. [S. I.]: TU Delft, 2025o. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18792>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Interdisciplinary Mechanics and Design for CE**. [S. I.]: TU Delft, 2025p. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18777>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Joint Interdisciplinary Project**. [S. I.]: TU Delft, 2025q. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/21758>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Marine Renewables**. [S. I.]: TU Delft, 2025r. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18794>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Modelling, Uncertainty and Data for Engineers**. [S. I.]: TU Delft, 2025s. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18776>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **MSc Civil Engineering**. [S. I.]: TU Delft, [s.d.].b. Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/education/programmes/masters/cie/msc-civil-engineering>. Acesso em: 4 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **MSc Civil Engineering: poster, May 2025**. Delft: TU Delft, 2025t. 1 cartaz. Disponível em: https://filelist.tudelft.nl/TUDelft/Onderwijs/Opleidingen/Master/MSc_Civil_Engineering/ce-poster_may_2025.pdf. Acesso em: 4 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **MSc Civil Engineering: Programme**. [S. I.]: TU Delft, [s.d.].c. Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/education/programmes/masters/cie/msc-civil-engineering/programme>. Acesso em: 4 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **MSc Civil Engineering: Track Hydraulic and Offshore Structures**. [S. I.]: TU Delft, [s.d.]d. Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/education/programmes/masters/cie/msc-civil-engineering/programme/track-hydraulic-and-offshore-structures>. Acesso em: 4 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **MSc Civil Engineering: Track Hydraulic Engineering**. [S. I.]: TU Delft, [s.d.]e. Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/education/programmes/masters/cie/msc-civil-engineering/programme/track-hydraulic-engineering>. Acesso em: 4 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Monitoring of Structural Health and Geohazards**. [S. I.]: TU Delft, 2025u. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18854>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **MSc Civil Engineering**. [S. I.]: TU Delft, 2025v. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Multidisciplinary Project (MDP)**. [S. I.]: TU Delft, 2025w. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18844>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Offshore Structures**. [S. I.]: TU Delft, 2025x. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18793>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Onshore Hydropower**. [S. I.]: TU Delft, 2025y. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18825>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Physical Oceanography**. [S. I.]: TU Delft, 2025z. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18824>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Probabilistic Modelling of real-world phenomena through ObseRvations and Elicitation (MORE)**. [S. I.]: TU Delft, 2025aa. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18851>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Research Internship**. [S. I.]: TU Delft, 2025ab. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18845>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Resilient Deltas**. [S. I.]: TU Delft, 2025ac. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18853>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **River Engineering**. [S. I.]: TU Delft, 2025ad. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18789>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Stevin Laboratory – Micro2Macro**. [S. I.]: TU Delft, [s.d.].f. Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/ceg/stevin-laboratory-micro2macro>. Acesso em: 5 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **The WaterLab**. Delft: Faculty of Civil Engineering and Geosciences, TU Delft, [s.d.].g. Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/ceg/about-faculty/laboratories/the-waterlab>. Acesso em: 5 jul. 2025.

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU Delft). **Thesis Preparation**. [S. I.]: TU Delft, 2025ae. Disponível em: <https://studiegids.tudelft.nl/opleidingen/study-guide/educations/17697#/details/18856>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DELGADO-VERDE, Miriam; MARTÍN-DE CASTRO, Gregorio; AMORES-SALVADÓ, Javier. **Intellectual capital and radical innovation: exploring the quadratic effects in technology-based manufacturing firms**. *Technovation*, Amsterdam, v. 54, p. 35-47, 2016.

DTU WIND AND ENERGY SYSTEMS. **IEC Turbulence Simulator**. [S. I.]: DTU Wind and Energy Systems, [s.d.]. Disponível em: <https://wasp.dtu.dk/software/wasp-engineering/iec-turbulence-simulator>. Acesso em: 1 jul. 2025.

EDURANK. **Best Universities for Engineering in Europe**. [S. I.]: EduRank, 2025a. Disponível em: <https://edurank.org/engineering/eu/>. Acesso em: 29 jun. 2025.

EDURANK. **Best Universities for Marine Engineering in Europe**. [S. I.]: EduRank, 2025b. Disponível em: <https://edurank.org/engineering/marine/eu/>. Acesso em: 29 jun. 2025.

EDURANK. **Best Universities for Marine Engineering in the World**. [S. I.]: EduRank, 2025a. Disponível em: <https://edurank.org/engineering/marine/>. Acesso em: 4 jul. 2025.

EDURANK. **Delft University of Technology: Rankings**. [S. l.]: EduRank, 2025b. Disponível em: <https://edurank.org/uni/delft-university-of-technology/rankings/>. Acesso em: 4 jul. 2025.

EDURANK. **EduRank: Rankings universitários**, [S. l.]: EduRank, 2025c. Disponível em: [EduRank.org - Rankings of 14131 universities in 183 countries](https://edurank.org/rankings/). Acesso em: 29 jun. 2025.

EDVINSSON, Leif; MALONE, Michael S. **Capital intelectual: descobrindo o valor real de sua empresa pela identificação de seus valores internos**. São Paulo: Makron Books, 1998.

EMERSON, Kirk; NABATCHI, Tina; BALOGH, Stephen. **An integrative framework for collaborative governance**. *Journal of public administration research and theory*, v. 22, n. 1, p. 1-29, 2012.

GUERRA, Yapery Tupiassu de Britto. **Engenharia naval**. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v. 139, n. 4-6, p. 61-78, 2019. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/rmb/sites/www.marinha.mil.br.rmb/files/2-2019%20revista.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2025.

HARTLEY, Jean; SØRENSEN, Eva; TORFING, Jacob. **Collaborative innovation: A viable alternative to market competition and organizational entrepreneurship**. *Public administration review*, v. 73, n. 6, p. 821-830, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Divulgados os resultados do IDD, CPC e IGC**. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/indicadores-de-qualidade-da-educacao-superior/divulgados-os-resultados-do-idd-cpc-e-igc>. Acesso em: 19 jun. 2025.

KIANTO, Aino; SÁENZ, Josune; ARAMBURU, Nekane. **Knowledge-based human resource management practices, intellectual capital and innovation**. *Journal of Business Research*, v. 81, p. 11-20, 2017.

LIKERT, Rensis. **A technique for the measurement of attitudes**. *Archives of Psychology*, v. 22, n. 140, p. 1-55, 1932.

LIU, Zhixue; DING, Ronggui. **Dynamic evaluation of project governance in collaborative innovation projects: a case of industry technology research institute**. *Sustainability*, v. 15, n. 16, p. 12493, 2023.

MARTÍN-DE CASTRO, Gregorio; DIEZ-VIAL, Isabel; DELGADO-VERDE, Miriam. **Intellectual capital and the firm: evolution and research trends**. *Journal of intellectual capital*, v. 20, n. 4, p. 555-580, 2019.

MARTÍN-DE CASTRO, Gregorio; LÓPEZ-SÁEZ, Pedro; DELGADO-VERDE, Miriam; NAVAS-LÓPEZ, José Emilio. **Towards 'an intellectual capital-based view of the firm': origins and nature.** *Journal of business ethics*, v. 98, n. 4, p. 649-662, 2011.

MCDOWELL, William C.; HARRIS, Mari L.; GEHO, Patrick R. **Intellectual capital and innovation: the mediating role of innovation in the relationship between intellectual capital and firm performance.** *Journal of Business Research*, New York, v. 88, p. 375-381, 2018.

MOONEY, James D. **The principles of organization.** In: *Papers on the Science of Administration*. Routledge, 2004. p. 98-107.

NABATCHI, Tina; EMERSON, Kirk. **Wicked problems and collaborative governance.** *Public Administration Review*, v. 84, n. 1, p. 23-36, 2024.

PIGOLA, Angélica; COSTA, Priscila Rezende da; MAZIERI, Marcos Rogério; SCAFUTO, Isabel Cristina. **Collaborative innovation: a technological perspective.** *International Journal of Innovation: IJI Journal*, v. 10, n. 2, p. 204-211, 2022.

QUACQUARELLI SYMONDS (QS). **QS World University Rankings.** [S. l.]: QS, 2025. Disponível em: <https://support.qs.com/hc/en-gb/articles/4405955370898-QS-World-University-Rankings>. Acesso em: 29 jun. 2025.

RASCHENDORFER, Erica Von; RODER FIGUEIRA, Ariane. **New Paths for Public Governance: Literature Review, Content Analysis, and Proposed Conceptual Framework for an Integrative View.** *Administration & Society*, v. 56, n. 7, p. 803-829, 2024.

SÁENZ, Josune; ARAMBURU, Nekane. **Intellectual capital and firm performance: the role of cultural and leadership variables.** *European Journal of International Management*, v. 9, n. 3, p. 257-275, 2015.

SÁENZ, Josune; ARAMBURU, Nekane. **Intellectual capital and innovation: a multiple case study.** *Journal of Intellectual Capital*, v. 12, n. 1, p. 25-50, 2011.

SÁENZ, Josune; ARAMBURU, Nekane. **Structural capital, innovation capability, and size effect: An empirical study.** *Journal of Management & Organization*, v. 17, n. 3, p. 307-325, maio 2011.

SØRENSEN, Eva; TORFING, Jacob. **Metagoverning collaborative innovation in governance networks.** *The American Review of Public Administration*, v. 47, n. 7, p. 826-839, 2017.

STEWART, Thomas. A. **Intellectual capital: the new competitive advantage of companies.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.

SVEIBY, Karl Erik. ***The new organizational wealth: managing and measuring knowledge-based assets***. San Francisco: Berrett-Koehler, p. 67-71, 1997.

TOP UNIVERSITIES. ***Civil and Structural Engineering – 2025 Subject Rankings***. [S. I.]: Top Universities, 2025a. Disponível em: <https://www.topuniversities.com/university-subject-rankings/civil-structural-engineering?search=denmark>. Acesso em: 29 jun. 2025

TOP UNIVERSITIES. ***Delft University of Technology: Rankings, Fees & Courses Details***. [S. I.]: Top Universities, 2025b. Disponível em: <https://www.topuniversities.com/universities/delft-university-technology>. Acesso em: 4 jul. 2025.

TOP UNIVERSITIES. ***Engineering and Technology – 2025 Subject Rankings***. [S. I.]: Top Universities, 2025c. Disponível em: <https://www.topuniversities.com/university-subject-rankings/engineering-technology?search=denmark>. Acesso em: 29 jun. 2025

TOP UNIVERSITIES. ***QS World University Rankings by Subject 2025: Civil and Structural Engineering***. [S. I.]: Top Universities, 2025d. Disponível em: <https://www.topuniversities.com/university-subject-rankings/civil-structural-engineering?search=delft>. Acesso em: 4 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). ***12100 Quantitative methods to assess sustainability (Polytechnical Foundation)***. [S. I.]: DTU, 2025a. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2025-2026/12100?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). ***41964 Advanced Steel Structures***. [S. I.]: DTU, 2025b. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/41964?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). ***42501 Innovation in Engineering (Polytechnical Foundation)***. [S. I.]: DTU, 2025c. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2025-2026/12100?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). ***12431 Principles of Rock Mechanics***. [S. I.]: DTU, 2024a. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/12431?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). ***12612 Concrete Technology***. [S. I.]: DTU, 2024b. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/12612?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41107 Marine and ocean engineering**. [S. I.]: DTU, 2024c. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/41107?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41111 Hydrodynamics 2**. [S. I.]: DTU, 2024d. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/41111?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41117 Marine and Coastal Structures**. [S. I.]: DTU, 2024e. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/41117?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41126 Fluvial and marine sediment transport**. [S. I.]: DTU, 2024f. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/41126?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41528 Advanced mechanics of materials**. [S. I.]: DTU, 2024g. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/41528?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41832 Experimental Structural Mechanics**. [S. I.]: DTU, 2024h. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/41832?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41936 Advanced Building Design**. [S. I.]: DTU, 2024i. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/41936?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41961 Computational Structural Modelling 2: Non-linear Finite Element Method**. [S. I.]: DTU, 2024j. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/41961?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41968 Bridge Structures**. [S. I.]: DTU, 2024k. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2024-2025/41968?menulanguage=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **12421 Advanced Soil Mechanics**. [S. I.]: DTU, 2023a. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/12421>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **12422 Advanced Geotechnical Engineering**. [S. I.]: DTU, 2023b. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/12422>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **30510 GPS, GIS and Setting out.** [S. I.]: DTU, 2023c. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/30510>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41113 Computer modelling for marine and coastal engineering.** [S. I.]: DTU, 2023d. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/41113>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41129 Turbulent flow.** [S. I.]: DTU, 2023e. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/41129>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41222 Wave loads on ships and offshore structures.** [S. I.]: DTU, 2023f. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/41222>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41226 Advanced Wave Hydrodynamics.** [S. I.]: DTU, 2023g. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/41226>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41237 Dynamics of structures: theory and analysis.** [S. I.]: DTU, 2023h. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/41237>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41315 Applied CFD.** [S. I.]: DTU, 2023i. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/41315>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41317 Computational Fluid Dynamics.** [S. I.]: DTU, 2023j. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/41317>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41963 Advanced Concrete Structures.** [S. I.]: DTU, 2023k. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/41963>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **41969 Probabilistic Modelling in Civil Engineering.** [S. I.]: DTU, 2023l. Disponível em: <https://kurser.dtu.dk/course/2023-2024/41969>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **A brief history of DTU.** [S. I.]: DTU, [s.d.]a. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/about/profile/history>. Acesso em: 26 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **Campi.** [S. I.]: DTU, [s.d.]b. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/about/campuses>. Acesso em: 26 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **Curriculum for Civil engeneering**. [S. l.]: DTU, [s.d.].k. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/civil-engineering/curriculum>. Acesso em: 26 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **DTU Lyngby campus**. [S. l.]: DTU, [s.d.].e. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/about/campuses/dtu-lyngby-campus>. Acesso em: 26 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **Education**. [S. l.]: DTU, [s.d.].g. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/education>. Acesso em: 26 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **Facilitating innovation in multidisciplinary teams**. [S. l.]: DTU, 2025d. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/education/graduate/programme-structure/polytechincal-foundation>. Acesso em: 29 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **Laboratories – Centre for Advanced Structural and Material Testing (CASMAT)**. [S. l.]: DTU, [s.d.].m. Disponível em: <https://casmatt.dtu.dk/laboratories>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **Marine and Coastal Engineering**. [S. l.]: DTU, [s.d.].g. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/civil-engineering/specialization/marine-and-coastal-engineering>. Acesso em: 27 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **MSc in Civil Engineering**. [S. l.]: DTU, [s.d.].d. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/civil-engineering>. Acesso em: 26 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **MSc programmes at DTU**. [S. l.]: DTU, [s.d.].h. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/civil-engineering>. Acesso em: 26 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **Organization**. [S. l.]: DTU, [s.d.].e. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/about/organization>. Acesso em: 27 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **Research facilities**. [S. l.]: DTU, [s.d.].l. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/research/research-facilities>. Acesso em: 01 jul. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **Strategy and Policy**. [S. l.]: DTU, [s.d.].f. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/about/strategy-policy>. Acesso em: 27 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **Structure of the Master of Science Programme at DTU**. [S. l.]: DTU, [s.d.]. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/about/strategy-policy>. Acesso em: 29 jun. 2025.

TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK (DTU). **The polytechnical foundation in the Master of Science Programme at DTU**. [S. l.]: DTU, [s.d.]. Disponível em: <https://www.dtu.dk/english/education/graduate/programme-structure/polytechnical-foundation>. Acesso em: 29 jun. 2025.

TIMES HIGHER EDUCATION. **Delft University of Technology | World University Rankings**. [S. l.]: Times Higher Education, 2025a. Disponível em: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/delft-university-technology>. Acesso em: 4 jul. 2025.

TIMES HIGHER EDUCATION. **Technical University of Denmark**. [S. l.]: Times Higher Education, [s.d.] **2025b**. Disponível em: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/technical-university-denmark>. Acesso em: 03 jul. 2025.

TU DELFT CAMPUS. **Campus development**. Delft: TU Delft Campus, 2025a. Disponível em: <https://www.tudelftcampus.nl/campus-development/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

TU DELFT CAMPUS. **TU Delft Campus in numbers**. Delft: TU Delft Campus, 2025b. Disponível em: <https://www.tudelftcampus.nl/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG). **Engenharia Civil Costeira e Portuária**. [S. l.]: FURG, [s.d.].a Disponível em: <https://www.furg.br/graduacao/engenharia-civil-costeira-e-portuaria>. Acesso em: 19 jun. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG). **História**. [S. l.]: FURG, [s.d.].b Disponível em: <https://www.furg.br/a-furg/historia>. Acesso em: 18 jun. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG). **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil Costeira e Portuária**. Rio Grande, RS: FURG, 2019. Disponível em: https://ee.furg.br/images/PPC_ECCP_2019_1.pdf. Acesso em: 18 jun. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG). **Projeto pedagógico do curso de Engenharia Civil – 2024**. Rio Grande: FURG, 2024. Disponível em: https://ee.furg.br/images/arquivos/PROJETO_PEDAGGICO_2024.pdf. Acesso em: 20 jun. 2025.

VAN GESTEL, Nicolette; GROTENBREG, Sanne. **Collaborative governance and innovation in public services settings**. *Policy & Politics*, v. 49, n. 2, p. 249-265, 2021.

VELTRI, Stefania; BRONZETTI, Giovanni. **Intellectual capital reporting in the public sector: An Italian perspective.** *Journal of Intellectual Capital*, v. 15, n. 3, p. 517-530, 2014.

VELTRI, Stefania; BRONZETTI, Giovanni. **A critical analysis of the intellectual capital measuring, managing, and reporting practices in the non-profit sector: lessons learnt from a case study.** *Journal of Business Ethics*, v. 131, n. 2, p. 305-318, oct. 2015.

WANG, Zhining; CAI, Shaohan; LIANG, Huigang; WANG, Nianxin; XIANG, Herwei. **Intellectual capital and firm performance: the mediating role of innovation speed and quality.** *The International Journal of Human Resource Management*, v. 32, n. 6, p. 1222-1250, 2021.

WANG, Zhining; CAI, Shaohan; LIU, Mengli; LIU, Dandan; LIJUN, Meng. **The effects of self-reflection on individual intellectual capital.** *Journal of Intellectual Capital*, [s.l.], v. 21, n. 6, p. 1107-1124, 2020.

WANG, Zhining; WANG, Nianxin; CAO, Jinwei; YE, Xinfeng. **The impact of intellectual capital–knowledge management strategy fit on firm performance.** *Management decision*, v. 54, n. 8, p. 1861-1885, 2016.

WANG, Zhining; WANG, Nianxin; LIANG, Huigang. **Knowledge sharing, intellectual capital and firm performance.** *Management decision*, v. 52, n. 2, p. 230-258, 2014.

WEB ARCHIVE. **History of the university.** [Página institucional arquivada em 28 fev. 2008] [S. l.]: TU Delft: [s.d.]. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20080228094426/http://www.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=300c4edd-74f6-4f4d-a5cd-42a70682cb98&lang=en>. Acesso em: 2 jul. 2025.

APÊNDICE – Questionário de Autoavaliação das Capacitações Técnicas – DOCM

O questionário tem como objetivo identificar, entre os conteúdos programáticos mapeados por meio da análise comparativa de cursos na área de estruturas portuárias, aqueles nos quais os engenheiros civis da Diretoria de Obras Civis da Marinha (DOCM) já se consideram tecnicamente capacitados.

Tempo de resposta estimado: 10 min.

* Indica uma pergunta obrigatória

SEÇÃO A - Dados profissionais

1. Ano de ingresso no Corpo de Engenheiros da Marinha ou como Oficial RM2:* ____
2. Ano de conclusão da graduação em Engenharia Civil * ____
3. Área de ênfase no projeto final da graduação *
 - ☐ Estruturas ☐ Geotecnia ☐ Construção civil ☐ Hidráulica ☐ Transporte
 - ☐ Outro: _____
4. Durante sua formação na graduação, no tocante a estruturas portuárias, marítimas e fluviais, foram oferecidas disciplinas voltadas a: *
 - ☐ Projetos ☐ Execução de obras ☐ Inspeções
 - ☐ Não foram oferecidas disciplinas nesta área
5. Caso tenham sido oferecidas disciplinas relativas a estruturas portuárias, relacione: _____
6. Realizou algum curso, lato sensu ou stricto sensu, relacionado a estruturas portuárias? *
 - ☐ Sim ☐ Não
7. Havendo resposta afirmativa à questão anterior, discrimine os cursos realizados e seus respectivos anos: * _____

SEÇÃO B - Autoavaliação técnica

Nesta seção, o respondente deve considerar sua formação e experiência profissional.

8. Atualmente, no tocante a estruturas portuárias, marítimas e fluviais, considera-se tecnicamente preparado para: *
 - ☐ Elaborar projetos ☐ Realizar inspeções/vistorias ☐ Fiscalizar obras
 - ☐ Nenhuma das opções

SEÇÃO C - Prioridade de Capacitação (opcional)

9. Leia cada afirmação e marque o grau que melhor representa o seu nível atual de conhecimento no tema. *

Obs.: Como especialista, entende-se que o respondente tem concomitantemente formação e experiência profissional no tema.

1 Nenhum conhecimento 2 Básico 3 Intermediário 4 Avançado 5 Especialista

	1	2	3	4	5
HID1 - Sei avaliar os efeitos de ondas, marés e correntes sobre estruturas costeiras.	☐	☐	☐	☐	☐
HID2 - Estou apto a dimensionar obras em ambientes com escoamentos turbulentos ou variáveis.	☐	☐	☐	☐	☐
HID3 - Sei interpretar impactos da morfodinâmica costeira em projetos portuários.	☐	☐	☐	☐	☐
HID4 - Domino a aplicação de softwares de modelagem numérica voltados à dinâmica costeira para o dimensionamento de estruturas.	☐	☐	☐	☐	☐
SED1 - Sei analisar o transporte de sedimentos por ação de correntes e ondas.	☐	☐	☐	☐	☐
SED2 - Estou apto a planejar campanhas de dragagem de manutenção em canais e bacias, incluindo a gestão de sedimentos.	☐	☐	☐	☐	☐
SED3 - Domino a utilização de modelos computacionais para prever erosão ou deposição sedimentar.	☐	☐	☐	☐	☐
EST1 - Consigo projetar estruturas costeiras/ <i>offshore</i> (quebra-mares, píeres, fundações) considerando interação fluido-estrutura.	☐	☐	☐	☐	☐
EST2 - Estou apto a verificar estabilidade, fadiga e desempenho de estruturas em ambiente agressivo.	☐	☐	☐	☐	☐
EST3 - Sei executar análises de cargas de ondas e ventos em estruturas <i>offshore</i> e abordagem dinâmica.	☐	☐	☐	☐	☐
GEO1 - Estou apto a avaliar estabilidade de aterros, taludes e obras de contenção em portos.	☐	☐	☐	☐	☐
GEO2 - Sei interpretar ensaios laboratoriais e parâmetros geotécnicos de fundações.	☐	☐	☐	☐	☐
GEO3 - Domino a utilização de métodos numéricos (ex: elementos finitos) em análises geotécnicas.	☐	☐	☐	☐	☐
GEO4 - Tenho domínio de geotecnia aplicada a fundações marítimas (solo mole, estacas cravadas, enrocamentos).	☐	☐	☐	☐	☐
TOP1 - Estou apto a executar e interpretar levantamentos topográficos e batimétricos.	☐	☐	☐	☐	☐
TOP2 - Consigo utilizar ferramentas de geoprocessamento em projetos costeiros.	☐	☐	☐	☐	☐

	1	2	3	4	5
TOP 3 - Sei implementar sistemas de monitoramento estrutural e ambiental em obras portuárias.	☐	☐	☐	☐	☐
MOD1 - Consigo utilizar ferramentas de CFD (elementos finitos) para análises de escoamentos ou respostas estruturais.	☐	☐	☐	☐	☐
MOD2 - Sei quantificar incertezas e realizar análises probabilísticas de confiabilidade.	☐	☐	☐	☐	☐
MOD3 - Estou apto a desenvolver simulações computacionais para otimização de soluções.	☐	☐	☐	☐	☐
MAT1 - Domino a seleção de materiais resistentes à corrosão em ambiente marinho.	☐	☐	☐	☐	☐
MAT2 - Sei avaliar durabilidade de materiais e definir estratégias de manutenção preventiva em ambiente marinho.	☐	☐	☐	☐	☐
MAT3 - Estou apto a especificar concretos especiais ou estruturas metálicas para uso costeiro.	☐	☐	☐	☐	☐
STB1 - Estou apto a avaliar impactos ambientais e riscos operacionais em obras portuárias.	☐	☐	☐	☐	☐
STB2 - Tenho conhecimento sobre saneamento básico em áreas costeiras (redes de esgoto, drenagem) e sei elaborar propostas de intervenção alinhadas a diretrizes de sustentabilidade.	☐	☐	☐	☐	☐
STB3 - Sei planejar terminais e hidrovias considerando desempenho logístico, fluxo de cargas e intermodalidade.	☐	☐	☐	☐	☐
STB4 - Sou capaz de realizar análises de riscos de inundação e vulnerabilidade para instalações navais.	☐	☐	☐	☐	☐

10. Dos itens listados na seção B, marque até cinco opções em que considera prioritário receber capacitação adicional nos próximos 12 meses:

- | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ☐ HID1 | ☐ SED3 | ☐ GEO3 | ☐ MOD2 | ☐ STB2 |
| ☐ HID2 | ☐ EST1 | ☐ GEO4 | ☐ MOD3 | ☐ STB3 |
| ☐ HID3 | ☐ EST2 | ☐ TOP1 | ☐ MAT1 | ☐ STB4 |
| ☐ HID4 | ☐ EST3 | ☐ TOP2 | ☐ MAT2 | |
| ☐ SED1 | ☐ GEO1 | ☐ TOP3 | ☐ MAT3 | |
| ☐ SED2 | ☐ GEO2 | ☐ MOD1 | ☐ STB1 | |

11. Caso deseje acrescentar algo sobre a necessidade de capacitação nas áreas citadas, registre abaixo: _____