



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

LETICIA SANTOS MACHADO DE ARAUJO

**ABORDAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO
ENSINO DO PROJETO DE SISTEMAS PREDIAIS
HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS**

CAMPINAS
2020

LETICIA SANTOS MACHADO DE ARAUJO

**ABORDAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO
ENSINO DO PROJETO DE SISTEMAS PREDIAIS
HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS**

Tese de Doutorado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Doutora em Engenharia Civil, na área de Construção

Orientadora: Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA LETICIA SANTOS MACHADO DE ARAUJO E ORIENTADA PELA PROFA. DRA MARINA SANGOI DE OLIVEIRA ILHA.

ASSINATURA DA ORIENTADORA

**CAMPINAS
2020**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Luciana Pietrosanto Milla - CRB 8/8129

Ar15a Araújo, Leticia Santos Machado de Araújo, 1975-
Abordagem baseada em problemas no ensino do projeto de sistemas
prediais hidráulicos e sanitários / Leticia Santos Machado de Araújo. –
Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Marina Sangoi de Oliveira Ilha.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Ensino. 2. Educação. 3. Projeto. 4. Instalações hidráulicas e sanitárias. 5.
Aprendizagem baseada em problemas. I. Ilha, Marina Sangoi de Oliveira,
1963-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil,
Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Problem-based learning in the design of facilities building systems

Palavras-chave em inglês:

Teaching

Education

Design

Plumbing systems

Problem based learning

Área de concentração: Construção

Titulação: Doutora em Engenharia Civil

Banca examinadora:

Tiago Zenker Gireli

Ariovaldo Denis Granja

Heber Martins de Paula

Douglas Barreto

Alberto Luiz Francato

Data de defesa: 27-02-2020

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-7919-256>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/6220406186617041>

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

**ABORDAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DO
PROJETO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E
SANITÁRIOS**

Leticia Santos Machado de Araujo

Tese de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Tiago Zenker Gireli
Presidente /FEC-UNICAMP

Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja
FEC-UNICAMP

Prof. Dr. Alberto Luiz Francato
FEC-UNICAMP

Prof. Dr. Heber Martins de Paula
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Prof. Dr. Douglas Barreto
Universidade Federal de São Carlos (UFscar)

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

Campinas, 27 de fevereiro de 2020

DEDICATÓRIA

As minhas eternas professoras
e exemplos (de vida) a serem seguidos:

Najla Jamile (*em memória*);
... por nunca ter perdido o brilho no olhar

Nadja e Naira (*em memória*);
Naida, Naila, Cássia e Rosa;

Prof. Dr. Marina S.O. Ilha;

ao meu pai, Orlando,
... por não tirar as minhas dúvidas;
... por fornecer os instrumentos
para que eu resolvesse sozinha

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dra. Marina pela orientação, pela paciência e dedicação, pelo profissionalismo, pela ética, pelos incentivos, pelo carinho, e pelos conselhos. Os momentos de discussão contribuíram enormemente para o meu aprendizado;

Ao Prof. Dr. Tiago Zenker pelo apoio, contribuições e discussões, as quais enriqueceram essa pesquisa;

Aos membros da banca de qualificação, professores Dr. Ariovaldo Denis Granja e Dr. Daniel de Carvalho Moreira, pela leitura atenciosa e importantes contribuições;

À Prof. Dra. Emília Rutkowski pela importante contribuição no referencial teórico;

À Solange, pelo trabalho em equipe, pelas críticas e sugestões, pelo apoio como colega e funcionária da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo em todas as etapas dessa pesquisa, pelo acolhimento e pelo agradável convívio;

Ao André Lima e a Thais, pela parceria no programa de estagiário docente, pelas correções e discussões em equipe, pelos inúmeros plantões de dúvidas, pela colaboração nas montagens/instalações, pelos cafés e conversas;

Ao Pedro pela colaboração e pelo agradável convívio;

Aos alunos da graduação da Engenharia Civil da Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas pela participação ativa nesse estudo.

À AMANCO pela doação de tubos e conexões para a confecção dos *kits* do sistema predial de esgoto sanitário;

Ao Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de São Paulo, pela concessão do meu afastamento das atividades docentes, e aos colegas do Departamento de Construção Civil por compreenderem a minha ausência, em especial aos professores Armando, Christianne, Dezotti, Laís e Marcone.

Ao Daniel, grande amigo, por dividir os cuidados do nosso filho e pelo apoio incondicional;

Ao Rodrigo, para quem eu corro para casa todos os dias;

As minhas irmãs: Juliana, pela paciência, e Regiane, pelo a atenção;

E por fim, à minha extensa família e alguns amigos, pela compreensão e pela torcida.

RESUMO

A abordagem baseada em problemas (ABP) se caracteriza pelo uso de situações reais para estimular a aquisição dos fundamentos dos conteúdos técnicos da área estudada e o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades para solucionar problemas. Esta tese tem como objetivo propor diretrizes para a aplicação da ABP nas disciplinas de projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) do curso de graduação em Engenharia Civil. Para tanto, foi desenvolvido um mapeamento sistemático da literatura, que resultou em uma classificação dos estudos levantados segundo o nível de aplicação e na coleta de evidências das vantagens e dificuldades para a implementação da ABP em disciplinas da Engenharia Civil. Em paralelo, foi desenvolvida uma pesquisa-ação (PA) em duas disciplinas que abordam o projetos dos SPHS, em conjunto com um levantamento junto a docentes de outras instituições de ensino superior brasileiras (IES). No levantamento em outras IES foram identificadas as principais dificuldades apresentadas pelos alunos e as estratégias de ensino-aprendizagem mais recomendadas. A avaliação da PA, efetuada por um total de cento e trinta e um alunos em uma das disciplinas e quarenta e dois na outra, além de dois docentes e quatro auxiliares, indicou satisfação com a metodologia empregada, apesar do aumento da carga de trabalho. A partir disso, foram propostas dez diretrizes que contemplam as diferentes fases para a implementação da ABP, desde o levantamento das informações relativas à disciplina e às dificuldades dos alunos, passando pela elaboração dos enunciados, desenvolvimento propriamente dito, avaliação e *feedback*. Para a aplicação bem-sucedida das diretrizes propostas é fundamental que os docentes possuam experiência em sala e domínio do conteúdo abordado.

Palavras chaves: Ensino, aprendizado, abordagem baseada em problemas, sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

ABSTRACT

The problem-based learning (PBL) approach is characterized by the use of real-life situation in order to stimulate the acquirement of the technical content fundamentals within the area of study and the development of critical thinking and problem-solving skills. This thesis aims to propose PBL application guidelines in facilities building systems (FBS) project subjects inside the undergraduate course in Civil Engineering. For that matter, a systematic mapping of the literature was developed, resulting in a rating of set up studies according to the application level and also the gathering of evidences for advantages and difficulties of PBL implementation in Civil Engineering subjects. Paralleling that, a research-action (RA) was developed in two subjects that approach FBS projects along surveys with teachers of other Brazilian higher education institutes (BHEI). In the survey in other BHEI's, the main difficulties shown by students and the most recommended teaching-learning strategies were identified. The RA evaluation – performed by a total of one hundred thirty-one students in one of the subjects and forty-two students in the other one, along two professors and four auxiliary – indicated satisfaction with the employed methodology, though associated workload rose. From this point, ten guidelines that encompass the different stages to PBL implementation were proposed, starting by setting up the information related to the subjects, passing by statement formulation, development strictly speaking, evaluation and feedback. For the successful application of the proposed guidelines, it is essential that professor have experience in the classroom and master the content covered.

Keywords: Teaching. Learning. Plumbing Systems. Problem-Based Learning. PBL

LISTA DE FIGURAS

2. REVISÃO DA LITERATURA

Figura 2.1:	Dimensões formativas que integram o enfoque por competências.....	47
Figura 2.2:	Distribuição cronológica dos 71 artigos selecionados que abordam o ensino de Engenharia Civil.....	58
Figura 2.3:	Aplicação da ABP do nível sistema ou grupo: as disciplinas se relacionam em função do projeto.....	62
Figura 2.4:	Exemplo de aplicação da ABP do nível taxonomia: currículo para formação de topógrafo - Universidade de Aalborg.....	63
Figura 2.5:	Distribuição de aulas e do projeto durante um semestre.....	64

3. MÉTODO

Figura 3.1.:	Delineamento da pesquisa.....	67
Figura 3.2:	Seleção dos artigos de periódicos publicados na língua inglesa.....	71
Figura 3.3:	Etapas da pesquisa-ação (PA) desenvolvida.....	77
Figura 3.4:	Etapas da Fase I da pesquisa-ação (PA).....	78
Figura 3.5:	Etapas da Fase II da pesquisa-ação (PA).....	86

4. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Figura 4.1:	Caracterização dos documentos em função do nível da aplicação da ABP1 contemplada em cada um deles - 90 artigos de periódicos selecionados nas bases de dados internacionais.....	94
Figura 4.2:	Estratégias de aplicação da ABP nos estudos classificados nos níveis1 individuais e de componente – 81 artigos.....	96
Figura 4.3:	Principais resultados dos artigos selecionados nas bases internacionais:- nível de aplicação sistema (41 documentos).....	97
Figura 4.4:	Principais resultados dos artigos selecionados nas bases internacionais:- nível de aplicação individual (40 documentos).....	98
Figura 4.5:	Desempenho dos grupos de alunos na sp1-DISC1/SEM1.....	113
Figura 4.6:	Desempenho dos grupos de alunos na sp2-DISC1/SEM1.....	116
Figura 4.7:	Desempenho dos grupos de alunos na sp3-DISC1/SEM1.....	119

Figura 4.8:	Desempenho dos alunos na sp4-DISC1/SEM1.....	122
Figura 4.9:	Avaliação do ensino no curso de EC na DISC1/SEM1 (73 alunos).....	124
Figura 4.10:	Avaliação da aplicação da ABP na DISC1/SEM1 (73 alunos).....	125
Figura 4.11:	Avaliação das sp na DISC1/SEM1 (73 alunos).....	125
Figura 4.12:	Desempenho dos grupos de alunos na sp2-DISC1/SEM1.....	136
Figura 4.13:	Desempenho dos grupos de alunos na sp2-DISC2/SEM1.....	138
Figura 4.14:	Desempenho dos grupos de alunos na sp3-DISC2/SEM1.....	140
Figura 4.15:	Desempenho dos grupos de alunos na sp4-DISC2/SEM1.....	142
Figura 4.16:	Avaliação do ensino no curso de EC na DISC2/SEM1 (19 alunos).....	144
Figura 4.17:	Avaliação da aplicação da ABP na DISC2/SEM1 (19 alunos).....	144
Figura 4.18:	Avaliação das sp na DISC2/SEM1 (19 alunos).....	145
Figura 4.19:	Desempenho dos alunos na sp1-DISC1/SEM2.....	152
Figura 4.20:	Montagem dos kits na sp2 (DISC1/SEM2).....	153
Figura 4.21:	Desempenho dos alunos na sp2-DISC1/SEM2.....	155
Figura 4.22:	Exemplos de relatórios entregues na sp3-DISC1/SEM2.....	158
Figura 4.23:	Desempenho dos alunos na sp3-DISC1/SEM2.....	158
Figura 4.24:	Montagem da concepção do SPES na sp5-DISC1/SEM2.....	161
Figura 4.25:	Exemplo do SPES do banheiro, entregue na sp5-DISC1/SEM2.....	162
Figura 4.26:	Desempenho dos alunos na sp5-DISC1/SEM2.....	162
Figura 4.27:	Exemplo da concepção do SPAP de um dos lados da cobertura, entregue na sp6-DIC1/SEM2.....	165
Figura 4.28:	Exemplos de croquis de cálculo entregues na sp6-DISC1/SEM2.....	165
Figura 4.29:	Desempenho dos alunos na sp6-DISC1/SEM2.....	166
Figura 4.30:	Exemplos de croquis de cálculo entregues na sp7-DISC1/SEM2.....	167
Figura 4.31:	Desempenho dos alunos na sp7-DISC1/SEM2.....	169
Figura 4.32:	Avaliação do ensino no curso de EC na DISC1/SEM2 (58 alunos).....	171
Figura 4.33:	Avaliação da aplicação da ABP na DISC1/SEM2 (58 alunos).....	171
Figura 4.34:	Avaliação das sp na DISC1/SEM2 (58 alunos).....	172
Figura 4.35:	Avaliação das estratégias empregadas na DISC1/SEM2 (58 alunos).....	173
Figura 4.36:	Avaliação das sp na DISC1/SEM2 (43 alunos).....	173
Figura 4.37:	Desempenho dos grupos de alunos na sp1-DISC2/SEM2.....	181
Figura 4.38:	Desempenho dos alunos na sp2-DISC2/SEM1.....	183
Figura 4.39:	Desempenho dos alunos na sp3-DISC2/SEM2.....	185

Figura 4.40:	Desempenho dos alunos na sp4-DISC2/SEM2.....	187
Figura 4.41:	Desempenho dos alunos na sp5-DISC2/SEM2.....	189
Figura 4.42:	Avaliação do ensino no curso de Engenharia Civil (EC) na DISC2/SEM2 (23 alunos).....	190
Figura 4.43:	Avaliação da aplicação da ABP na DISC2/SEM2 (23 alunos).....	191
Figura 4.44:	Avaliação da aplicação da ABP na DISC2/SEM2 (19 alunos)	191
Figura 4.45:	Avaliação das sp na DISC2/SEM2 (23 alunos).....	192
Figura 4.46:	Caracterização da titulação dos docentes das IES brasileiras – selecionados para a amostra (à esquerda) e respondentes ao questionário (à direita).....	198
Figura 4.47:	Distribuição dos docentes das IES brasileiras - selecionados para a amostra (à esquerda) e respondentes ao questionário (à direita).....	199
Figura 4.48:	Carga horária semestral das disciplinas obrigatórias que abordam o projeto dos SPHS nos cursos de graduação em Engenharia 14 disciplinas.....	201
Figura 4.49:	Deficiências que os alunos apresentam ao ingressarem nas disciplinas de SPHS, segundo os 18 docentes que responderam ao questionário.....	202
Figura 4.50:	Respostas que apresentaram diferença estatística entre os docentes de IES públicas e privadas para o grau de confiança de 5%.....	204
Figura 4.51:	Principais dificuldades que os alunos apresentam no desenvolvimento dos diferentes conteúdos das disciplinas relacionadas ao projeto dos SPHS, segundo os 18 docentes que responderam ao questionário.....	205
Figura 4.52:	Ferramentas e estratégias para o auxílio do processo de aprendizagem de projeto dos SPHS, segundo os 18 docentes que responderam ao questionário.....	207
Figura 4.53:	Notas atribuídas às estratégias de montagem e/ou instalação e visitas em obras.....	209
Figura 4.54:	Conteúdos prioritários e estratégias de apoio - DISC1	214
Figura 4.55:	Recursos disponíveis - DISC1	215
Figura 4.56:	Temas sugeridos para mini palestras.....	216
Figura 4.57:	Número e o escopo das situações-problema - DISC1	217
Figura 4.58:	Crítérios utilizados para a elaboração das sp - DISC1	221
Figura 4.59:	Crítérios de avaliação do desempenho dos alunos na sp2-DISC1/SEM1.....	222

LISTA DE QUADROS

2. REVISÃO DA LITERATURA

Quadro 2.1:	Competências gerais dos egressos dos cursos de graduação em Engenharia.....	48
Quadro 2.2:	Competências desejáveis para o Engenheiro Civil.....	51
Quadro 2.3:	Competências gerais desejáveis para o engenheiro civil.....	53
Quadro 2.4:	Metodologias ativas consideradas para a classificação dos 71 artigos selecionados que abordam o ensino de Engenharia Civil.....	57
Quadro 2.5:	Etapas para a aplicação da ABP segundo diferentes autores.....	61

3. MÉTODO

Quadro 3.1:	Níveis de aplicação da ABP considerados na seleção dos artigos das bases internacionais.....	72
Quadro 3.2:	Tema central ou questão de pesquisa utilizados para a classificação dos artigos.....	74
Quadro 3.3:	Estratégias de aplicação da ABP utilizados para a classificação dos artigos.....	74
Quadro 3.4:	Caracterização das disciplinas investigadas na Pesquisa-ação (PA).....	76
Quadro 3.5:	Participantes e produtos das reuniões de planejamento das aplicações das situações-problema (DISC1/SEM1).....	79
Quadro 3.6:	Técnicas empregadas nas avaliações da PA.....	81

4. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Quadro 4.1:	Caracterização dos estudos classificados no nível individual que citam o desenvolvimento de habilidades e competências com a ABP.....	99
Quadro 4.2:	Caracterização dos estudos no nível individual que citam melhorias no desempenho dos alunos (9 documentos).....	101
Quadro 4.3:	Caracterização dos estudos classificados no nível individual que citam o aumento da motivação dos alunos com a ABP.....	102
Quadro 4.4:	Caracterização dos estudos classificados no nível individual que citam que aprendizagem foi facilitada com a ABP.....	103

Quadro 4.5:	Artigos selecionados nos periódicos nacionais.....	105
Quadro 4.6:	Atividades desenvolvidas na DISC1/SEM1.....	109
Quadro 4.7:	Situações-problema desenvolvidas na DISC1/SEM1.....	110
Quadro 4.8:	Etapas da 1ª situação-problema (sp1-DISC1/SEM1).....	112
Quadro 4.9:	Recomendações elaboradas a partir da avaliação da sp1-DISC1/SEM1.....	113
Quadro 4.10:	Etapas da 2ª situação-problema (sp2-DISC1/SEM1).....	114
Quadro 4.11:	Recomendações elaboradas a partir da avaliação da sp2-DISC1/SEM1.....	117
Quadro 4.12:	Etapas da 3ª situação-problema (sp3-DISC1/SEM1).....	118
Quadro 4.13:	Recomendações elaboradas a partir da avaliação da sp3-DISC1/SEM1.....	120
Quadro 4.14:	Etapas da 4ª situação-problema (sp4-DISC1/SEM1).....	121
Quadro 4.15:	Recomendação elaborada a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na sp4-DISC1/SEM1.....	122
Quadro 4.16:	Pontos positivos da aplicação da ABP mais citados pelos alunos - DISC1/SEM1 (55 alunos responderam às questões dissertativas).....	126
Quadro 4.17:	Pontos negativos da aplicação da ABP mais citados pelos alunos - DISC1/SEM1 (55 alunos responderam às questões dissertativas).....	128
Quadro 4.18:	Resumo das recomendações da observação participante – DISC1/SEM1.....	130
Quadro 4.19:	Resumo das recomendações da avaliação global.....	131
Quadro 4.20:	Atividades desenvolvidas na DISC2/SEM1.....	132
Quadro 4.21:	Situações-problema desenvolvidas na DISC2/SEM1.....	132
Quadro 4.22:	Etapas da 1ª situação-problema (sp1-DISC2/SEM1).....	134
Quadro 4.23:	Recomendações elaboradas a partir da avaliação da sp1-DISC2/SEM1.....	136
Quadro 4.24:	Etapas da 2ª situação-problema (sp2-DISC2/SEM1).....	137
Quadro 4.25:	Recomendação elaborada a partir da avaliação da sp2-DISC2/SEM1.....	138
Quadro 4.26:	Etapas da 3ª situação-problema (sp3-DISC2/SEM1).....	139
Quadro 4.27:	Recomendações elaboradas a partir da avaliação da sp3-DISC2/SEM1.....	140
Quadro 4.28:	Etapas da 4ª situação-problema (sp4-DISC2/SEM1).....	141
Quadro 4.29:	Recomendações elaboradas a partir da avaliação da sp4-DISC2/SEM1.....	142
Quadro 4.30:	Resumo das recomendações da observação participante – DISC2/SEM1.....	146
Quadro 4.31:	Resumo das recomendações da avaliação global – DISC2/SEM1.....	147

Quadro 4.32:	Modificações implementadas nas situações-problema (DISC1/SEM2).	148
Quadro 4.33:	Situações-problema desenvolvidas na DISC1/SEM2.....	149
Quadro 4.34:	Etapas da 1º situação-problema (sp1-DISC1/SEM2).....	150
Quadro 4.35:	Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na sp1- DISC1/SEM2.....	152
Quadro 4.36:	Etapas da 2ª situação-problema (sp2-DISC1/SEM2).....	154
Quadro 4.37:	Recomendação elaborada a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na sp2- DISC1/SEM2.....	156
Quadro 4.38:	Etapas da 3ª situação-problema (sp3-DISC1/SEM2).....	157
Quadro 4.39	Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na sp3-DISC1/SEM2.....	159
Quadro 4.40	Etapas da 5ª situação-problema (sp5-DISC1/SEM1).....	160
Quadro 4.41	Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na sp5-DISC1/SEM2.....	163
Quadro 4.42:	Etapas da 6ª situação-problema (sp6-DISC1/SEM2).....	164
Quadro 4.43:	Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na sp6–DISC1/SEM2.....	166
Quadro 4.44:	Etapas da 7ª situação-problema (sp7-DISC1/SEM2).....	168
Quadro 4.45:	Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na sp7-DISC1/SEM2.....	169
Quadro 4.46:	Pontos positivos da aplicação da ABP mais citados pelos alunos - DISC1/SEM2 (40 alunos responderam às questões dissertativas.).....	174
Quadro 4.47:	Pontos negativos da aplicação da ABP mais citados pelos alunos - DISC1/SEM2 (40 alunos responderam às questões dissertativas).....	175
Quadro 4.48:	Resumo das recomendações da observação participante – DISC1/SEM2.....	177
Quadro 4.49	Resumo das recomendações da avaliação global – DISC1/SEM2.....	177
Quadro 4.50	Modificações implementadas nas situações-problema – DISC2/SEM2.....	178
Quadro 4.51:	Situações-problema desenvolvidas na DISC2/SEM2.....	179
Quadro 4.52:	Etapas da 1º situação-problema (sp1-DISC2/SEM2).....	180
Quadro 4.53:	Recomendação elaborada a partir da avaliação da sp1- DISC2/SEM2.....	181
Quadro 4.54:	Etapas da 2º situação-problema (sp2-DISC2/SEM2).....	182
Quadro 4.55:	Recomendação elaborada a partir da avaliação da sp2-DISC1/SEM2.....	183
Quadro 4.56:	Etapas da 3º situação-problema (sp3-DISC2/SEM2).....	184

Quadro 4.57:	Recomendação elaborada a partir da avaliação da sp3-DISC2/SEM1.....	185
Quadro 4.58:	Etapas da 4º situação-problema (sp4-DISC2/SEM2).....	186
Quadro 4.59	Recomendação elaborada a partir da avaliação da sp4-DISC2/SEM2.....	187
Quadro 4.60	Etapas da 5º situação-problema (sp5-DISC2/SEM2).....	188
Quadro 4.61	Recomendação elaborada a partir da avaliação da sp5 -DISC2/SEM1.....	189
Quadro 4.62:	Resumo das recomendações da observação participante – DISC2/SEM2.....	193
Quadro 4.63:	Resumo das recomendações da avaliação global – DISC2/SEM2	193
Quadro 4.64:	Diretrizes para implementação da ABP para o desenvolvimento do conteúdo teórico de SPHS.....	212

LISTA DE TABELAS

3. MÉTODO

Tabela 3.1:	Número de artigos de periódicos publicados em língua inglesa selecionados nas três bases de dados selecionadas.....	71
-------------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABP:	Abordagem Baseada em Problemas
AG:	Avaliação Global
ANTAC:	Associação Nacional de Tecnologia e Ambiente Construído
ASCE:	<i>American Society of Civil Engineers</i>
BIM:	<i>Building Information Modeling</i>
CV:	Coeficiente de variação
DAC:	Diretoria Acadêmica
DISC1:	Disciplina 1
DISC2:	Disciplina 2
EC:	Engenharia Civil
EEES:	Espaço Europeu de Educação Superior
EP-USP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FEC-Unicamp	Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas
IESB:	Instituição de Ensino Superior Brasileira
MEC:	Ministério da Educação
MSL:	Mapeamento Sistemático da Literatura
PA:	Pesquisa-ação
REC:	Recomendações
SEM1:	Primeiro semestre de aplicação
SEM2:	Segundo semestre de aplicação
sp:	Situação-problema
SPAF:	Sistema Predial de Água Fria
SPAP:	Sistema Predial de Água Pluvial
SPAQ:	Sistema Predial de Água Quente
SPCI:	Sistema Predial de Combate à Incêndio
SPES:	Sistema Predial de Esgoto Sanitário
SPGC:	Sistema Predial de Gás Combustível

SPHS: Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários
UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	22
1.1.	OBJETIVOS	26
1.2.	ESTRUTURA DESSE TRABALHO	27
2.	REVISÃO DA LITERATURA	29
2.1.	A UNIVERSIDADE MODERNA	31
2.2.	O ENSINO DE ENGENHARIA	37
2.3.	O PROCESSO DE BOLONHA E O ESPAÇO EUROPEU DE EDUCAÇÃO SUPERIOR	43
2.4.	O ENFOQUE POR COMPETÊNCIAS	45
2.4.1.	<i>Competências desejáveis para o Engenheiro Civil</i>	47
2.4.2.	<i>Competências desejáveis para o Docente de Engenharia</i>	54
2.5.	METODOLOGIAS ATIVAS PARA ENSINO- APRENDIZAGEM E A ABORDAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	56
3.	MÉTODO	67
3.1.	PREPARAÇÃO	68
3.2.	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	68
3.2.1.	<i>Revisão Sistemática da Literatura</i>	69
3.2.2.	<i>Pesquisa-Ação</i>	74
3.2.3.	<i>Consulta a especialistas</i>	88
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
4.1.	MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	92
4.1.1.	<i>Artigos de periódicos indexados nas bases de dados internacionais</i>	92
4.1.2.	<i>Artigos de periódicos de associações científicas nacionais</i>	104
4.1.3.	<i>Considerações Finais</i>	105
4.2.	PESQUISA-AÇÃO	107
4.2.1.	<i>FASE I</i>	107
4.2.2.	<i>FASE II</i>	147
4.2.3.	<i>Considerações Finais</i>	194
4.3.	CONSULTA A ESPECIALISTAS	196

4.3.1. Caracterização da amostra	196
4.3.2. Deficiências apresentadas pelos alunos ao ingressarem nas disciplinas projeto de SPHS	201
4.3.3. Dificuldades apresentadas pelos alunos no desenvolvimento dos conteúdos nas disciplinas de projeto dos SPHS	204
4.3.4. Estratégias e ferramentas para auxílio do ensino-aprendizagem	207
4.3.5. Considerações Finais	209
4.4. DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA ABORDAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE SPHS ...	210
5. CONCLUSÕES	226
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	230
APÊNDICE A	252
APÊNDICE B	254
APÊNDICE C	259
APÊNDICE D	270
APÊNDICE E	277
APÊNDICE F	280
APÊNDICE G	281
APÊNDICE H	283

1. INTRODUÇÃO

“Compreendendo que seus estudantes trabalharão, durante trinta ou quarenta anos, numa sociedade em perpétua evolução, ela (a educação universitária) os preparará para uma vida de auto-educação permanente, em vez de querer dota-los de um saber definitivo para a utilização permanente (DREZZE; DEBELLE,1983, pág. 70)”.

A globalização e o crescimento da tecnologia levaram a grandes mudanças na transição do século 20 para o século 21 (GREIFF *et al.*, 2014). Acompanhando essas mudanças, a carreira dos engenheiros vem sofrendo alterações. Cada vez mais os esses profissionais devem ser capazes de interagir com uma equipe multidisciplinar e compreender e lidar com outros países e culturas (SOETANTO *et al.*, 2014, ROHAN *et al.* 2016; BEAGON; NIAL; FHLOINN, 2018).

Além disso, as questões envolvendo os engenheiros têm se tornado cada vez mais pluridimensionais e, como resultado de incorporações e reestruturações das empresas, os profissionais mudam de emprego ou de função com muito mais frequência do que no passado (KING, 2011). A construção civil destaca-se como uma das indústrias mais dinâmicas nesse sentido (SIROTIK; SHARMA, 2019).

Nesse contexto, segundo diferentes autores, o perfil desejado do profissional em Engenharia Civil passou a contemplar diferentes competências, tais como: flexibilidade e de adaptação (KING, 2011; AHN, PEARCE; KNOW, 2012; FERNANDEZ-SANCHEZ *et al.*, 2015); comunicação (BECERIK-GERBER; KU; JAZIZADEH, 2012; MARTINS; NEVES; MACEDO, 2014; RYAN *et al.*, 2019); trabalho em equipe (BECERIK-GERBER; KU; JAZIZADEH, 2012; AHN; PEARCE; KNOW, 2012; MARTINS; NEVES; MACEDO, 2014; FERNANDEZ-SANCHEZ

et al., 2015); e inovação e resolução de problemas (MARTINS; NEVES; MACEDO, 2014; FERNANDEZ-SANCHEZ *et al.*, 2015; BEAGON; NIALI; FHLOINN, 2018; RYAN *et al.*, 2019).

Porém, tradicionalmente, o ensino de Engenharia não contempla o desenvolvimento dessas competências (KING, 2011; OWUSU-MANU *et al.*, 2018; RYAN *et al.*, 2019).

No Brasil, em geral, o ensino de Engenharia Civil possui um cunho profissionalizante, com foco na transmissão de conhecimentos (SILVA *et al.*, 2016). Esse modelo tem se mostrado insuficiente diante das atuais necessidades dos alunos e exigências da sociedade, o que evidencia a necessidade de uma mudança no processo da formação dos engenheiros (SILVA; CECÍLIO, 2007; CZEKSTER; DA COSTA, 2015; ROHAN *et al.* 2016).

Segundo Pereira (2017), é crescente a utilização da resolução de problemas para a formação dos profissionais, deste século. A base desta metodologia, o pensamento crítico, induz o aluno a analisar alternativas, avaliar as evidências e refletir sobre as consequências.

A evolução do ensino profissionalizante, baseado na transmissão de conhecimentos, para uma perspectiva mais integrada, com o foco na resolução dos problemas, requer novas abordagens (HALBE; ADAMOWSKI; PAHL-WOSTL, 2015).

Segundo Silveira *et al.* (2009), a formação do engenheiro deve ser contextualizada no seu campo de aplicação, resolvendo problemas. O estudante deve aprender também ciências naturais e tecnologia, capacitando-o para generalizar leis abstratas a partir dos problemas concretos. Já para Moesby (2016), é a partir do conhecimento das ciências

(naturais e sociais) que o aluno será capaz de elaborar as diferentes soluções para a resolução de um problema.

Marques Filho (2017) ressalta que não deve haver diminuição da bagagem teórica, pois é por meio dessa que os engenheiros civis desenvolvem a segurança para a tomada de decisões e a capacidade de inovação.

Para dar conta desses desafios os alunos necessitam, além do conhecimento teórico, de uma formação que os auxiliem na aquisição das competências de análise, discussão e resolução de problemas.

Para tanto, se destaca a abordagem baseada em problemas (ABP), que se caracteriza por uma situação-problema, estudo de caso ou projeto como ponto de partida para o trabalho em equipe, a participação ativa dos alunos e o aprendizado contextual e interdisciplinar (KOLMOS, 2017). Contempla tanto a aquisição de conhecimentos quanto o desenvolvimento de competências (SILVEIRA *et al.*, 2009; ENEMARK; KJAERSDAN, 2016; KOLMOS, 2017).

Diferentes autores recomendam o uso da ABP no ensino superior para auxiliar o desenvolvimento das competências desejadas, dentre eles Bell, (2010), Fernandez-Sanchez *et al.* (2015) e Beagon, Niall e Fhloinn (2018).

A ABP forma um profissional com visão estratégica, capaz de pesquisar soluções dentro do contexto ambiental e social (CHRISTIANSEN *et al.*, 2017; CABEDO *et al.*, 2018; VEMURY *et al.*, 2018; GOEPP *et al.*, 2019; ELLZEY *et al.*; 2019).

Segundo Reis, Barbalho e Zanettea (2017), ainda é pequena a parcela de estudos sobre a aplicação da ABP na Engenharia Civil.

As primeiras pesquisas sobre a aplicação da ABP na Engenharia datam da década de 1970 e focam na conceituação e descrição das atividades. Nas décadas de 1980 e 1990, cresceu o número de pesquisas sobre ABP, as quais passaram de conceituais e descritivas para empíricas (DU; DE GRAAFF; KOLMOS, 2009).

A partir de 2000, a maioria dos estudos focam na aquisição de competências (DU; DE GRAAFF; KOLMOS, 2009). Na década seguinte, os estudos passam a focar na aplicação de modelos originários da ABP, tais como: abordagem baseada no time, abordagem autodirigida, entre outros. Esses estudos geralmente descrevem os princípios de aprendizagem e focam na compreensão do modelo e sua aplicação (GUERRA; ULSETH, 2017).

Moesby (2016) classifica as aplicações da ABP em três níveis: individual, sistema e taxonomia. No nível individual, a ABP é aplicada em disciplinas isoladas dentro de um currículo tradicional e se limita aos conteúdos da mesma. No nível sistema define-se uma situação-problema ou projeto comum para várias disciplinas e, no nível taxonomia, a ABP é aplicada na estrutura curricular e os projetos são multidisciplinares.

O presente trabalho foi desenvolvido no nível de aplicação individual, tendo em vista a que a maioria dos cursos de graduação de Engenharia Civil no Brasil estão estruturados em currículos tradicionais.

Dentro da Engenharia Civil, foram encontrados estudos nas bases internacionais sobre a aplicação da ABP em nível individual nas áreas de: estruturas (BARROSO; MORGAN, 2012; DE JUSTO; DELGADO, 2015); transportes

(AHERN, 2010; DA SILVA; KURI; CASALE, 2012; DA SILVA, FONTENELE; DA SILVA, 2015); construção civil (RIBEIRO; MIZUKAMI, 2005; FREIRE *et al.*, 2016); hidráulica (BOXALL; TAIT, 2008; DE LEÓN, 2016); segurança do trabalho (VIDIC, 2016) e tratamento de esgoto e água (BARRY *et al.*, 2008).

Este trabalho envolve o ensino do projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), cujo escopo e complexidade têm aumentado ao longo dos últimos anos. Novas especialidades foram incorporadas por conta do aumento da complexidade e do escopo dos projetos de edificações. Além disso, usualmente, cada sistema do edifício é projetado por profissionais diferentes, especializados naquele tema. Torna-se, assim, necessária a compatibilização dos projetos desenvolvidos, com a análise e correção das interferências físicas entre as diferentes soluções adotadas.

Os projetistas devem ter domínio dos subsistemas que compõem os SPHS e da interação entre eles, considerando os conceitos de qualidade, desempenho e sustentabilidade. Também devem ser capazes de acompanhar os avanços tecnológicos ao longo da sua vida profissional.

Assim, como potencial relevância desta tese destaca-se a disponibilização de diretrizes que podem auxiliar na implementação de melhorias objetivas no ensino-aprendizagem dos SPHS. Trata-se de um estudo inédito que traz, no contexto dos SPHS, a sistematização das diferentes fases da aplicação da ABP, desde a concepção da solução-problema e desenvolvimento por parte dos alunos até a avaliação e *feedback*.

1.1. Objetivos

O presente estudo tem como pressuposto que a abordagem baseada em problemas pode contribuir para o aprendizado dos conteúdos e

desenvolver as habilidades necessárias para a elaboração do projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

A partir disso, tem como objetivo geral propor diretrizes para a implementação dessa abordagem nas disciplinas que contemplam esse conteúdo nos cursos de graduação de Engenharia Civil.

Os objetivos específicos a serem atingidos com o seu desenvolvimento são:

- caracterizar os níveis de aplicação da ABP no ensino de Engenharia Civil e os principais resultados obtidos;
- caracterizar as principais estratégias pedagógicas empregadas em estudos sobre a aplicação da ABP em disciplinas isoladas.
- identificar e caracterizar docentes que vêm atuando em ensino e pesquisa de sistemas prediais hidráulicos e sanitários em diferentes instituições de ensino superior brasileiras.

1.2. Estrutura desse trabalho

Esse trabalho está organizado em seis capítulos.

O primeiro contextualiza o tema, justificando a pesquisa a ser desenvolvida e seus objetivos.

O segundo capítulo apresenta a revisão da literatura. Nesse capítulo são contempladas as diferentes concepções de universidades ocidentais e as respectivas influências no ensino superior do Brasil, bem como um breve histórico do ensino de Engenharia. O Processo de Bolonha também é apresentado nesse capítulo, uma vez que foi responsável pela incorporação

em larga escala das metodologias ativas e pelo enfoque por competências no ensino superior. Na sequência, é apresentado o enfoque por competências, juntamente com a descrição do perfil desejado para o engenheiro civil na atualidade. Por fim, é apresentada a abordagem baseada em problemas (ABP), escopo do presente estudo.

O terceiro capítulo detalha o método adotado para o desenvolvimento do presente trabalho, o qual contempla uma pesquisa-ação, em conjunto com um mapeamento sistemático da literatura e um levantamento junto a docentes de outras instituições de ensino superior brasileiras.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos e as discussões do mapeamento sistemático da literatura, dos ciclos da pesquisa-ação e do levantamento junto a docentes de outras instituições de ensino superior brasileiras. Os resultados obtidos são consolidados com a proposição das diretrizes para a implementação da ABP para o desenvolvimento do conteúdo nas disciplinas de sistemas prediais hidráulicos e sanitários em cursos de graduação em Engenharia Civil.

Por fim, o quinto capítulo apresenta as conclusões do trabalho, seguido das referências e dos apêndices.

2. REVISÃO DA LITERATURA

“A universidade conserva, memoriza, integra e ritualiza uma herança cultural de saberes, ideias e valores, que acaba por ter um efeito regenerador, porque a universidade se incumbe de reexaminá-la, atualizá-la e transmiti-la. A universidade gera saberes, ideias e valores que, posteriormente, farão parte dessa mesma herança” (MORIN, 2000, p. 9).

A universidade emergiu dos tempos medievais, no Ocidente, com o objetivo de conservação e perpetuação dos conhecimentos teóricos. As universidades medievais eram abertamente escolásticas e substituíram os monastérios, que eram os principais locais da produção de conhecimento na sociedade feudal. Havia três faculdades: Teologia, Direito e Medicina (SANTOS; ALMEIDA FILHO, 2008).

Com ascensão dos burgueses, as universidades passaram a ter a missão de também educar a elite pensante da época.

Segundo Teixeira (1998), até o século XIX, a universidade procurou se manter isolada e orgulhava-se de poucos alunos eruditos. Essa opção se repetiu tanto na universidade britânica (“saber pelo saber”) quanto na alemã (“pesquisa pela pesquisa”). Contudo, foi somente com a universidade americana (“pesquisa e extensão”) que houve a massificação do ensino superior.

No Brasil, o eixo fundamental do ensino superior é formado pelo tripé destas três concepções de universidade (BRASIL, 1988, artigo 207):

“as universidades [...] obedecerão ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão”

Para formar um pensamento crítico e reflexivo sobre o ensino superior é importante conhecer a sua história. Para tanto, no item 2.1 são apresentadas três diferentes concepções de universidade, em função de suas ênfases: ensino (Reino Unido), pesquisa (Alemanha) e extensão (EUA); além da universidade francesa, com ênfase na profissionalização. Esse item apresenta, também, as influências dessas universidades no ensino superior do Brasil.

No item 2.2 é apresentado um breve histórico do ensino de Engenharia nos cinco países contemplados no item 2.1. O ensino moderno de Engenharia surgiu na França no final do século XVIII, longe das universidades, com cunho técnico-profissional. Esse modelo foi seguido pela maioria dos países ocidentais, incluindo o Reino Unido, os Estados Unidos e o Brasil, até o início do Processo de Bolonha em 1999.

O item 2.3 apresenta o Processo de Bolonha, o qual foi responsável, segundo diferentes autores, pela incorporação em larga escala do conceito de autoeducação (“aprender a aprender”) e das metodologias ativas, tais como a Abordagem Baseada em Problemas (ABP), e influenciando a alteração do conceito de qualidade no ensino superior não somente no continente europeu, mas também vários outros países (PALMA, 2011; VAN HATTUM-JANSSEN; LOURENÇO, 2008; AZEVEDO, 2014).

Com o Processo de Bolonha cresceu também a utilização do enfoque por competências no ensino superior (LOPÉZ, 2011; KOLMOS, 2017), o qual é apresentado no item 2.4, juntamente com a descrição do perfil desejado para o engenheiro civil na atualidade.

Por fim, o item 2.5 contempla a abordagem baseada em problemas (ABP), estratégia que tem sido citada por diferentes autores como a mais

utilizada no ensino superior para o desenvolvimento das competências desejadas dos engenheiros civis.

2.1.A Universidade Moderna

A universidade moderna britânica surgiu com Oxford (1249) e Cambridge (1284), com o ideal de uma educação geral¹ e liberal². Acreditava-se que com esta educação o estudante adquire o espírito filosófico, de ordem moral e intelectual, se tornando um *gentleman*.

O homem desenvolvido é um homem moral, que pensa no bem comum (DREZZE; DEBELLE, 1983; TEIXEIRA, 1998):

"Homens são homens antes deles serem advogados, médicos, comerciantes ou fabricantes, e se você os tornar homens capazes e sensatos, eles se tornarão advogados ou médicos capazes e sensatos. O que os recém-formados devem levar com eles de uma universidade, não é conhecimento profissional, mas aquilo que é necessário para guiar o uso desses conhecimentos, para esclarecer os aspectos técnicos de seu trabalho à luz de uma cultura geral" (MILL, 1867, p. 6-7).

Neste contexto, como a universidade deveria se organizar para favorecer o desenvolvimento do estudante? Utilizando-se sistemas de pequenos colégios, com tutores, o que consistia em um método de ensino quase individual. Além disso, tanto alunos quanto professores deveriam ser internos, ficando integralmente imersos no ambiente universitário (DREZZE; DEBELLE, 1983; TEIXEIRA, 1998).

¹ **Educação Geral:** parte comum do currículo, oferecida a todos os estudantes para o desenvolvimento intelectual e aquisição das competências profissionais (Pereira, 2007).

² **Educação Liberal:** constitui na formação profissional do estudante, a partir de um núcleo de conhecimentos, habilidades básicas, valores éticos e responsabilidade social, com o comprometimento cidadão (Pereira, 2007).

Durante a reunificação da Alemanha, tendo como objetivo auxiliar esta nação recém-nascida a realizar a revolução industrial, surgiu a concepção de universidade moderna alemã. A Universidade de Berlim, fundada em 1810, foi a primeira universidade moderna alemã. O seu criador, Humboldt, definiu a universidade como o lugar da verdade ou como o lugar da pesquisa. Assim, o ensino foi concebido como “*ensinar a fazer, participar do processo de pesquisa*” (DREZZE; DEBELLE, 1983; PROTA, 1987).

Assim, o estudante com uma atitude científica estaria preparado tanto para vida profissional como para a vida acadêmica. Para favorecer o desenvolvimento do estudante neste contexto a universidade moderna alemã pregou a liberdade acadêmica. O estudante deveria ser responsável por si mesmo e escolher suas disciplinas; do mesmo modo, o professor deveria usufruir de liberdade no ensino (DREZZE; DEBELLE, 1983).

Nos Estados Unidos, a concepção da universidade moderna partiu do princípio de que a sociedade americana aspirava o progresso, que só é obtido com a simbiose da pesquisa e do ensino. Assim, o objetivo da universidade americana é esclarecer as ideias gerais e estudar a aplicação em casos concretos (DREZZE; DEBELLE, 1983, p. 70):

“Compreendendo que seus estudantes trabalharão, durante trinta ou quarenta anos, numa sociedade em perpétua evolução, ela (a educação universitária) os preparará para uma vida de autoeducação permanente, em vez de querer dota-los de um saber definitivo para a utilização permanente”.

Segundo Drezze e Debelle (1983), a universidade americana encorajava a pesquisa fundamental nas disciplinas de base e a pesquisa aplicada nas disciplinas profissionais, sendo realizada em parceria com entidades de serviço ou indústrias. Esta preocupação direcionou o processo

de ensino-aprendizagem com opções pedagógicas onde as metodologias ativas assumem papel de destaque.

Na França, por sua vez, a universidade moderna teve início com a revolução, na qual a burguesia rebelde que aspirava o progresso. Porém, cem anos após a revolução francesa, o ensino superior na França não passava de um conjunto de escolas superiores autárquicas. Segundo Ribeiro (1978), foi Napoleão que concebeu a universidade moderna francesa.

A Napoleão interessava manter a ordem, a estabilidade do Estado, a centralização da autoridade e a solidez do seu prestígio pessoal e, para tanto, utilizava-se, da instrução pública. Nas palavras de Napoleão (DREZZE; DEBELLE, 1983, pág. 85):

“Enquanto não se ensinar desde a infância, que é preciso ser republicano ou monárquico, católico ou irreligioso, o Estado não formará uma nação; ele repousará sobre bases incertas e vagas; estará, constantemente, exposto às desordens e às mudanças”.

Neste contexto, a universidade francesa assumiu a função de “conservar a ordem social”, “regular os princípios da moral e da política”, seguindo os preceitos da religião católica, da fidelidade ao imperador, e da uniformidade da instrução. Contudo, como a uniformidade da instrução só é possível quando o Estado possui uma corporação de professores perfeitamente submissos, Napoleão aplica aos professores os mesmos conceitos aplicados ao exército (DREZZE; DEBELLE, 1983; PROTA, 1987).

No Brasil, a história das universidades é resultante de séculos de colonialismo e dependência econômica, política e cultural.

Durante o período colonial, nos séculos XVI a XIX, Portugal detinha o monopólio da formação superior. Os aristocratas das colônias eram enviados

para estudar na Universidade de Coimbra que, comandada pelos jesuítas, só fornecia formação em Teologia, Direito ou Medicina (SANTOS; ALMEIDA FILHO, 2008).

Em 1772, com a reforma Pombalina, o ensino em Portugal e nas suas colônias passou a ser responsabilidade do Estado e a principal preocupação da universidade reformada passa ser a profissionalização (PAIM, 1981; PROTA, 1987).

Com a mudança da Corte de D. João VI para o Rio de Janeiro foi implantado, no Brasil, o ensino superior profissionalizante. Mesmo após a independência do Brasil, em 1822, o ensino de cunho técnico foi mantido, sendo criados vários institutos isolados para este fim (PAIM, 1981; PROTA, 1987).

Depois da proclamação da República, em 1889, e durante as primeiras três décadas do Século XX, o modelo francês de “liceu” e “écoles” substituiu o monopólio intelectual de Portugal, contudo, o cunho profissional foi mantido no ensino superior (SANTOS; ALMEIDA FILHO, 2008).

Somente na década de 1920, segundo Paim (1981) e Prota (1987), a Academia de Ciências, influenciada pelo modelo alemão, reivindicou na universidade um lugar para o culto da ciência pura, sem vínculos imediatos com a aplicação; assim, na década de 1930, surgiram os projetos de duas universidades brasileiras: a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade do Distrito Federal (UDF).

A USP foi criada em 1934, com a função de formar classes dirigentes com estudos e cultura desinteressada. Para tanto, o principal instrumento era a Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras: era através dela que todos os

estudantes ingressavam na USP e permaneciam estudando nos anos iniciais (CARDOSO, 1982).

Já a UDF foi criada em 1935, com cinco escolas: Ciências, Educação, Economia e Direito; Filosofia e Instituto de Artes. A UDF tinha como diretriz promover a cultura desinteressada e assegurar a preparação para a carreira intelectual (PAIM, 1981). No discurso de inauguração da UDF, Teixeira (1998) afirma:

“A universidade é, pois, na sociedade moderna, uma das instituições características e indispensáveis, sem a qual não chega a existir um povo...” (pág. 86).

“Não se trata somente de difundir conhecimentos. O livro também o difunde” (pág.87).

“ Não se trata, somente, de preparar práticos ou profissionais de ofícios ... A aprendizagem direta os prepara, ou, em último caso, escolas muito mais singelas do que as universidades” (pág. 87).

Para Teixeira (1998), eram funções da universidade: manter uma atmosfera de saber; difundir a cultura humana, enriquecendo e vitalizando o saber do passado; formular intelectualmente a experiência humana, de forma consciente e progressiva; conservar vivo o empirismo; e cultivar a imaginação.

O modelo americano de universidade (pesquisa científica, tecnológica e extensão) chegou ao Brasil somente na década de 1960, com a criação da Universidade de Brasília (UnB). Ribeiro (1961) ressaltava que a universidade é essencial para a independência industrial e tecnológica do Brasil.

Segundo Ribeiro (1961), a estrutura da UnB estava baseada na integração dos Institutos Centrais, aos quais competiam os cursos introdutórios de duas séries para todos os alunos e as Faculdades, que recebiam os alunos já preparados pelos cursos introdutórios e eram responsáveis pelo treinamento

especializado. A fim de garantir a imersão cultural, os alunos e professores moravam no campus.

Também na década de 1960 foi criada a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), visando a formação de profissionais liberais e de cientistas; promover e estimular a pesquisa científica e tecnológica; buscar soluções para os problemas sócio-econômicos da comunidade; e preparar os estudantes para que assimilem e incorporem uma consciência ética (PEREIRA, 2016).

De forma análoga aos outros projetos de universidades brasileiras, na UNICAMP o ensino geral consistia no estágio bienal (dois anos de ensino geral), o qual precedia os estudos de graduação e constituía um canal único de acesso para os estudantes (PEREIRA, 2016).

Já sobe o regime militar, em 1968, o ensino superior do Brasil foi remodelado, seguindo a estrutura norte-americana, porém de forma incompleta. Para Santos e Almeida Filho (2008), o resultado dessa reforma foi a manutenção do pior que havia no velho regime brasileiro e o que menos interessava no já testado modelo estadunidense.

Nos anos 1990, ensino superior foi aberto para investimentos privados, surgindo uma grande quantidade de instituições de ensino superior privadas. Porém, tal expansão em número de vagas não foi associada necessariamente à melhoria da qualidade de ensino (SANTOS; ALMEIDA FILHO, 2008).

A partir de 2000, com o início do Processo de Bolonha, cresceu a importância do ensino superior geral e liberal. Ao longo desse processo, países fora do contexto europeu como os da Ásia e da América Latina, entre eles o Brasil, passaram a se interessar pela implantação do ensino superior geral

e liberal, baseado nos modelos europeu e americano (ALBUQUERQUE; CAMPOS; SILVA JÚNIOR, 2012; PEREIRA; FERNANDES DOS PASSOS, 2018).

Assim, após 2005, algumas universidades federais se reestruturaram para atender ao Programa de Apoio a Planos de Expansão e Reestruturação das Universidades (REUNI) e implantam Bacharelados Interdisciplinares (BI) de três anos, com regime de ciclos e currículos mais flexíveis e abrangentes. Em 2011, já havia onze universidades brasileiras com bacharelados interdisciplinares (ALBUQUERQUE; CAMPOS; SILVA JÚNIOR, 2012; PEREIRA; FERNANDES DOS PASSOS, 2018).

2.2. O Ensino de Engenharia

As primeiras escolas de engenharia surgiram na França no século XVIII, com a função de formar os corpos técnicos para o Estado: 1) *Corpo du Génie*, para a formação de engenheiros militares e 2) *École des Ponts et Chaussées*, para formação de engenheiros civis para construção de pontes e estradas (ROGER, 2004; SILVEIRA, 2005; SCHEXNAYDER; ANDERSON, 2011).

Em 1874, Napoleão criou a *Ecole des Travaux Publics*, que posteriormente se transformou na *Ecole Polytechnique* (ROGER, 2004). É também com a reforma imperial de Napoleão que a formação dos engenheiros na França ganha bases científicas: os dois primeiros anos passaram a ser constituídos de classes preparatórias (matemática, física, química, filosofia etc.), seguidos de mais dois anos de formação generalista e um ano de especialização (SILVEIRA, 2005).

Segundo o referido autor, os engenheiros formados nas grandes escolas faziam parte de uma reduzida camada social e eram destinados aos cargos de direção. Prota (1987) ressalta que outra característica marcante dessas

escolas foi a simbiose com o mundo industrial, por meio de seus antigos alunos, o que permitiu a realização de estágios que colocavam os alunos diretamente em contato com o mundo do trabalho

Ao longo do tempo, mais dois caminhos formativos foram criados na França: 1) a *École de Génie* que formava engenheiros com um perfil mais empreendedor, para a criação de suas próprias empresas (prestação de serviços) e o *Institut Universitaire Technologique*, que formavam tecnólogos em dois anos. Para um tecnólogo obter o diploma de engenheiro eram necessários três anos de experiência na indústria e mais dois anos de estudos complementares (SILVEIRA, 2005). Esses modelos foram mantidos até o início do Processo de Bolonha.

No final do século XIX, a Alemanha organizou um sistema de formação de engenheiros integrado com a indústria de enorme sucesso, com a previsão de duas formações bem diferentes. Em ambas, tem-se a presença do sistema de estágios e a participação das indústrias junto às escolas e cursos (SILVEIRA, 2005):

- Nas *Fachhochschüles*, o aluno recebe uma formação essencialmente técnica, entremeada de estágios na indústria, ao longo de três anos, sem maiores preocupações com embasamento científico;
- Nas *Technische Universität*, o aluno recebe uma formação ao longo de cinco anos, assim distribuída: dois anos de estudos científicos básicos e três anos de estudos especializados, culminando com o projeto de fim de curso; não há formação gerencial ou humanística.

Ainda, segundo o referido autor, embora os papéis sociais relacionados aos dois diplomas sejam diferentes, não havia na sociedade alemã

discriminação do engenheiro com formação mais curta. Esses dois modelos foram mantidos até o início do Processo de Bolonha.

Embora tenha sido uma das primeiras nações a criar as universidades modernas, no Reino Unido os engenheiros vêm de uma tradição manual e de manutenção de máquinas; somente no meio do século XIX a formação dos engenheiros evoluiu para estudos universitários (SILVEIRA, 2005).

Com a Revolução Industrial, foram criadas universidades utilitárias, com padrões menos onerosos que os de Cambridge e Oxford, recrutando estudantes na classe média. Simultaneamente, Cambridge e Oxford tiveram que dar atenção especial à formação de pesquisadores, estimulados pelo prestígio sempre crescente dos alemães no campo da ciência (PROTA, 1987; RIBEIRO, 1978).

A simbiose destes perfis de formação acadêmica resultou em um sistema eficaz preservando, inclusive, o caráter aristocrático das velhas universidades (PROTA, 1987, RIBEIRO, 1978). Assim, em uma ponta Cambridge e Oxford formavam nobres e filhos de pessoas de alta posição social para o desempenho de seus papéis de membros da elite dirigente, além de pesquisadores de alto nível e, na outra, estão as escolas dedicadas a formar engenheiros de “chão de fábrica”, orientados a postos de trabalho específicos (PROTA, 1987; SILVEIRA, 2005).

No final da década 1990, devido à crescente demanda pelo acesso ao ensino superior, especialmente nos cursos de Engenharia, foram criados dois caminhos de formação dos engenheiros: 1) *Incorporated engineer* (IEng), com formação de 3 anos orientada para a indústria, sem embasamento científico; e 2) *Chartered engineer* (CEng), com formação de 4 anos e boa base científica (SILVEIRA, 2005).

Considerando as necessidades industriais britânicas, esperava-se que o número de IEng fosse três vezes maior que o número de CEng. No entanto, conforme o referido autor, as estatísticas britânicas apontam consistentemente o contrário. Isto pode ser explicado pelo prestígio social advindo da formação geral da carreira de CEng na sociedade britânica. Esses modelos foram mantidos até o início do Processo de Bolonha.

Nos Estados Unidos, o ensino superior surgiu no século XVII, na forma dos *colleges*, que inicialmente eram privados, seletivos e destinados à formação das elites com o saber acadêmico-humanístico (PROTA, 1987; SANTOS; ALMEIDA FILHO, 2008).

Com o tempo, surgiu outro sistema formativo, focado no ensino prático e destinado principalmente à formação de engenheiros e agrônomos. Em 1803, foi criada a primeira escola de Engenharia: a Academia Militar, em West Point. Entretanto, nos primeiros dez anos não havia um currículo sistematizado e, somente após este período, foi estabelecido um programa, o qual seguia o modelo francês (PROTA, 1987; SANTOS; ALMEIDA FILHO, 2008).

Algumas dessas escolas, de cunho prático-profissionalizante, evoluíram para a pesquisa e ensino científico de alto nível, especialmente dedicado à engenharia como por exemplo o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que admitiu seus primeiros alunos em 1865.

Assim, o modelo de ensino superior norte-americano consolidou-se em dois tipos: as universidades e os *colleges*. As universidades com um ensino completo em seis anos e os *colleges* com dois níveis de formação (SANTOS; ALMEIDA FILHO, 2008):

- a) Pré-Graduação [*undergraduate*] - compreende cursos universitários de 4 anos, cobrindo conteúdos gerais e básicos, terminais, porém de

caráter não-profissional (bacharéis em Ciências, Artes ou Humanidades);

- b) Graduação [*graduate*] - compreende cursos profissionais ou programas de estudos avançados para formação científica de pesquisadores; o diploma específico da carreira profissional corresponde ao título de Mestrado.

Segundo King (2011), a carreira dos engenheiros nos Estados Unidos sofreu alterações nas últimas décadas. O mercado de trabalho cada vez mais globalizado e as questões envolvendo os engenheiros se tornam cada vez mais pluridimensionais. Além disso, como resultado de incorporações e reestruturações de empresas, os profissionais mudam de emprego ou de função com muito mais frequência do que no passado.

Assim, os engenheiros devem ser capazes de interagir com uma equipe multidisciplinar e compreender e lidar com outros países e culturas, além de possuírem capacidade analítica e flexibilidade (KING, 2011). Porém, segundo o referido autor, tradicionalmente o ensino de Engenharia não contempla o desenvolvimento da flexibilidade necessária para se adaptar a esta nova realidade e a graduação em engenharia deveria mais ampla.

Corroborando com King (2011), para a National Academy of Engineering (NAE), os engenheiros do século XXI devem possuir capacidade analítica e de comunicação; ética, competências em administração; flexibilidade; resiliência e, principalmente, capacidade de aprender ao longo da vida. Para tanto, a NAE recomenda (SCHEXNAYDER; ANDERSON, 2011):

- a implantação de um currículo interdisciplinar;
- a utilização de estudos de casos como ferramenta de aprendizagem, explicando tantos os sucessos quanto os fracassos;

- que o nível de mestrado possa ser reconhecido como o grau “profissional” de engenharia;
- que o bacharelado seja considerado uma “pré-engenharia”, ou um “engenheiro em treinamento”.

O ensino formal da Engenharia no Brasil teve origem em 1792, com a criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, no Rio de Janeiro. Com a chegada da corte portuguesa, em 1810, esta instituição passa a se chamar Academia Real Militar (FERNANDES Jr.; ZUIN; LAUDARES, 2018).

Contudo, é somente entre o final do século XIX e o início do século XX que ocorre a expansão das escolas de Engenharia pelo Brasil. Neste período foram criadas, entre outras escolas:

- a Politécnica, em São Paulo;
- a Escola Livre de Engenharia (atual Universidade Federal de Minas Gerais), a Escola de Engenharia de Juiz de Fora e o Instituto Eletrotécnico de Itajubá, em Minas Gerais;
- a Faculdade de Engenharia do Paraná, em Curitiba; e
- a Escola Politécnica do Recife.

Seguindo o modelo francês, nessa época, os engenheiros civis eram formados em cinco anos (três de formação técnico-científica e dois de formação especializada). A influência francesa no ensino continuou forte no Brasil até o final da Segunda Guerra Mundial, quando deu espaço à influência norte-americana (FERNANDES Jr; ZUIN; LAUDARES, 2018).

Após o final da Segunda Guerra Mundial, são inauguradas no Brasil as primeiras indústrias modernas. Nas décadas de 1960 e 1970, o crescimento foi acelerado por meio de empresas estatais que tinham como objetivo a

produção de bens, em substituição as importações. Nos anos 1980, a cultura brasileira passou ser fortemente influenciada pela cultura norte-americana, contudo, as escolas de Engenharia continuaram a seguir o modelo francês de ensino, com três anos de formação técnico-científica e dois de formação especializada (SILVEIRA *et al.*, 2009).

Nos anos 1990, a economia brasileira se tornou mais complexa e cresceu a demanda do mercado de trabalho por profissionais com um novo perfil. Também cresceu a pressão pela reestruturação da formação dos engenheiros e pela utilização de diferentes abordagens pedagógicas (SILVEIRA *et al.*, 2009).

Conforme já comentado no item anterior, a partir de 2000, cresceu a importância do ensino superior geral e liberal no mundo, influenciado pelo Processo de Bolonha. Seguindo essa tendência, as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia flexibilizam a estrutura do curso de graduação (MEC, 2019, Art. 8º § 1º):

“As atividades do curso podem ser organizadas por disciplinas, blocos, temas ou eixos de conteúdos; atividades práticas laboratoriais e reais, projetos, atividades de extensão e pesquisa, entre outras”.

2.3. O Processo de Bolonha e o Espaço Europeu de Educação Superior

Durante todo o século XIX e na primeira metade do século XX, a Europa conviveu com uma multiplicidade de modelos de formação superior. Contudo, com a consolidação da União Europeia (EU) tornou-se necessária a padronização dos sistemas de formação profissional entre os países signatários da UE (SANTOS; ALMEIDA FILHO, 2008).

Assim, em 1999 foi iniciado o Processo de Bolonha por 29 países da comunidade europeia, com os seguintes objetivos: 1) criação de um sistema compatível de graus; 2) adoção de três ciclos de formação; 3) adoção de um sistema de transferência de créditos; 4) promoção da mobilidade de estudantes e professores; 5) garantia de qualidade; e 6) integração de programas, formação, pesquisa e cooperação entre institutos (PEREIRA, 2011; PALMA, 2011).

Os três ciclos de formação são compostos por (SANTOS; ALMEIDA FILHO, 2008):

- Primeiro Ciclo (formação geral), com duração de 3 anos – contempla conteúdos gerais e básicos, sem caráter profissional; os concluintes ganham títulos universitários de Bacharel em Ciências, Artes ou Humanidades;
- Segundo Ciclo (formação profissionalizante) - contempla os cursos profissionais (Medicina, Direito, Engenharias) e introduz os mestrados profissionais e acadêmicos com duração de 1 a 2 anos; e
- Terceiro Ciclo - consiste no doutorado, com duração de 3 a 4 anos.

Com encontros bianuais, o Processo de Bolonha durou aproximadamente dez anos e, como resultado, em 2010 foi lançado o Espaço Europeu de Educação Superior (EEES), composto por 49 países (Figura 2.1) da Europa e norte da Ásia (PEREIRA, 2011; PALMA, 2011).

Segundo Pereira (2011), o EEES é o único caso de cooperação em educação superior que rompe as barreiras geográficas e políticas. Embora tenha avançado de formas diferentes entre os diversos países e, algumas vezes, de forma diferentes dentro do próprio país, seus objetivos se transformaram em ações.

Vale ressaltar que o Processo de Bolonha e a criação do EEES foram responsáveis pela difusão do ensino geral e liberal e pela incorporação, em larga escala, das metodologias ativas no ensino superior, tais como a Abordagem Baseada em Problemas (PALMA, 2011; VAN HATTUM-JANSSEN; LOURENÇO, 2008).

Além disso, segundo López (2011) e Kolmos (2017), a criação do EEES também foi responsável pelo crescimento da utilização do enfoque por competências no ensino superior.

2.4. O Enfoque por Competências

As competências podem ser definidas por (BOLÍVAR, 2011, p.119):

“... uma combinação dinâmica de qualidades, com respeito ao conhecimento, à sua aplicação, às atitudes e responsabilidades e se constituem os objetivos educacionais de um programa”.

Segundo o referido autor, na prática, as competências no ensino superior podem ser classificadas, de acordo com os objetivos educacionais, em:

- Gerais ou chave: capacidade de análise e síntese, capacidade de trabalho em equipe, aprender a aprender, resolução de problemas, capacidade de liderança, habilidades de organização e planejamento;
- Específicas: conhecimento técnico, prático e experimental, bem como habilidades específicas de cada área de estudo.

A utilização de competências, como objetivo pedagógico, surgiu na década de 1960 nas formulações de Bloom; para ele, a aquisição de

competências significava que o aluno atingiu os objetivos especificados (AMARAL, 2016).

No Brasil, o enfoque por competências surgiu na década de 1990, com a ascensão de governos que promoveram reformas educativas referenciadas nos estudos de Piaget, os quais tinham como objetivo a compreensão da inteligência. Porém, as reformas realizadas mantiveram algumas ideias básicas do construtivismo, desvinculando-se o caráter cognitivo (AMARAL, 2016). Segundo Saviani (2012, p. 151) o objetivo das referidas reformas foi:

"... dotar os indivíduos de comportamentos flexíveis, que lhes permitam ajustar-se as condições de uma sociedade em que as (suas) próprias necessidades de sobrevivência que não estão garantidas".

Neste contexto é esperado que o enfoque por competências suscite todo tipo de críticas (BOLÍVAR, 2011; LÓPEZ, 2011).

Bolívar (2011) defende a utilização do enfoque por competências para a educação para a cidadania, com a aquisição do conjunto de saberes e competências que possibilitem a integração e participação ativa na vida social e a sua integração no mundo do trabalho. Segundo Pereira (2007), pág. 65:

"Entendemos como profissional-cidadão aquele que se vê primeiramente como um cidadão ativo e significativo em seu tempo histórico e age profissionalmente em sua área tendo, primordialmente, como perspectiva, a sua condição de cidadão inserido em uma sociedade e um mundo global e complexo".

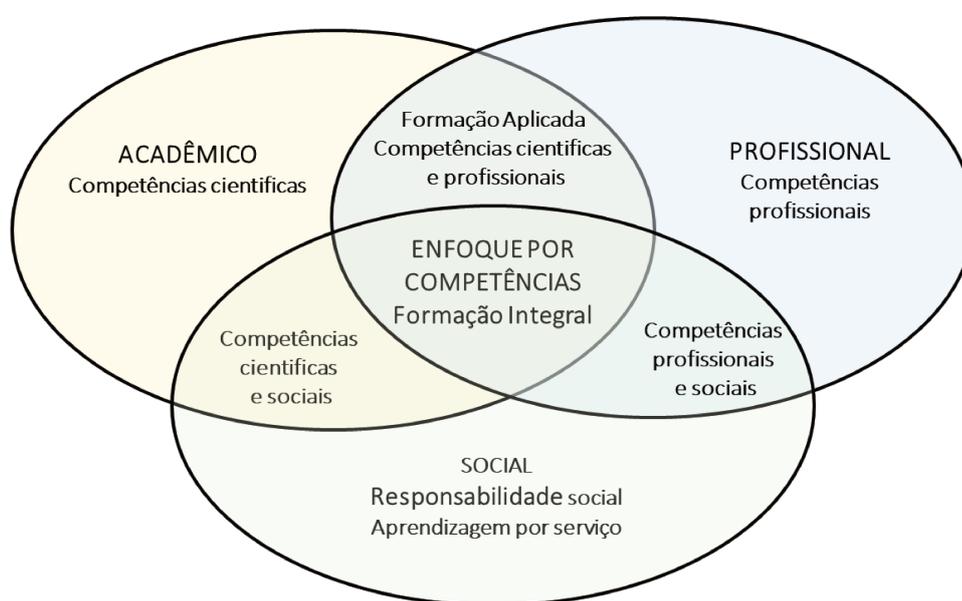
Ainda, segundo a referida autora é o ensino geral e liberal que irá preparar um profissional cidadão, pois esse ensino forma (pág 86):

"...indivíduos cultos, críticos e com conhecimentos científicos, capazes de continuar seu processo de formação sobre uma ampla

base de conhecimentos e procedimentos éticos, além de agir em forma técnica competente".

Já para López (2011), o enfoque por competências no ensino superior conjuga a integração de todas as dimensões da formação: conhecimentos, habilidades e atitudes (Figura 2.1).

Figura 2.1: Dimensões formativas que integram o enfoque por competências



Fonte: adaptado de López (2011)

Vale ressaltar que as competências, segundo Bolívar (2011), são mais amplas que a aquisição de conhecimentos disciplinares, exigindo um ensino interdisciplinar contextualizado e segundo as referências dos alunos, para que a aprendizagem seja funcional.

2.4.1 Competências desejáveis para o Engenheiro Civil

O perfil desejado do profissional em Engenharia Civil sofreu grandes modificações nas últimas décadas e passou a contemplar diferentes competências gerais (ou competências-chave).

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia (MEC, 2019), o curso de graduação deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as competências gerais apresentadas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Competências gerais dos egressos dos cursos de graduação em Engenharia

I	Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto	<p>a) ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;</p> <p>b) formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas.</p>
II	Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação	<p>a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras;</p> <p>b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;</p> <p>c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo;</p> <p>d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas.</p>
III	Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos	<p>a) ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;</p> <p>b) projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;</p> <p>c) aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia.</p>
IV	Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia	<p>a) ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia;</p> <p>b) estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;</p> <p>c) desenvolver sensibilidade global nas organizações.</p>

Fonte: MEC (2019)

Quadro 2.1: Competências gerais dos egressos dos cursos de graduação em Engenharia (continuação).

IV	Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia	<p>d) projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;</p> <p>e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental.</p>
V	Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica	a) ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis.
VI	Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares:	<p>a) ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;</p> <p>b) atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;</p> <p>c) gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;</p> <p>d) reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais);</p> <p>e) preparar-se para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado.</p>
VII	Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão	<p>a) ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente;</p> <p>b) atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando.</p>
VIII	Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação	<p>a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.</p> <p>b) aprender a aprender</p>

Fonte: MEC (2019)

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais (MEC, 2019), a graduação em Engenharia Civil deve assegurar o desenvolvimento das referidas competências, contemplando:

- ações de ensino, pesquisa e extensão;
- uso de metodologias para aprendizagem ativa;
- atividades que articulem simultaneamente a teoria e a prática;
- atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade;
- atividades práticas e de laboratório, tanto para os conteúdos básicos como para os específicos e profissionais; e
- trabalhos dos discentes, tanto individuais quanto em grupo, sob a efetiva orientação docente

Devem ainda ser estimuladas atividades tais como: projetos de extensão, atividades de voluntariado, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores, incubadoras e outras atividades empreendedoras (MEC, 2019).

Segundo a referida fonte, os conhecimentos básicos (MEC, 2019, Art. 7º):

“... são pré-requisitos para o ingresso nas atividades do curso de graduação em Engenharia”.

Os conteúdos básicos, profissionais e específicos, por sua vez, devem estar (MEC, 2019, Art. 9º):

“diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver”.

Segundo ASCE (2008), a formação da prática técnica e profissional dos engenheiros civis deve ser suportada por quatro pilares: ciências naturais, matemática, humanidades e ciências sociais. Assim, para a obtenção das

competências-chave desejadas, a graduação em Engenharia Civil deve contemplar uma formação inicial geral e liberal, seguida da formação profissionalizante e especializada, contextualizada com abordagens de ensino-aprendizagem de cunho prático. O Quadro 2.2 apresenta as competências desejáveis para ingresso na prática da engenharia civil, para um engenheiro recém-formado, segundo a referida fonte.

Quadro 2.2: Competências desejáveis para o Engenheiro Civil.

Fundamentais	Ciência sociais	Demonstrar a incorporação dos conhecimentos de ciências sociais na prática profissional de Engenharia.
	Ciências naturais	Resolver problemas em física, química e aplicar esse conhecimento à solução de problemas de engenharia.
	Humanidades	Demonstrar a importância das humanidades na prática profissional de engenharia
	Matemática	Resolver problemas em matemática através de equações diferenciais e aplicar esse conhecimento à solução de problemas de engenharia.
Técnicas	Análise de risco	Analisar os efeitos da carga e suas respectivas incertezas. Propor projeto para falha especificada.
	Ciência dos materiais	Usar o conhecimento da ciência dos materiais para resolver problemas de engenharia civil.
	Especialização técnica	Avaliar um projeto de um sistema complexo ou um processo ou uma tecnologia emergente, apropriados para engenharia civil.
	Experimentos	Especificar um experimento para atender a uma necessidade, conduzir esse experimento, analisar e explicar os resultados resultantes dados.
	Fundamentos nas áreas da Engenharia Civil	Analisar e resolver problemas em pelo menos quatro áreas técnicas apropriadas para engenharia civil.
	Gestão de projetos	Formular documentos a serem incorporados no planejamento do projeto.
	Mecânica	Analisar e resolver problemas em sólidos e fluidos.

Fonte: ASCE (2008)

Quadro 2.2: Competências desejáveis para o Engenheiro Civil (cont.)

Técnicas	Perspectiva histórica	Analisar o impacto da história sobre identificação, formulação e solução de problemas de engenharia e analisar os impactos dessas soluções na economia, ambiente, cenário político e sociedade
	Projeto	Desenvolver o projeto de um sistema complexo, componente ou processo. Avaliar a conformidade com padrões habituais de prática e restrições relevantes.
	Solução de problemas	Formular e resolver um problema, selecionando, aplicando as técnicas e as ferramentas apropriadas.
	Sustentabilidade	Analisar os sistemas de obras de engenharia para desempenho sustentável
Profissionais	Administração	Aplicar conceitos de negócios e administração pública nos processos.
	Aprendizado contínuo	Planejar e executar a aquisição dos conhecimentos adequados à prática profissional.
	Atitudes	Demonstrar atitudes de apoio à prática profissional de engenharia civil.
	Comunicação	Planejar, compor e integrar a comunicação verbal, escrita, virtual e gráfica de um projeto para públicos técnicos e não técnicos.
	Ética	Justificar uma solução para um problema de engenharia baseado padrões profissionais e éticos e avaliar o desenvolvimento pessoal e ético pessoal.
	Globalização	Analisar obras e serviços de engenharia para funcionar em um nível básico em um contexto global.
	Liderança	Organizar e direcionar os esforços de um grupo.
	Política pública	Aplicar técnicas de políticas públicas em problemas relacionadas à engenharia civil.
	Trabalho em equipe	Funcionar efetivamente como membro de uma equipe multidisciplinar.

Fonte: ASCE (2008)

Por sua vez, o Quadro 2.3 apresenta as competências gerais desejadas para o Engenheiro Civil, segundo diferentes autores. A capacidade de resolução de problemas merece destaque, sendo citada em todos os estudos levantados.

Quadro 2.3: Competências gerais desejáveis para o engenheiro civil.

Capacidade de:	Citada por:				
	Odusami (2002)	Ahn, Pearce e Know (2012)	Martins, Neves e Macedo (2014)	Fernandez-Sanchez et. al. (2015)	Ryan et. al. (2019)
análise			X	X	X
comunicação	X		X		X
liderança	X	X	X		X
trabalho em equipe		X	X	X	
adaptação (flexibilidade)		X		X	
resolução de problemas	X	X	X	X	X
organização e planejamento	X				

Além das competências-chave, para o perfil do engenheiro civil são fundamentais também as competências técnicas, tais como: visão espacial (HÁ e FANG, 2016); compatibilização dos projetos e informações (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013); e conhecimento de ferramentas de projeto (MARUNIC; GORDANA e GLAZAR, 2013).

Diferentes autores recomendam a aprendizagem baseada em problemas (ABP) no ensino superior para auxiliar o desenvolvimento das competências-chaves e das competências gerais (BELL, 2010; FERNANDEZ-SANCHEZ *et al.*, 2015; BEAGON; NIALI; FHLOINN, 2018).

Silveira *et al.* (2009) e Kolmos (2017) afirmam que a ABP contempla tanto a aquisição de conhecimentos quanto o desenvolvimento de competências gerais e chaves. Silveira *et al.* (2009) ressaltam, porém, que é preciso tempo para aprender. Assim, o aluno só irá adquirir as competências resolvendo vários problemas, iniciando com os mais simples até chegar nos mais complexos.

A formação do engenheiro deve ser contextualizada no seu campo de aplicação, resolvendo problemas. O estudante deve aprender também ciências naturais e tecnologia, capacitando-o para generalizar leis abstratas, a partir dos problemas concretos. Segundo Silveira *et al.* (2009), a ABP forma um profissional com visão estratégica, capaz de pesquisar soluções para atender o mercado, dentro do contexto ambiental e social.

Segundo Halbe, Adamowski e Pahl-Wostl (2015), engenheiros são fundamentalmente solucionadores de problema.

2.4.2. Competências desejáveis para o Docente de Engenharia

No Brasil, tradicionalmente, o conhecimento técnico e a experiência profissional sempre foram os únicos requisitos para a docência no ensino superior (MASETTO, 2003).

Segundo Silva e Cecílio (2007), grande parte dos professores de Engenharia ensinam em função da experiência adquirida do exercício de sua profissão, porém, sem o reconhecimento ou a intencionalidade da dimensão pedagógica. Já outros transmitem a teoria, mas sem conexão com a prática.

A articulação da teoria com a prática exige domínio sobre os procedimentos pedagógicos, o que implica na necessidade da formação pedagógica para os docentes de Engenharia (MASETTO, 2003; SILVA; CECÍLIO, 2007).

É necessário, também, segundo Masetto (2003), que os docentes reconheçam que não são os únicos detentores dos saberes. Corroborando

com Freire (2018), que afirma que o professor deve respeitar os saberes dos alunos e queles construídos na prática comunitária.

O ensino universitário, segundo Pimenta e Anastasiou (2014), caracteriza-se como o processo de busca e de construção científica e crítica do conhecimento e pressupõe do professor:

- a) o domínio de um conjunto de métodos e técnicas científicas;
- b) considerar o processo de ensino-aprendizagem como atividade integrada à investigação;
- c) a condução à progressiva autonomia do aluno na busca de conhecimento;
- d) a valorização da avaliação diagnóstica da atividade;
- e) a busca do conhecimento do universo cognitivo e cultural dos alunos, com a sua utilização como base para o desenvolvimento dos processos de ensino-aprendizagem.

Ensinar, segundo Freire (2018), exige ainda: reflexão crítica sobre a prática; comprometimento, alegria e esperança; disponibilidade para o diálogo, querer bem aos educandos, autoridade, liberdade (de ação) e competência profissional. Ressalta ainda que "*a incompetência profissional desqualifica a autoridade do professor (p.90)*".

Para Silva e Cecílio (2007), o ideal é que professor e aluno aprendam e construam conhecimentos pelo diálogo, pelo exercício da reflexão e pela cooperação. Os referidos autores ressaltam que cabe ao professor de engenharia orientar os processos de formação do profissional e o desenvolvimento do conhecimento e da autonomia, por parte dos alunos, para aprender sempre. Enfim, é preciso que o docente tenha condições e ferramentas (laboratórios, equipamentos e dispositivos) necessários para

auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, elaborando e/ou simulando situações do ambiente de trabalho futuro.

2.5. Metodologias Ativas para Ensino-Aprendizagem e a Abordagem Baseada em Problemas

"... o ensino não pode ser reduzido a estratégias ou fórmulas e as abordagens de ensino-aprendizado ativas não são a cura para todos os problemas educacionais" (PRINCE, 2004, p. 229)

Para Prince (2004) os docentes de engenharia devem conhecer as diferentes estratégias de ensino-aprendizado, o referido autor ressalta que a literatura fornece amplas evidências dos benefícios das metodologias ativas.

Com o objetivo de identificar as principais metodologias ativas que vêm sendo estudadas no processo de ensino-aprendizagem de Engenharia Civil, foi realizado um mapeamento sistemático (atualizado em outubro de 2019) dos artigos de periódicos publicados em inglês, indexados em três bases de dados internacionais (*Web of Science, Scopus e Engineering Village*), utilizando a expressão de busca expressão de busca: <**"civil engineering" AND "strategies" AND (teaching OR learning)**>.

Excluindo-se as repetições, foram encontrados 106 artigos de periódicos nas 3 bases consultadas.

Foram considerados aderentes apenas os estudos que abordam os cursos de graduação de Engenharia Civil; portanto, foram excluídos os documentos que abordam treinamento corporativo; inteligência artificial; entre outros, resultando em 71 artigos.

A partir disso, os documentos selecionados foram classificados em categorias, resultando nos quantitativos apresentados no Quadro 2.4, cuja distribuição cronológica é apresentada na Figura 2.2.

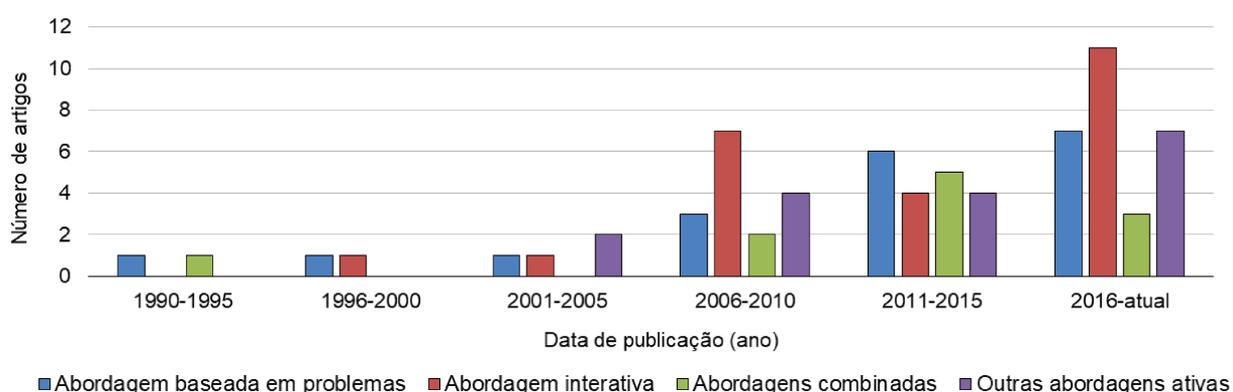
Quadro 2.4: Metodologias ativas consideradas para a classificação dos 71 artigos selecionados que abordam o ensino de Engenharia Civil.

Categoria e número de artigos	Artigos que contemplam ...	Número de artigos* Fonte
Abordagem baseada em problemas - ABP (19)	... o uso de situações reais para estimular o desenvolvimento de pensamento crítico, as habilidades de solucionar problemas e aquisição dos fundamentos dos conhecimentos técnicos da área estudada (STEINEMANN, 2003; RIBEIRO e MIZUKAMI, 2005)	Roy (1989); Mahendran (1995); Quinn e Albano (2008); Friedman et al (2010); Gavin (2010); Arumala (2011); Zheng <i>et. al.</i> (2011); Barroso e Morgan (2012); Fini e Mellat-Parast (2012); Da Silva, Kuri e Casale (2012); Oliveira e Oliveira (2014); Elzomor et al (2018); Estévez, García-Marín e Ayuso-Muñoz (2018); Greetham e Ippolito (2018); Montoya-Vallecilla (2018); Vemury e Thorpe (2018); MacLeod M.(2019).
Abordagem interativa (24)	... abordagens que incorporam redes sociais e/ou computação nas estratégias de Ensino.	Riley e Pace (1996);Nicol e MacLeod (2005); Gribble, Mawdesley e Al-Jibouri (2006); von Lentzke, Peldschus e Seeling (2006);Leung, Wang e Chan (2007); Zigic, Lemckert e Charles (2007); Liao, Liu e Levinson (2009); Martin-Gutiérrez <i>et. al.</i> (2009); Rempel et al (2009);Zhu, Xie e Feng (2011); Perdomo e Pando (2014); Soetanto <i>et al</i> (2014); Sampaio e Alcínia (2015); Babály (2016); Bozoglu (2016); Há e Fang (2016);Navaee e Kang (2016); Torres (2016); Zhou e Wang (2016); Briosso, Murguia e Sanchez (2017); Zhang (2017); Diao e Shih (2019); Gamage <i>et. al.</i> (2019);García-Macías <i>et. al.</i> (2019)

Quadro 2.4: Metodologias ativas consideradas para a classificação dos 71 artigos selecionados que abordam o ensino de Engenharia Civil (continuação).

Categoria e número de artigos	Artigos que contemplam ...	Número de artigos* Fonte
Abordagens combinadas (11)	... a combinação de duas ou mais abordagens ativas.	Sanders (1995); Hubbard e Hubbard (2009); Mismail, Puteh e Mohamed (2009); Sáiz et. al. (2012); Fenner, Cruickshank e Ainger (2014); Guillermo et. al. (2014); Gassman, Maher e Timmerman (2015); Win e Wynn (2015); Ahn (2016); Salmisto, Postareff e Nokelainen (2017); Sanal (2018)
Outras abordagens ativas (17)	... a abordagem centrada nos alunos, os quais são participantes ativos de seu próprio processo de ensino-aprendizado (PRINCE, 2004; DAMNJANOVIC et al, 2013; BOGGS et al, 2004), com exceção da ABP.	Hampton e Morrow (2003); Miller, Haupt e Chileshe (2005); Mansilla e Riejos (2007); Sinha, Thomas e Kulka (2007); Short (2008); Saiğlam (2010); Arco-Tirado, Fernández-Martín e Fernández-Balboa (2011); Dai, Huang e Lin (2012); Mantecón, Gómez e Rodellar (2012); Kontrova (2014); Sengupta et. al. (2017); Yusof et. al. (2017); Zheng et. al. (2017); Dai, Lv e Hou (2018); Castellanos, Guzman e Ruiz (2019); Khabiri e Bahabadi (2019); Pinho-Lopes, Macedo e Bonito (2019)

Figura 2.2: Distribuição cronológica dos 71 artigos selecionados que abordam o ensino de Engenharia Civil.



Da análise da Figura 2.2, verifica-se o crescimento do número de estudos com o uso da abordagem interativa no processo de ensino-aprendizagem nos últimos anos. Contudo, segundo Zheng, Chen e Lu (2019), são poucos os estudos que abordam a eficácia do uso dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizado dos alunos e qual a sua influência na interação entre professor e alunos.

Considerando-se os artigos incluídos na categoria abordagens combinadas, estudos que abordam a ABP totalizam 30% do total levantado nas bases internacionais.

A abordagem baseada em problemas (ABP) se caracteriza pelo uso de situações-problema para estimular o desenvolvimento de pensamento crítico, das habilidades para solucionar problemas e da aquisição dos fundamentos dos conteúdos técnicos da área estudada (STEINEMANN, 2003; RIBEIRO; MIZUKAMI, 2005).

A ABP foi utilizada pela primeira vez no final da década de 1960, no lançamento do curso de Medicina da Universidade McMaster, Canadá, o qual possuía o currículo estruturado com esta abordagem (DU; DE GRAAFF; KOLMOS, 2009).

Segundo Kolmos (1996), o primeiro curso de Engenharia com um currículo estruturado com a ABP foi inaugurado em 1974, na Universidade de Aalborg, Dinamarca.

Ainda na década de 1970, conforme Heitmann (1996), outras universidades europeias aplicaram a ABP em cursos de engenharia, quais sejam: Roskilde (Dinamarca); Bremen, TU Berlim, Dortmund e Oldenburg (Alemanha); e Delft e Wageningen (Holanda).

No início da década de 1980, a Universidade de McMaster (Canadá) inaugurou o curso de Engenharia Química com o currículo estruturado em ABP (WOODS *et al.*, 1997); e na década de 1990 a ABP foi introduzida nos cursos de engenharia da Austrália, nas universidades de Queensland e de Monash (MILLS; TREAGUST, 2003).

Segundo Silveira *et al.* (2009), no Brasil, as primeiras aplicações da ABP foram em disciplinas da Engenharia Industrial e da Engenharia Elétrica da PUC-RJ, em meados da década de 1990. Desde então, a ABP é aplicada em disciplinas da Engenharia em diferentes instituições de ensino superior. O primeiro curso completamente organizado com base na ABP foi o de Engenharia de Computação, da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), que teve início em 2003.

As etapas da implantação da ABP variam de acordo com o autor pesquisado na literatura (Quadro 2.5). Contudo, é consenso que a ABP possui as seguintes características: apresentação de situações-problema como ferramenta de aprendizado em pequenos grupos de alunos, autodirigida e sob a orientação de tutor (DOCHY *et al.*, 2003; PRINCE; FELDER, 2006; FRIEDMAN *et al.*, 2010; AHER, 2010). O tutor atua como um facilitador no processo de ensino-aprendizagem e não como fonte do conhecimento (LING; NG; LEUNG, 2011; DE JUSTO; DELAGADO, 2015).

Quadro 2.5: Etapas para a aplicação da ABP segundo diferentes autores.

	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	Maastrich (2017)	Prince e Felder (2006)	Dochy et al. (2003)	Friedman et al. (2010)	Aher (2010)
1	Preparação pré-aula dos alunos	X				
2	Apresentação do problema	X	X	X	X	X
3	Identificação e discussão do problema pelo grupo de alunos	X	X			X
4	Planejamento das necessidades de aprendizado	X	X			X
	Planejamento do desenvolvimento da solução		X	X	X	X
5	Aprendizado auto-dirigido individual	X				
	Aprendizado auto-dirigido em grupo	X	X	X	X	X
6	Palestras, tutoriais, seções de perguntas e respostas, etc		X			X
7	Apresentação dos resultados pelos alunos	X	X	X	X	X
8	Discussão com a classe dos resultados		X			

Moesby (2016) classifica a implantação da ABP em três níveis e recomenda a implantação gradual desses níveis nas instituições de ensino superior.

No primeiro nível, denominado de **individual**, a ABP é aplicada em disciplinas isoladas dentro de um currículo tradicional. O projeto (ou situação-problema) utiliza a teoria ensinada na disciplina e se limita aos conteúdos da mesma.

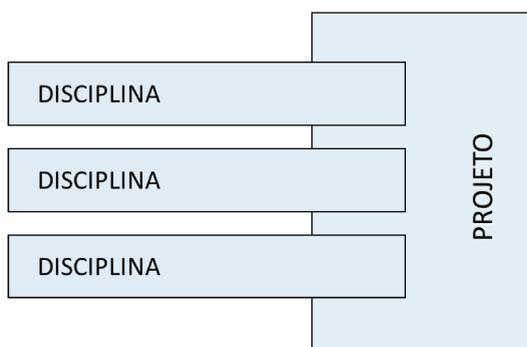
Moesby (2016) e Kolmos (2017) ressaltam que nesse nível de implantação o tempo para a execução das atividades é muito curto, o que dificulta o desenvolvimento das competências; o ganho na competência e a

mudança de atitude dos alunos só são possíveis e percebidos em disciplinas subsequentes.

Os referidos autores também alertam que a adoção desse modelo por mais de um professor simultaneamente pode acarretar uma sobrecarga de trabalho para os alunos.

Para a implantação do segundo nível, denominado de **sistema ou grupo** (Figura 2.3), é necessária a colaboração entre professores de diversas disciplinas. Define-se um projeto comum para as disciplinas e estuda-se como avaliar o processo como um todo. Para tanto, o currículo deve estar organizado em matérias, ou temas, gerais, que normalmente abrangem um semestre (MOESBY, 2016).

Figura 2.3: Aplicação da ABP do nível sistema ou grupo: as disciplinas se relacionam em função do projeto



Fonte: Moesby (2016) e Kolmos (2017)

Finalmente, no terceiro nível, denominado por Moesby (2106) de **taxonomia** (Figura 2.4), a mudança é institucional, alterando a abordagem de ensino e administração; o aprendizado é contextual e baseia-se na experiência, e os projetos são multidisciplinares. Segundo o referido autor, esse nível requer um alto grau de democratização, com a participação ativa dos alunos, que devem participar tanto das reuniões de planejamento quanto

posteriormente, no processo de implantação. Outros pontos mencionados pelo autor são a necessidade de mudança nos métodos de avaliação da organização e de vários anos para que o mesmo seja alcançado em uma instituição.

Figura 2.4: Exemplo de aplicação da ABP do nível taxonomia: currículo para formação de topógrafo - Universidade de Aalborg



Fonte: Enemark e Kjaersdam (2016)

O primeiro e o segundo semestres do currículo contemplam matérias de fundamentos científicos (matemática, informática etc) e outras mais genéricas para preparar os alunos para a aplicação da ABP. Do terceiro ao sexto semestres do currículo contemplam as principais áreas da topografia.

Cada semestre é dividido em aulas, concentradas no período inicial, e projeto realizado na parte final (Figura 2.5). Os conteúdos contemplados do sétimo ao nono semestres do currículo possibilitam ao aluno se especializar e, finalmente, no décimo semestre, o aluno deve elaborar o trabalho de conclusão de curso.

Figura 2.5: Distribuição de aulas e do projeto durante um semestre



Fonte: Adaptado de Enemark e Kjaersdam (2016)

As primeiras pesquisas sobre a aplicação da ABP na engenharia, as quais datam da década de 1970, focavam na conceituação e descrição dos problemas abordados (ou projetos). Estas pesquisas foram responsáveis pelo desenvolvimento e compreensão da ABP, bem como auxiliaram no processo de mudança de paradigma (DU; DE GRAAFF; KOLMOS, 2009).

Segundo os referidos autores, nas décadas de 1980 e 1990 cresceu o número de pesquisas sobre o ABP, cujos enfoques principais foram: princípios de aprendizagem; estrutura dos currículos; habilidades e competências adquiridas; processos de aprendizagem e motivação dos alunos; dificuldades de implantação e barreiras institucionais. As pesquisas, que originalmente eram conceituais e descritivas, passaram a ser empíricas, com avaliações dos resultados quantitativas e/ou qualitativas.

A partir de 2000, aumentou o número de aplicações de ABP em disciplinas (nível individual) desenvolvidas dentro de estruturas curriculares já existentes. Vale destacar que implementar estratégias pedagógicas diferenciadas, usualmente, é mais fácil em disciplinas isoladas do que no currículo como um todo (KOLMOS, 2017).

Embora existam pesquisas sobre a aplicação da ABP na engenharia deste a década de 1970, ainda é pequena a parcela de estudos sobre este tema na Engenharia Civil (REIS; BARBALHO; ZANETTE, 2017).

Independentemente do nível de aplicação (individual, sistema ou taxonomia), há relatos na literatura de que a ABP apresenta vários resultados positivos, destacando-se:

- o desenvolvimento de competências-chaves, tais como comunicação (EDWARD, 2004; BECERIK-GERBER; KU; JAZIZADEH, 2012); trabalho em equipe (BELL; GALILEA; TOLOUEI, 2010; MGANGIRA, 2003); e resolução de problemas (RANGEL *et. al.*, 2016); e
- o aumento da motivação e a maior facilidade para aprendizado dos alunos (GAVIN, 2011; LÓPEZ-QUEROL *et. al.*, 2015; ODEH; MCKENNA; ABU-MULAWEH, 2017; EDWARD; 2004; CHAU, 2005; RAHMAT; AZIZ, 2012; LÓPEZ-QUEROL *et al.*, 2015; RANGEL *et al.*, 2016).

Também há relatos na literatura de um melhor desempenho acadêmico nos alunos que cursaram disciplinas com a aplicação de ABP, quando comparados a alunos que cursaram disciplinas com outras estratégias de ensino-aprendizado (RAHMAT; AZIZ; 2012; EL-ADAWAY; PIERRAKOS; TRUAX, 2015; RANGEL *et. al.*, 2016; BOGGS *et. al.*, 2004).

Embora considerada bem-sucedida pela maioria dos autores dos artigos levantados, independentemente do nível de aplicação, foi também relatado que a ABP exige:

- maior disponibilidade de tempo dos tutores e professores (EDWARD, 2004; CHINOWSKY *et al.*, 2006; QUINN; ALBANO, 2008; HAYDEN *et al.*,

2010; GAVIN, 2011; LONČAR-VICKOVIĆ *et al.*, 2012; BECERIK-GERBER, KU; JAZIZADEH, 2012; FERNANDES; FLORES; LIMA, 2012);

- maior dedicação (em tempo) dos alunos para a realização das atividades (BOGGS *et al.*, 2004; EDWARD, 2004; CHINOWSKY *et al.*, 2006; GAVIN, 2011; BECERIK-GERBER; KU; JAZIZADEH, 2012);
- a necessidade de maior interação entre tutores e professores (CHINOWSKY *et al.*, 2006; LONČAR-VICKOVIĆ; DOLAČEK-ALDUK e STOBER, 2008);
- a necessidade de melhorar os materiais didáticos de apoio ao curso (FERNANDEZ *et al.*, 2010).

Especificamente no caso da implantação da ABP na estrutura curricular (taxonomia), Moesby (2016) relata a resistência dos setores administrativos da universidade, principalmente porque a implantação de um currículo estruturado pela ABP pressupõe novo um sistema de avaliação transdisciplinar, substituindo o sistema convencional de avaliação por disciplinas.

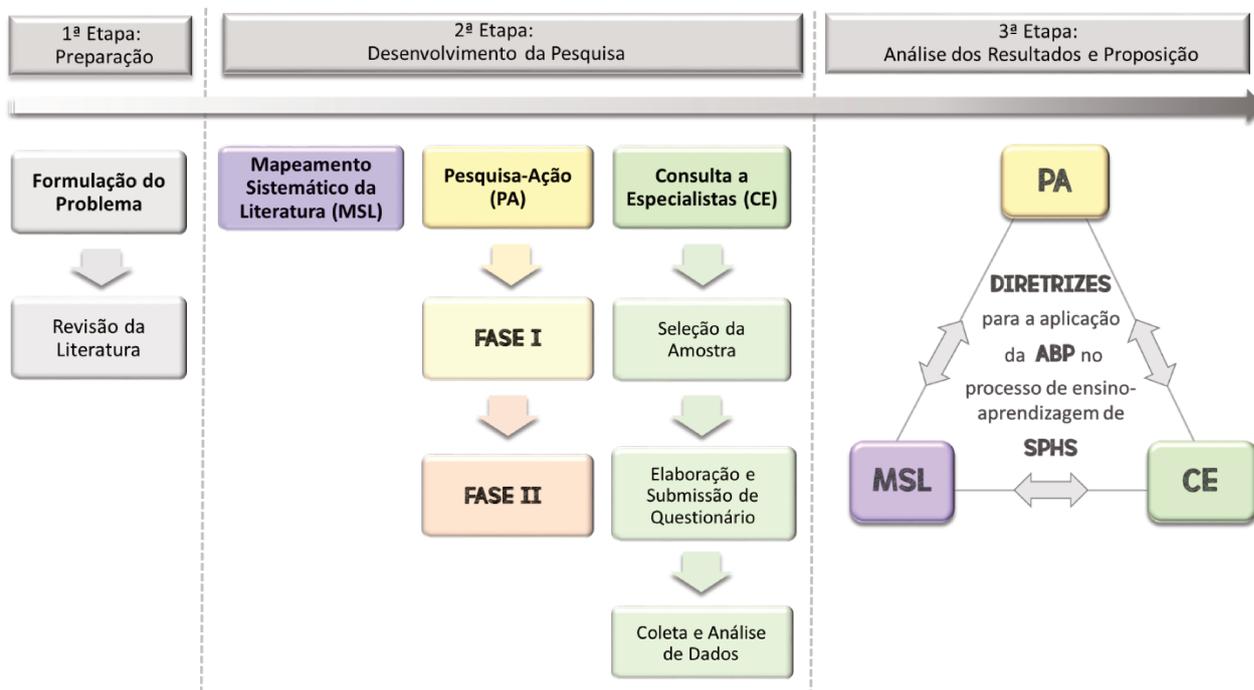
Para Moesby (2016), o maior desafio para a implantação da ABP em uma instituição é conseguir que os professores aceitem a ideia.

3. MÉTODO

A Figura 3.1 apresenta o delineamento adotado no presente estudo, o qual contempla o desenvolvimento das atividades em três etapas. O detalhamento das etapas 1 e 2 é apresentado na sequência.

Na etapa 3, optou-se pela triangulação dos resultados obtidos na etapa 2, estratégia recomendada por Elliot(2001), Thompson e Perry (2004), e Mello (2012) para a validação de resultados quando os dados coletados são predominantemente qualitativos, que é o caso do presente estudo.

Figura 3.1: Delineamento da pesquisa



ABP – Abordagem Baseada em Problemas; SPHS – Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

3.1. Preparação

Para iniciar o presente estudo, foi formulada a seguinte questão: "Qual abordagem ativa que possibilita simultaneamente a aquisição dos conteúdos teóricos e o desenvolvimento de competências chaves pode ser aplicada em disciplinas isoladas dentro de um currículo convencional?"

Buscou-se responder a esta questão por meio de pesquisa da literatura, cujos resultados foram apresentados no Capítulo 2.

Vale ressaltar que a revisão da literatura continuou sendo desenvolvida durante todo o período de realização desse estudo com o objetivo de proporcionar o embasamento teórico.

3.2. Desenvolvimento da Pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa propriamente dita contemplou três fases: mapeamento sistemático da literatura (MSL); pesquisa-ação (PA) e consulta a especialistas (CE).

O MSL teve como objetivo levantar subsídios para a o planejamento e implantação dos ciclos da pesquisa-ação (PA). Foram levantadas as principais dinâmicas de aplicação da ABP no nível individual, bem como as principais formas de avaliação dos resultados dessas aplicações. O detalhamento dessa fase é apresentado no item 3.2.1.

O detalhamento da PA, realizada em duas fases que contemplaram o desenvolvimento de vários ciclos, é apresentado no item 3.2.2. Cada uma das fases contemplou duas disciplinas, oferecidas em semestres subsequentes, que abordam o projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) no

curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp (FEC-Unicamp).

Por fim, de modo a contemplar realidades diferentes daquela considerada na PA, foi realizada uma consulta a especialistas (CE), aqui caracterizados por docentes que atuam (ou atuaram) simultaneamente em pesquisa e ensino-aprendizagem dos projetos dos SPHS em outras instituições de ensino superior brasileiras (IESB). As atividades que desenvolvidas na CE são detalhadas no item 3.2.3.

3.2.1. Revisão Sistemática da Literatura

Para o mapeamento sistemático da literatura, foram desenvolvidas as seguintes atividades (DRESCH; LACERDA; ANTUNES Jr, 2015; SENRA; LORENÇO, 2016):

- a) definição de questões de pesquisa, expressão de busca, eleição das bases de dados e dos critérios de inclusão dos artigos a serem estudados;
- b) leitura dos títulos e resumos dos artigos selecionados e, posteriormente, leitura completa dos artigos relevantes à temática da pesquisa;
- c) busca adicional a partir da lista de referências dos documentos selecionados (*Backward Reference Searching*, conforme Levy e Ellis, 2006); e
- d) categorização, avaliação e síntese dos dados.

Foram selecionadas três bases de dados internacionais: *Web of Science*, *Scopus* e *Engineering Village* e a busca foi restrita aos artigos de periódicos

publicados na língua inglesa. A busca inicial foi realizada entre dezembro de 2017 a janeiro de 2019, sendo depois atualizada em outubro de 2019.

As questões que nortearam a busca, considerando-se a aplicação da abordagem baseada em problemas (ABP) em disciplinas de Engenharia Civil, foram:

- a) quais os principais temas ou questões de pesquisa contemplados?
- b) como tem sido feita a avaliação dos resultados obtidos e quais são os principais resultados obtidos?
- c) existem evidências de melhoria no desempenho dos alunos?

A busca foi realizada a partir da seguinte expressão: **[("project-based" OR "problem-based" OR "project-oriented" OR "problem-oriented") AND (learning OR approach OR course OR student)] OR ("based learning" OR PBL OR POBL OR "project-led education" OR "PLE") AND (civil engineer*)**.

Foram considerados aderentes os artigos que abordam o ensino de graduação e que tratam da aplicação da ABP de forma exclusiva ou combinada com outras metodologias de aprendizagem.

Assim, foram descartados os artigos que abordam o ensino de pós-graduação, o treinamento de trabalhadores e/ou profissionais da construção civil, inteligência artificial, entre outros.

Após a seleção final dos artigos, foi realizada a *Backward Reference Searching*, utilizando-se os mesmos critérios estabelecidos para a busca primária.

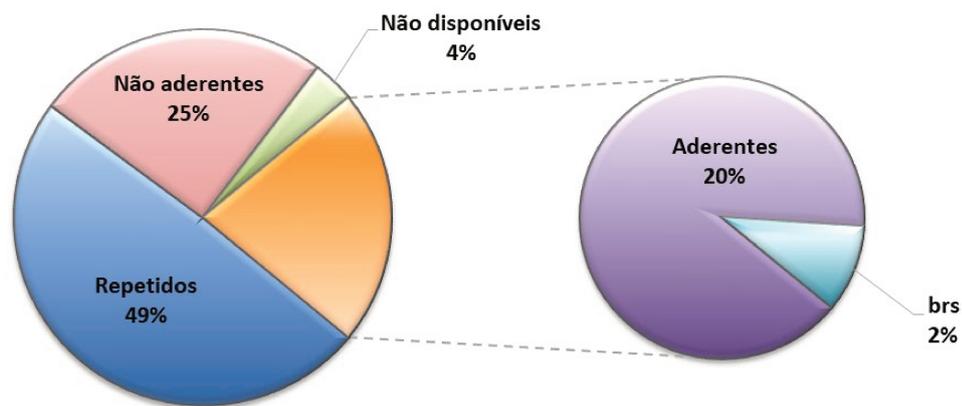
A Tabela 3.1 apresenta os números de artigos selecionados nas três bases de dados selecionadas.

Tabela 3.1: Número de artigos de periódicos publicados em língua inglesa selecionados nas três bases de dados selecionadas.

BASE DE DADOS	NÚMEROS DE ARTIGOS
ENGINEERING VILLAGE	114
WEB OF SCIENCE	115
SCOPUS	150
TOTAL	379
TOTAL (EXCLUÍDAS AS REPETIÇÕES)	201

A partir dos 201 artigos selecionados, 118 documentos foram considerados não aderentes ao tema de pesquisa e, portanto, descartados, restando 81 artigos. Nove artigos foram acrescentados a partir da *Backward Reference Searching*. Assim, 90 artigos de periódicos foram selecionados para as análises subsequentes (Figura 3.2).

Figura 3.2: Seleção dos artigos de periódicos publicados na língua inglesa.



brs - backward reference searching

Um segundo critério de exclusão de artigos foi o nível de aplicação da ABP, conforme o Quadro 3.1. Para tanto, foram consideradas as seguintes definições (ANASTASIOU; ALVES, 2004):

- transdisciplinaridade: integração total do currículo; superação da fragmentação disciplinar e proposição da articulação dos conteúdos curriculares por meio de projetos, problemas, pesquisa ou outras atividades; e
- interdisciplinaridade: interação de duas ou mais disciplinas.

Quadro 3.1: Níveis de aplicação da ABP considerados na seleção dos artigos das bases internacionais.

Nível de aplicação	Artigos que contemplam a aplicação de ABP...
Taxonomia	... na filosofia e estrutura curricular; possui natureza transdisciplinar.
Sistema	... não ligada diretamente a uma disciplina acadêmica; possui natureza interdisciplinar.
Individual	... em uma disciplina, limitando-se, pois, aos conteúdos da mesma.

Fonte: a autora

A partir disso, tendo em vista o escopo do presente trabalho, apenas os documentos classificados dentro do **nível de aplicação individual** foram selecionados para as análises.

No sentido de identificar pesquisas desenvolvidas no Brasil, o mapeamento sistemático realizado nas bases internacionais foi complementado por um levantamento de artigos publicados em periódicos de associações científicas nacionais voltadas para a Engenharia Civil, quais sejam:

- a) Revista Ambiente Construído, da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído;
- b) Revista Brasileira de Recursos Hídricos, da Associação Brasileira de Recursos Hídricos;

- c) Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental;
- d) Revista Geotécnica, da Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica;
- e) Revista Transportes, da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes;
- f) Revista de Ensino de Engenharia, da Associação Brasileira de Educação em Engenharia.

Tendo em vista as limitações dos bancos de dados dos periódicos citados, foram utilizadas as seguintes palavras-chave para a busca, isoladamente: ensino; educação; aprendizado; aprendizagem; “aprendizagem baseada em problemas”; ABP e PBL. O levantamento dos periódicos nacionais foi efetuado inicialmente entre dezembro de 2017 a janeiro de 2019, sendo depois atualizado em outubro de 2019.

Foram encontrados apenas 4 artigos nos periódicos nacionais, todos dentro do nível de aplicação individual.

Os artigos que abordam aplicações da ABP em nível individual, selecionados nas bases internacionais, e os artigos levantados nos periódicos das associações científicas nacionais foram classificados para as análises em função:

- a) das áreas do conhecimento dentro da Engenharia Civil, de acordo com CAPES (2017) e listadas no Apêndice A;
- b) do tema central/questão de pesquisa, conforme o Quadro 3.2; e
- c) das estratégias utilizadas, conforme o Quadro 3.3.

Quadro 3.2: Tema central ou questão de pesquisa utilizados para a classificação dos artigos.

Tema Central	Artigos que abordam...
Conteúdo	... a sugestão de estrutura curricular ou descrição detalhada das atividades propostas. Avaliam os resultados obtidos (principalmente) pela percepção do autor.
Habilidades e competências	... o desenvolvimento e/ou aquisição de competências e habilidades. Avaliam os resultados obtidos (principalmente) pela análise qualitativa e/ou quantitativa da percepção discente
Processos de ensino-aprendizagem e motivação	... a aprendizagem mais fácil, aumento da motivação, aumento de desempenho. Avaliam os resultados obtidos (principalmente) pela análise qualitativa e/ou quantitativa da percepção discente, e/ou avaliação do desempenho discente.

Fonte: a autora

Quadro 3.3: Estratégias de aplicação da ABP utilizados para a classificação dos artigos.

	A dinâmica de aplicação da ABP contempla ...
Situação-Problema	... i) apresentação de um problema; ii) orientação dos estudantes na análise dos dados e no levantamento de hipóteses; iii) comparação das soluções; iv) verificação da existência de princípios que possam se tornar norteadores em situações similares (ANASTASIOU; ALVES, 2004)
Projeto	... i) apresentação e/ou levantamento da necessidade dos usuários; ii) concepção do produto; iii) estudo de viabilidade técnica e/ou financeira; iv) desenvolvimento do projeto; v) planejamento da construção isoladamente ou construção e teste.

Fonte: a autora

3.2.2. Pesquisa-Ação

A pesquisa-ação (PA) pode ser definida como a produção de conhecimento guiada pela prática, com a modificação de uma dada realidade como parte do processo de pesquisa. Para diferentes autores

(ELLIOT, 2001; COHEN; MANION; MORRISON, 2003; TRIPP, 2005; DIONNE, 2007; CASE; LIGHT, 2011), a PA trabalha, de forma sistemática e contínua, em um ciclo composto por quatro etapas:

- **Planejar** a melhoria;
- **Desenvolver** um plano de ação;
- **Implantar e monitorar** o plano de ação; e
- **Avaliar** os resultados **e revisar** o plano de ação para a próxima implantação.

Os ciclos da PA, no presente estudo, foram desenvolvidos em duas disciplinas que abordam o projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, no curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp (FEC-Unicamp), aqui denominadas de DISC1 (disciplina 1) e DISC2 (disciplina 2) e cuja caracterização é apresentada no Quadro 3.4.

As duas disciplinas são oferecidas em semestres subsequentes. A DISC1 faz parte do currículo pleno e a DISC2 consta da ênfase em Gestão do Projeto e da Construção do curso de Engenharia Civil (EC) da FEC-Unicamp. Assim, nem todos os alunos do curso de EC cursam a DISC2, apenas aqueles que optam pela referida ênfase.

Quadro 3.4: Caracterização das disciplinas investigadas na Pesquisa-ação (PA).

	DISC1	DISC2
Sigla e nome	CV702 Sistemas Prediais, Hidráulico- sanitários e de gás I	CV 900 – Sistemas Prediais, Hidráulico- sanitários e de gás II
Carga horária semanal	3 horas presenciais	2 horas presenciais
Pré-requisitos	CV201 - Desenho assistido por computador CV531 - Engenharia hidráulica *CV632 - Hidrologia básica	CV702 - Sistemas Prediais, Hidráulico-sanitários e de gás I
Ementa	Sistemas prediais de água fria, quente, combate a incêndio com hidrantes e extintores, esgoto sanitário, água pluvial e gás combustível: conceituação, critérios de projeto e normalização. Conservação de água em edifícios: conceitos fundamentais.	Sistemas de detecção e alarme, de combate a incêndios com chuveiros automáticos: conceituação geral, critérios de projeto e normalização. Conservação de água nos edifícios: aplicações.

* pré-requisito parcial – as disciplinas podem ser cursadas em paralelo.

Fonte: DAC (2019)

A PA foi desenvolvida em dois semestres de oferecimento de cada uma das disciplinas investigadas, aqui identificados por SEM1 (semestre 1) e SEM2 (semestre 2), a partir da realização das etapas apresentadas na Figura 3.3 e ficou restrita às estratégias empregadas para o desenvolvimento do conteúdo teórico.

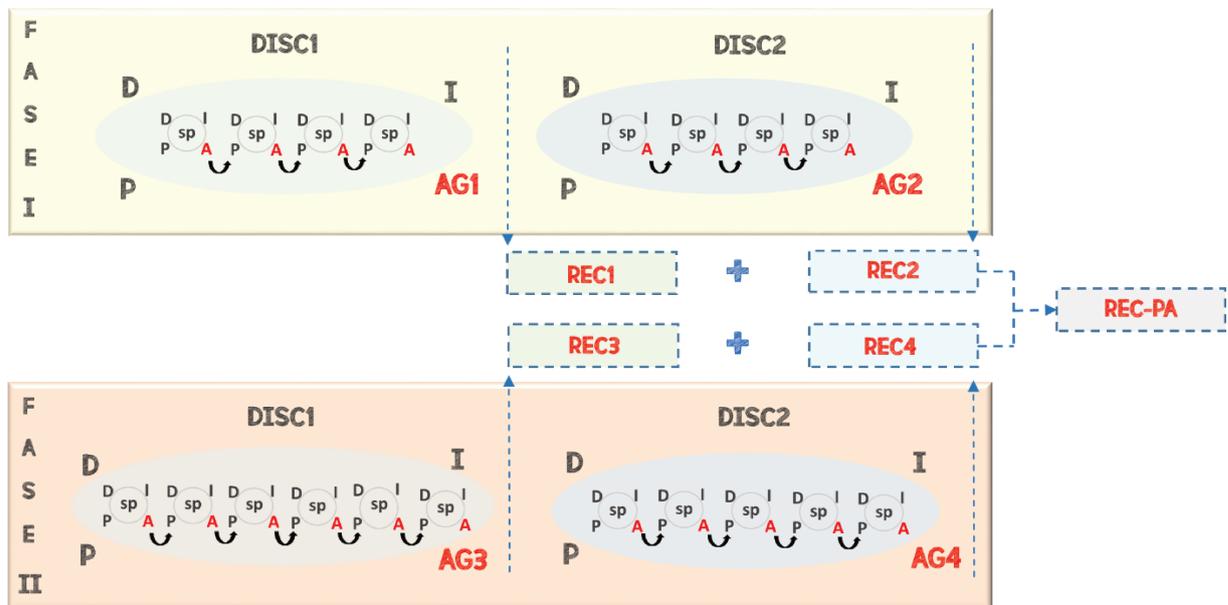
A partir da revisão inicial da literatura, em que a abordagem baseada em problemas (ABP) assume destaque nas estratégias empregadas para o ensino-aprendizagem na Engenharia Civil, optou-se pela sua implementação nesse estudo e, dentro da ABP, foram empregadas, mais especificamente, as situações-problema (sp).

Vale destacar que as sp foram propostas apenas para o desenvolvimento do conteúdo teórico.

A DISC1 já contemplava o desenvolvimento parcial de um projeto dos sistemas prediais de água fria, quente, esgoto sanitário e água pluvial, o qual foi mantido nos semestres desse estudo. Segundo Bittencourt (2003), os projetos no ensino de Engenharia desenvolvem a capacidade de análise e síntese, bem como auxiliam na aquisição de habilidades não técnicas (resolução de problemas, trabalho em equipe entre outras).

A DISC2, por sua vez, já contemplava o desenvolvimento de sp; portanto, para o presente estudo, foram procedidas modificações tendo em vista a melhoria da técnica já empregada.

Figura 3.3: Etapas da pesquisa-ação (PA) desenvolvida.



P – Planejamento; D – Desenvolvimento; I – Implementação; A – Avaliação; sp – situação-problema; AG – Avaliação Global; REC – Recomendações; PA – Pesquisa-ação.

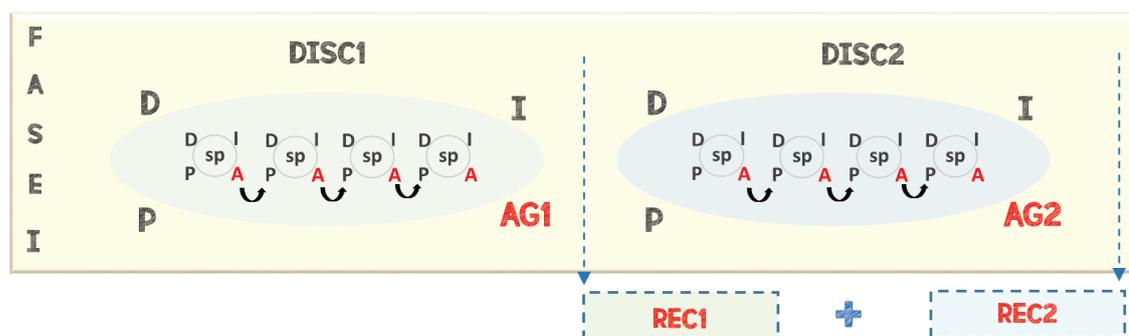
Ressalta-se que os aprendizados adquiridos nos ciclos da PA realizados na FASE I serviram como base para o planejamento das atividades na FASE II, independentemente da disciplina considerada, ou seja, o aprendizado

adquirido na PA realizada na DISC2 também serviu como base para o planejamento das atividades na DISC1 e vice-versa, considerando-se os dois anos da investigação.

3.2.2.1. FASE I

Conforme apresentado na Figura 3.4, a Fase I contemplou um oferecimento de cada uma das disciplinas investigadas (DISC1 e DISC2).

Figura 3.4: Etapas da Fase I da pesquisa-ação (PA).



P – Planejamento; D – Desenvolvimento; I – Implementação; A – Avaliação; sp – situação-problema; AG – Avaliação Global; REC – Recomendações; PA – Pesquisa-ação.

A DISC1 conta com 3 horas-aula presenciais e com pelo menos 2 horas de orientação semanais extra-classe, não formalizadas no catálogo do curso. O planejamento dos ciclos da PA no SEM1 da DISC1 teve início com o levantamento, junto ao docente responsável, do programa e das atividades realizadas no último oferecimento da disciplina anteriormente ao presente estudo.

Após o levantamento destas informações, foram realizadas três reuniões para o planejamento das aplicações das situações-problema (sp). Como é possível observar no Quadro 3.5, as reuniões tiveram como principais resultados a definição do calendário de aplicação das sp na DISC1/SEM1, além das premissas e objetivos da situação-problema 1 (sp1).

Quadro 3.5: Participantes e produtos das reuniões de planejamento das aplicações das situações-problema (DISC1/SEM1).

Reunião	Produto	Participantes
1	Seleção dos conteúdos e definição do número de sp	Grupo de Pesquisa (duas pesquisadoras, dentre elas a autora desse trabalho e a professora orientadora)
2	Definição do calendário preliminar das aulas com sp Estabelecimento das premissas e objetivos para a sp1	
3	Definição do calendário definitivo das aulas com sp	Grupo de pesquisa + outro docente da disciplina + auxiliar docente

sp – situação-problema

As premissas e os objetivos das demais sp foram estabelecidos ao longo do SEM1 da DISC1, a partir dos resultados das implantações das sp anteriores de discussões em reuniões entre a autora deste trabalho e a professora orientadora. A partir disso, foram elaborados os enunciados da sp2, da sp3 e da sp4, os quais foram apresentados aos demais envolvidos (outro docente da disciplina e auxiliar) para discussão e análise.

Para o desenvolvimento das sp, foram consideradas as etapas adaptadas de Maastrich University (2017):

- a) Preparação pré-aula pelos alunos;
- b) Apresentação e discussão do enunciado em sala de aula;
- c) Desenvolvimento da solução em sala de aula; e
- d) Entrega de relatórios pelos alunos.

A preparação pré-aula envolveu diferentes atividades, em função do escopo de cada sp a ser desenvolvida, cujo detalhamento é apresentado no capítulo de resultados.

No dia da aula em que a sp seria desenvolvida, cada grupo de alunos (3 integrantes) recebia uma pasta com o enunciado.

Na DISC1 (SEM1), os grupos entregavam um relatório ao final da aula, o qual era posteriormente corrigido pelos docentes, sendo posteriormente comentado, também em sala de aula, os erros mais comuns e as soluções que se destacaram; entre outros aspectos.

A avaliação da aplicação da ABP foi realizada em dois momentos:

- a) Durante e imediatamente após o desenvolvimento de cada sp;
- b) Ao final de cada semestre (ou disciplina) da FASE I – AG1 e AG2.

Conforme apresentado no Quadro 3.6, diferentes técnicas foram empregadas para as referidas avaliações, uma vez que, a combinação de diferentes métodos e estratégias de coleta de dados favorece a credibilidade da PA (THOMPSON; PERRY, 2004; MELLO *et. al.*, 2012).

A observação participante é aquela feita pela pesquisadora, com a anotação de eventuais comentários de alunos, docentes e auxiliares sobre cada sp.

A avaliação do desempenho dos alunos foi efetuada por meio da atribuição de uma nota aos relatórios entregues pelos grupos, dentro de uma escala que totaliza 10 pontos. Os itens que compõem a nota foram estabelecidos no planejamento de cada sp, e contemplam cinco graus de

atendimento: (0,00 referente a não realização; 0,25/0,50/0,75 correspondem à realização com erros e 1,00 corresponde ao item correto/adequado).

Quadro 3.6: Técnicas empregadas nas avaliações da PA.

Avaliação	Técnica de Coleta de dados	Uso recomendado por	Utilizado nos estudos de
Durante e imediatamente após cada sp	Observação participante	Coghlan e Coghlan (2002); Dionne (2007); Cohen, Manion e Morrison (2003); Thiollet (2011)	Bernardes (2001); Gallardo (2007); Cabedo <i>et al.</i> (2018)
	Desempenho dos alunos	Cohen, Manion e Morrison (2003)	Albano (2006); Da Silva, Kuri e Casale (2012); Forcael <i>et al.</i> (2015); Freire <i>et al.</i> (2016)
Global	Entrevista coletiva	Elliot (2001); Cohen, Manion e Morrison (2003); Dionne (2007); Thiollet (2011)	Saurin, Formoso e Guimarães (2002)
	Questionário individual (alunos, docentes e auxiliares docentes)	Elliot (2001); Cohen, Manion e Morrison (2003); Dionne (2007); Thiollet (2011)	De Justo e Delgado (2015); Shekhar e Borrego (2017); McWhirter e Shealy (2018); Sirotiak e Sharma (2019)

Para a análise, foram determinadas as notas mínimas, máximas e médias.

Além disso, de modo a avaliar a dispersão das notas, foi determinado o coeficiente de variação (CV), também denominado de desvio-padrão relativo, o qual apresenta a extensão da variabilidade dos dados em relação à média e é determinado pela relação entre o desvio-padrão e a média (REIS, 2008).

Por sua vez, a avaliação global da DISC1 (**AG1**) foi feita por meio de uma entrevista coletiva e por questionários individuais, aplicados tanto para

os alunos como para os docentes e auxiliares (alunos de pós-graduação em estágio docente).

A entrevista coletiva, realizada no último dia de aula, foi composta por questões não estruturadas; a partir das respostas obtidas, caso necessário, foram propostas questões complementares.

Os questionários individuais (alunos e docentes), em conjunto com o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) são apresentados no Apêndice B. Ressalta-se que tanto o projeto de pesquisa quanto o TCLE foram aprovados pelo Comitê de Ética (CEP) da Universidade Estadual de Campinas.

O questionário individual dos alunos, aplicado no mesmo dia da realização da entrevista coletiva, é composto por questões de escolha única e múltipla, em conjunto com questões dissertativas, assim distribuídas:

- BLOCO 1 – questões 1 e 2 - situação atual do aluno em termos do número de créditos cursados no semestre da pesquisa e opinião geral acerca do curso de Engenharia Civil;
- BLOCO 2 – questões 3 a 6 – opinião sobre as situações-problema desenvolvidas na disciplina e sobre essa metodologia de ensino-aprendizagem;
- BLOCO 3 – questões 7 e 8, ambas dissertativas – pontos positivos e negativos e coleta de sugestões para modificações na disciplina.

Por sua vez, o questionário individual para os docentes e auxiliares é composto por questões de múltipla escolha (questões 1 a 6) que contemplam a avaliação da metodologia e questões dissertativas (questões 7 e 8), voltadas para a coleta de sugestões para possíveis melhorias.

Foi atribuída a escala de Likert (1932) de 1 (não contribuiu/pouco adequado) a 5 pontos (contribuiu muito/ muito adequado) para cada questão de escolha única. Posteriormente, foram determinadas as médias e o desvio padrão dos resultados, bem como a análise de frequência das respostas, conforme proposto por De Justo e Delgado (2015), El-Adaway, Pierrakos e Truax (2015), e Shekhar e Borrego (2017).

As respostas às questões dissertativas foram agrupadas por frequência de ocorrência, conforme Batista e De Campos (2016).

Vale ressaltar que, a fim de não introduzir viés nos resultados do estudo, os alunos foram informados sobre o desenvolvimento da pesquisa somente ao final de cada semestre.

As avaliações das sp e a avaliação global na DISC1 (**AG1**) deram origem às recomendações da primeira parte da FASE I (**REC1**).

De maneira análoga à DISC1, o planejamento dos ciclos da PA no SEM1 da DISC2 teve início com o levantamento, junto ao docente responsável, do programa e das atividades realizadas no último oferecimento da disciplina anteriormente ao presente estudo.

Conforme destacado anteriormente, a DISC2 já contemplava o desenvolvimento de situações-problema (sp). Assim, no presente estudo foi proposta a consideração uma mesma edificação para o desenvolvimento de todas elas (cada grupo com uma edificação diferente).

Além disso, foram excluídas as aulas teóricas que antecederiam as aulas de desenvolvimento das sp, pois, conforme apontado por Purcell *et al.* (2012),

o uso de tecnologias digitais teve como consequência uma geração de jovens com maior dificuldade de concentração por longos períodos e que se distraem facilmente.

As recomendações das avaliações das sp e da avaliação global da DISC1 (**REC1** - ver Figura 3.4) foram também consideradas no planejamento dos ciclos da PA da DISC2.

A partir do estabelecimento das premissas e dos objetivos a serem atingidos, foram definidas as situações-problema para DISC2 no primeiro semestre de oferecimento dentro do estudo.

Na DISC2, a aplicação da ABP foi composta por cinco etapas, adaptadas de Prince e Felder (2006) e Aher (2010):

- a) Apresentação e discussão do enunciado em sala de aula;
- b) Realização de mini palestras sobre o tema, ministradas pelo docente;
- c) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula;
- d) Entrega de relatório pelos grupos no ambiente virtual; e
- e) Apresentação dos resultados pelos grupos e discussão em sala de aula.

De forma análoga à DISC1/SEM1, os enunciados das sp da DISC2/SEM1 foram formulados pela pesquisadora e depois apresentados à docente da disciplina para discussão e análise.

Os enunciados das sp da DISC2/SEM1 foram colocados no ambiente virtual institucional com uma semana de antecedência do dia da aula em que a mesmas seriam desenvolvidas. Os alunos trabalhavam em grupos com

4 integrantes, parcialmente em sala de aula, durante 1 a 4 semanas, dependendo da complexidade da sp.

Durante o desenvolvimento da sp, ao serem detectadas dúvidas comuns por grande parte dos alunos, a docente realizava esclarecimentos, o quais eram feitos de forma coletiva.

Os grupos entregavam o relatório da sp no ambiente virtual institucional, sempre uma semana após a última semana de trabalho em sala de aula. Os relatórios eram posteriormente corrigidos pela docente, pelo auxiliar e pela autora deste trabalho, com o posterior comentário em sala de aula dos erros mais comuns; as soluções que se destacaram; entre outros aspectos.

Assim como na **DISC1/SEM1**, a avaliação dos resultados da aplicação da ABP na **DISC2/SEM1** contemplou diferentes técnicas e momentos:

- a) Durante e imediatamente após o desenvolvimento de cada sp, por meio da observação participante da avaliação do desempenho dos alunos; e
- b) ao final do semestre - avaliação global – **AG2** (ver Figura 3.4).

Os critérios de avaliação e o tratamento dos dados para as análises seguiram os mesmos procedimentos já apresentados para a **DISC1/SEM1**.

As avaliações das sp e a avaliação global na DISC2 (**AG2**) deram origem às recomendações da segunda parte da FASE I (**REC2**), conforme a Figura 3.4.

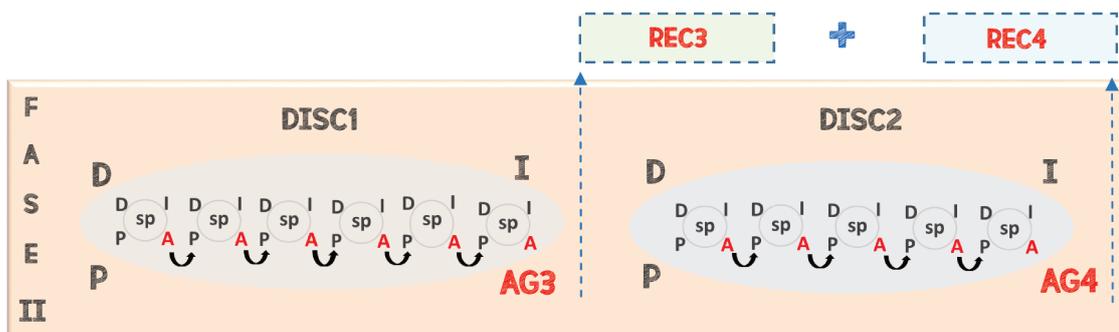
Também de maneira análoga à **DISC1/SEM1**, na **DISC2/SEM1** os alunos foram informados sobre o desenvolvimento do estudo somente ao final do

semestre, dentro do mesmo projeto de pesquisa e TCLE já apresentado no Apêndice B.

3.2.2.2. FASE II

A Figura 3.5 apresenta as etapas da Fase II da pesquisa-ação, que também contemplou o oferecimento das duas disciplinas investigadas (DISC1 e DISC2).

Figura 3.5: Etapas da Fase II da pesquisa-ação (PA).



P – Planejamento; D – Desenvolvimento; I – Implementação; A – Avaliação; sp – situação-problema; AG – Avaliação Global; REC – Recomendações; PA – Pesquisa-ação.

Para o planejamento da DISC1/SEM2, foram consideradas as recomendações da FASE I (**REC1 + REC2**, conforme a Figura 3.4).

As premissas e os objetivos das sp da **DISC1/SEM2**, assim como a programação das aplicações das situações-problema, foram discutidos pela equipe de docentes e a autora deste trabalho, antes do início do semestre letivo.

Na **DISC1/SEM2** foi adotada uma combinação de aulas expositivas e de situações-problema (**sp**). As **sp** contemplaram as seguintes etapas (adaptado de: PRINCE; FELDER, 2006; AHER, 2010):

- a) Apresentação e discussão;

- b) Desenvolvimento da solução; e
- c) Entrega resultados em forma de relatório.

O enunciado de cada sp foi disponibilizado no ambiente virtual institucional no dia em que a mesma seria desenvolvida; os alunos trabalharam em grupos (3 a 4 integrantes) e, após uma ou duas semanas, entregavam um relatório, também no ambiente virtual.

Os relatórios eram posteriormente corrigidos pela equipe docente, sendo que as sugestões de melhorias e as correções necessárias eram colocadas no ambiente virtual institucional, individualmente para cada grupo.

As avaliações e o tratamento dos dados foram efetuados conforme descrito para a FASE I.

Por fim, para o planejamento dos ciclos da PA da **DISC2/SEM2**, foram consideradas as recomendações da FASE I (**REC1 + REC2**), em conjunto com recomendações da **DISC1/SEM2 (REC3)**, conforme a Figura 3.5.

Analogamente à primeira parte da FASE II, as premissas, os objetivos das sp e a programação das aplicações das situações-problemas na **DISC2/SEM2** foram discutidos pela equipe de docentes e a autora deste trabalho, antes do início do semestre letivo. Foi adotada uma combinação de aulas expositivas e de situações-problema, as quais contemplaram as mesmas etapas da **DISC1/SEM2**.

Os enunciados das sp foram colocados no ambiente virtual institucional uma semana antes do dia da aula em que a sp seria desenvolvida em sala de aula, pelo docente. Os alunos trabalharam em grupos com quatro integrantes

em sala de aula, por uma a quatro semanas, dependendo da complexidade da sp. Os grupos entregaram os relatórios das sp no ambiente virtual institucional, os quais eram corrigidos pela equipe docente. De forma análoga à **DISC1/SEM2**, as correções foram colocadas no ambiente virtual institucional, individualmente para cada grupo.

As avaliações e o tratamento dos dados foram efetuados conforme já descrito para a FASE I.

3.2.3. Consulta a especialistas

A consulta a especialistas, aqui representados por docentes que atuam (ou atuaram) em pesquisa e ensino de sistemas prediais hidráulicos e sanitários envolveu as seguintes atividades, cujo detalhamento é apresentado na sequência: seleção da amostra para o envio dos questionários; elaboração e submissão do questionário virtual e coleta de dados e análises.

3.2.3.1. Seleção da amostra para a submissão do questionário

Para a seleção da amostra de especialistas para a aplicação do questionário, o principal critério estabelecido foi a atuação em pesquisa e ensino de SPHS. Para o levantamento dessa informação, foram considerados os autores dos artigos publicados nos dois principais eventos acadêmicos nacionais que contemplam pesquisas em SPHS, ambos promovidos pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC, 1993; ANTAC, 1995; ANTAC; 1998; INFOHAB,2018a; INFOHAB,2018b):

- SISPREDE: Simpósio Nacional de Sistemas Prediais (edições de 1986; 1987; 1988; 1989; 1994; 2005; 2007; 2009 e 2011); e

- ENTAC: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído ANTAC (edições de 1993; 1995; 1998; 2000; 2002; 2004; 2006; 2008; 2010; 2012; 2014 e 2016).

A partir da consulta ao Currículo Lattes (CNPQ, 2018) dos autores levantados foram considerados na amostra aqueles profissionais:

- que atuam ou atuaram como docente na graduação no curso de graduação em engenharia Civil, ainda que atuem simultaneamente em outros cursos; e
- que ministram ou já ministraram disciplina de projeto dos SPHS.

Portanto, não foram considerados na amostra aqueles profissionais que ministram ou ministraram exclusivamente disciplinas, ainda que em SPHS, em outros níveis (técnico, MBA, especialização etc) ou em outros cursos de graduação.

Além disso, foi considerado como desejável que a amostra contemplasse profissionais com:

- atuação em instituições públicas e privadas;
- diferentes tempos de atividade docente, e
- titulação (mestrado e/ou doutorado) obtida com trabalhos voltados para os SPHS.

3.2.3.2. Elaboração e submissão do questionário

O questionário elaborado contém questões de múltipla escolha e de escolha única e está dividido em quatro blocos (Apêndice C):

- BLOCO 1 - Questões 1 a 7 - caracterização do respondente e da instituição da qual faz parte;

- BLOCO 2 - Questões de 8 a 11 - caracterização das disciplinas de ensino de projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) ministradas; e
- BLOCO 3 – Questões 9 a 13 - levantamento da percepção quanto às dificuldades e deficiências dos alunos nas disciplinas de graduação que abordam o projeto dos SPHS;
- BLOCO 4 – Questão 14 - sugestão de estratégias para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem do projeto dos SPHS na graduação

Ressalta-se que tanto o projeto de pesquisa quanto o termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (Apêndice C) foram aprovados pelo comitê de Ética da Universidade Estadual de Campinas.

O questionário foi desenvolvido com a utilização da ferramenta *Google Form* (GOOGLE, 2018), que permite o preenchimento *on-line*. As respostas aos questionários podem ser visualizadas imediatamente após o preenchimento e são salvas e armazenadas individualmente, possibilitando análise posterior.

3.2.3.3. Coleta dos dados e análises

O convite para participação na pesquisa e o TCLE foram enviados por *e-mail* em três ocasiões, tendo em vista atingir um maior índice de respostas.

Para cada questão de escolha única, foi atribuída a escala de Likert (1932) de 1 (não contribuiu/pouco adequado) a 5 pontos (contribuiu muito/muito adequado). Para a análise, foram calculadas as médias e os desvios-padrão das notas atribuídas, assim como a distribuição de frequências, conforme proposto por De Justo e Delgado (2015), El-Adaway, Pierrakos e Truax (2015), e Shekhar e Borrego (2017). Além disso, foi utilizado o teste de

Mann-Whitney (COSTA, 2010), com nível de significância de 5%, para a verificação da existência de diferenças significativas entre as respostas de diferentes subgrupos da amostra.

Para as respostas às questões de múltipla escolha, foi efetuada a análise de frequências.

Para facilitar a visualização das respostas acerca da percepção dos docentes (bloco 3 do questionário), foram elaborados gráficos do tipo "caixa" (*Box-plot*). Este gráfico apresenta:

- o valor máximo, delimitado por uma linha superior;
- o 3º quartil (75% dos valores se encontram abaixo dele), na parte superior da "caixa";
- o 2º quartil (50% dos valores se encontram abaixo dele, que corresponde à mediana), nesse trabalho identificado por um "X";
- o 1º quartil (25% dos valores se encontram abaixo dele), na parte inferior da "caixa" e, por fim,
- o valor mínimo, delimitado por uma linha na parte inferior.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Mapeamento Sistemático da Literatura

4.1.1. Artigos de periódicos indexados nas bases de dados internacionais

No Apêndice D é apresentada a lista dos 90 artigos de periódicos selecionados nas bases de dados internacionais, classificados segundo o nível de aplicação da ABP, conforme caracterização apresentada anteriormente no Quadro 3.1.

Os primeiros trabalhos levantados foram publicados em meados da década de 1990 (Figura 4.1). Verifica-se uma maior incidência de artigos nos anos posteriores à criação do Espaço Europeu de Educação Superior (EEES), em 2010, o que pode ser explicado pela “europeização” do ensino superior, a qual atingiu blocos regionais no exterior, tais como o Mercosul (AZEVEDO, 2014).

A partir de 2001, predominam os níveis de aplicação sistema (interdisciplinar) e individual (dentro de disciplinas) da ABP. As aplicações disciplinares e interdisciplinares podem ser realizadas dentro da estrutura já existente na universidade e não precisam de financiamento externo, o que poderia explicar a predominância de aplicações nesses níveis.

Conforme Du, De Graaff e Kolmos (2009), o uso extensivo da ABP em aplicações disciplinares e interdisciplinares auxiliou a comprovar a efetividade desse tipo de aplicação, contudo, indicam também que a diversidade de

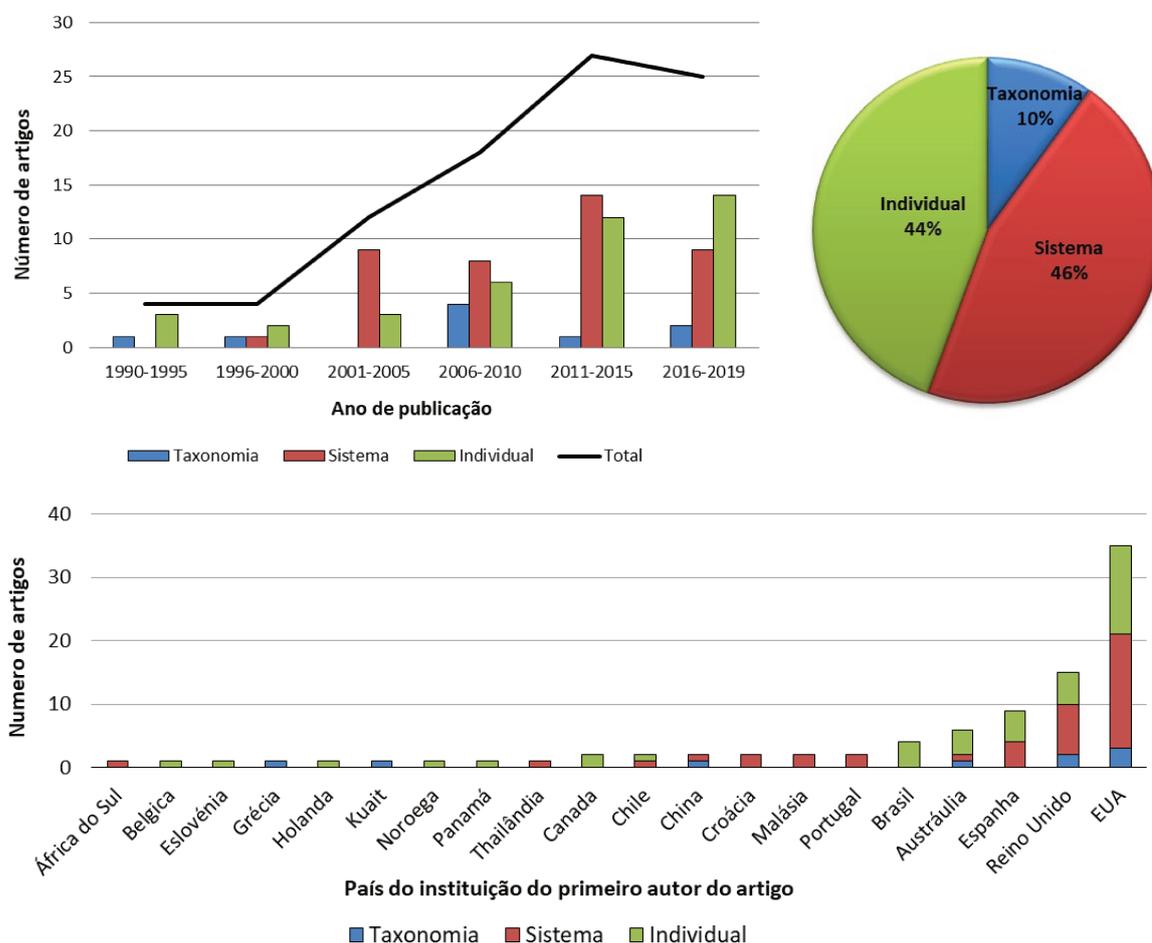
práticas e metodologias de pesquisa utilizadas têm dificultado as análises e síntese dos resultados obtidos.

Tanto os artigos oriundos de instituições dos EUA quanto dos países do EEES apresentam aplicações da ABP nos três níveis considerados no presente trabalho. Este fato pode ser explicado pelo modelo de Universidade adotado por estes países, onde o ensino superior tem como objetivo uma formação geral (inicial), a qual é completada pela formação profissionalizante (com o estudo e/ou aplicações em casos concretos). Nesses modelos, prioriza-se a utilização de metodologias ativas, tais como a ABP (DREZZE; DEBELLE, 1983).

Considerando-se o país da instituição do primeiro autor dos trabalhos levantados, verifica-se que a maior parte deles vêm dos EUA (38% do total) e dos países do EEES (34% do total). Dentre os países do EEES, a Espanha e a Inglaterra são os que apresentam o maior número de artigos (com 10% e 16% do total, respectivamente).

Apenas 7% dos 90 artigos levantados são da América Latina e, dentre eles, o Brasil é o que apresenta o maior número de publicações (cerca de 4% do total). Esses trabalhos abordam aplicações no nível individual e foram desenvolvidos: na Universidade Federal de São Carlos (RIBEIRO; MIZUKAMI, 2005; DA SILVA; KURI; CASALI, 2012), na Universidade de São Paulo (DA SILVA; FONTELE; DA SILVA, 2015) e no Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Piauí (FREIRE *et. al.*, 2016).

Figura 4.1: Caracterização dos documentos em função do nível da aplicação da ABP¹ contemplada em cada um deles - 90 artigos de periódicos selecionados nas bases de dados internacionais.



¹ ver descrição no Quadro 3.1

Vale destacar que o Brasil ocupa o quinto lugar no número de artigos de periódicos publicados nessa temática nas três bases de dados internacionais selecionadas.

Os principais instrumentos de avaliação dos resultados obtidos com a aplicação da ABP citados nos estudos levantados, independentemente do nível de aplicação, são:

- observação participante (percepção dos autores) nos estudos classificados com os temas conteúdo e processos de ensino-aprendizagem e motivação;

- percepção dos alunos, coletada por meio da aplicação de questionários, nos estudos classificados no tema habilidades e competências.

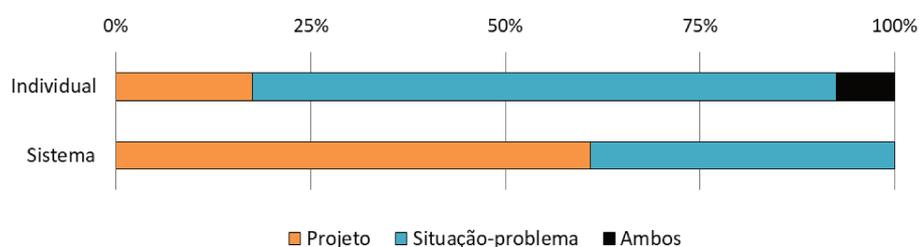
Existem evidências de melhorias no desempenho dos alunos com as aplicações da ABP nos três níveis de aplicação. Contudo, as diferentes considerações e formas de avaliação dificultam a análise e comparação dos resultados obtidos nos diferentes estudos.

Nove estudos foram classificados no nível de aplicação taxonomia. Quatro estudos foram classificados dentro do tema central conteúdo; dois dentro de habilidades e competências e três com o tema central processos de aprendizagem e motivação.

Dois artigos classificados como taxonomina (Bell, Galilea e Tolouei, 2010 e Hayden *et al*, 2010) citam barreiras na implantação de um currículo estruturado pela abordagem baseada em problemas (ABP). Bell, Galilea e Tolouei (2010) relatam que, na percepção dos alunos, houve uma diminuição da qualidade do ensino. Hayden *et al* (2010) relatam o aumento da carga de trabalho dos docentes. Além disso, ambos os trabalhos relatam a resistência dos setores administrativos da universidade com a implantação de um currículo estruturado pela ABP, com um sistema de avaliação transdisciplinar, o que corrobora com o apresentado por Moesby (2016).

Nas aplicações no nível individual, predominam os estudos que implementam a ABP por meio de situações-problema (ver descrição no Quadro 3.3), as quais, segundo Polyzois, Claffey e Mattheos (2010) têm se mostrado efetivas no processo de ensino-aprendizagem disciplinar. Nas aplicações do nível sistema, por sua vez, destaca-se a estratégia do projeto, que é necessariamente inter ou transdisciplinar (Figura 4.2).

Figura 4.2: Estratégias de aplicação da ABP nos estudos classificados nos níveis¹ individual e de sistema – 81 artigos.



¹ ver descrição no Quadro 3.3

Os principais resultados dos estudos classificados no nível de aplicação sistema (conforme definição no Quadro 3.2) são apresentados na Figura 4.3. Vale destacar que alguns dos estudos levantados contemplam mais de um tema central (habilidades e competências e processos de ensino-aprendizagem e motivação).

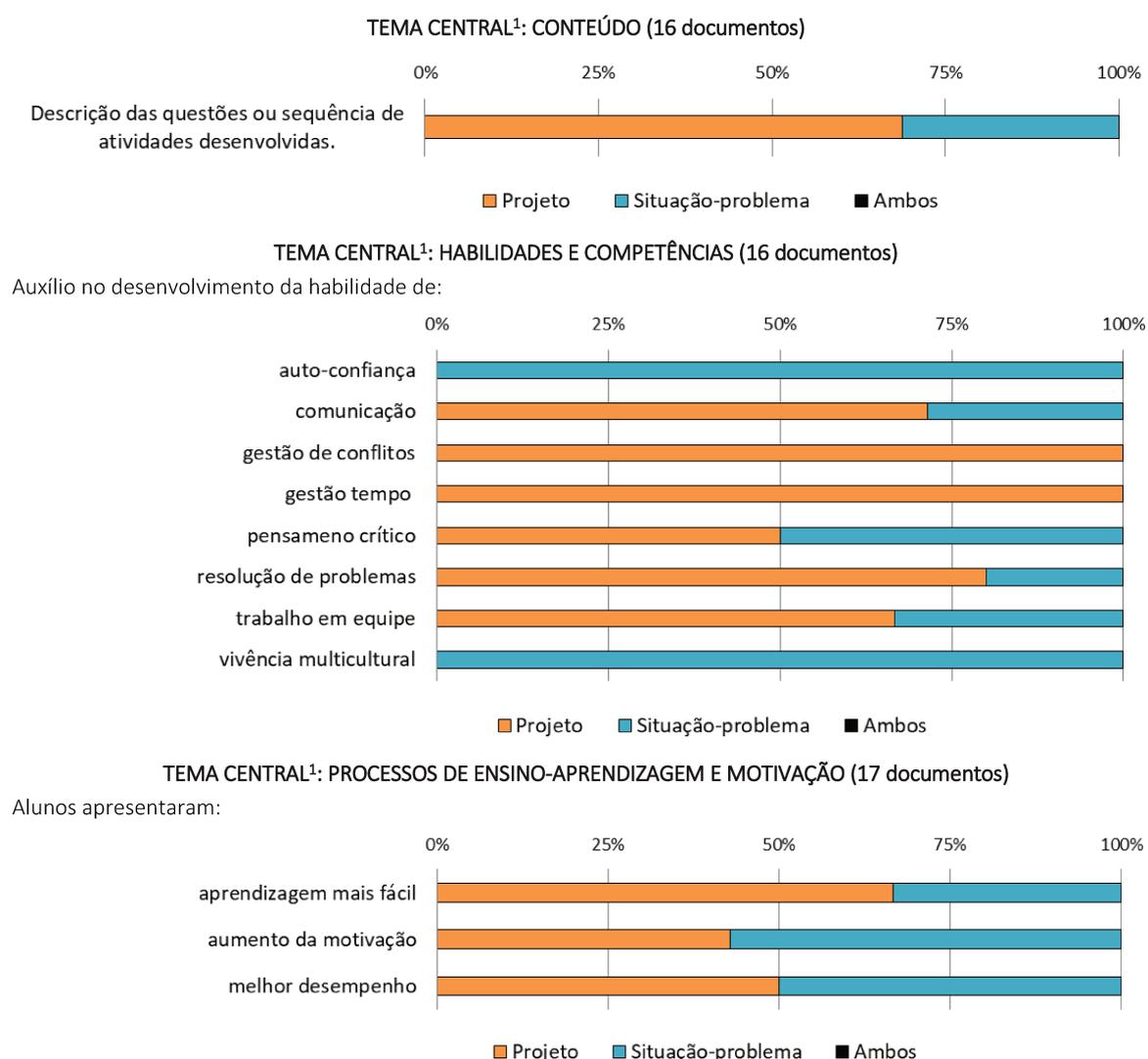
Da análise da Figura 4.3, merece destaque a aplicação da ABP com a estratégia de projeto para o auxílio do desenvolvimento de competências-chave.

Conforme destacado no método, as análises subsequentes foram realizadas somente com os documentos classificados como nível individual, tendo em vista o escopo do presente estudo. Os artigos classificados nesse nível de aplicação totalizam 40.

Para Forcael *et al.* (2015), a aplicação da ABP no nível individual privilegia a profundidade e a qualidade do processo de ensino-aprendizagem sobre o conteúdo a ser ensinado. Contudo, a ABP requer maior tempo de amadurecimento por parte dos alunos, dificultando sua aplicação em disciplinas que possuem muitos conteúdos e programas mais abrangentes (FORCAEL *et al.*, 2015). Além disso, a ABP exige maior treinamento e disponibilidade de tempo do professor e dos assistentes (AHERN, 2010; FORCAEL *et al.*, 2015). Tutores bem treinados são fundamentais para uma

aplicação bem sucedida, segundo Ahern (2010). Já Cabedo *et al.* (2018) e Li e Faghri (2016) acreditam que o aumento do engajamento dos alunos é o fator responsável pelo sucesso da ABP.

Figura 4.3: Principais resultados dos artigos selecionados nas bases internacionais - nível de aplicação sistema (41 documentos)

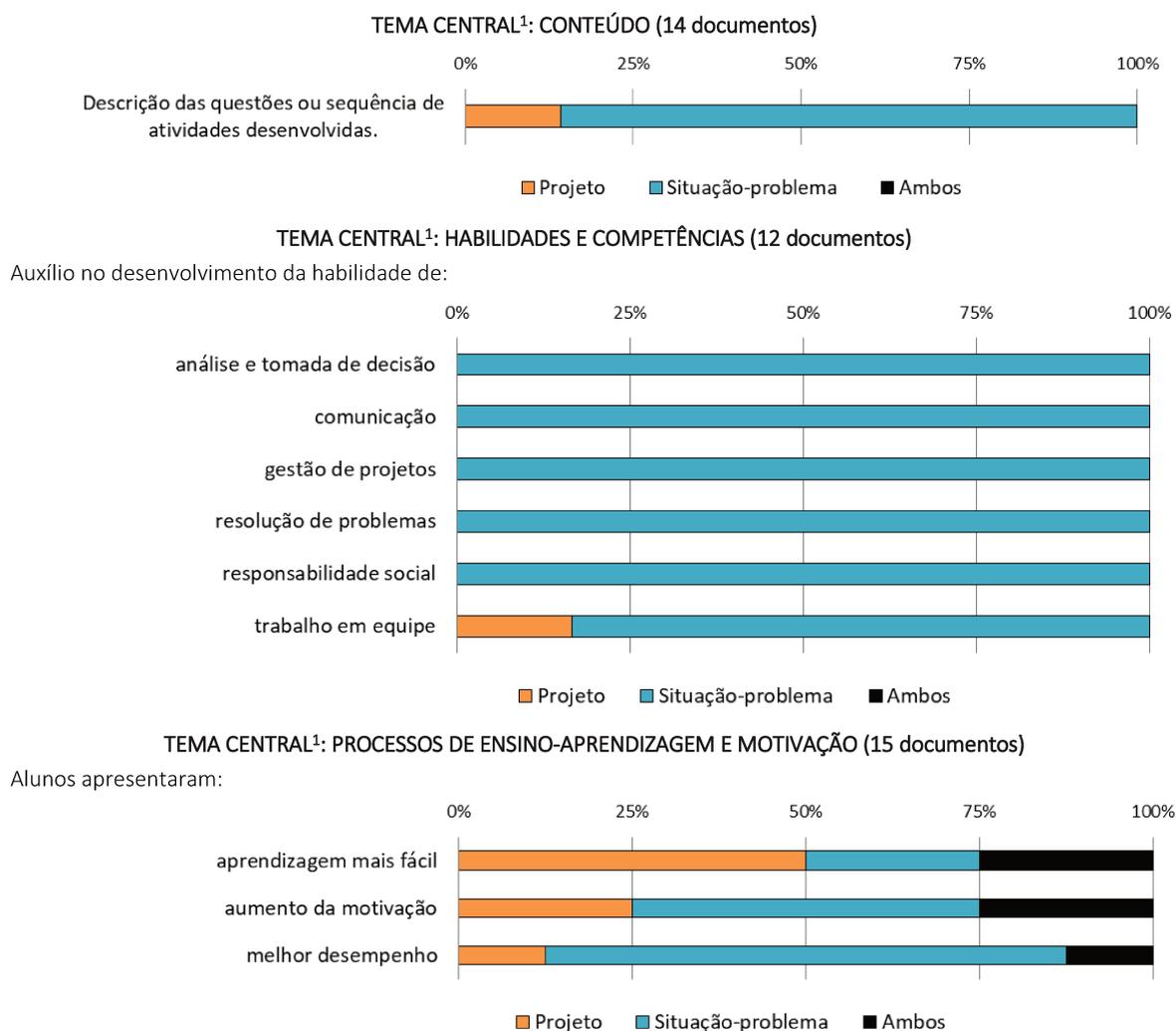


¹ ver descrição no Quadro 3.2

Estruturas e transportes são as áreas do conhecimento mais contempladas, com, respectivamente, 28% e 26% dos estudos; seguidas da área de construção civil, abordada em 23% dos artigos. Há também trabalhos que abordam as áreas de hidráulica (8%); segurança do trabalho (3%) e tratamento água e esgoto (3%).

Os principais resultados dos estudos classificados no nível de aplicação individual (conforme definição no Quadro 3.2) são apresentados na Figura 4.4., em função da estratégia empregada (projeto ou situação-problema). Vale destacar que alguns dos estudos apresentados contemplam dois temas centrais (habilidades e competências e processos de ensino-aprendizagem e motivação).

Figura 4.4: Principais resultados dos artigos selecionados nas bases internacionais - nível de aplicação individual (40 documentos)



¹ ver descrição no Quadro 3.2

Da análise da Figura 4.4, merecem destaque as aplicações da ABP com a estratégia da situação-problema para o auxílio do desenvolvimento de competências-chave.

Em 11 dos 40 artigos classificados no nível individual os autores afirmam que a aplicação da ABP auxiliou no desenvolvimento de habilidades não técnicas (Quadro 4.1).

Quadro 4.1: Caracterização dos estudos classificados no nível individual que citam o desenvolvimento de habilidades e competências com a ABP.

Fonte	Número de alunos	Estratégia(s) pedagógica(s) aplicada(s)	Estratégia de aplicação da ABP (Quadro 3.3)	Auxílio no desenvolvimento da habilidade de:
De Camargo Ribeiro e Mizukami (2005)	51	ABP	Situação-Problema	Comunicação e trabalho em equipe, segundo a observação participante dos pesquisadores
Barry <i>et al</i> (2008)	Não informado	ABP	Situação-Problema	Comunicação e trabalho em equipe, segundo os alunos que responderam aos questionários individuais
Hartman e Gindy (2010)	26	ABP + Laboratório	Situação-Problema	Análise e tomada de decisão, segundo os alunos quando comparado com a percepção dos alunos do grupo de controle (t-test com $p < 0,05$)
Barroso e Morgan (2012)	superior a 400	ABP + Portfólio de problemas + Simulação de computador	Situação-Problema	Resolução de problemas e trabalho em equipe, segundo 85% dos alunos que responderam ao questionário individual
Mozas-Calvache e Barba-Colmenero (2013)	80	ABP	Projeto	Trabalho em equipe, segundo a observação participante dos pesquisadores
da Silva, Fontenele e da Silva (2015)	30	ABP + Aulas expositivas + Mapa conceitual	Situação-Problema	Trabalho em equipe, segundo a observação participante dos pesquisadores

Quadro 4.1: Caracterização dos estudos classificados no nível individual que citam o desenvolvimento de habilidades e competências com a ABP (cont.).

Fonte	Número de alunos	Estratégia(s) pedagógica(s) aplicada(s)	Estratégia de aplicação da ABP (Quadro 3.3)	Auxílio no desenvolvimento da habilidade de:
Vidic (2016)	23 (disciplina convencional) e 19 (disciplina com ABP)	ABP	Situação-Problema	Resolução de problemas, quando comparado com a percepção dos alunos do grupo de controle (Mann-Whitney U-test com $p < 0,05$)
Cabedo et. al. (2018)	100	ABP + Serviço comunitário	Situação-Problema	Responsabilidade social, segundo a observação participante dos pesquisadores
McWhirter e Shealy (2018)	54	ABP + Estudo de caso	Situação-Problema	Análise e tomada de decisão, segundo os alunos que responderam aos dois questionários individuais (pré e pós)
MacLeod e van der Veen (2019)	86	ABP + modelagem estatística	Situação-Problema	Trabalho em equipe, segundo os alunos que responderam aos questionários individuais
Sirotiak e Sharma (2019)	58	ABP	Situação-Problema	Gestão de projetos, segundo os alunos que responderam aos questionários individuais

Segundo Prince (2004), alguns resultados da aplicação da ABP são de difícil mensuração, tais como a aprendizagem ao longo da vida e capacidade de resolver problemas. Por este motivo, é muito mais fácil medir, por exemplo, a melhoria do desempenho dos alunos. Ainda segundo o referido autor, a falta de sincronia entre os resultados esperados (capacidade de resolver problemas ou aprendizagem ao longo da vida) e as medições realizadas (notas obtidas pelos alunos) dificulta a real análise da contribuição da ABP no processo de ensino-aprendizagem.

Existem evidências de melhorias no desempenho dos alunos em 9 dos 38 estudos classificados no nível individual (Quadro 4.2). Contudo, as diferentes considerações e formas de avaliação dificultam a análise e comparação dos resultados obtidos.

Quadro 4.2: Caracterização dos estudos no nível individual que citam melhorias no desempenho dos alunos (9 documentos)

Fonte	Número de alunos	Estratégia(s) pedagógica(s) aplicada(s)	Estratégia de aplicação da ABP (Quadro 3.3)	Resultado quanto ao desempenho dos alunos
Albano (2006)	76 (disciplina convencional) e 70 (disciplina com ABP)	ABP + Aulas expositivas + Laboratório + Estúdio de projeto	Projeto	Aumento de 35% das notas acima de 8,0 ao longo das aplicações de ABP
Boxall e Tait (2008)	31	ABP + Abordagem interativa + Laboratório	Situação-Problema	Aumento de 30% das médias finais em comparação a semestres anteriores, ministrados com estratégias convencionais
Da Silva, Kuri, e Casale (2012)	116 (divididos em 4 semestres)	ABP + Abordagem interativa	Situação-Problema / Projeto	Aumento de 15% das médias finais ao longo das aplicações de ABP
Solís, Romero e Galvín (2012)	Não informado	ABP + Aulas expositivas + Laboratório +	Situação-Problema	Aumento de 22% na taxa de aprovação em comparação a semestres anteriores, ministrados com estratégias convencionais
Barroso e Morgan (2012)	superior a 400	ABP + Portfólio de problemas + Simulação de computador	Situação-Problema	Aumento de 23% nas médias finais em comparação a semestres anteriores, ministrados com estratégias convencionais
De Justo e Delgado (2015)	276	ABP	Situação-Problema	Aumento de 50% na taxa de aprovação em comparação a semestres anteriores, ministrados com estratégias convencionais
Forcael et. al. (2015)	16 (disciplina convencional) e 16 (disciplina com ABP)	ABP	Situação-Problema	Aumento de 12% das notas quando comparado com o grupo de controle (alunos que cursaram a disciplina com estratégias convencionais)
Freire et. al. (2016)	30 (disciplina convencional) e 34 (disciplina com ABP)	ABP + Teoria dos jogos	Situação-Problema	Aumento de 16,5% das notas acima de 8,0 quando comparado com o grupo de controle (alunos que cursaram a disciplina com estratégias convencionais)
Cabedo et. al. (2018)	100	ABP + Serviço comunitário	Situação-Problema	Aumento de 40% das notas quando comparado com o grupo de controle (alunos que cursaram a disciplina com apenas serviço-comunitário).

Da análise do Quadro 4.2, destaca-se o estudo de De Justo e Delgado (2015), com um aumento do desempenho dos alunos de 50%, aplicando como estratégia para o processo de ensino-aprendizagem, apenas a ABP. Verifica-se, também, que a maioria (75%) dos estudos que relatam a melhoria no desempenho dos alunos utilizam a combinação da ABP com outras estratégias de ensino-aprendizagem.

Quatro dos 40 artigos classificados no nível individual citam o aumento da motivação dos alunos com o uso da ABP (Quadro 4.3) e quatro destacam que a aprendizagem foi facilitada (Quadro 4.4).

Quadro 4.3: Caracterização dos estudos classificados no nível individual que citam o aumento da motivação dos alunos com a ABP.

Fonte	Número de alunos	Estratégia(s) pedagógica(s) aplicada(s)	Estratégia de aplicação da ABP (Quadro 3.3)	Resultado quanto à motivação dos alunos
Zheng <i>et al</i> (2011)	40	ABP + Aulas expositivas + Laboratório + Estudo prévio	Situação-problema	Cresceu mais que 100% segundo os alunos que responderam aos dois questionários (no início e no final da aplicação)
Mehta (2012)	68 (divididos em 4 semestres)	Aulas expositivas (30%) + APB (70%)	Situação-problema	Segundo 97% dos alunos que responderam ao questionário individual aplicado no final do semestre
Shekhar e Borrego (2017);	21	ABP + Aulas expositivas + Seções de Monitoria + Modelagem	Situação-problema / Projeto	Segundo 93% dos alunos que responderam ao questionário individual aplicado no final do semestre
Lassen, Hjelseth, Tollnes (2018)	212	ABP+Aulas expositivas+ Laboratório + Modelagem	Projeto	Segundo 70% dos alunos que responderam ao questionário individual aplicado no final do semestre

Quadro 4.4: Caracterização dos estudos classificados no nível individual que citam que aprendizagem foi facilitada com a ABP.

Fonte	Número de alunos	Estratégia(s) pedagógica(s) aplicada(s)	Estratégia de aplicação da ABP (Quadro 3.3)	Resultado quanto à aprendizagem dos alunos
Hadgraft (1992)	200	ABP	Situação-problema	60% dos alunos responderam que preferem aprender com disciplinas que aplicam a ABP
Fini e Mellat-Parast (2012)	25	ABP	Projeto	Segundo os alunos que responderam os questionários no início e ao final da disciplina, a ABP torna a aprendizagem mais fácil. Esse item apresentou diferença estaticamente significativa ($p < 0,05$ no teste Wilcoxon).
Chandrasekaran e Al-Ameri, (2016)	50	Projeto + Laboratório	Situação-problema / Projeto	78% dos alunos responderam que as abordagens auxiliam no processo de ensino aprendizagem
Lassen, Hjelseth e Tollnes (2018)	212	ABP+Aulas expositivas+ Laboratório + Modelagem	Projeto	Segundo 65% dos alunos que responderam ao questionário individual aplicado no final do semestre, é mais fácil aprender com a ABP.

Da análise dos Quadros 4.3 e 4.4, verifica-se que cerca de 80% dos estudos que relatam a aumento da motivação e/ou aprendizagem mais fácil utilizam a combinação da ABP com outras estratégias de ensino-aprendizagem.

Embora considerada bem-sucedida pela maioria dos autores dos artigos classificados no nível individual, foi relatado que a ABP exige:

- maior disponibilidade de tempo dos tutores e professores, segundo De Justo e Delgado (2005); Solís, Romero e Galvín (2012); Shekhar e Borrego (2017);

- maior dedicação (em tempo) dos alunos para a realização das atividades, segundo De Justo e Delgado (2005); Shekhar e Borrego (2017); bem como a necessidade de conhecimento básico prévio do conteúdo trabalhado, segundo De León (2016);
- a perda de motivação dos alunos ao longo do curso, segundo Ribeiro e Mizukami, (2005) e Zheng *et. al.* (2011);
- a necessidade de um grande número de tutores, segundo Ahern (2010) e Forcael *et. al.*(2015).

4.1.2. Artigos de periódicos de associações científicas nacionais

O Quadro 4.5 apresenta os artigos encontrados nos periódicos de associações científicas nacionais pesquisadas. Todos os artigos selecionados abordam aplicações da ABP em nível individual (ver definição no Quadro 3.1).

Apenas Cardoso e Lima (2012) citam que houve dificuldades na aplicação da ABP, merecendo destaque: necessidade de maior dedicação (em tempo) e aumento da imprevisibilidade em sala de aula, com o levantamento de questões conceituais muitas vezes desconhecidas pelo professor. Por este motivo, os autores acreditam que tanto o domínio do conteúdo, quanto a experiência do professor em sala de aula são fundamentais para uma aplicação bem-sucedida da ABP.

Quadro 4.5: Artigos selecionados nos periódicos nacionais.

Fonte	Área ¹	Tema central ²	Estratégia de aplicação ³	Descrição
Araujo e Ilha (2019)	Sistemas prediais hidráulicos e sanitários	Processos de ensino-aprendizagem e motivação	Situação-Problema	<u>Forma de avaliação dos resultados:</u> percepção dos alunos e dos docentes, avaliação de desempenho dos alunos. <u>Principais resultados:</u> aprendizagem mais fácil e resistência dos alunos em adotar uma atitude proativa no seu aprendizado
Pichi Jr., Gatti e Silva (2015)	Controle de poluição ambiental	Conteúdo	Situação-Problema	<u>Forma de avaliação dos resultados:</u> percepção dos autores. <u>Principais resultados:</u> melhor compreensão do conteúdo abordado
Cardoso e Lima (2012)	Transportes	Habilidades e competências	Situação-Problema	<u>Forma de avaliação dos resultados:</u> percepção dos alunos. <u>Principais resultados:</u> desenvolvimento de habilidade de solução de problemas e comunicação nos alunos.
Kuri e Da Silva (2010)	Transportes	Processos de ensino-aprendizagem e motivação	Situação-Problema	<u>Forma de avaliação dos resultados:</u> percepção dos alunos e avaliação de desempenho. <u>Principais resultados:</u> estudantes mais extrovertidos e intuitivo-sensoriais tiveram melhor desempenho com a aplicação da ABP.

¹ área do conhecimento, ver Apêndice A ² ver Quadro 3.2 ³ ver Quadro 3.3

4.1.3. Considerações Finais

Embora existam estudos que relatem a aplicação da ABP na Engenharia desde o final da década de 70, o mapeamento da literatura nas bases internacionais selecionadas indicou que os primeiros artigos que abordam esse tema na Engenharia Civil só foram publicados na década de 90.

Os principais temas ou questões de pesquisas contemplados nos artigos com a aplicação da ABP no nível individual foram classificados em: conteúdo; habilidades e competências; e processos de ensino-aprendizagem e motivação.

A observação participante (ou percepção dos pesquisadores) é o principal instrumento de avaliação dos resultados obtidos nos estudos com a aplicação da ABP no nível individual e classificados dentro do tema conteúdo.

Já nos estudos classificados dentro do tema habilidades e competências, o principal instrumento utilizado para a avaliação dos resultados obtidos é a percepção dos alunos, coletada por meio da aplicação de questionários. Esse também é o principal instrumento de avaliação dos estudos classificados dentro do tema processos de ensino-aprendizagem e motivação. Ressalta-se que não foi encontrado, nas três bases de dados, nenhum estudo que levantou a percepção dos docentes.

Da análise dos artigos selecionados, verifica-se que a ABP aplicada no nível individual apresenta vários resultados positivos, destacando-se o desenvolvimento de competências e habilidades não técnicas, tais como: comunicação, trabalho em equipe e resolução de problemas; o aumento da motivação e a maior facilidade de aprendizado dos alunos.

Os estudos levantados indicam, também, um melhor desempenho acadêmico dos alunos que cursaram disciplinas com ABP quando comparados a alunos que cursaram disciplinas com outras metodologias. A avaliação do desempenho dos alunos foi realizada por meio de notas de exames e/ou projetos, índice de aprovação no curso, entre outras.

Vale destacar que, ainda que não relatados nos estudos levantados, outros fatores podem influenciar no desempenho dos alunos, como por exemplo, a motivação do professor, o relacionamento aluno-professor, a carga horária em sala de aula e o contexto econômico, social e político em que os alunos estão inseridos.

Embora a aplicação da ABP seja considerada bem-sucedida, o levantamento realizado indica que se exige maior disponibilidade de tempo para preparação e correção das atividades por parte dos docentes, e maior dedicação para o preparo e realização das atividades pelos discentes. Assim, acredita-se que um dos desafios para a implantação da ABP é não aumentar demasiadamente a carga de trabalho de ambos.

4.2. Pesquisa-Ação

4.2.1. FASE I

4.2.1.1. Disciplina 1

No primeiro semestre de oferecimento da disciplina 1 (SEM1), o número total de alunos matriculados foi igual a 83 e as aulas para as duas turmas, com aproximadamente o mesmo número de alunos, foram ministradas no mesmo horário, por dois docentes e dois auxiliares (alunos da pós-graduação em estágio docente).

A equipe de docentes e auxiliares que ministraram a DISC1/SEM1 foi composta por:

- **Docente A:** engenheira civil; professora titular, com mestrado e doutorado em sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), mais

de 30 anos de docência em disciplinas que abordam o projeto desses sistemas na graduação nos cursos de Engenharia Civil (EC) e Arquitetura e Urbanismo; e com experiência na concepção e desenvolvimento de projetos dos SPHS;

- **Docente B:** engenheiro civil; professor doutor, com mais de 10 anos de docência na graduação de EC e com experiência na concepção e desenvolvimento de projetos dos SPHS;
- **Auxiliar docente (PED1):** engenheira civil; autora deste trabalho, com mestrado em SPHS, aluna de doutorado em EC da FEC-Unicamp, com mais de 10 anos em docência em outra instituição; e com experiência na concepção e desenvolvimento de projetos dos SPHS;
- **Auxiliar docente (PED2):** engenheiro civil; aluno do curso de doutorado em EC da FEC-Unicamp, com três anos de docência na graduação de EC e com experiência como auxiliar docente das disciplinas investigadas, em oferecimentos anteriores a este estudo.

O Quadro 4.6 apresenta as atividades desenvolvidas no semestre 1 (SEM1) do presente e em oferecimentos anteriores. A descrição das situações-problema (sp) desenvolvidas nesse semestre é apresentada no Quadro 4.7. Os ciclos da pesquisa-ação (PA) desenvolvida nesse semestre são apresentados no item seguinte.

Quadro 4.6: Atividades desenvolvidas na DISC1/SEM1.

Tópico	Último oferecimento, anteriormente ao estudo	Presente estudo – DISC/SEM1	
		Descrição	Ciclo da PA
Introdução aos sistemas prediais hidráulicos, sanitários e de gás combustível	Aula expositiva: 1 aula*	Aula expositiva: 1 aula 1ª situação-problema (sp1): 1 aula	1
Condicionantes do projeto do sistema predial de esgoto sanitário (SPES) – concepção e dimensionamento	Aula expositiva / desenvolvimento de exercício de dimensionamento: 1 aula	2ª situação-problema (sp2): 1 aula Aula expositiva: 1 aula	2
Condicionantes do projeto do sistema predial de água pluvial (SPAP) – concepção e dimensionamento	Aula expositiva / desenvolvimento de exercício de dimensionamento: 1 aula	idem ao último oferecimento: 1 aula	--
Condicionantes do projeto dos sistemas prediais de água fria (SPAF) e quente (SPAQ) – concepção e dimensionamento	Aula expositiva / desenvolvimento de exercício de dimensionamento: 2 aulas	3ª situação-problema (sp3): 1 aula 4ª situação-problema (sp4): 1 aula Aula expositiva: 1 aula	3 e 4
Condicionantes do projeto dos sistemas prediais de gás combustível e de combate a incêndio com hidrantes, mangotinhos e extintores – concepção e dimensionamento	Aula expositiva / desenvolvimento de exercício de dimensionamento: 1 aula	idem ao último oferecimento: 1 aula Entrevista coletiva e aplicação dos questionários individuais: 1 aula	--

* cada aula é composta por 3 horas; PA – pesquisa-ação.

Conforme destacado no capítulo anterior, a DISC1 já contava com o desenvolvimento do projeto dos SPHS de um edifício residencial multifamiliar, o que foi mantido e, portanto, não abordado no presente estudo. O referido projeto contempla a concepção e dimensionamento dos sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário, água fria e água quente de um banheiro, cozinha e lavanderia do apartamento-tipo; determinação da reserva e concepção da distribuição de água fria, além da concepção e dimensionamento da captação e coleta da água pluvial da cobertura.

Para o acompanhamento da disciplina, nos oferecimentos anteriores, os alunos contavam com cinco apostilas/textos técnicos disponibilizados no ambiente virtual institucional. Foram utilizados estes mesmos documentos para a preparação pré-aula das sp, além de um material complementar relativo ao SPES.

Quadro 4.7: Situações-problema desenvolvidas na DISC1/SEM1.

Situação-problema (sp)	Descrição
1	Análise dos espaços destinados aos SPHS e pré-dimensionamento do SPAQ (aquecedor de acumulação a gás e sistema de recirculação de água)
2	Análise do projeto do SPES de um banheiro, uma cozinha e uma área de serviço, com a adequação do traçado, caso necessário.
3	Dimensionamento do caminho crítico do SPAF de um edifício residencial multifamiliar.
4	Verificação do dimensionamento do SPAQ com três materiais: cobre, CPVC e PPR. Análise dos custos envolvidos para a seleção do material a ser utilizado

SPHS – sistemas prediais hidráulicos e sanitários; SPES – sistema predial de esgoto sanitário; CPVC – Cloreto de polivinila pós-clorado; PPR - Polipropileno Copolímero Random.

Os itens 4.3.1.1.1 a 4.3.1.1.4 apresentam as situações-problema desenvolvidas na PA da DISC1/SEM1, em função das quatro etapas apresentadas no capítulo anterior: **(P)** planejamento; **(D)** desenvolvimento; **(I)** implantação e **(A)** avaliação.

A avaliação global (AG1), composta pela entrevista coletiva e pelos questionários individuais, é apresentada no item 4.3.1.1.5.

Por fim, as recomendações da PA desenvolvida na DISC1/SEM1 (REC1) são apresentadas no item 4.3.1.1.6.

4.2.1.1.1. Situação-Problema 1: sp1-DISC1/SEM1

As etapas que constituíram a primeira situação-problema (**sp1-DISC1/SEM1**) são apresentadas no Quadro 4.8.

Ao longo do desenvolvimento da **sp1-DISC1/SEM1** em sala de aula, as dúvidas levantadas pelos alunos evidenciaram que não houve por parte deles o estudo e a preparação prévia. Além disso, verificou-se que os alunos despendiam grande parte do tempo alocado para a sp na compreensão do enunciado, restando pouco tempo para a análise e a solução propriamente dita.

Observou-se que poucos grupos de alunos apresentaram iniciativa na resolução dos problemas; grande parte deles esperavam que os tutores indicassem “o caminho a ser seguido” para a resolução da **sp1-DISC1/SEM1**.

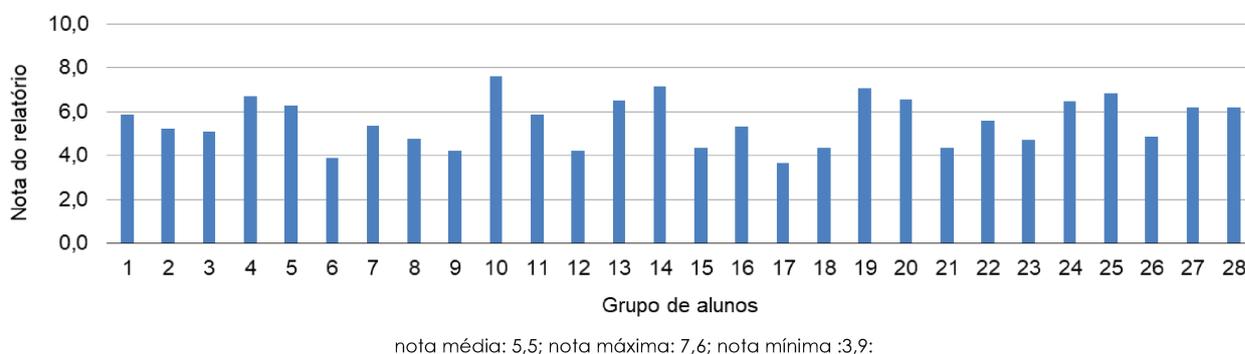
De modo geral, os alunos foram capazes de discutir o encaminhamento dos SPHS dentro de um apartamento-tipo, seguindo as premissas de instalações visitáveis. Também foram capazes de analisar e propor adequações aos espaços destinados aos SPHS. Porém, as especificações dos materiais e do acesso (para inspeção e manutenção) aos componentes ficaram aquém do esperado: apenas 24% dos grupos foram capazes de realizar esta tarefa.

Todos os grupos foram capazes de dimensionar, especificar e localizar adequadamente o aquecedor de acumulação a gás. Contudo, apenas 2 grupos (7% do total) especificaram o sistema de recirculação de água.

Quadro 4.8: Etapas da 1ª situação-problema (**sp1-DISC1/SEM1**)

Etapa	Descrição
P	<p>A partir do levantamento da forma de apresentação dos conteúdos em oferecimentos anteriores da disciplina e de entrevista com os docentes responsáveis, foram estabelecidos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Premissas: auxiliar no desenvolvimento das habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • Trabalho em grupo; e • Iniciativa na solução de problemas 2. Objetivos da sp1: <ul style="list-style-type: none"> • Discutir o encaminhamento dos SPHS dentro de um apartamento-tipo, de forma que os SPHS sejam visitáveis; • Verificar se os espaços destinados para os SPHS estão adequados, propondo as modificações, caso seja necessário, em termos de dimensões e acessibilidade para inspeção e manutenção; • Desenvolver o pré-dimensionamento do SPAQ; • Especificar os equipamentos para aquecimento de água a partir de catálogos técnicos de fabricantes
D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proposição do enunciado da sp1 (Apêndice E – Quadro E.1), a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado aos docentes para discussão e análise; 2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos (a cada item é atribuída uma dentre cinco notas): <ul style="list-style-type: none"> • Descrição do apartamento tipo e das premissas dos SPHS – 0,5 ponto; • Verificação de espaço e acessibilidade (<i>shaft</i>, forro falso/sanca; carenagens ou enchimentos/ acessibilidade para manutenção) – 3,0 pontos; • Pré-dimensionamento do SPAQ (especificação do aquecedor, indicação do local de instalação, sugestão do traçado do sistema de recirculação, especificação da bomba de recirculação) – 3,5 pontos; • Qualidade e forma de apresentação do texto – 1,0 ponto; • Trabalho em equipe, avaliado durante o desenvolvimento da sp em sala de aula, por meio da observação dos docentes – 1,0 ponto; • Iniciativa para a solução de problemas – 1,0 ponto 3. Divulgação para os alunos das atividades preparatórias para a sp1, quais sejam: <ul style="list-style-type: none"> • Estudar os seguintes documentos: Ilha (2003) e Ilha, Gonçalves e Kavassaki (1994); • Providenciar plantas impressas de pavimentos-tipo de dois edifícios residenciais diferentes, contendo três banheiros sociais (desconsiderando-se lavabo e banheiro de serviço) e trazer papel vegetal ou manteiga e material de desenho; 4. Montagem das pastas (Apêndice E – Figura E.1) para os grupos, com o enunciado da sp1 e os apêndices
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. A resolução da sp1 foi efetuada em sala de aula, com as atividades dos alunos monitorada pela pesquisadora, pelos docentes e pelo estagiário docente. Para tanto, foram efetuadas anotações não estruturadas e efetuada a coleta informal dos comentários dos alunos.
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp1; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.9).

A Figura 4.5 apresenta o desempenho dos grupos na **sp1-DISC1/SEM1**. Ressalta-se que pelo menos um componente de cada um dos 28 grupos desse semestre consentiu com o uso da nota obtida pelo grupo no presente estudo.

Figura 4.5: Desempenho dos grupos de alunos na **sp1-DISC1/SEM1**.

Verificou-se que muitos itens foram entregues sem a resolução, o que resultou em notas, em geral, baixas nessa sp (média de 5,5, com CV³ de 17%); vale destacar que observou-se que os alunos necessitavam de mais tempo para desenvolver as atividades propostas.

No Quadro 4.9 são apresentadas as recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp1-DISC1/SEM1**.

Quadro 4.9: Recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp1-DISC1/SEM1**.

RECOMENDAÇÕES
Diminuir o número de questões a serem trabalhadas nas próximas sp.
Propor material mais atrativo para os alunos para a preparação pré-aula.

4.2.1.1.2. Situação-Problema 2: **sp2-DISC1/SEM1**

As etapas que constituíram a segunda situação-problema (**sp2-DISC1/SEM1**) são apresentadas no Quadro 4.10.

³ Coeficiente de variação: relação entre o desvio-padrão e a média.

Quadro 4.10: Etapas da 2ª situação-problema (**sp2-DISC1/SEM1**)

Etapa	Descrição
P	<p>1. Premissas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - auxiliar no desenvolvimento das habilidades: <ul style="list-style-type: none"> • de visão espacial; • de trabalho em grupo; e • iniciativa na solução de problemas; - Da avaliação da sp1-DISC1/SEM1: <ul style="list-style-type: none"> • menor número de questões; e • material mais atrativo para a preparação pré-aula. <p>2. Objetivos da sp2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discutir se o projeto dos SPES atende aos critérios estabelecidos pela norma, e se foi pensado de modo a evitar entupimentos e também prevê dispositivos para a manutenção dos SPES. Apontar as correções, caso sejam necessárias. • Propor um traçado (eixo) do SPES para o 1º. e 2º. andares tipo, localizar os tubos de queda no <i>shaft</i>, e justificar a necessidade do uso desta solução. • Verificar se a altura, entre a face inferior da laje e o forro, destinada para a instalação dos SPES, é adequada e propor modificações, caso seja necessário.
D	<p>1. Proposição do enunciado da sp2 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado aos docentes para discussão e análise;</p> <p>2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos:</p> <p><u>Na sala de aula</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza e organização – 1,0 ponto; • Trabalho entre equipes – 1,0 ponto; • Comunicação entre equipes – 1,0 ponto; <p><u>No relatório</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificação a adequação à NBR 8160/1999 do projeto de SPES – 1,0 ponto; • Verificação da existência de dispositivos de inspeção e manutenção – 1,0 ponto; • Justificativa da necessidade de tubos de queda exclusivos para o primeiro e segundo andar – 1,0 ponto; • Proposta de traçado (eixo) do SPES para o primeiro e segundo andar tipo – 1,0 ponto; • Verificação da altura mínima necessária para a instalação – 1,0 ponto; • Proposta de alteração do traçado (eixo) do SPES para diminuir a altura necessária para a instalação – 1,0 ponto; • Conclusão – 1,0 ponto <p>3. Confecção e desenvolvimento em CAD de dois projetos (diferentes) dos SPES dos ambientes sanitários de um mesmo apartamento tipo. Impressão de dois tapetes de lona;</p> <p>4. Corte das tubulações cortados nos comprimentos adequados e montagem (piloto) dos dois "kits" (tubos e conexões), com o auxílio de um encanador;</p> <p>5. Divulgação para os alunos da atividade preparatória para a sp2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudar o documento Araújo e Ilha (2017); <p>6. Montagem das pastas para os grupos, com o enunciado da sp2 e os apêndices</p>
I	<p>A resolução da sp2 foi efetuada em sala de aula, com as atividades dos alunos monitorada pela pesquisadora, pelos docentes e pelo auxiliar docente. Para tanto, foi efetuada a coleta informal dos comentários dos alunos e realizadas anotações.</p>
A	<p>1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp2;</p> <p>2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.11)</p>

Como uma das medidas tomadas **para tornar o material mais atrativo para a preparação pré-aula**, o conteúdo do texto técnico sobre os sistemas prediais de esgoto sanitário - SPES (ILHA, SANTOS; GONÇALVES, 2009) foi reestruturado em quatro módulos: (I) composição; (II) projeto; (III) tipos de escoamento e fenômenos e (IV) dimensionamento. Cada módulo contempla trechos do texto do referido documento, em conjunto com novas figuras e exemplos de projetos do SPES, além de exercícios de fixação. Além disso, um menor número de questões foi considerado.

Com o objetivo de facilitar a análise do projeto, foram propostos *kits* para os alunos montarem, os quais são constituídos por bases em lona com o traçado dos SPES; tubos previamente cortados nos comprimentos adequados e conexões.

Todos os grupos foram capazes de verificar a conformidade do projeto dos SPES com a NBR 8160 (ABNT,1999), além de identificar os dispositivos de inspeção e manutenção.

Contudo, os grupos apresentaram dificuldades na justificativa da necessidade de tubos de queda exclusivos para o primeiro e segundo andares, e também adequar o traçado dos SPES para este fim. A correção dos relatórios evidenciou, mais uma vez, a falta de preparo prévio dos alunos, sendo que apenas 35% (10 grupos) conseguiram atingir os objetivos propostos.

Observou-se que a montagem dos *kits* contribuiu para melhoria do trabalho em equipe, aumentando a interação entre os alunos e as equipes e no desenvolvimento da visão espacial dos alunos.

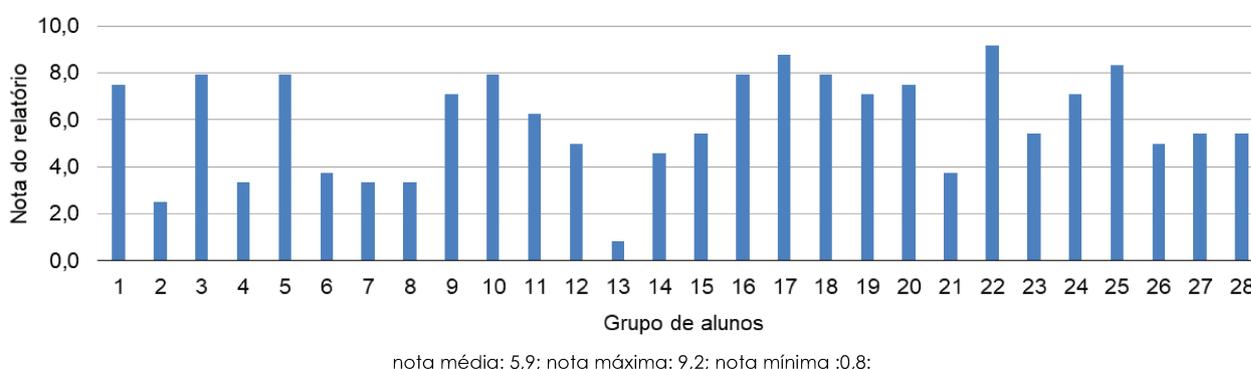
Além disso, a partir da montagem dos kits, os alunos foram capazes de identificar a altura mínima necessária para o forro falso, que era uma das questões dessa sp. Porém, poucos grupos (cerca de 40%) foram capazes de propor alterações no traçado e concepção dos SPES para diminuir esta altura.

A atividade de montagem dos *kits* foi muito elogiada pela maioria dos alunos. Alguns alunos, contudo, apresentaram maior dificuldade na execução desta atividade e reclamaram que o tempo disponibilizado não foi suficiente.

Alguns relatórios apresentavam respostas conflitantes, o que parece indicar que os membros dos grupos dividiram as questões entre eles e não houve discussão das resoluções. A dificuldade de trabalho em equipe percebida corrobora com os resultados apresentados por Soetanto *et al.* (2014), Fernandez *et al.* (2010), Fernandes, Flores e Lima (2012) e Lončar-Vicković *et al.* (2012).

Acredita-se que as dificuldades na gestão do tempo e de trabalho em equipe contribuíram para uma maior heterogeneidade (CV igual a 31%,) no desempenho na **sp2** (Figura 4.6), quando comparado com a **sp1**.

Figura 4.6: Desempenho dos grupos de alunos na **sp2-DISC1/SEM1**.



O Quadro 4.11 apresenta as recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp2-DISC1/SEM1**.

Quadro 4.11: Recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp2-DISC1/SEM1**.

RECOMENDAÇÕES
Diminuir a complexidade e o número de questões a serem trabalhadas.
Aumentar o tempo para a montagem dos <i>kits</i> (sp2).
Identificar os diferentes <i>kits</i> (sp2).
Diminuir as atividades de preparo pré-aula por parte dos alunos nas sp.

4.2.1.13. Situação-Problema 3: **sp3-DISC1/SEM1**

Tendo em vista as recomendações da sp anterior, procurou-se, na concepção da **sp3-DISC1/SEM1**, diminuir as atividades de preparo prévio por parte dos alunos. Também procurou-se diminuir a complexidade e o número de questões a serem trabalhadas. As etapas que constituíram a **sp3-DISC1/SEM1** são apresentadas no Quadro 4.12.

Ao longo do desenvolvimento da **sp3-DISC1/SEM1** em sala de aula, percebeu-se maior desenvoltura dos alunos no trabalho em equipe e na iniciativa para a solução dos problemas.

Para o desenvolvimento dessa sp foi fornecido um exemplo de um dimensionamento de um caminho crítico do sistema predial de água fria de um edifício multifamiliar. Percebeu-se, com isso, um estudo autônomo por parte dos alunos.

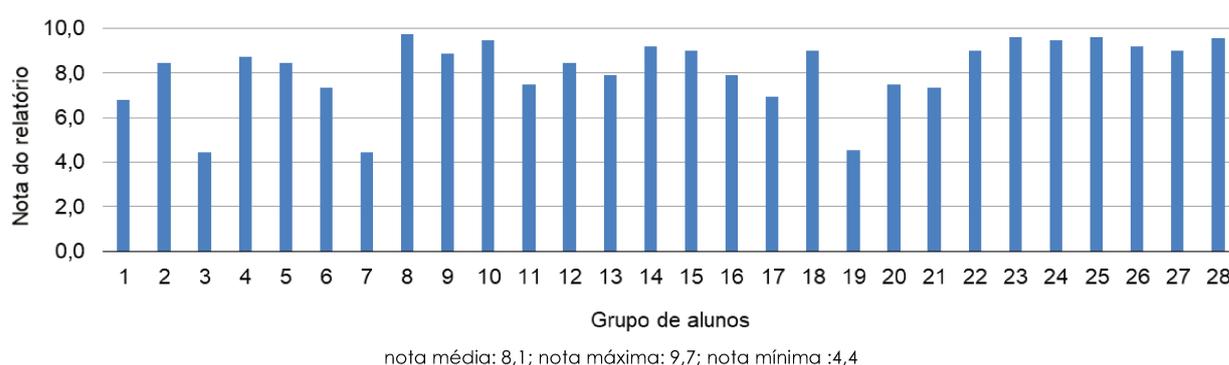
Quadro 4.12: Etapas da 3ª situação-problema (sp3-DISC1/SEM1)

Etapa	Descrição
P	<p>1. Premissas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - auxiliar no desenvolvimento das habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • trabalho em grupo; e • iniciativa na solução de problemas - da avaliação da sp2-DISC1/SEM1: <ul style="list-style-type: none"> • menor número de questões; • diminuir a necessidade de preparo prévio. <p>2. Objetivos da sp3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento do caminho crítico (do barrilete ao sub-ramal do chuveiro); • Verificação se todos os trechos do caminho crítico atendem às pressões dinâmicas mínimas e à pressão estática máxima estabelecidas na norma (ABNT, 1998); e propor solução, caso necessário.
D	<p>1. Proposição do enunciado da sp3, a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado aos docentes para discussão e análise;</p> <p>2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos:</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>Determinação da vazão, diâmetro mínimo, e da pressão no:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • trecho 1-2 do croqui de cálculo – 1,0 ponto; • trecho 2-3 do croqui de cálculo – 1,0 ponto; • trecho 3-4 do croqui de cálculo – 1,0 ponto; • trecho 4-5 do croqui de cálculo – 1,0 ponto; • trecho 5-6 do croqui de cálculo – 1,5 ponto; • trecho 6-chuveiro do croqui de cálculo – 1,5 pontos; • Propor solução para que no chuveiro tenha a pressão mínima de 1 mca, conforme recomendado pela norma (ABNT, 1998); <p>3. Concepção e desenvolvimento de exemplo do dimensionamento do caminho crítico do SPAF.</p> <p>4. Divulgação das atividades preparatórias para a sp3 para os alunos: estudo do item de dimensionamento constante em Ilha e Gonçalves (2009)</p> <p>5. Montagem das pastas para os grupos, com o enunciado da sp3 e os apêndices.</p>
I	<p>A resolução da sp3 foi efetuada em sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora, pelos docentes e pelo estagiário docente. Para tanto, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos.</p>
A	<p>1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp3;</p> <p>2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.13)</p>

O escopo dessa sp contempla o dimensionamento do caminho crítico (do barrilete ao sub-ramal do chuveiro). Destaca-se que poucos grupos apresentaram dificuldade na determinação das vazões dos ramais e sub-ramais, apenas 10% utilizaram o método dos pesos para tanto, o que não é recomendado. De modo geral, todos os grupos foram capazes de dimensionar o caminho crítico e verificar as pressões (dinâmicas mínimas e estática máxima), conforme recomendado na norma (ABNT, 1998).

Na Figura 4.7 é apresentado o desempenho dos grupos de alunos na **sp3-DISC1/SEM1**.

Figura 4.7: Desempenho dos grupos de alunos na **sp3-DISC1/SEM1**.



O CV de 15% indica uma homogeneidade no desempenho dos grupos na **sp3-DISC1/SEM1**. Além disso, verificou-se um melhor desempenho dos alunos nesta sp quando comparado com as anteriores (**sp1** e **sp2**). Acredita-se três fatores contribuíram para este fato: 1) os alunos estavam mais familiarizados com metodologia; 2) diminuição das atividades de preparo prévio por parte dos alunos; e 3) diminuição do número de questões a serem trabalhadas nessa sp.

Segundo alguns alunos, a **sp3-DISC1/SEM1** foi mais simples, muito próximo dos exercícios normalmente utilizados nas demais disciplinas de EC.

No Quadro 4.13 são apresentadas as recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp3-DISC1/SEM1**.

Quadro 4.13: Recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp3-DISC1/SEM1**.

RECOMENDAÇÕES
Contemplar na sp3 : concepção, traçado e dimensionamento do caminho crítico do SPAF.
Manter um pequeno número de questões.
Manter o preparo prévio focado nos itens contemplados pela sp.

4.2.1.1.4. Situação-Problema 4: sp4-DISC1/SEM1

As etapas que constituíram a quarta situação-problema (**sp4-DISC1/SEM1**) são apresentadas no Quadro 4.14.

Também, ao longo do desenvolvimento da **sp4-DISC1/SEM1** em sala de aula observou-se maior desenvoltura dos alunos no trabalho em equipe e iniciativa na solução dos problemas.

A maioria dos grupos (27 - 96% do total) foi capaz de verificar o dimensionamento do sistema predial de água quente com a utilização dos três materiais. Contudo, apenas 25% (7 grupos) realizaram a análise dos custos destas instalações e justificaram a escolha do material a ser utilizado.

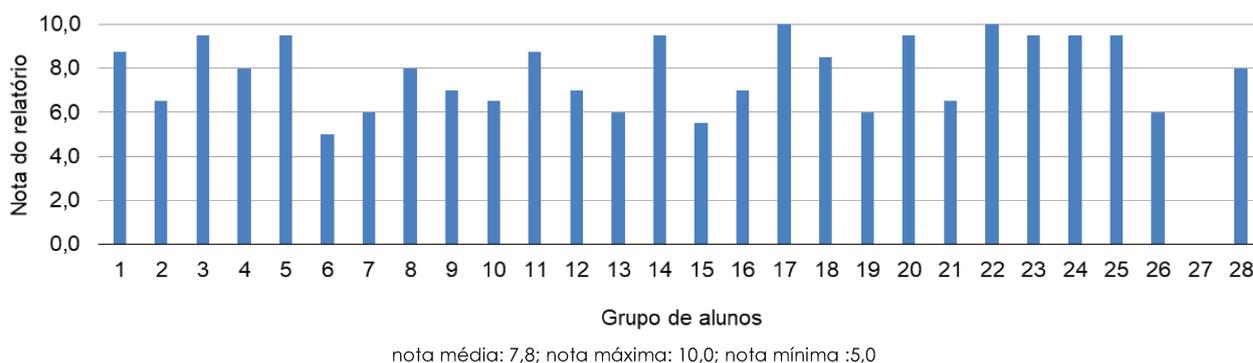
Na aplicação dessa sp percebeu-se que os alunos preferiam atividades envolvendo cálculos (dimensionamento) ao invés de atividades de análise e tomada de decisão, que demandam mais preparo e conhecimento da teoria envolvida.

Quadro 4.14: Etapas da 4ª situação-problema (**sp4-DISC1/SEM1**)

Etapa	Descrição
P	<p>1.Premissas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - auxiliar no desenvolvimento das habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • Trabalho em grupo; e • Análise e tomada de decisão; - da avaliação da sp3-DISC1/SEM1: <ul style="list-style-type: none"> • menor número de questões; • preparo prévio focado nos itens contemplados pela sp. <p>2.Objetivos da sp4:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificação do dimensionamento do caminho do SPAQ; • Análise dos custos apresentados; • Tomada de decisão a partir dos dados apresentados.
D	<p>1. Proposição do enunciado da sp4 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado aos docentes para discussão e análise;</p> <p>2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificação dos cálculos do dimensionamento do SPAQ, e correção dos erros: <ul style="list-style-type: none"> a) Em cobre – 2,0 pontos; b) Em CPVC – 2,0 pontos; c) Em PPR – 2,0 pontos; • Análises dos custos levantados pelos estagiários e proposta das correções necessárias – 2,0 pontos; • Escolha e justificativa do material para a instalação do SPAQ – 2,0 pontos; • Divulgação da atividade preparatória para a sp4 para os alunos: estudo do item de dimensionamento constante em Ilha, Gonçalves e Kavassaki (1994) <p>3. Montagem das pastas para os grupos, com o enunciado da sp4 e os apêndices.</p>
I	<p>A resolução da sp4 foi efetuada em sala de aula, com as atividades dos alunos monitorada pela pesquisadora, pelos docentes e pelo estagiário docente. Para tanto, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos.</p>
A	<p>1.Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp4;</p> <p>2.Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.15)</p>

Na Figura 4.8 é apresentado o desempenho dos grupos de alunos na **sp4-DISC1/SEM1**.

Figura 4.8: Desempenho dos alunos na **sp4-DISC1/SEM1**.



O CV de 16% indica uma homogeneidade no desempenho dos grupos na **sp4-DISC1/SEM1**. Além disso, também nessa sp verificou-se um melhor desempenho dos alunos quando comparado com as **sp1** e **sp2**.

O Quadro 4.15 apresenta a recomendação elaborada a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp4-DISC1/SEM1**.

Quadro 4.15: Recomendação elaborada a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp4-DISC1/SEM1**.

RECOMENDAÇÃO
Manter o enunciado da sp4-DISC1/SEM1 conforme proposto.

4.2.1.15. Avaliação Global da DISC1/SEM1: AG1

O número de alunos que participaram da entrevista coletiva e responderam ao questionário individual foi igual a 73 (88% do total de matriculados na DISC1/SEM1).

Em geral, a opinião dos alunos, coletada na entrevista coletiva, pode ser dividida em três grupos:

- Um grupo de alunos afirmaram que esta foi a disciplina em que eles mais haviam aprendido em sala de aula; que faltava prática na maioria das disciplinas da graduação em Engenharia Civil e que a ABP deveria ser adotada nas demais disciplinas também;
- Outro grupo de alunos discordaram das afirmações anteriores, indicando que aulas expositivas seguidas de exercícios são as estratégias mais eficazes de aprendizagem;
- Um terceiro grupo de alunos, composto pela maior parte deles, afirmaram que o problema era a aplicação da ABP em um currículo tradicional, com uma grande carga horária de aulas presenciais. Segundo estes alunos, a carga horária excessiva não permitia que se preparassem para os exercícios. Além disso, o alto nível de exigência das situações-problema propostas e o curto tempo para executá-las em sala de aula fazia com que se sentissem pressionados e desanimados nos dias antecedentes às aulas em que seriam desenvolvidas as situações-problema.

Conforme verificado pelos questionários individuais, 64% dos alunos matriculados na DISC1/SEM1 passavam mais de 36 horas por semana em sala de aula no semestre desse estudo.

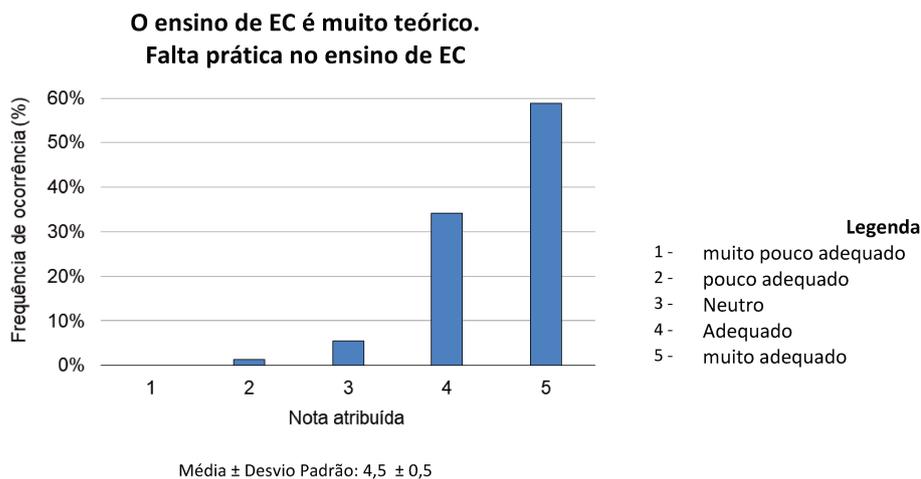
O ponto alto da DISC1, segundo os alunos do SEM1, foi a montagem dos *kits* do SPES, o que confirma a preferência dos alunos por atividades mais práticas.

Além disso, na entrevista coletiva, os alunos relataram que esperavam respostas mais diretas ou completas dos professores e estagiários docentes

durante o desenvolvimento das situações-problema e que sentiam falta das aulas teóricas. O ideal, segundo eles, seria que essa metodologia fosse implantada desde o início do curso, para que eles se acostumassem gradualmente.

A grande maioria dos alunos (93% dos respondentes) avaliaram, no questionário individual, que o ensino do curso de Engenharia Civil (EC) é muito teórico, (Figura 4.9).

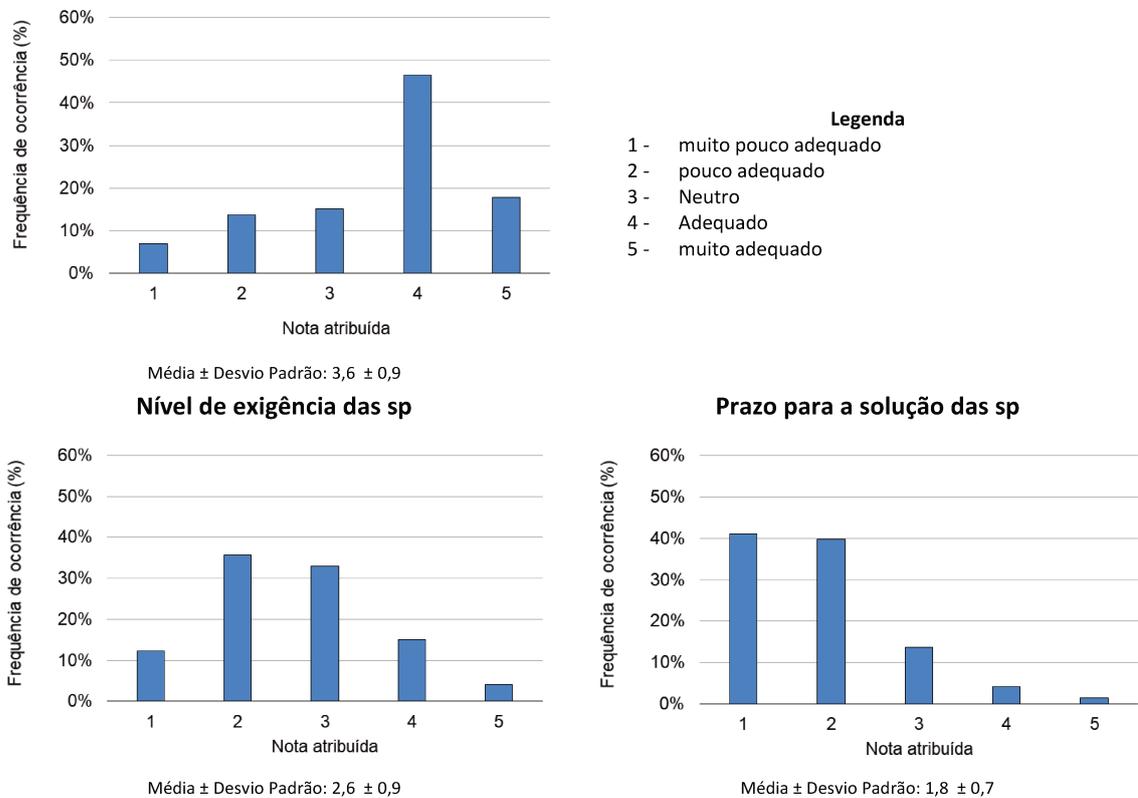
Figura 4.9: Avaliação do ensino no curso de EC na DISC1/SEM1 (73 alunos)



Da análise da Figura 4.10, verifica-se que mais da metade dos alunos (64%) indicaram que as **sp** facilitaram a aprendizagem do projeto dos SPHS. Percebe-se uma grande desaprovação dos alunos da DISC1/SEM1 na avaliação do prazo para a solução e o grau de exigência das sp. Apenas 5% e 20% dos alunos consideraram, respectivamente, adequados ou muito adequados estes itens.

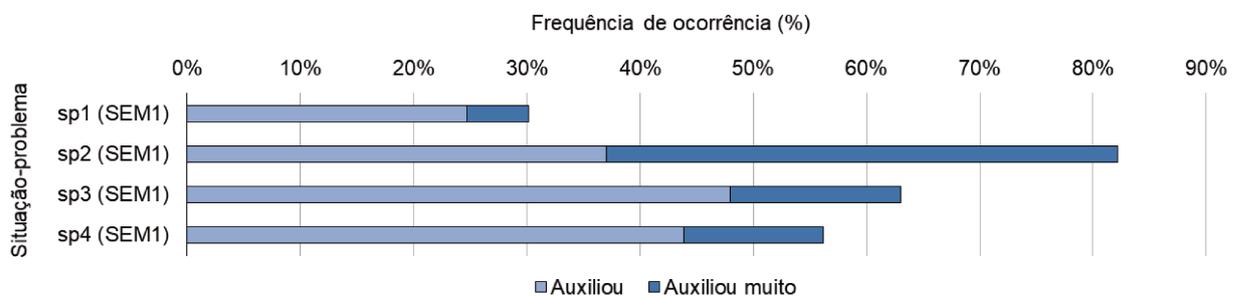
Figura 4.10 – Avaliação da aplicação da ABP na DISC1/SEM1 (73 alunos)

Em geral, é mais fácil aprender com o uso da ABP



A Figura 4.11 apresenta a avaliação das **sp** na DISC1/SEM1. A **sp2** merece destaque positivo na avaliação dos alunos nesse semestre.

Figura 4.11: Avaliação das **sp** na DISC1/SEM1 (73 alunos)



Responderam às questões dissertativas 55 alunos (75% dos que participaram da pesquisa) da DISC1/SEM1. Os pontos positivos e negativos mais citados são apresentados, respectivamente, nos Quadros 4.16 e 4.17

Quadro 4.16: Pontos positivos da aplicação da ABP mais citados pelos alunos - DISC1/SEM1 (55 alunos responderam às questões dissertativas).

Ponto positivo (número de alunos que citaram este ponto)	Alguns comentários ilustrativos
Proximidade com a prática profissional (20)	<p><i>"Vivência de uma experiência de consultoria, em um prazo apertado, com muitos problemas, que faz parte da realidade no mercado de trabalho".</i></p> <p><i>"Nos aproxima da realidade profissional... algo que falta no curso".</i></p>
Maior facilidade de aprendizagem (12)	<p><i>"...realmente contribuiu de forma prática para a construção do meu conhecimento teórico".</i></p> <p><i>"Infinitamente mais adequado do que as aulas expositivas. Com as situações-problema, realmente consegui aplicar a matéria e desenvolver senso crítico e analítico referente a SPHS"</i></p>
Estímulo ao desenvolvimento de autonomia (7)	<p><i>"Incentiva o estudo por conta-própria".</i></p> <p><i>"Incentiva o auto-aprendizado, isso é ótimo"</i></p>
Estudo contínuo (2)	<p><i>"É positivo fracionar o estudo das matérias, ao invés de esperar acumular e concentrar os estudos para uma prova"</i></p> <p><i>"...obrigam o aluno a ter conhecimento completo de todas as matérias da disciplina".</i></p>

Os dois pontos positivos mais citados corroboram com os resultados de outros estudos sobre a aplicação da ABP:

- proximidade com a prática profissional, apresentado por De Justo e Delgado (2015); e
- Maior facilidade de aprendizagem, apresentado por: Barroso e Morgan (2012); Fini e Mellat-Parast (2012), López-Querol *et al.* (2015), e Odeh, McKenna e Abu-Mulaweh (2017).

Outro resultado positivo da aplicação da ABP, segundo a literatura, é o aumento da motivação dos alunos (DA SILVA; KURI; CASALE, 2012; SHEKHAR; BORREGO, 2017). Três alunos da DISC/SEM1 afirmaram que a aplicação da ABP aumentou a motivação. Alguns comentários nesse sentido: *“foi extremamente motivador para mim”*; *“as soluções-problema motivam mais, quando comparado com a aula teórica”*; e *“foi excelente para aprender a matéria e me motivar na disciplina”*.

Confirmando a preferência dos alunos por atividades mais práticas, sobre a montagem do *kit* do sistema predial de esgoto sanitário (sp2), quatro alunos comentaram: *“o modelo físico das tubulações foi muito interessante e ajudou a entender a execução”*, *“através da montagem das tubulações foi possível apreender melhor o conteúdo”*, *“gostei da proposta de montagem, deveria ser repetida em outras atividades”* e *“possibilitou uma experiência que não tivemos durante o curso”*.

Por fim, segundo 7 alunos, a metodologia aplicada na disciplina deveria ser replicada em outras disciplinas do curso de EC: *“gostaria que fosse aplicado a mais disciplinas”*.

Os pontos negativos mais citados corroboram com os resultados de outros estudos sobre a aplicação da ABP:

- maior disponibilidade de tempo para correção das atividades por parte dos docentes, apresentado por Solís, Romero e Galvín (2012), De Justo e Delgado (2015), e Shekhar e Borrego (2017); e
- maior dedicação (em tempo) dos alunos para a realização das atividades, apresentado por De Justo e Delgado (2015); Shekhar e Borrego (2017).

Quadro 4.17: Pontos negativos da aplicação da ABP mais citados pelos alunos - **DISC1/SEM1** (55 alunos responderam às questões dissertativas)

Ponto negativo (número de alunos que citaram este ponto)	Alguns comentários ilustrativos
Pouco tempo para resolver o problema em sala de aula (22)	<p><i>"... o pouco tempo disponível (...) impedia o aprendizado, pois ficávamos mais preocupados em entregar do que aprender".</i></p> <p><i>"Seria mais fácil aprender os tópicos na forma de situações-problema do que na configuração tradicional, se não tivéssemos que fazê-los com pressa".</i></p>
Ausência de aula teórica antecedendo a aplicação (11)	<p><i>"Acredito que é necessário uma explicação previa do conteúdo, o estudo em autonomia é difícil de se aplicar no nosso dia-a-dia".</i></p> <p><i>"Muitas vezes as situações-problema foram aplicadas sem aulas expositivas prévias (...). Acredito que os resultados seriam melhores se o grupo já tivesse com o conhecimento teórico para aplicar a prática"</i></p>
Elevado nível de exigência (10)	<p><i>"a estratégia é muito interessante, contudo o nível de exigência acaba tornando o processo menos natural, pois pressiona os alunos e exige muito esforço previamente".</i></p> <p><i>"Diminuir a exigência das situações -problema".</i></p>
Muito tempo de trabalho extraclasse (7)	<p><i>"... tinha muita coisa para ler antes (estudo prévio), podia ser mais reduzido (...), porque a gente simplesmente não tem tempo".</i></p> <p><i>"Usamos muito tempo extra fora da aula".</i></p> <p><i>"Em qualquer matéria de projeto é importante haver um projeto e uma avaliação mais conceitual. No entanto no jeito que a disciplina foi cobrada: duas provas gerais, 4 situações-problema e 2 projetos, ela (a disciplina) está sobrecarregando os alunos".</i></p>
Feedback inadequado (3)	<p><i>"A falta de feedback das situações-problemas antes das provas fez com que continuássemos repetindo os mesmos erros".</i></p> <p><i>"Não contribui muito para o aprendizado porque não tivemos feedback por grupo, não sabemos o que tinha de errado".</i></p>

A análise dos Quadros 4.16 e 4.17 indica uma certa resistência dos alunos em adotar uma atitude proativa no seu aprendizado. Destacam-se dois entraves encontrados pelos alunos na aplicação da ABP: o tempo alocado para resolver as situações-problema e a ausência de aula teórica antecedendo a aplicação.

Conforme já havia sido levantado por meio da entrevista coletiva, alguns alunos da DISC1/SEM1 relataram nos questionários individuais que: esperavam respostas mais diretas dos tutores aos questionamentos levantados quando da resolução das sp em sala de aula (6 alunos) e que sentiram falta da resolução das sp em sala de aula (7 alunos).

Dez alunos da DISC1/SEM1 sugeriram como melhoria a disponibilização de um maior número de exercícios resolvidos.

Segundo os docentes e auxiliares docentes, a aplicação da ABP na DISC1/SEM1, contribuiu para a aprendizagem dos alunos. Contudo, dois pontos negativos foram citados:

- falta de preparo prévio dos alunos, o que foi citado pelos dois docentes: *“senti que eles (os alunos) não se prepararam adequadamente”,* e *“os alunos não se mostram totalmente confortáveis na busca ativa de conteúdo inédito”;*
- pouco tempo para a análise e solução das sp, citado por um dos docentes: *“O único ponto negativo se referiu ao tempo deixado para os alunos realizarem as atividades, que para alguns exercícios se mostrou insuficiente, levando a uma certa tensão por parte dos alunos, uma vez que as notas não poderiam ser inferiores a 5,0, sob pena de exame”.*

Como sugestões de melhoria, os docentes comentaram:

- “Acredito que mais tempo poderia ser dedicado a mostrar os equívocos cometidos e as melhores práticas”;
- “Considero que a estrutura está adequada, apenas os estudos de caso devem ser reduzidos, para possibilitar o seu desenvolvimento em sala de aula ou então prever a entrega posterior, com alocação de tempo hábil para o seu desenvolvimento, e
- “Devido ao perfil dos alunos, considero necessárias as aulas teóricas, ainda que em carga reduzida”

4.2.1.16. Recomendações da Pesquisa-ação desenvolvida na DISC1/SEM1: REC1

O Quadro 4.18 apresenta um resumo das recomendações resultantes da observação participante em cada uma das situações-problema desenvolvidas na disciplina 1 no semestre 1 e o Quadro 4.19 apresenta um resumo das recomendações da avaliação global, feita pelos alunos, docentes e auxiliares nesse semestre do estudo.

Quadro 4.18: Resumo das recomendações da observação participante – DISC1/SEM1

sp	RECOMENDAÇÕES
1	<ul style="list-style-type: none">• Diminuir o número de questões a serem trabalhadas nas próximas sp;• Propor material mais atrativo para os alunos para a preparação pré-aula.
2	<ul style="list-style-type: none">• Diminuir a complexidade e o número de questões a serem trabalhadas• Diminuir as atividades de preparo pré-aula, por parte dos alunos, nas sp• Aumentar o tempo para a montagem dos kits (sp2)• Identificar os diferentes kits (sp2)
3	<ul style="list-style-type: none">• Manter pequeno número de questões;• Manter o preparo prévio focado nos itens contemplados pela sp;• Contemplar na sp3: concepção, traçado e dimensionamento do caminho crítico do SPAF.
4	<ul style="list-style-type: none">• Manter o enunciado da sp4 conforme proposto.

Quadro 4.19: Resumo das recomendações da avaliação global
– DISC1/SEM1

AVALIAÇÃO	RECOMENDAÇÕES
Entrevista coletiva	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar o prazo para trabalhar as sp; • Utilizar montagem dos SPHS em outras sp.
Questionário individual - alunos	<ul style="list-style-type: none"> • Prever aulas teóricas antecedendo a aplicação das sp; • Aumentar o prazo para trabalhar as sp; • Melhorar o <i>feedback</i> (retorno das correções dos relatórios para os alunos).
Questionário individual – docentes e auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar o prazo para trabalhar as sp; • Apresentar e discutir as correções dos relatórios em sala de aula, evidenciando os equívocos cometidos e as melhores práticas.

4.2.1.2. Disciplina 2

A disciplina 2 (**DISC2/ SEM1**) contou com apenas uma turma, com 32 alunos. As aulas dessa disciplina têm a duração de 2 horas cada, e foram ministradas por:

- **Docente A:** engenheira civil; professora titular, com mestrado e doutorado em sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), mais de 30 anos de docência em disciplinas que abordam o projeto desses sistemas na graduação nos cursos de Engenharia Civil (EC) e Arquitetura e Urbanismo; e com experiência na concepção e desenvolvimento de projetos dos SPHS;
- **Auxiliar docente (PED4):** engenheiro civil, aluno do curso de mestrado em EC da FEC-Unicamp.

Vale ressaltar que todas as atividades desenvolvidas na DISC2/SEM 1 contaram também com a participação da autora deste trabalho.

O Quadro 4.20 apresenta as atividades desenvolvidas no semestre 1 (SEM1) do presente estudo e em oferecimentos anteriores.

Quadro 4.20: Atividades desenvolvidas na **DISC2/SEM1**

Tópico	Último oferecimento, anteriormente ao estudo	Presente estudo – SEM1	
		Descrição	Ciclo da PA
Conservação de água em edificações - uso racional.	- Aula expositiva: 1 aula Tutoria ao desenvolvimento de exercício - 2 aulas	1ª situações-problema (sp1): uso racional de água em edifício escolar - 4 aulas	1
Gestão da água pluvial - aproveitamento como fonte alternativa.	- Aula expositiva: 1 aula Tutoria ao desenvolvimento de exercício - 2 aulas	2ª situações-problema (sp2): aproveitamento de água de chuva em edifício escolar - 2 aulas	2
Gestão da água pluvial - drenagem no lote.	- Aula expositiva: 1 aula Tutoria ao desenvolvimento de exercício - 1 aula	3ª situações-problema (sp3): drenagem no lote em edifício escolar - 1 aula	3
Conservação de água em edificações: reuso de águas cinzas.	- Aula expositiva: 1 aula Tutoria ao desenvolvimento de exercício - 1 aula	4ª situações-problema (sp4): reuso de água cinza em edifício escolar - 2 aulas	4

* cada aula é composta por 2 horas PA – pesquisa-ação.

A descrição das situações-problema (sp) desenvolvidas nesse semestre é apresentada no Quadro 4.21. Os ciclos da pesquisa-ação (PA) realizada nesse semestre são apresentados no item seguinte.

Quadro 4.21: Situações-problema desenvolvidas na **DISC2/SEM1**.

Situação-Problema (sp)	Descrição
sp1:	Diagnóstico e proposição de um plano de ação para implantação de programa de uso racional de água.
sp2:	Análise da viabilidade técnica da implantação de sistema de reuso de águas cinzas.
sp3:	Análise da viabilidade técnica da implantação de sistema de aproveitamento de água de chuva.
sp4:	Análise da viabilidade técnica da implantação de sistemas de infiltração.

Os itens 4.3.1.2.1 a 4.3.1.2.4 apresentam as situações-problema desenvolvidas na PA da **DISC2/SEM1**, em função das 4 etapas apresentadas no capítulo anterior: **(P)** planejamento; **(D)** desenvolvimento; **(I)** implantação e **(A)** avaliação.

A avaliação global **(AG2)**, composta pela entrevista coletiva e pelos questionários individuais, é apresentada no item 4.3.1.2.5. Por fim, as recomendações da PA desenvolvida na **DISC2/SEM1 (REC2)** são apresentadas no item 4.3.1.2.6.

4.2.1.2.1. Situação-Problema 1: sp1-DISC2/SEM1

As etapas que constituíram a primeira situação-problema (**sp1-DISC2/SEM1**) são apresentadas no Quadro 4.22.

Com o objetivo de incorporar o aprendizado adquirido nos ciclos da PA desenvolvida na **DISC1/SEM1(REC1)**, adotou-se as seguintes etapas para aplicação da ABP na **sp1-DISC2/SEM1**, as quais foram detalhadas no Capítulo 3:

- Divulgação do enunciado no ambiente virtual institucional, apresentação e discussão do enunciado em sala de aula;
- Resolução parcial da sp em sala de aula, durante 4 semanas;
- Realização de mini palestras sobre o tema contemplado na **sp1-DISC2/SEM1**, ministradas pelo docente, no decorrer das 4 semanas;
- Entrega dos relatórios no ambiente virtual institucional, no final da quinta semana; e
- Apresentação dos resultados da **sp1-DISC2/ SEM1** pelos grupos de alunos em sala de aula e discussão.

Quadro 4.22: Etapas da 1º situação-problema (**sp1-DISC2/SEM1**)

Etapa	Descrição
P	<p>A partir do levantamento da forma de apresentação dos conteúdos em oferecimentos anteriores da disciplina e de entrevista com os docentes responsáveis, foram estabelecidos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Premissas: <ul style="list-style-type: none"> – auxiliar no desenvolvimento das habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • trabalho em grupo; • análise e tomada de decisão – da pesquisa-ação desenvolvida na DISC1/SEM1(REC1) <ul style="list-style-type: none"> • aumentar o prazo para trabalhar as situações-problemas; • prever aulas teóricas antecedendo a aplicação das situações-problemas; e • apresentar e discutir as correções dos relatórios, em sala de aula, e evidenciando os equívocos cometidos e as melhores práticas; 2. Objetivos da sp1: <ul style="list-style-type: none"> • Calcular o indicador de consumo e os índices de vazamentos e de percepção dos usuários; e estimar o volume de perdas de água; • Realizar o diagnóstico do consumo de água da edificação; • Propor plano de ação contemplando, de preferência: correção dos vazamentos, implantação de tecnologias economizadoras; campanha de conscientização dos usuários; plano de gestão da água na edificação.
D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proposição do enunciado da sp1 (Apêndice F – Quadro F.1), a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado a docente para discussão e análise; 2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos (a cada item é atribuída uma dentre cinco notas): <ul style="list-style-type: none"> • Descrição do edifício escolar – 0,5 ponto; • Qualidade e forma de apresentação do texto – 1,0 ponto; • Cálculo do indicador de consumo e dos índices de vazamentos e de percepção dos usuários – 3,0 pontos • Estimativa do volume de perdas de água – 1,0 ponto; • Plano de ações, coerente com o diagnóstico. – 3,0 pontos; • Conclusão – 1,5 pontos 3. Divulgação do enunciado no ambiente virtual
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. A resolução da sp1 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora, pela docente e pelo auxiliar docente. No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp1; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.23).

Cada um dos 9 grupos de 4 alunos trabalhou com uma edificação escolar hipotética diferente. Foram disponibilizados para cada edificação: o projeto arquitetônico com pontos de consumos de água cadastrados, o levantamento dos vazamentos visíveis e não visíveis, e dos hábitos de consumo dos usuários (uso da água para o preparo de refeições, rega de jardim, entre outras) e o relatório fotográfico da edificação.

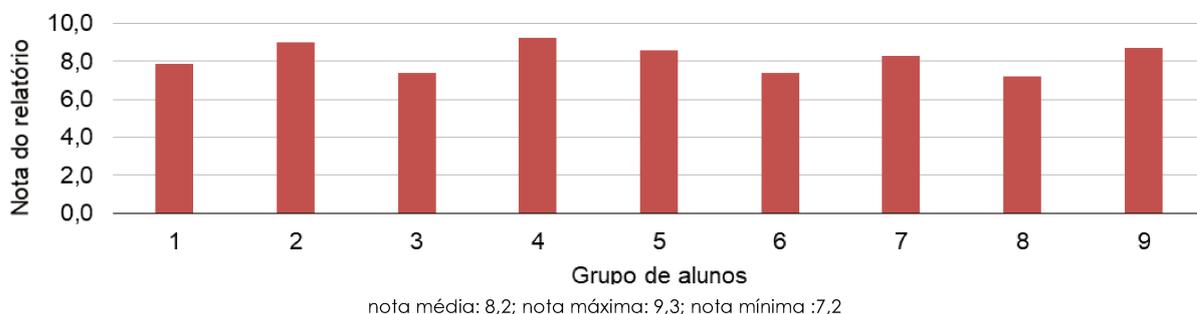
Todos os 9 grupos foram capazes de realizar o diagnóstico da edificação: calcularam os indicadores de consumo e os índices de vazamentos; estimaram o volume de perdas e analisaram a percepção dos usuários.

Os planos de ação, porém, ficaram aquém do desejado. De maneira geral, os grupos (6 dos 9) propuseram apenas ações corretivas para os problemas detectados. Acredita-se que este fato pode ser explicado pela falta de familiaridade dos alunos com as atividades de análise e tomada de decisão. Conforme já comentado anteriormente, essas atividades não frequentemente estimuladas nos currículos tradicionais de Engenharia.

Ao longo do desenvolvimento da **sp1-DISC2/SEM1** em sala de aula, observou-se um adequado desempenho dos alunos no trabalho em equipe.

A Figura 4.12 apresenta o desempenho dos grupos na **sp1-DISC2/SEM1**. Ressalta-se que pelo menos um componente de cada um dos 9 grupos desse semestre consentiu com o uso da nota obtida pelo grupo no presente estudo.

Figura 4.12: Desempenho dos grupos de alunos na **sp2-DISC1/SEM1**.



O CV de 8% indica homogeneidade no desempenho dos alunos na **sp1-DISC2/SEM1**, os quais também, de modo geral, não apresentaram dificuldades.

O Quadro 4.23 apresenta as recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp1-DISC2/SEM1**.

Quadro 4.23: Recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp1-DISC2/SEM1**.

RECOMENDAÇÕES
Manter as etapas de aplicação para as próximas situações-problema: 1) Divulgação do enunciado da sp no ambiente virtual, apresentação e discussão em sala de aula; 2) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula; 3) Realização de mini palestras sobre o tema, ministradas pelo docente; e 4) Entrega de relatório pelos grupos no ambiente virtual.
Manter o enunciado da sp1-DISC2/SEM1 conforme proposto.

4.2.1.2.2. Situação-Problema 2: **sp2-DISC2/SEM1**

As etapas que constituíram a segunda situação-problema (**sp2-DISC2/SEM1**) são apresentadas no Quadro 4.24

Quadro 4.24: Etapas da 2ª situação-problema (**sp2-DISC2/SEM1**)

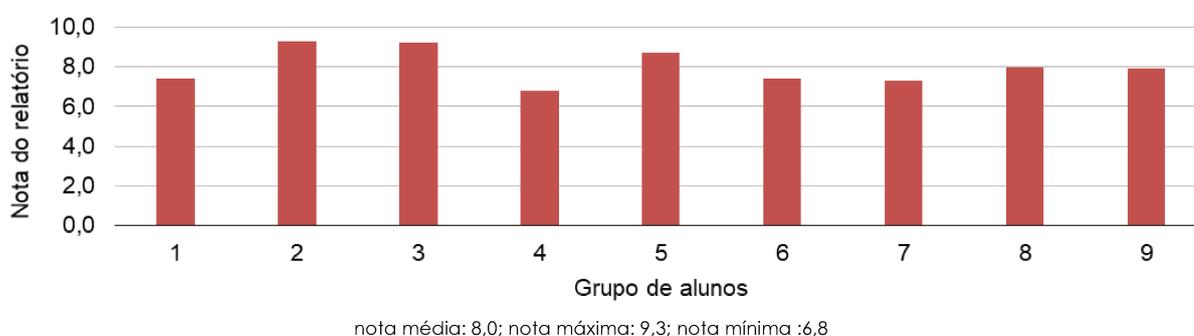
Etapa	Descrição
P	<p>1. Premissas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - auxiliar no desenvolvimento nas habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • trabalho em grupo; e • análise e tomada de decisão; - da avaliação da sp1-DISC2/SEM1: <ul style="list-style-type: none"> • manter as etapas de aplicação da sp1. <p>2. Objetivos da sp2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avaliar a viabilidade técnica da implantação de um sistema de reuso de água cinzas na edificação escolar estudada; • Redigir um parecer técnico sobre um Projeto de Lei estabelece a obrigatoriedade de implantação de sistema de reuso de águas cinzas em escolas públicas
D	<p>1. Proposição do enunciado da sp2 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado a docente para discussão e análise;</p> <p>2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos (a cada item é atribuída uma dentre cinco notas):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualidade e forma de apresentação do texto – 1,0 ponto; <p><u>Cenários para o reuso de água:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimativa da demanda e da oferta – 3,0 pontos; • Análise da viabilidade técnica. – 1,0 ponto; • Especificação de equipamento compacto – 1,5 ponto; <p><u>Projeto de Lei:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Análise da viabilidade técnica. – 1,0 ponto; • Análise crítica – 1,5 ponto; • Posicionamento – 1,0 ponto; <p>3. Divulgação do enunciado no ambiente virtual</p>
I	<p>1. A resolução da sp2 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora, pela docente e pelo auxiliar docente. No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos</p>
A	<p>1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp2;</p> <p>2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.25)</p>

Todos os grupos de alunos foram capazes de estimar a demanda e a oferta de água não potável, e especificar o sistema compacto de tratamento para a implantação do sistema de reuso de água. A maioria dos grupos (7 de

9) foi capaz de realizar a análise da viabilidade técnica da implantação do referido sistema.

Porém, apenas 3 (33%) dos 9 grupos foram capazes de contextualizar social, ambiental e economicamente o Projeto de Lei hipotético no parecer técnico elaborado. A Figura 4.13 apresenta o desempenho dos grupos na **sp2-DISC2/SEM1**.

Figura 4.13: Desempenho dos grupos de alunos na **sp2-DISC2/SEM1**.



O CV de 9% indica que os alunos apresentaram um desempenho homogêneo na **sp2-DISC2/SEM1**, o qual foi, modo geral, bom. O Quadro 4.25 apresenta as recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp2-DISC2/SEM1**.

Quadro 4.25: Recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp2-DISC2/SEM1**.

RECOMENDAÇÕES
Manter as etapas de aplicação para as próximas situações-problema: 1) Divulgação do enunciado da sp no ambiente virtual, apresentação e discussão em sala de aula; 2) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula; 3) Realização de mini palestras sobre o tema, ministradas pelo docente; e 4) Entrega de relatório pelos grupos no ambiente virtual.
Manter o enunciado da sp2-DISC2/SEM1 conforme proposto.

4.2.1.2.3. Situação-Problema 3: sp3-DISC2/SEM1

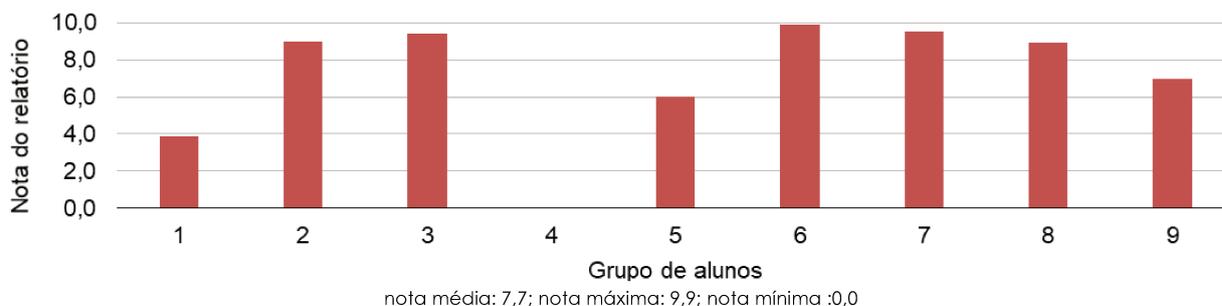
As etapas que constituíram a terceira situação-problema (**sp3-DISC2/SEM1**) são apresentadas no Quadro 4.26.

Quadro 4.26: Etapas da 3ª situação-problema (**sp3-DISC2/SEM1**)

Etapa	Descrição
P	1. Premissas: <ul style="list-style-type: none"> – auxiliar no desenvolvimento nas habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • trabalho em grupo; e • solução de problemas; – da avaliação da sp2-DISC2/SEM1: <ul style="list-style-type: none"> • manter as etapas de aplicação da sp2. 2. Objetivos da sp3 : <ul style="list-style-type: none"> • Avaliar a viabilidade técnica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial na edificação escolar estudada.
D	1. Proposição do enunciado da sp3 , a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado a docente para discussão e análise; 2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos (a cada item é atribuída uma dentre cinco notas): <ul style="list-style-type: none"> • Qualidade e forma de apresentação do texto – 1,0 ponto; <u>Cenários para o aproveitamento de água:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Estimativa da demanda e da oferta – 2,5 pontos; • Análise da viabilidade técnica. – 1,5 ponto; • Especificação de equipamento compacto para tratamento – 1,5 ponto; • Resolução de problemas e conclusão – 3,5 pontos 3. Divulgação do enunciado no ambiente virtual
I	1. A resolução da sp3 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora, pela docente e pelo auxiliar docente. No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos
A	1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp3 ; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.27).

A Figura 4.14 apresenta o desempenho dos grupos na **sp3-DISC2/SEM1**.

Figura 4.14: Desempenho dos grupos de alunos na **sp3-DISC2/SEM1**.



Considerando-se as notas de todos os grupos, tem-se um CV de 36%. Dois dos nove grupos entregaram o relatório incompleto (não finalizaram a atividade) e um grupo não entregou o relatório, não sendo identificado nenhum motivo associado à sp propriamente dita.

Vale ressaltar que os grupos de alunos que finalizaram essa atividade apresentaram uniformidade nas notas e um bom desempenho.

O Quadro 4.27 apresenta as recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp3-DISC2/SEM1**.

Quadro 4.27: Recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp3-DISC2/SEM1**.

RECOMENDAÇÕES
Manter as etapas de aplicação para as próximas situações-problema: 1) Divulgação do enunciado da sp no ambiente virtual, apresentação e discussão em sala de aula; 2) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula; 3) Realização de mini palestras sobre o tema, ministradas pelo docente; e 4) Entrega de relatório pelos grupos no ambiente virtual.
Manter o enunciado da sp3-DISC2/SEM1 conforme proposto.

4.2.1.2.4. Situação-Problema 4: sp4-DISC2/SEM1

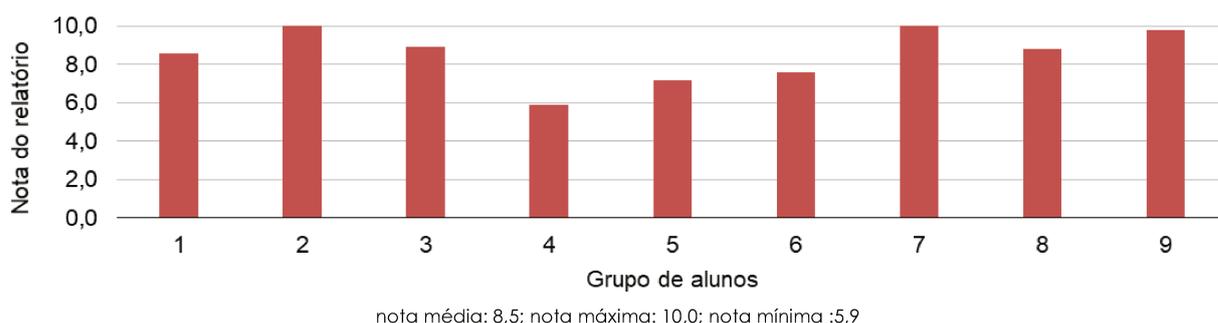
As etapas que constituíram a quarta situação-problema (**sp4-DISC2/SEM1**) são apresentadas no Quadro 4.28.

Quadro 4.28: Etapas da 4ª situação-problema (**sp4-DISC2/SEM1**)

Etapa	Descrição
P	1. Premissas: <ul style="list-style-type: none"> - auxiliar no desenvolvimento nas habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • trabalho em grupo; e • solução de problemas. - da avaliação da sp3-DISC2/SEM1: <ul style="list-style-type: none"> • manter as etapas de aplicação da sp3. 2. Objetivos da sp4 : <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionar quatro diferentes sistemas de infiltração; • Analisar a viabilidade técnica e escolher um sistema de infiltração para a implantação na edificação estudada.
D	1. Proposição do enunciado da sp4 , a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado a docente para discussão e análise; 2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos (a cada item é atribuída uma dentre cinco notas): <ul style="list-style-type: none"> • Qualidade e forma de apresentação do texto – 1,0 ponto; • Determinação da vazão e volume a ser infiltrado – 1,0 ponto;; • Dimensionamento do pavimento permeável – 1,5 pontos; • Dimensionamento da trincheira de infiltração – 1,5 pontos; • Dimensionamento do poço de infiltração. – 1,5 pontos; • Análise da viabilidade técnica de implantação de cada um dos sistemas de infiltração e escolha de um deles para a edificação estudada – 3,5 pontos. 3. Divulgação do enunciado no ambiente virtual.
I	1. A resolução da sp4 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora, pela docente e pelo auxiliar docente. No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos
A	1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp4 ; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.29).

O desempenho dos alunos nessa sp foi satisfatório (Figura 4.15); apenas 1 grupo não finalizou a atividade. O CV de 13% indica a homogeneidade do desempenho dos grupos.

Figura 4.15: Desempenho dos grupos de alunos na **sp4-DISC2/SEM1**.



O Quadro 4.29 apresenta as recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp4-DISC2/SEM1**.

Quadro 4.29: Recomendações elaboradas a partir da avaliação da **sp4-DISC2/SEM1**.

RECOMENDAÇÕES
Manter as etapas de aplicação para as próximas situações-problema: <ol style="list-style-type: none"> 1) Divulgação do enunciado da sp no ambiente virtual, apresentação e discussão em sala de aula; 2) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula; 3) Realização de mini palestras sobre o tema, ministradas pelo docente; e 4) Entrega de relatório pelos grupos no ambiente virtual.
Manter o enunciado da sp4-DISC2/SEM1 conforme proposto.

4.2.1.2.5. Avaliação Global da DISC2/SEM1: AG2

Dezenove alunos (59% do total de matriculados) participaram da entrevista coletiva; responderam ao questionário individual e consentiram com o uso dos dados nas avaliações para o presente estudo.

Segundo a entrevista coletiva, a aplicação da ABP na **DISC2/SEM1** foi aprovada pela maioria dos alunos, sendo destacado que:

- o prazo para trabalhar as situações-problema foi adequado;
- não houve sobrecarga de trabalho; e
- a utilização de um mesmo projeto (edifício escolar) dividido em quatro situações-problema auxiliou na conexão dos conteúdos.

Destaca-se que, dos 19 alunos que responderam ao questionário individual, 11 haviam cursado a **DISC1/SEM1** e, portanto, já haviam participado do estudo no semestre anterior.

Conforme verificado pelos questionários individuais, (cerca de 69% dos alunos da **DISC2/SEM1** passavam menos de 36 horas por semana em sala de aula. Acredita-se que isso tenha contribuído para o resultado obtido na aplicação da ABP nessa disciplina.

De forma similar a **DISC1/SEM1**, a grande maioria dos alunos da **DISC2/SEM1** (95% dos respondentes) avaliaram, no questionário individual, que o ensino do curso de Engenharia Civil (EC) é muito teórico, (Figura 4.16).

A grande maioria dos alunos (95%) da **DISC2/SEM1** indicaram que as situações-problema facilitaram a aprendizagem do projeto dos SPHS (Figura 4.17). Destaca-se a avaliação do prazo para a solução e o grau de exigência das sp: cerca de 70% e 75% dos alunos consideraram, respectivamente, adequados ou muito adequados estes itens.

Figura 4.16: Avaliação do ensino no curso de EC na **DISC2/SEM1** (19 alunos)

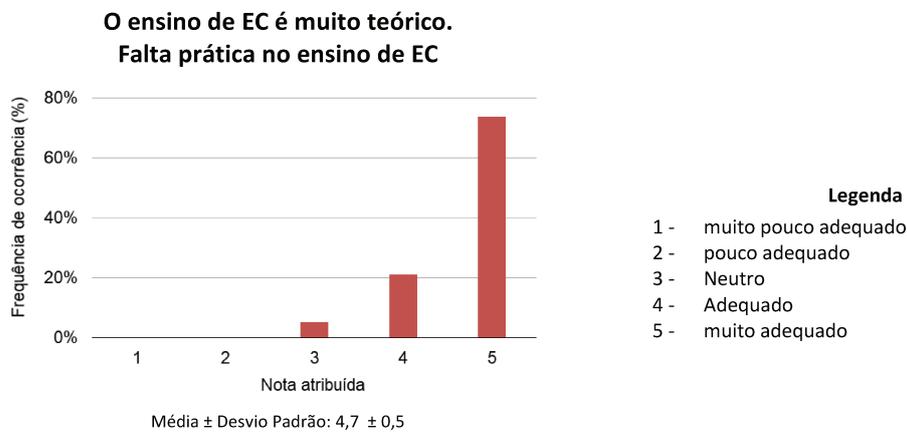
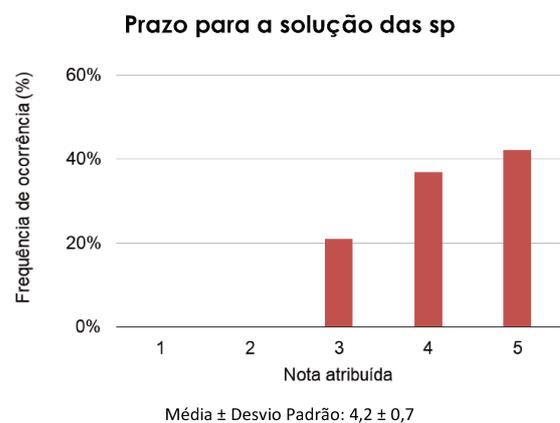
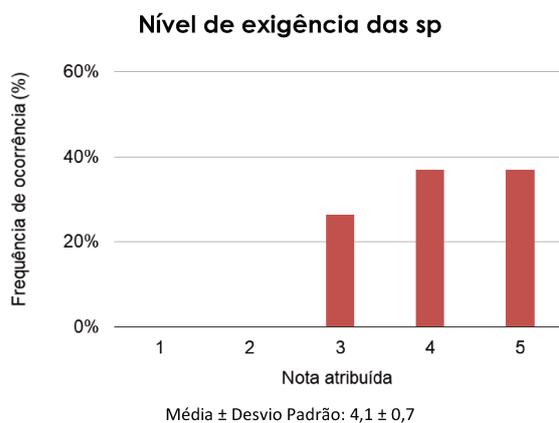
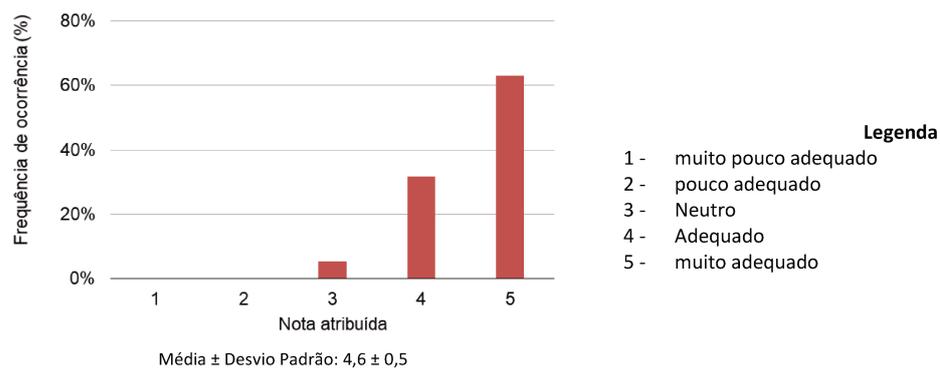


Figura 4.17: Avaliação da aplicação da ABP na **DISC2/SEM1** (19 alunos)

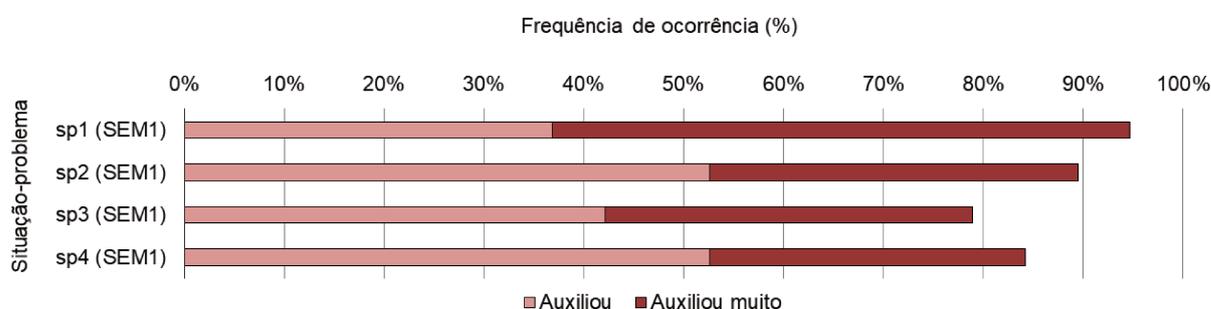
Em geral, é mais fácil aprender com o uso da ABP



Além disso, segundo 10 dos 11 alunos que haviam participado do estudo na disciplina anterior, a aprendizagem se torna mais fácil ao cursar uma segunda disciplina com ABP.

A Figura 4.18 apresenta a avaliação das sp na DISC2/SEM1. A **sp1** merece destaque positivo na avaliação dos alunos nesse semestre.

Figura 4.18: Avaliação das sp na DISC2/SEM1 (19 alunos)



Sete alunos responderam às questões dissertativas. Como ponto a ser melhorado, 2 deles sugeriram que fossem realizadas em sala de aula a discussão e a resolução das **sp** e 1 aluno ressaltou que essa metodologia não é adequada para quem cursa muitos créditos simultaneamente.

Por sua vez, 4 alunos citaram pontos positivos sobre a aplicação da ABP, destacando-se os seguintes comentários:

- “...matéria mais didática, intuitiva. Os prazos foram razoáveis e os exercícios bem construídos, facilitando o aprendizado ...”;
- “...faz com que busquemos os conceitos na teoria para entendê-los de fato e aplicar na prática ...”;
- “... os exercícios te forçam a conhecer o conteúdo ...”;
- “...as aulas expositivas foram mais leves...”.

Segundo a docente da disciplina, "...os exercícios já estavam sendo aplicados na disciplina, apenas sem a avaliação (por parte dos alunos) como foi neste semestre. Além disso, acho que o fato de contemplarem uma mesma edificação ao longo de todo semestre garantiu uma visão mais sistêmica dos conteúdos pelos alunos".

4.2.1.2.6. Recomendações da Pesquisa-ação desenvolvida na DISC2/SEM1: REC2

O Quadro 4.30 apresenta um resumo das recomendações resultantes da observação participante em cada uma das situações-problema desenvolvidas na disciplina 2 no semestre 1 e o Quadro 4.31 apresenta um resumo das recomendações da avaliação global, feita pelos alunos, docentes e auxiliares nesse semestre do estudo.

Quadro 4.30: Resumo das recomendações da observação participante – DISC2/SEM1

sp	RECOMENDAÇÕES
1	<ul style="list-style-type: none">• Manter o enunciado proposto da sp1-DISC2/SEM1 conforme proposto;• Manter as etapas de aplicação dessa sp conforme proposto.
2	<ul style="list-style-type: none">• Manter o enunciado proposto da sp2-DISC2/SEM1 conforme proposto;• Manter as etapas de aplicação dessa sp conforme proposto.
3	<ul style="list-style-type: none">• Manter o enunciado proposto da sp3-DISC2/SEM1 conforme proposto;• Manter as etapas de aplicação dessa sp conforme proposto.
4	<ul style="list-style-type: none">• Manter o enunciado proposto da sp4-DISC2/SEM1 conforme proposto;• Manter as etapas de aplicação dessa sp conforme proposto.

Quadro 4.31: Resumo das recomendações da avaliação global – **DISC2/SEM1**

AVALIAÇÃO	RECOMENDAÇÕES
Entrevista coletiva	• Manter as etapas de aplicação das sp.
Questionário individual - alunos	
Questionário individual – docentes e auxiliares	• Contemplar uma mesma edificação ao longo de todo semestre para as várias sp.

4.2.2. FASE II

4.2.2.1. Disciplina 1

No segundo semestre (SEM2) de oferecimento da disciplina 1, o número total de alunos matriculados foi igual a 81.

As aulas para as duas turmas foram ministradas em horários diferentes por um único docente (docente B, o qual foi responsável por uma das turmas no SEM1), e três auxiliares (PED1 e PED2, que participaram do oferecimento anterior dessa disciplina e PED3 – engenheira civil; aluna do curso de mestrado em EC da FEC-Unicamp

A partir da **REC1** (recomendações oriundas das avaliações das sp e da avaliação global da **DISC1/SEM1**), foram feitas alterações nas situações-problema (sp) para o SEM2. Além disso, considerando-se a **REC2** (recomendações oriundas das avaliações das sp e da avaliação global da **DISC2/SEM1**), foram efetuadas as seguintes modificações:

- exclusão da preparação prévia por parte dos alunos, antecedendo a aula com a situação-problema;

- utilização de um mesmo edifício residencial multifamiliar, a partir de um modelo BIM (o mesmo utilizado no projeto desenvolvido na disciplina) para a elaboração das situações-problema; esta modificação teve dois objetivos: diminuir a carga de trabalho da disciplina, e propiciar uma visão sistêmica dos conteúdos pelos alunos;
- acréscimo de três situações-problema, por sugestão posterior dos docentes da disciplina.

O Quadro 4.32 apresenta as modificações introduzidas e o no Quadro 4.33 tem-se os enunciados que diferiram do SEM1 da DISC1.

Quadro 4.32: Modificações implementadas nas situações-problema (DISC1/SEM2).

Tópico	DISC1/SEM1	DISC1/SEM2	
	Descrição	Descrição	Ciclo da PA
Condicionantes do projeto dos sistemas prediais de quente (SPAQ) – concepção e dimensionamento	4ª situação-problema (sp4): 1 aula Aula expositiva: 1 aula	Não aplicada	4
Condicionantes do projeto do sistema predial de esgoto sanitário (SPES) – concepção e dimensionamento	Não aplicada	5ª situação-problema (sp5): 1 aula Aula expositiva: 1 aula	5
Condicionantes do projeto do sistema predial de água pluvial (SPAP) – concepção e dimensionamento		6ª situação-problema (sp6): 1 aula Aula expositiva: 1 aula	6
Condicionantes do projeto dos sistemas prediais de quente (SPAQ) – concepção e dimensionamento		7ª situação-problema (sp7): 1 aula Aula expositiva: 1 aula	7

* cada aula é composta por 3 horas; DISC1/SEM1 – disciplina 1 no semestre 1 desse estudo; PA – pesquisa-ação; DISC1/SEM2 disciplina 1 no semestre 2 desse estudo;

Quadro 4.33: Situações-problema desenvolvidas na **DISC1/SEM2**

Situação-problema (sp)	Descrição
3	idem ao SEM1, a partir de um modelo BIM do edifício (o mesmo utilizado no projeto desenvolvido na disciplina): dimensionamento do caminho crítico do SPAF de um edifício residencial multifamiliar
5	Traçado e dimensionamento do SPES de um banheiro, de uma cozinha e de uma área de serviço, a partir de um modelo BIM do edifício (o mesmo utilizado no projeto desenvolvido na disciplina)
6	Traçado e dimensionamento do SPAP da cobertura de um edifício residencial multifamiliar (o mesmo utilizado no projeto desenvolvido na disciplina)
7	Traçado e dimensionamento do caminho crítico do SPAQ de um edifício residencial multifamiliar (o mesmo utilizado no projeto desenvolvido na disciplina)

SPAF - sistema predial de água fria; SPES – sistema predial de esgoto sanitário; SPAP - sistema predial de água pluvial

Os itens 4.3.2.1.1 a 4.3.2.1.6 apresentam as situações-problema desenvolvidas na PA da DISC1/SEM1, em função das 4 etapas apresentadas no capítulo anterior: **(P)** planejamento; **(D)** desenvolvimento; **(I)** implantação e **(A)** avaliação.

A avaliação global **(AG3)**, composta pela entrevista coletiva e pelos questionários individuais, é apresentada no item 4.3.2.1.7.

Por fim, as recomendações da PA desenvolvida na DISC1/SEM2 (REC3) são apresentadas no item 4.3.2.1.8.

4.2.2.1.1. Situação-Problema 1: sp1-DISC1/SEM2

As etapas que constituíram primeira situação-problema (**sp1-DISC1/SEM2**) são apresentadas no Quadro 4.34.

Quadro 4.34: Etapas da 1ª situação-problema (**sp1-DISC1/SEM2**)

Etapa	Descrição
P	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recomendações da sp1 da DISC1/SEM1: <ul style="list-style-type: none"> • Diminuir o número de questões a serem trabalhadas na sp. 2. Premissas: auxiliar no desenvolvimento nas habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • Trabalho em grupo; e • Iniciativa na solução de problemas 3. Objetivos da sp1: <ul style="list-style-type: none"> • Discutir, em grupo, o encaminhamento dos SPHS dentro do apartamento-tipo, de forma que os SPHS sejam visitáveis; • Verificar se os espaços destinados para os SPHS estão adequados, propondo as modificações, caso seja necessário, em termos de dimensões e acessibilidade para inspeção e manutenção; • Desenvolver o pré-dimensionamento do SPAQ; • Especificar os equipamentos para aquecimento de água a partir de catálogos técnicos de fabricantes
D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alteração do enunciado da sp1 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado aos docentes para discussão e análise 2. Alterações nos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos: <ul style="list-style-type: none"> • Descrição do apartamento tipo e das premissas dos SPHS – 0,5 ponto; • Verificação de espaço e acessibilidade (shaft, forro falso/sanca; carenagens ou enchimentos/ acessibilidade para manutenção) – 5,0 pontos; • Pré-dimensionamento do SPAQ (especificação do aquecedor de passagem à gás, indicação do local de instalação, duto da chaminé). – 5,0 pontos; • Qualidade do texto e forma de apresentação – 2,5 ponto; • Iniciativa para a solução de problemas – 1,0 ponto 3. Divulgação do enunciado no ambiente virtual
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. A resolução da sp1 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora e pelos auxiliares docentes. Além disso, a pesquisadora e os auxiliares docentes ficaram disponíveis para orientação dos alunos em período extraclasse (duas horas por semana). No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp1; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.35).

Com o objetivo de incorporar o aprendizado adquirido nos ciclos da PA desenvolvida na **DISC1/SEM1(REC1)** e na **DISC2/SEM1(REC2)**, adotou-se as seguintes etapas para aplicação da ABP na **sp1-DISC1/SEM2**:

- Divulgação do enunciado no ambiente virtual institucional, apresentação e discussão do enunciado em sala de aula;
- Resolução parcial da sp em sala de aula;
- Entrega dos relatórios no ambiente virtual institucional; e
- Correção dos relatórios dos grupos de alunos e divulgação dos mesmos no ambiente virtual institucional.

Além disso, vale ressaltar que antecedendo a aplicação da sp, foi ministrada uma aula expositiva.

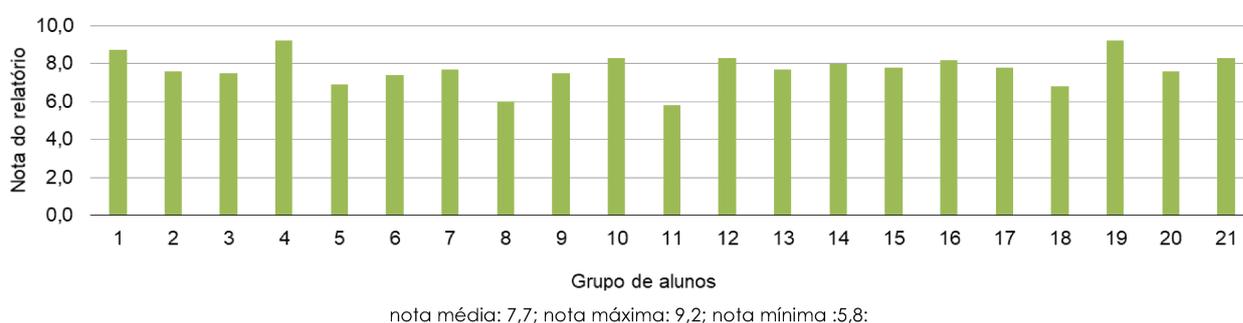
Ao longo do desenvolvimento da **sp1-DISC1/SEM2** em sala de aula, observou-se que os alunos foram capazes de trabalhar em equipe e apresentaram iniciativa na solução do problema proposto.

Além disso, de modo geral, os 21 grupos da **DISC1/SEM2** foram capazes de analisar e propor adequações aos espaços destinados aos SPHS porém, as especificações dos materiais e do acesso para inspeção e manutenção ficaram aquém do desejado: apenas 30% dos grupos foram capazes de realizar esta tarefa.

Quatorze grupos (67% do total) localizaram adequadamente o aquecedor de passagem a gás combustível, seguindo as diretrizes propostas e previram a saída da chaminé de acordo com as recomendações técnicas. Contudo, somente 30% dos grupos especificaram a marca e o modelo do aquecedor de passagem a gás a ser utilizado.

A Figura 4.19 apresenta o desempenho dos grupos na **sp1(DISC1/SEM2)**. Ressalta-se que pelo menos um componente de cada um dos 21 grupos desse semestre consentiu com o uso da nota obtida pelo grupo para o presente estudo.

Figura 4.19: Desempenho dos alunos na **sp1-DISC1/SEM2**.



Tanto a homogeneidade (CV de 8%) como as notas dos grupos foram maiores do que na **sp1-DISC1/SEM1**. Os problemas detectados anteriormente e que geraram modificações nas sp, em especial a diminuição do número de questões e o aumento do prazo de trabalho, contribuiram para o melhor desempenho dos grupos.

No Quadro 4.35 são apresentadas as recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp1- DISC1/SEM2**.

Quadro 4.35: Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp1- DISC1/SEM2**.

RECOMENDAÇÕES
Manter as etapas de aplicação para as próximas sp: 1) Divulgação do enunciado no ambiente virtual, apresentação e discussão em sala de aula; 2) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula; 3) Entrega de relatório pelos grupos no ambiente virtual institucional; e 4) Correção dos relatórios dos grupos e divulgação dos mesmos no ambiente virtual institucional.
Manter o enunciado da sp1-DISC1/SEM2 conforme proposto.

4.2.2.1.2. Situação-Problema 2: sp2-DISC1/SEM2

Os resultados da avaliação da primeira aplicação nos dois momentos (**sp2** e global) foram considerados para a concepção da **sp2** (DISC1/SEM2). As etapas que constituíram segunda situação-problema (**sp2**) são apresentadas no Quadro 4.36

Com o objetivo de aumentar o tempo disponível para a montagem dos *kits* do SPES, foram confeccionados mais três deles, para possibilitar o uso simultâneo de mais grupos. Os cinco *kits* foram identificados com cores diferentes (Figura 4.20).

Figura 4.20: Montagem dos *kits* na **sp2** (DISC1/SEM2).



Todos os grupos desse semestre foram capazes de verificar a conformidade do projeto com a NBR 8160 (ABNT, 1999), contudo, percebeu-se uma pequena dificuldade no reconhecimento dos dispositivos de inspeção e de manutenção: 4 grupos (20% do total) não realizaram esta tarefa.

Quadro 4.36: Etapas da 2ª situação-problema (**sp2-DISC1/SEM2**)

Etapa	Descrição
P	<p>1. Premissas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - auxiliar no desenvolvimento das habilidades: <ul style="list-style-type: none"> • de visão espacial; • de trabalho em grupo; e • Iniciativa na solução de problemas; - da avaliação da sp1-DISC1/SEM2: <ul style="list-style-type: none"> • manter as etapas de aplicação da ABP. - da avaliação da sp2-DISC1/SEM1: <ul style="list-style-type: none"> • diminuir o número de questões e • aumentar o tempo para a montagem dos kits (sp2) • identificar os diferentes kits (sp2). <p>2. Objetivos da sp2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discutir se o projeto dos SPES atende aos critérios estabelecidos pela norma, e se foi pensado de modo a evitar entupimentos e também prevê dispositivos para a manutenção dos SPES. Apontar as correções, caso sejam necessárias. • Propor um traçado (eixo) do SPES para o 1º. e 2º. andares tipo, localizar os tubos de queda no <i>shaft</i>, e justificar a necessidade do uso desta solução. • Verificar se a altura, entre a face inferior da laje e o forro, destinada para a instalação dos SPES, é adequada e propor modificações, caso seja necessário.
D	<p>1. Proposição do enunciado da sp2 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado aos docentes para discussão e análise;</p> <p>2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos:</p> <p><u>Na sala de aula</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza e organização – 1,0 ponto; • Trabalho entre equipes – 1,0 ponto; • Comunicação entre equipes – 1,0 ponto; <p><u>No relatório</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificação a adequação à NBR 8160/1999 do projeto de SPES – 1,0 ponto; • Verificação da existência de dispositivos de inspeção e manutenção – 1,0 ponto; • Justificativa da necessidade de tubos de queda exclusivos para o primeiro e segundo andar – 1,0 ponto; • Proposta de traçado (eixo) do SPES para o primeiro e segundo andar tipo – 1,0 ponto; • Verificação da altura mínima necessária para a instalação – 1,0 ponto; • Proposta de alteração do traçado (eixo) do SPES para diminuir a altura necessária para a instalação – 1,0 ponto; • Conclusão – 1,0 ponto <p>3. Confecção e desenvolvimento em CAD de mais três projetos (diferentes) dos SPES dos ambientes sanitários de um mesmo apartamento tipo. Impressão de dois tapetes de lona;</p> <p>4. Corte das tubulações cortados nos comprimentos adequados e montagem (piloto) dos três "kits" (tubos e conexões), com o auxílio de um encanador;</p> <p>5. Divulgação do enunciado no ambiente virtual</p>
I	<p>A resolução da sp2 foi efetuada em sala de aula, com as atividades dos alunos monitorada pela pesquisadora, pelos docentes e pelo auxiliar docente. Para tanto, foi efetuada a coleta informal dos comentários dos alunos e realizadas anotações.</p>
A	<p>1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp2;</p> <p>2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.37)</p>

Por meio da montagem dos *kits*, todos os grupos de alunos foram capazes de identificar a altura mínima necessária para o forro falso. Os grupos desse semestre tiveram um melhor desempenho do que no SEM1 da DISC1: 18 grupos (85% do total da **DISC1/SEM2**) foram capazes de adequar o traçado dos SPES, respeitando a altura mínima proposta para o forro falso no enunciado a **sp2**.

De forma análoga ao SEM1, observou-se que a montagem dos kits na **sp2 -DISC1/SEM2** aumentou a interação entre os alunos e as equipes, além de auxiliar no desenvolvimento da percepção espacial. A Figura 4.21 apresenta o desempenho dos grupos na **sp2 -DISC1/SEM2**.

Figura 4.21: Desempenho dos alunos na **sp2-DISC1/SEM2**.



O CV de 11% indica uma homogeneidade do desempenho dos grupos nessa sp. Vale ressaltar que o desempenho dos grupos na **sp2-DISC1/SEM2** foi superior ao desempenho dos grupos na **sp2-DISC1/SEM1**. Acredita-se que a diminuição do número de questões e o aumento do prazo para o desenvolvimento do trabalho tenham contribuído para isso.

No Quadro 4.37 são apresentadas as recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp2 -DISC1/SEM2**.

Quadro 4.37: Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp2- DISC1/SEM2**.

RECOMENDAÇÕES
Manter as etapas de aplicação para as próximas situações-problema: 1) Divulgação do enunciado da sp no ambiente virtual institucional, apresentação e discussão em sala de aula; 2) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula; 3) Entrega do relatório no ambiente virtual institucional; e 4) Correção dos relatórios dos grupos de alunos e divulgação dos mesmos no ambiente virtual.
Manter o enunciado da sp2-DISC1/SEM2 conforme proposto.

4.2.2.13. Situação-Problema 3: sp3-DISC1/SEM2

As etapas que constituíram terceira situação-problema (**sp3**) são apresentadas no Quadro 4.38.

Assim como no SEM1 da DISC1, o escopo da **sp3-DISC1/SEM2** consistiu no dimensionamento do caminho crítico do SPAF de um edifício residencial multifamiliar.

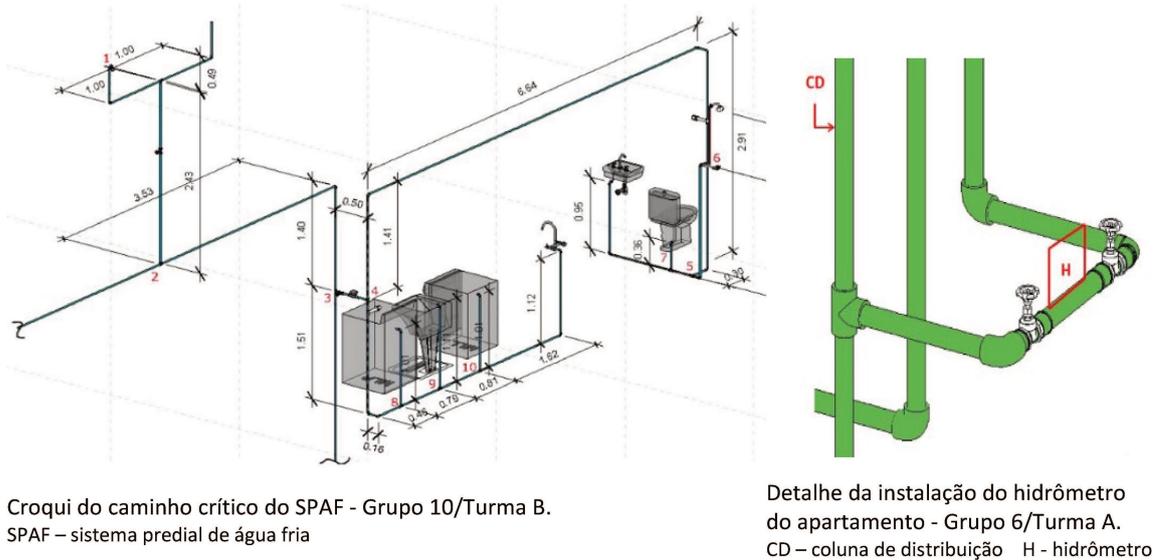
Contudo, atendendo às recomendações da PA desenvolvida na FASE I deste estudo, essa sp passou a contemplar, também, a concepção e o traçado do sistema predial de água fria considerando medição individualizada.

Quadro 4.38: Etapas da 3ª situação-problema (**sp3-DISC1/SEM2**)

Etapa	Descrição
P	<p>1. Premissas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - auxiliar no desenvolvimento das habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • trabalho em grupo; e • iniciativa na solução de problemas - da avaliação da sp2-DISC1/SEM2: <ul style="list-style-type: none"> • manter as etapas de aplicação da ABP. - da avaliação da sp2-DISC1/SEM2: <ul style="list-style-type: none"> • contemplar concepção e traçado. <p>2. Objetivos da sp3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceber, traçar e dimensionar o caminho crítico (do barrilete ao sub-ramal do chuveiro); • Verificar se todos os trechos do caminho crítico atendem às pressões dinâmicas mínimas e à pressão estática máxima estabelecidas na norma (ABNT, 1998); e propor solução, caso necessário.
D	<p>1. Proposição do enunciado da sp3 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado aos docentes para discussão e análise;</p> <p>2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentou croqui de cálculo – 1,0 ponto; • Considerou reservatório superior (de concreto armado) com duas células – 1,0 ponto; <p><u>Barrilete e colunas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepção e traçado – 1,0 ponto; • Determinação das vazões – 1,0 ponto; • Determinação dos diâmetros – 1,0 ponto; • Verificação das pressões – 1,0 ponto; <p><u>Ramais e subramais</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepção e traçado – 1,0 ponto; • Determinação das vazões – 1,0 ponto; • Determinação dos diâmetros – 1,0 ponto; • Especificação do hidrômetro e determinação da perda de carga neste aparelho – 1,0 ponto; • Verificação das pressões – 1,0 ponto; <p>3. Divulgação no ambiente virtual no enunciado e do apêndice</p>
I	<p>A resolução da sp3 foi efetuada em sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora, pelos docentes e pelo estagiário docente. Para tanto, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos.</p>
A	<p>1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp3</p> <p>2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.39)</p>

A Figura 4.22 apresenta, a título de ilustração, alguns detalhes entregues pelos grupos na **sp3-DISC1/SEM2**.

Figura 4.22: Exemplos de relatórios entregues na **sp3-DISC1/SEM2**.

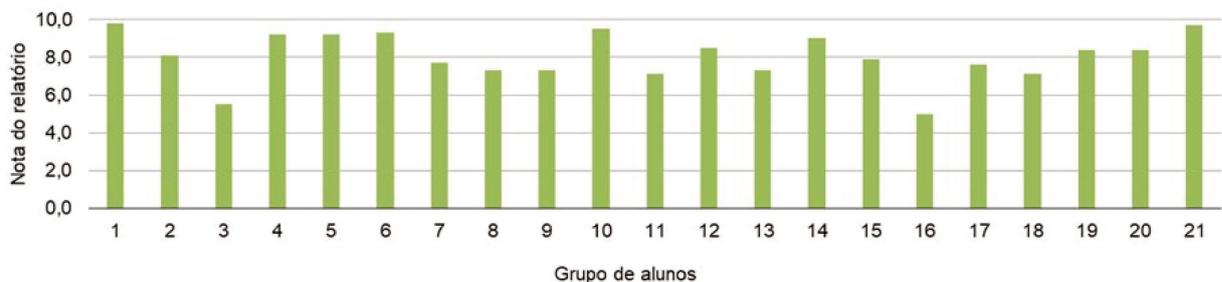


Fonte: Relatórios entregues

Todos os 21 grupos do SEM2 foram capazes de verificar as pressões e dimensionar o caminho crítico. Contudo, cerca de 25% dos grupos utilizaram o referido método para o dimensionamento dos ramais e sub-ramais do SPAF, que não é recomendado pela normalização.

A Figura 4.23 apresenta o desempenho dos grupos na **sp3 -DISC1/SEM2**.

Figura 4.23: Desempenho dos alunos na **sp3-DISC1/SEM2**.



nota média: 8,0; nota máxima: 9,8; nota mínima :5,0

O CV de 13% indica uma homogeneidade do desempenho dos grupos nessa sp. Vale ressaltar que foi observado um melhor desempenho dos grupos nesse semestre, quando comparado ao semestre anterior desse estudo (SEM1/DISC1), o que pode ser atribuído à utilização da mesma edificação para a sp e para o projeto da disciplina e também pela disponibilização dos relatórios corrigidos.

No Quadro 4.39 são apresentadas as recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp3-DISC1/SEM2**.

Quadro 4.39: Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp3-DISC1/SEM2**.

RECOMENDAÇÕES
Manter as etapas de aplicação para as próximas sp: 1) Divulgação do enunciado no ambiente virtual, apresentação e discussão em sala de aula; 2) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula; 3) Entrega de relatório no ambiente virtual institucional; e 4) Correção dos relatórios e divulgação dos mesmos no ambiente virtual institucional.
Manter o enunciado da sp3-DISC1/SEM2 conforme proposto.
Inserir exemplo de dimensionamento do SPAF contemplando medição individualizada.

4.2.2.1.4. Situação-Problema 5: sp5-DISC1/SEM2

As etapas que constituíram a **sp5-DISC1/SEM2** são apresentadas no Quadro 4.40.

A **sp5-DISC1/SEM2** foi composta de duas partes: (1) concepção e (2) montagem do sistema predial de esgoto sanitário (SPES) de um banheiro, uma cozinha e uma área de serviço, a partir de um modelo BIM do edifício (o mesmo a ser utilizado no projeto da disciplina).

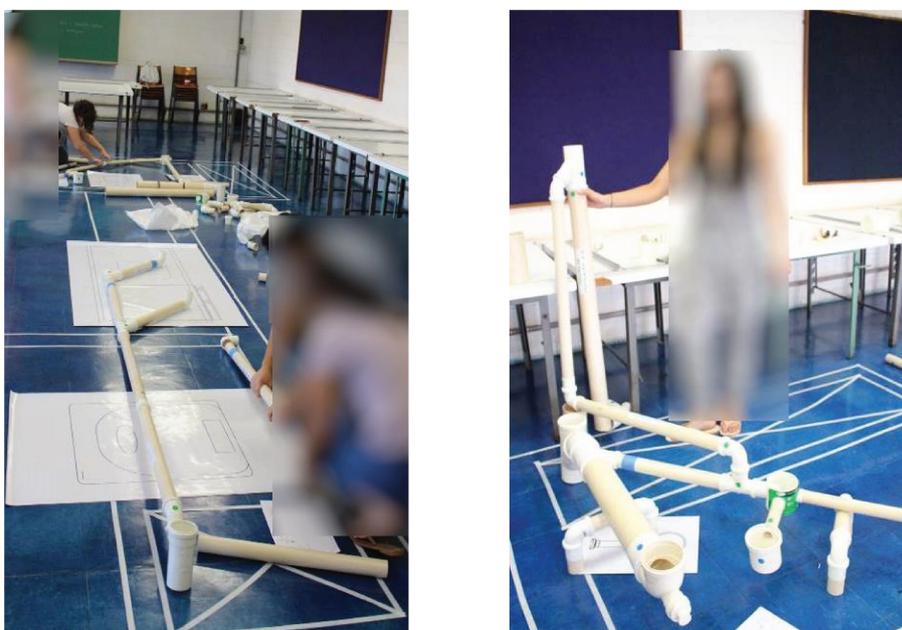
Quadro 4.40: Etapas da 5ª situação-problema (sp5-DISC1/SEM1)

Etapa	Descrição
P	<ol style="list-style-type: none"> 1. Premissa: auxiliar no desenvolvimento nas habilidades: <ul style="list-style-type: none"> • De visão espacial; • De trabalho em grupo; e • Iniciativa na solução de problemas. 2. Objetivos da sp5: <ul style="list-style-type: none"> • Traçar (em eixo) o SPES de um apartamento tipo com banheiro, cozinha e área de serviço; • Verificar, com a montagem do traçado proposto, se o traçado proposto está adequado. Caso contrário, propor as correções necessárias.
D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proposição do enunciado da sp5 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado aos docentes para discussão e análise; 2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos <u>Na sala de aula</u> <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza e organização – 1,5 pontos; • Apresentou traçados em eixo dos SPES para a montagem – 2,5 pontos; • Trabalho entre equipes – 1,0 ponto; • Montagem finalizada – 1,0 ponto; <u>No relatório</u> <ul style="list-style-type: none"> • Qualidade do texto e apresentação – 1,0 ponto; • Verificação a adequação à NBR 8160/1999 do projeto de SPES – 1,0 pontos; • Dimensionamento dos SPES – 1,0 ponto; • Análise e conclusões – 1,0 ponto. 3. Impressão de tapetes de lona da vista em planta dos aparelhos sanitários; 4. Divulgação do enunciado no ambiente virtual institucional.
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. A resolução da sp5 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora e pelos auxiliares docentes. Além disso, a pesquisadora e os auxiliares docentes ficaram disponíveis para orientação dos alunos em período extraclasse (duas horas por semana). No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp5; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.41)

Todos os 21 grupos desse semestre foram capazes de propor o traçado e dimensionar o SPES. A Figura 4.25 ilustra os esquemas entregues pelos grupos.

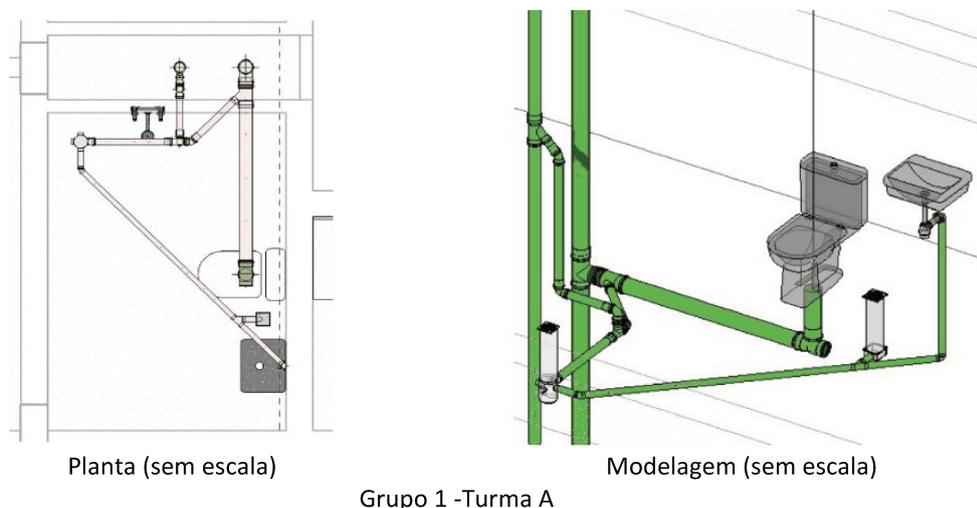
Para a montagem dos SPES foram impressos em lona a vista superior dos aparelhos sanitários (bacia com caixa acoplada, lavatório, pia, tanque, etc) em escala 1:1. No dia da aplicação da **sp5-DISC1/SEM2**, foram desenhados com fita crepe no piso da sala de aula dois apartamentos-tipo (Figura 4.24), do edifício utilizado para o projeto da referida disciplina, também em escala 1:1.

Figura 4.24: Montagem do SPES na **sp5-DISC1/SEM2**.



Contudo, 8 grupos (40% do total) não previram dispositivos de inspeção e/ou manutenção e 5 grupos (25% do total) não colocaram ramal de ventilação no ramal de esgoto da caixa sifonada da área de serviço.

Figura 4.25: Exemplo do SPES do banheiro, entregue na **sp5-DISC1/SEM2**.

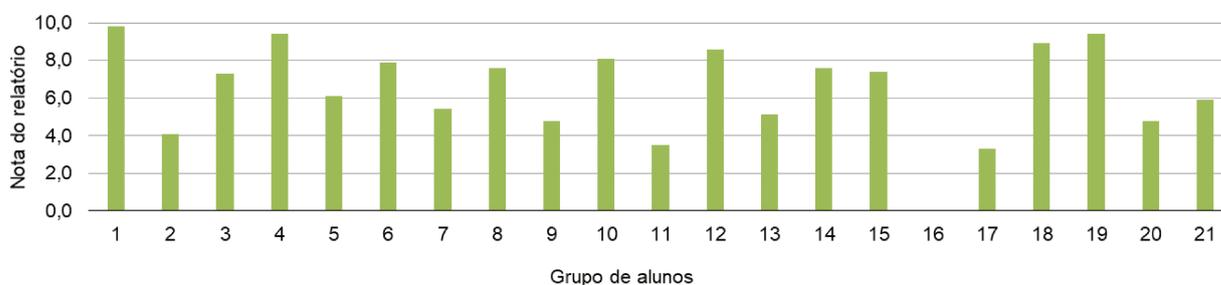


Grupo 1 -Turma A

Fonte: Relatório entregue

A Figura 4.26 apresenta o desempenho dos grupos na **sp5-DISC1/SEM2**.

Figura 4.26: Desempenho dos alunos na **sp5-DISC1/SEM2**.



Nota média: 6,4; nota máxima: 9,8; nota mínima :2,0:

O CV de 32% indica uma maior heterogeneidade no desempenho dos grupos nessa **sp**. Grande parte dos grupos não trouxeram o traçado do eixo do SPES pronto para o dia da aplicação da **sp**, o que foi solicitado, e isso comprometeu o tempo de execução e o desempenho na **sp5-DISC1/SEM2**.

Notou-se uma perda de motivação dos alunos na participação dessa **sp** nesse semestre. Acredita-se que isso possa ser explicado pela semelhança entre a **sp5-DISC1/SEM2** e a **sp2-DISC1/SEM2**.

No Quadro 4.41 são apresentadas as recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp5-DISC1/SEM2**.

Quadro 4.41: Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp5-DISC1/SEM2**.

RECOMENDAÇÕES
Manter as etapas de aplicação para as próximas sp: 1) Divulgação do enunciado no ambiente virtual institucional, apresentação e discussão em sala de aula; 2) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula; 3) Entrega do relatório no ambiente virtual institucional; e 4) Correção dos relatórios e divulgação no ambiente virtual institucional.
Manter o enunciado da sp5-DISC1/SEM2 conforme proposto.
Adotar apenas uma sp nesse formato (escolher entre a sp5 e a sp2).
Condicionar a montagem à entrega da concepção e traçado dos eixos do SPES.

4.2.2.15. Situação-Problema 6: **sp6-DISC1/SEM2**

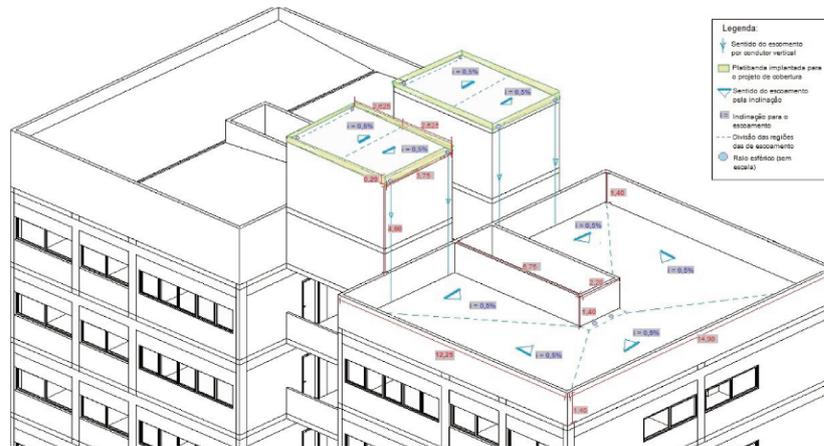
As etapas que constituíram sexta situação-problema (**sp6-DISC1/SEM2**) são apresentadas no Quadro 4.42.

Na **sp6-DISC1/SEM2**, os alunos conceberam e dimensionaram o sistema predial de água pluvial (SPAP) da cobertura de um edifício residencial multifamiliar. A grande maioria dos grupos (95%) foram capazes de localizar as calhas, os ralos e os condutores verticais, bem como especificar os materiais destes componentes. A Figura 4.27 ilustra alguns dos relatórios entregues pelos grupos. Contudo, apenas 15 grupos (70% do total) conceberam o SPAP da laje de cobertura dos reservatórios superiores.

Quadro 4.42: Etapas da 6ª situação-problema (**sp6-DISC1/SEM2**)

Etapa	Descrição
P	1. Premissa: auxiliar no desenvolvimento nas habilidades: <ul style="list-style-type: none"> • De trabalho em grupo; e • Iniciativa na solução de problemas. 2. Objetivos da sp6 : <ul style="list-style-type: none"> • Conceber e dimensionar o SPAP da cobertura de um edifício residencial multifamiliar, segundo os critérios da NBR 10844/1989.
D	1. Proposição do enunciado da sp6 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado aos docentes para discussão e análise; 2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos <u>Concepção</u> <ul style="list-style-type: none"> • Localização das calhas – 1,0 ponto; • Especificação do material das calhas e declividades – 1,0 ponto; • Localização dos ralos na laje impermeabilizada – 1,0 ponto; • Proposta para a drenagem da laje dos reservatórios superiores – 1,0 ponto; • Localização dos condutores verticais – 1,0 ponto; <u>Dimensionamento</u> <ul style="list-style-type: none"> • Direção da chuva crítica– 1,0 ponto; • Cálculo das áreas de – 1,0 pontos; • Cálculo das vazões – 1,0 ponto; • Dimensionamento das calhas – 1,0 ponto; • Dimensionamento dos ralos – 1,0 ponto; 3. Divulgação do enunciado no ambiente virtual
I	1. A resolução da sp6 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora e pelos auxiliares docentes. Além disso, a pesquisadora e os auxiliares docentes ficaram disponíveis para orientação dos alunos em período extraclasse (duas horas por semana). No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos
A	1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp6 ; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.43)

Figura 4.27 – Exemplo da concepção do SPAP de um dos lados da cobertura, entregue na **sp6-DIC1/SEM2**.

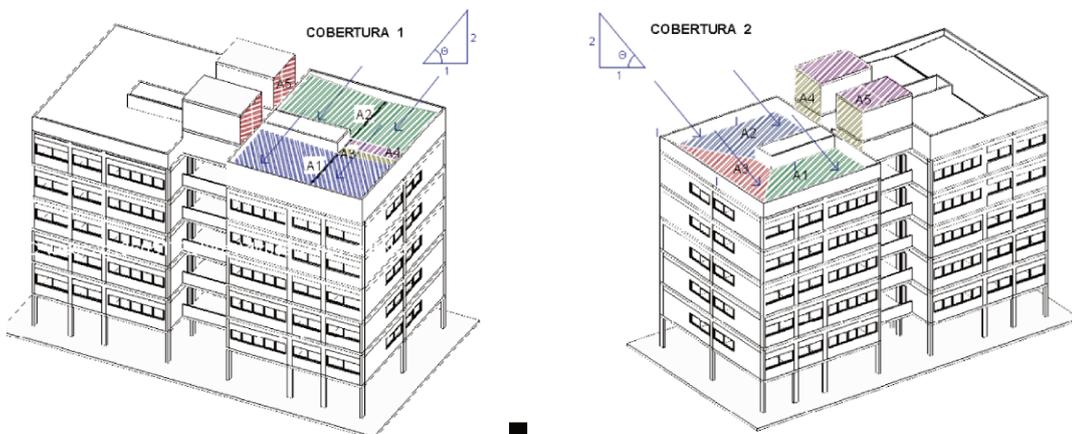


Grupo 9-Turma B

Fonte: Relatório entregue

Todos os 21 grupos foram capazes de identificar a direção da chuva crítica (Figura 4.28) e realizar o dimensionamento das calhas, segundo os critérios estabelecidos na NBR 10844 (ABNT,1989). Porém, apenas 9 grupos (40% do total), fizeram o dimensionamento dos condutores (verticais e/ou horizontais) da laje de cobertura cuja coleta das águas pluviais deveria ser feita por meio de ralos.

Figura 4.28: Exemplos de croquis de cálculo entregues na **sp6-DISC1/SEM2**.



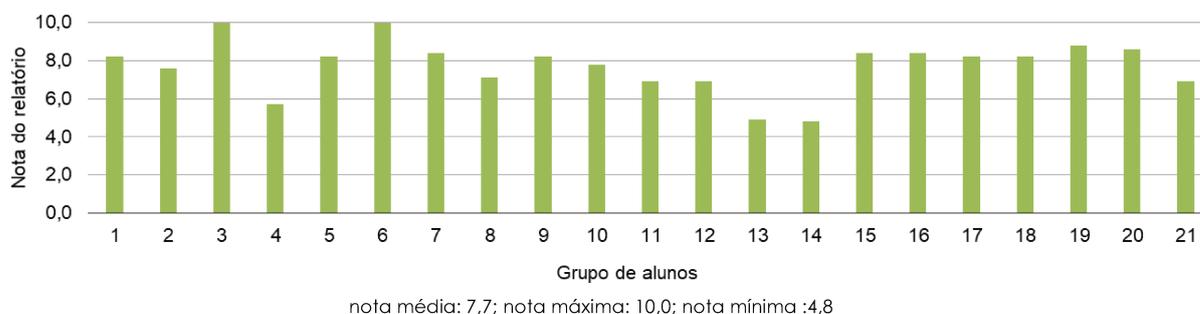
Direção da chuva crítica e áreas de contribuição para o cálculo das vazões de projeto

Grupo 3-Turma A

Fonte: Relatório entregue

A Figura 4.29 apresenta o desempenho dos grupos na **sp6-DISC1/SEM2**.

Figura 4.29: Desempenho dos alunos na **sp6-DISC1/SEM2**.



O CV de 14% indica uma homogeneidade do desempenho dos grupos nessa sp. Vale ressaltar que foi observado um melhor desempenho no dimensionamento da cobertura nos projetos do sistema predial de água pluvial nesse semestre, quando comparado ao semestre anterior (SEM1/DISC1), o que pode ser atribuído à utilização da mesma edificação para a sp e para o projeto da disciplina e à disponibilização dos relatórios corrigidos para os grupos.

No Quadro 4.43 são apresentadas as recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp6-DISC1/SEM2**.

Quadro 4.43: Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp6-DISC1/SEM2**.

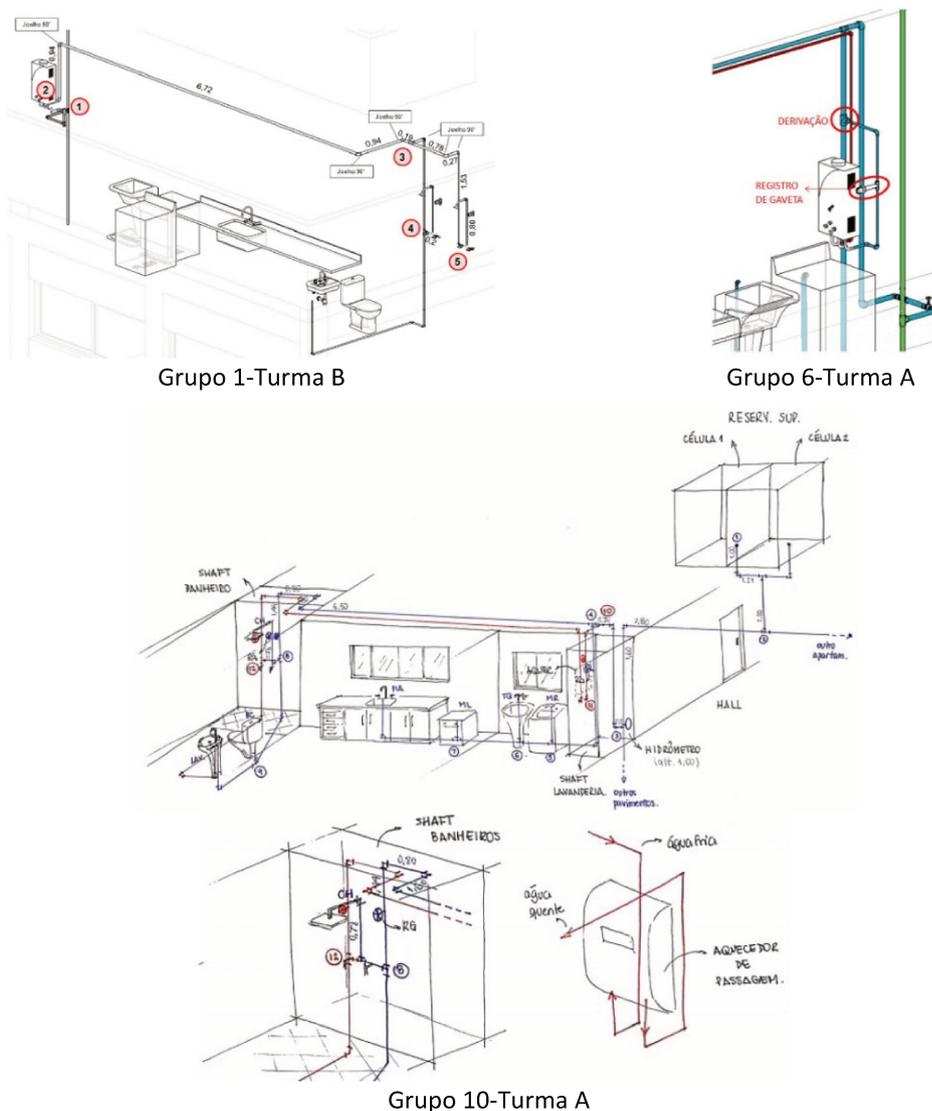
RECOMENDAÇÕES
<p>Manter as etapas de aplicação para as próximas sp:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Divulgação do enunciado no ambiente virtual institucional, apresentação e discussão em sala de aula; 2) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula; 3) Entrega de relatório no ambiente virtual institucional; e 4) Correção dos relatórios dos grupos de alunos e divulgação no ambiente virtual institucional.
<p>Manter o enunciado da sp6-DISC1/SEM2 conforme proposto.</p>

4.2.2.16. Situação-Problema 7: sp7-DISC1/SEM2

As etapas que constituíram sétima situação-problema (sp7-DISC1/SEM2) são apresentadas no Quadro 4.44.

A maioria dos grupos (85% do total) conceberam e dimensionaram corretamente o caminho crítico. A Figura 4.30 ilustra alguns croquis entregues nessa sp.

Figura 4.30: Exemplos de croquis de cálculo entregues na sp7-DISC1/SEM2.



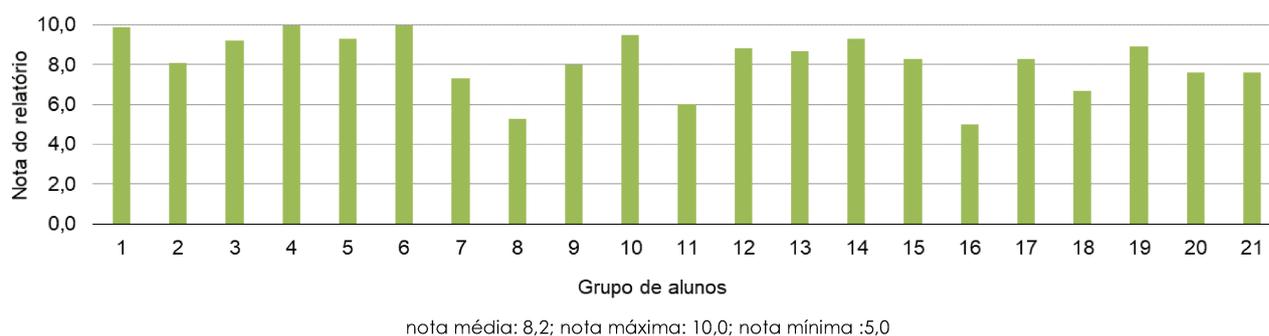
Fonte: Relatórios entregues

Quadro 4.44: Etapas da 7ª situação-problema (**sp7-DISC1/SEM2**)

Etapa	Descrição
P	<p>1. Premissas: auxiliar no desenvolvimento nas habilidades de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabalho em grupo; e • Iniciativa na solução de problemas. <p>2. Objetivos da sp7:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepção do traçado e dimensionamento do caminho crítico (do barrilete ao sub-ramail do chuveiro); • Verificação se todo trecho do caminho crítico atende as pressões dinâmicas mínimas e a pressão estática máxima estabelecidas na NBR 5626 - Instalações Prediais de Água Fria (ABNT, 1998) e propor solução, caso necessário.
D	<p>1. Proposição do enunciado da sp7 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado aos docentes para discussão e análise;</p> <p>2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentou croqui de cálculo – 1,0 ponto; • Considerou reservatório superior (de concreto armado) com duas células – 1,0 ponto; <p><u>Barrilete e colunas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepção e traçado – 1,0 ponto; • Determinação das vazões – 1,0 ponto; • Determinação dos diâmetros – 1,0 ponto; • Verificação das pressões – 1,0 ponto; <p><u>Ramais e subramais</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepção e traçado – 1,0 ponto; • Determinação das vazões – 1,0 ponto; • Determinação dos diâmetros – 1,0 ponto; • Especificação do hidrômetro e determinação da perda de carga neste aparelho – 1,0 ponto; • Verificação das pressões – 1,0 ponto; <p>3. Divulgação no ambiente virtual no enunciado e do apêndice</p>
I	<p>1. A resolução da sp7 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora e pelos auxiliares docentes. Além disso, a pesquisadora e os auxiliares docentes ficaram disponíveis para orientação dos alunos em período extraclasse (duas horas por semana). No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos</p>
A	<p>1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp7;</p> <p>2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.45)</p>

A Figura 4.31 apresenta o desempenho dos grupos na **sp7-DISC1/SEM2** e no Quadro 4.45 são apresentadas as recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos nessa sp.

Figura 4.31: Desempenho dos alunos na **sp7-DISC1/SEM2**.



O CV de 13% indica uma homogeneidade do desempenho dos grupos nessa sp.

Quadro 4.45: Recomendações elaboradas a partir dos comentários e do desempenho dos alunos na **sp7-DISC1/SEM2**.

RECOMENDAÇÕES
Manter as etapas de aplicação da sp: 1) Divulgação do enunciado no ambiente virtual institucional, apresentação e discussão em sala de aula; 2) Desenvolvimento da solução (parcialmente) em sala de aula; 3) Entrega de relatório no ambiente virtual institucional; e 4) Correção dos relatórios e divulgação dos mesmos no ambiente virtual institucional.
Manter o enunciado da sp7-DISC1/SEM2 conforme proposto.
Propor exemplo de dimensionamento do SPAQ contemplando aquecedor de passagem a gás combustível e medição individualizada.

4.2.2.17. Avaliação Global da DISC1/SEM2: AG3

Cinquenta e oito alunos (70% do total de matriculados) participaram da entrevista coletiva e responderam ao questionário individual **DISC1/SEM2**.

Foi consenso, na entrevista coletiva, que houve desencontro de informações entre o professor e os estagiários docentes e que o *feedback* das correções dos relatórios das sp deveria ser melhorado. A partir disso, foi sugerida a criação de um fórum de dúvidas virtual, para eliminar a divergência de informações.

Cerca de metade dos alunos relataram que as aulas expositivas com 3 horas de duração eram muito cansativas e sugeriram dividir as aulas entre teoria (1:30h) e prática (1:30h).

Destaca-se a sugestão de um aluno, de que a teoria poderia ser ensinada por meio da resolução de exercícios pelo docente, em sala de aula.

Os alunos desse semestre também afirmaram que possuíam uma grande carga horária de aulas presenciais, sentindo-se sobrecarregados. Da análise dos questionários individuais, verificou-se que a maioria (74%) passava mais de 30 horas em sala de aula naquele semestre.

Mais de 83% dos alunos que responderam ao questionário individual, consideraram que o curso de Engenharia Civil (EC) é muito teórico (Figura 4.32).

Percebe-se o aumento da aprovação dos alunos na avaliação do prazo para a solução e o grau de exigência das sp (Figura 4.33): a porcentagem que considerou adequados ou muito adequados estes itens foi,

respectivamente, 36% e 64%. Acredita que as alterações procedidas nas sp para este semestre, a partir dos ciclos de aprendizado realizados no SEM1, influenciaram neste resultado.

Figura 4.32: Avaliação do ensino no curso de EC na DISC1/SEM2 (58 alunos).

O ensino de engenharia civil é muito teórico. Falta prática no ensino de EC

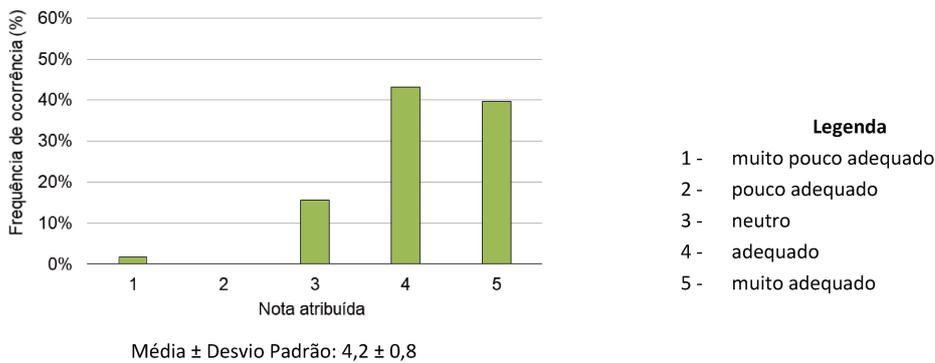
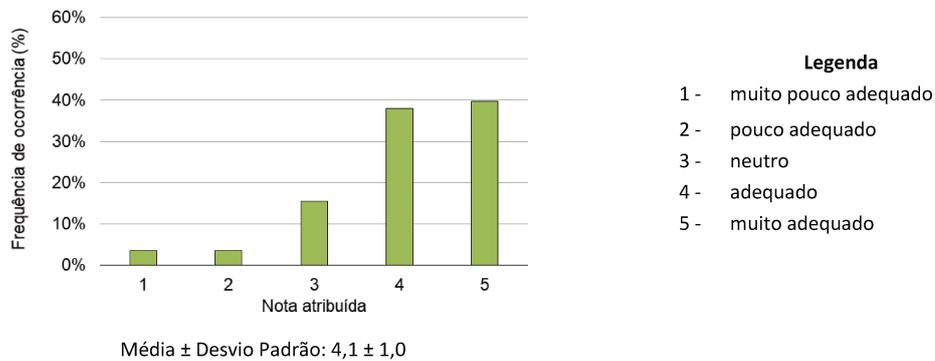
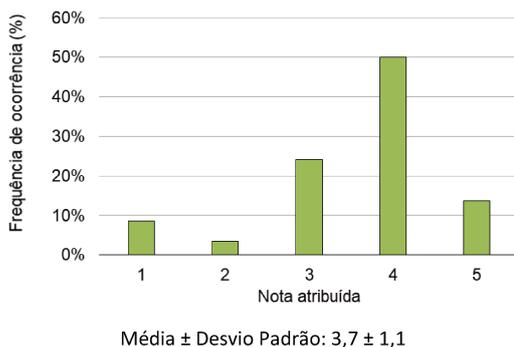


Figura 4.33: Avaliação da aplicação da ABP na DISC1/SEM2 (58 alunos).

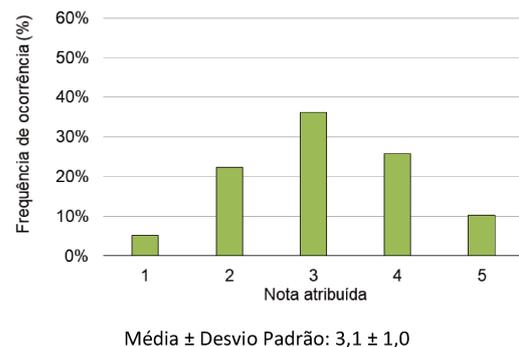
Em geral, é mais fácil aprender com o uso da ABP



Nível de exigência das sp

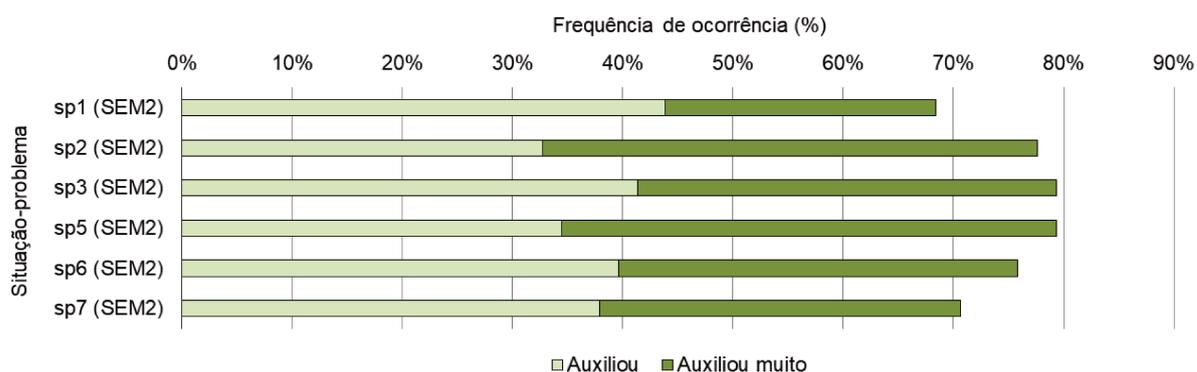


Prazo para a solução das sp



A Figura 4.34 apresenta a avaliação das sp na **DISC1/SEM2**. Em geral, a ABP foi mais bem avaliada pelos alunos no SEM2, quando comparado com o SEM1.

Figura 4.34 – Avaliação das sp na **DISC1/SEM2** (58 alunos)



Nesse semestre foram incluídas duas outras questões, tendo em vista os resultados das análises efetuadas na FASE 1:

- “As estratégias utilizadas nesta disciplina, auxiliaram na conexão entre a teoria e prática de projeto dos SPHS?”. Aproximadamente 80% dos alunos que responderam aos questionários individuais nesse semestre afirmaram que sim (Figura 4.35); e
- “Quais as estratégias utilizadas nesta disciplina, que mais auxiliaram no seu processo de ensino-aprendizagem dos SPHS?”. Quarenta e três alunos responderam esta questão. Destacam-se as seguintes estratégias (Figura 4.36): (1) situações-problema, (2) desenvolvimento de projeto; (3) leitura do material didático.

Figura 4.35: Avaliação das estratégias empregadas na **DISC1/SEM2** (58 alunos).

As estratégias utilizadas nesta disciplina auxiliaram na conexão entre a teoria e prática de projeto dos SPHS

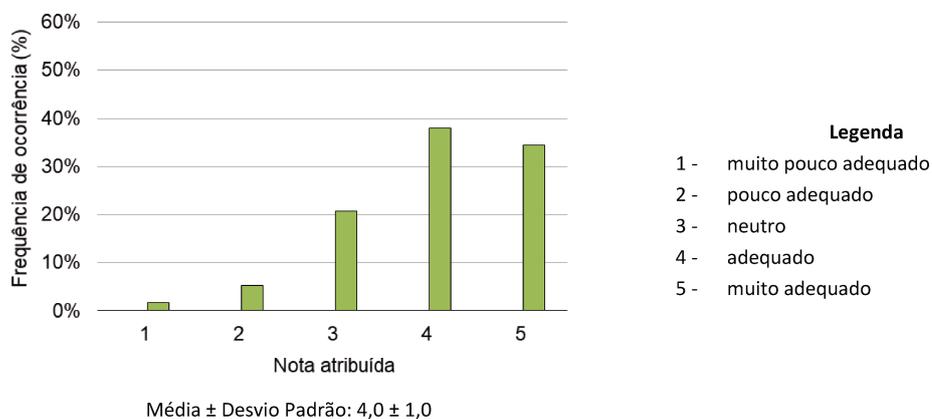
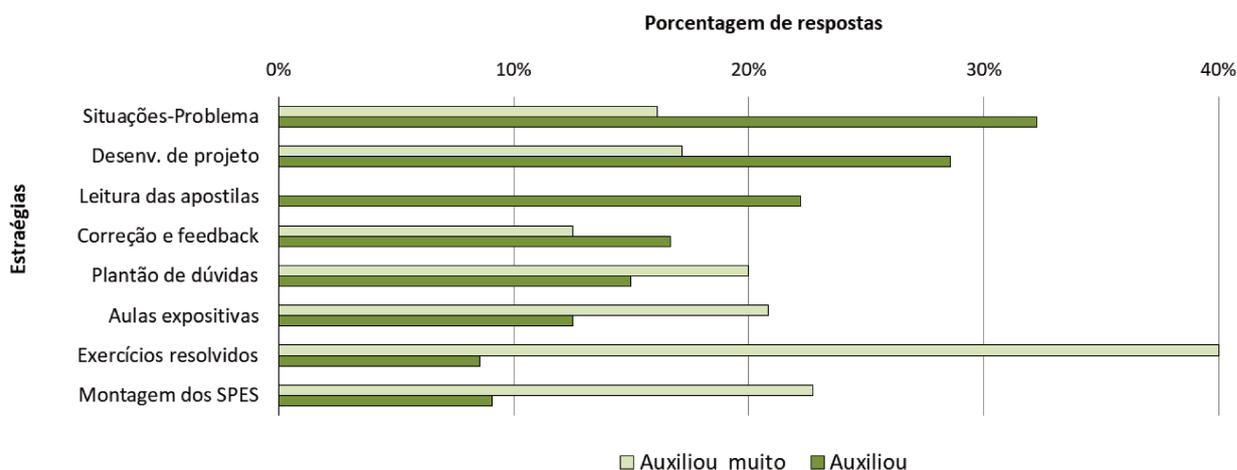


Figura 4.36: Avaliação das sp na **DISC1/SEM2** (43 alunos).



Responderam às questões dissertativas 40 alunos (70% dos que participaram da pesquisa) da **DISC1/SEM2**. Os pontos positivos e negativos mais citados são apresentados, respectivamente, nos Quadros 4.46 e 4.47. Destaca-se a afirmação de um aluno: “*Vou passar na disciplina sentindo que aprendi alguma coisa*”.

Quadro 4.46 – Pontos positivos da aplicação da ABP mais citados pelos alunos - **DISC1/SEM2** (40 alunos responderam às questões dissertativas.)

Ponto positivo (número de alunos que citaram este ponto)	Alguns comentários ilustrativos
Proximidade com a prática profissional (4)	<p><i>"...dava uma real noção do que estávamos projetando, saindo bastante do campo teórico e aproximando do campo prático".</i></p> <p><i>"Mais realista com a vida profissional".</i></p> <p><i>"Prática da teoria".</i></p>
Maior facilidade de aprendizagem (10)	<p><i>"Acho que as situações-problema atreladas ao desenvolvimento do projeto auxiliaram muito no aprendizado, pois podemos corrigir erros e entender melhor os conceitos antes da entrega final".</i></p> <p><i>"Aprendizagem na prática fica mais fácil".</i></p>
Estímulo ao desenvolvimento de autonomia (4)	<p><i>"Nos fez pensar com independência e buscar informações".</i></p> <p><i>"... nos instigam a buscar soluções, o que é de fato interessante".</i></p>
Estudo contínuo (6)	<p><i>"Auxilia no estudo contínuo da matéria, não acumulando para o dia da prova".</i></p> <p><i>"Forçava o aprendizado da matéria no "passo" das aulas teóricas".</i></p>

Assim, como na FASE I, os pontos negativos mais citados indicam que a aplicação da ABP, na **DISC1/SEM2**, exigiu maior disponibilidade de tempo para correção das atividades por parte dos docentes e maior dedicação (em tempo) dos alunos para a realização das atividades, o que corrobora com outros estudos disponíveis na literatura. Esses resultados, conforme apresentado na FASE I, corroboram com outros estudos levantados na literatura.

Quadro 4.47 – Pontos negativos da aplicação da ABP mais citados pelos alunos - **DISC1/SEM2** (40 alunos responderam às questões dissertativas).

Ponto negativo (número de alunos que citaram este ponto)	Alguns comentários ilustrativos
Desencontro de informações entre o docente e os estagiários docentes (13)	<p><i>“O principal problema foi a falha de comunicação entre PEDs e o professor, que prejudicou alguns grupos”.</i></p> <p><i>“Melhorar o encontro de informações entre PEDs e professor”.</i></p>
Falta de material didático atualizado (11)	<p><i>“Falta diretrizes e exemplos de medição individualizada (água quente e água fria)”.</i></p> <p><i>“Falta de referência da medição individualizada”.</i></p>
Feedback inadequado (10)	<p><i>“Não houve feedback individual e não foi mostrado onde ocorreu perda de pontos no relatório”.</i></p> <p><i>“O feedback deveria ser dado mais rápido possível”.</i></p>
Muito tempo de trabalho extraclasse (8)	<p><i>“Pelo fato de haver situações-problema, projetos e prova, o tempo despendido foi excessivo. Achei legal a metodologia para o aprendizado, mas ainda bem que todas as outras disciplinas não fazem isso”.</i></p> <p><i>“Demanda muito tempo fora de sala de aula”.</i></p> <p><i>“... foi a disciplina cujo o projeto tomou mais tempo, tornando muito estressante quando as entregas de projeto coincidiam com outras entregas e provas (de outras disciplinas)”.</i></p>

Alguns pontos negativos citados pelos alunos também corroboram com as dificuldades citadas por outros autores:

- necessidade de maior interação entre docentes e estagiários docentes, citado por Chinowsky *et al.* (2006) e Lončar-Vicković, Dolaček-Alduk e Stober (2008); e
- necessidade de melhoria do material de apoio ao curso, citado por Fernandez *et al.* (2010).

Assim como no SEM1, alguns alunos do SEM2 (10) sugeriram como melhoria a disponibilização de um maior número de exercícios resolvidos.

Por fim, destaca-se a sugestão de um aluno: "*Poderiam disponibilizar um FAQ (PDF) de dúvidas sobre os projetos agilizando o ensino de dúvidas presenciais*".

A aplicação da ABP na **DISC1/SEM2**, contribuiu para a aprendizagem dos alunos, segundo os docentes e auxiliares docentes.

Além disso, a utilização de uma mesma edificação ao longo de todo semestre, para as situações-problema e para os projetos possibilitou uma melhor fixação (ou amadurecimento) dos conteúdos pelos alunos.

Contudo, houve um aumento da carga de trabalho dos docentes e auxiliares, e a grande quantidade de correções impossibilitou o retorno das mesmas em tempo hábil para os alunos.

4.2.2.18. Recomendações da Pesquisa-ação desenvolvida na DISC1/SEM2: REC3

O resumo das recomendações resultantes da observação participante em cada uma das situações-problema desenvolvidas na disciplina 1 no semestre 2 são apresentadas no Quadro 4.48. De sua vez, o Quadro 4.49 apresenta um resumo das recomendações da avaliação global, feita pelos alunos, docentes e auxiliares nesse semestre do estudo.

Quadro 4.48: Resumo das recomendações da observação participante – **DISC1/SEM2**

sp	RECOMENDAÇÕES
1	<ul style="list-style-type: none"> • Manter as etapas de aplicação da ABP; • Manter o enunciado da sp1-DISC1/SEM2
2	<ul style="list-style-type: none"> • Manter as etapas de aplicação da ABP; • Manter o enunciado da sp2-DISC1/SEM2
3	<ul style="list-style-type: none"> • Manter as etapas de aplicação da ABP; • Manter o enunciado da sp3-DISC1/SEM2 • Propor exemplo de dimensionamento do SPAF contemplando medição individualizada.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Manter as etapas de aplicação da ABP; • Manter o enunciado da sp5-DISC1/SEM2; • Escolher para uma próxima aplicação a sp5 ou a sp2; • Condicionar a montagem à entrega da concepção e traçado dos eixos dos SPES.
6	<ul style="list-style-type: none"> • Manter as etapas de aplicação da ABP; • Manter o enunciado da sp6-DISC1/SEM2.
7	<ul style="list-style-type: none"> • Manter as etapas de aplicação da ABP; • Manter o enunciado da sp7-DISC1/SEM2; • Propor exemplo de dimensionamento do SPAQ contemplando aquecedor de passagem a gás combustível e medição individualizada.

Quadro 4.49: Resumo das recomendações da avaliação global – **DISC1/SEM2**

AVALIAÇÃO	RECOMENDAÇÕES
Entrevista coletiva	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de um fórum (virtual) de dúvidas; • Menor duração das aulas expositivas.
Questionário individual - alunos	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria da comunicação entre professor e auxiliares; • Atualização do material didático; • <i>Feedback</i> mais rápido.
Questionário individual – docentes e auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de uma mesma edificação para as sp e para os projetos; • Diminuir o número de sp aplicadas no semestre

4.2.2.2. Disciplina 2

A disciplina 2 (DISC2/ SEM2) contou com apenas uma turma, com 29 alunos. As aulas dessa disciplina foram ministradas por um docente (docente B, o qual foi responsável por uma das turmas no SEM1 e pela DISC2/SEM1) e um auxiliar docente (PED1 – autora desse trabalho).

As atividades desenvolvidas no semestre 2 (SEM2) são apresentadas no Quadro 4.50. O Quadro 4.51 apresenta a descrição das situações-problema (sp) desenvolvidas nesse semestre.

Os ciclos da pesquisa-ação (PA) realizada nesse semestre são apresentados no item a seguir.

Quadro 4.50: Modificações implementadas nas situações-problema – **DISC2/SEM2**.

Tópico	DISC2/SEM1		DISC2/SEM2	
	Descrição	Ciclo da PA	Descrição	Ciclo da PA
Conservação de água em edificações - uso racional.	1ª situação-problema (sp1): uso racional de água - 4 aulas*	1	1ª situação-problema (sp1): uso racional de água - 3 aulas	1
Sistemas especiais de combate a incêndios	Não aplicada		5ª situação-problema (sp5): chuveiros automáticos – 3 aulas	5

* cada aula é composta por 2 horas; DISC2/SEM1 – disciplina 2 no semestre 1 desse estudo; DISC2/SEM2 – disciplina 2 no semestre 2 desse estudo; PA – pesquisa-ação.

Quadro 4.51: Situações-problema desenvolvidas na **DISC2/SEM2**.

Situação-Problema (sp)	Descrição
1	Diagnóstico e proposição de um plano de ação para implantação de programa de uso racional de água.
2	Análise da viabilidade técnica da implantação de sistema de reuso de águas cinzas.
3	Análise da viabilidade técnica da implantação de sistema de aproveitamento de água de chuva.
4	Análise da viabilidade técnica da implantação de sistemas de infiltração.
5	Adequação de um sistema predial de combate à incêndio por chuveiros automáticos

Os itens 4.3.2.2.1 a 4.3.2.2.5 apresentam as situações-problema desenvolvidas na PA da **DISC2/SEM2**, em função das 4 etapas apresentadas no capítulo anterior: **(P)** planejamento; **(D)** desenvolvimento; **(I)** implantação e **(A)** avaliação.

A avaliação global (**AG4**), composta pela entrevista coletiva e pelos questionários individuais, é apresentada no item 4.3.2.2.6. Por fim, as recomendações da PA desenvolvida na **DISC2/SEM2 (REC4)** são apresentadas no item 4.3.2.2.7.

4.2.2.2.1. Situação-Problema 1: sp1-DISC2/SEM2

As etapas que constituíram a primeira situação-problema (**sp1-DISC2/SEM2**) são apresentadas no Quadro 4.52.

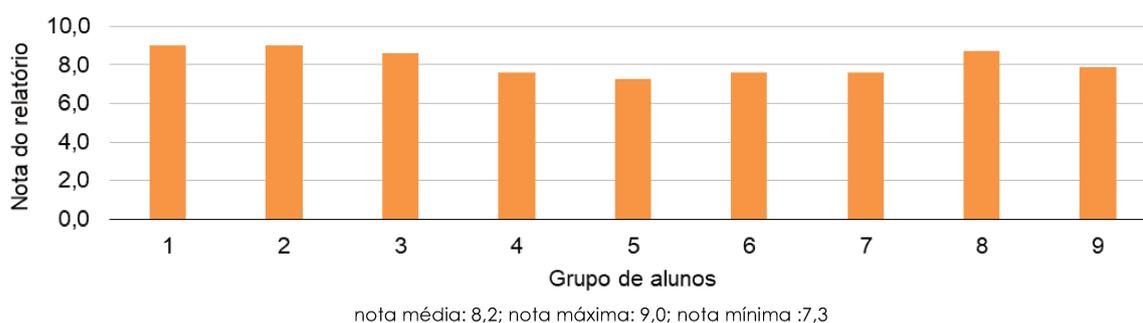
Na **sp1-DISC2/SEM2**, cada um dos nove grupos trabalhou com uma edificação comercial hipotética diferente, da mesma forma que na **sp1-DISC2/SEM1**.

Quadro 4.52: Etapas da 1ª situação-problema (sp1-DISC2/SEM2)

Etapa	Descrição
P	<p>A partir do levantamento da forma de apresentação dos conteúdos em oferecimentos anteriores da disciplina e de entrevista com os docentes responsáveis, foram estabelecidos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Premissas: <ul style="list-style-type: none"> – auxiliar no desenvolvimento das habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • trabalho em grupo; • análise e tomada de decisão – da avaliação da sp1-DISC2/SEM1. <ul style="list-style-type: none"> • manter o enunciado da sp1 e as etapas de aplicação da ABP. 2. Objetivos da sp1: <ul style="list-style-type: none"> • Calcular o indicador de consumo e os índices de vazamentos e de percepção dos usuários; e estimar o volume de perdas de água; • Realizar o diagnóstico do consumo de água da edificação; • Propor plano de ação contemplando, de preferência: correção dos vazamentos, implantação de tecnologias economizadoras; campanha de conscientização dos usuários; plano de gestão da água na edificação.
D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proposição do enunciado da sp1 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado a docente para discussão e análise; 2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos (a cada item é atribuída uma dentre cinco notas): <ul style="list-style-type: none"> • Descrição do edifício comercial – 0,5 ponto; • Qualidade e forma de apresentação do texto – 1,0 ponto; • Cálculo do indicador de consumo e dos índices de vazamentos e de percepção dos usuários – 3,0 pontos • Estimativa do volume de perdas de água – 1,0 ponto; • Plano de ações, coerente com o diagnóstico. – 3,0 pontos; • Conclusão – 1,5 pontos 3. Divulgação do enunciado no ambiente virtual
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. A resolução da sp1 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora, pela docente e pelo auxiliar docente. No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp1; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.53).

A Figura 4.37 apresenta o desempenho dos grupos na **sp1-DISC2/SEM2**. Ressalta-se que pelo menos um componente de cada um dos 9 grupos desse semestre consentiu com o uso da nota obtida pelo grupo no presente estudo.

Figura 4.37: Desempenho dos grupos de alunos na **sp1-DISC2/SEM2**.



O CV de 8% indica que o desempenho dos alunos foi homogêneo. Ressalta-se que, de modo geral, os alunos não apresentaram dificuldades na solução da **sp1-DISC2/SEM2**.

De maneira similar ao SEM 1, na **sp1-DISC2/SEM2** todos os 9 grupos de alunos foram capazes de realizar o diagnóstico do consumo de água na edificação, incluindo a análise da percepção dos usuários para o uso eficiente da água. Os planos de ação, contudo, ficaram aquém do desejado, com 4 dos 9 grupos apresentando apenas ações corretivas para os problemas detectados. Vale ressaltar que esperava-se um plano de gestão da água na edificação que contemplasse também ações preventivas.

O Quadro 4.53 apresenta a recomendação elaborada a partir da avaliação da **sp1-DISC2/SEM2**.

Quadro 4.53: Recomendação elaborada a partir da avaliação da **sp1-DISC2/SEM2**.

RECOMENDAÇÃO
Manter o enunciado da sp1-DISC2/SEM2 conforme proposto.

4.2.2.2. Situação-Problema 2: sp2-DISC2/SEM2

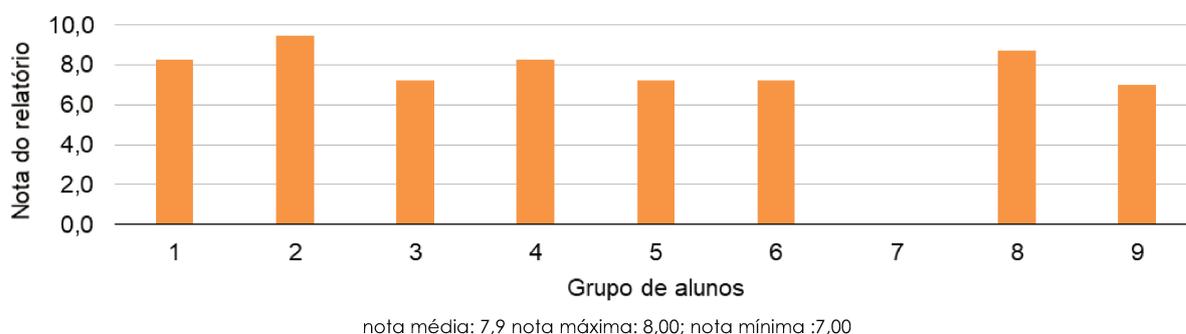
As etapas que constituíram a segunda situação-problema (**sp2-DISC2/SEM2**) são apresentadas no Quadro 4.54.

Quadro 4.54: Etapas da 2ª situação-problema (**sp2-DISC2/SEM2**)

Etapa	Descrição
P	1. Premissas: <ul style="list-style-type: none"> - auxiliar no desenvolvimento nas habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • de trabalho em grupo; e • de análise e tomada de decisão; - da avaliação da sp2-DISC2/SEM1. <ul style="list-style-type: none"> • manter o enunciado e as etapas de aplicação da ABP. 2. Objetivos da sp2 : <ul style="list-style-type: none"> • Avaliar a viabilidade técnica da implantação de um sistema de reuso de água cinzas na edificação escolar estudada; • Redigir um parecer técnico sobre um Projeto de Lei estabelece a obrigatoriedade de implantação de sistema de reuso de águas cinzas em escolas públicas
D	1. Proposição do enunciado da sp2 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado a docente para discussão e análise; 2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos (a cada item é atribuída uma dentre cinco notas): <ul style="list-style-type: none"> • Qualidade e forma de apresentação do texto – 1,0 ponto; <u>Cenários para o reuso de água:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Estimativa da demanda e da oferta – 3,0 pontos; • Análise da viabilidade técnica. – 1,0 ponto; • Especificação de equipamento compacto – 1,5 ponto; <u>Projeto de Lei:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Análise da viabilidade técnica. – 1,0 ponto; • Análise crítica – 1,5 ponto; • Posicionamento – 1,0 ponto; 3. Divulgação do enunciado no ambiente virtual
I	1. A resolução da sp2 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora, pela docente e pelo auxiliar docente. No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos
A	1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp2 ; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.55)

A Figura 4.38 apresenta o desempenho dos grupos na **sp2-DISC2/SEM2**. O CV igual a 22 % indica heterogeneidade do desempenho dos grupos. Vale ressaltar que, com exceção do grupo 7, que não realizou esta atividade, as notas dos demais grupos foram similares.

Figura 4.38: Desempenho dos alunos na **sp2-DISC2/SEM2**.



Todos os grupos que entregaram o relatório foram capazes de avaliar tecnicamente a viabilidade de implantação de um sistema de reuso de águas cinzas para a edificação proposta e também de contextualizar ambiental e economicamente o Projeto de Lei hipotético, que estabelece a obrigatoriedade da implantação de sistema de reuso de água cinzas em edifícios comerciais já existentes. Esperava-se, contudo, uma maior profundidade nas análises e discussões.

Quadro 4.55 apresenta a recomendação elaborada a partir da avaliação da **sp2-DISC1/SEM2**.

Quadro 4.55: Recomendação elaborada a partir da avaliação da **sp2-DISC1/SEM2**.

RECOMENDAÇÃO
Manter o enunciado da sp2-DISC2/SEM2 conforme proposto.

4.2.2.2.3. Situação-Problema 3: sp3-DISC2/SEM2

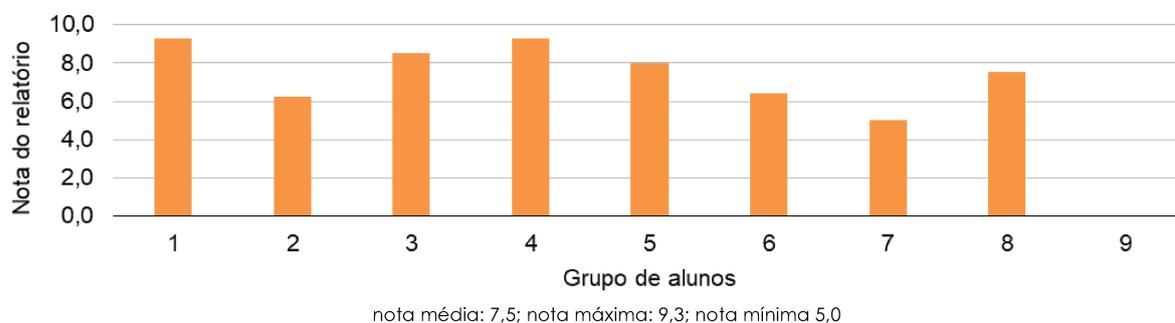
As etapas que constituíram a terceira situação-problema (**sp3-DISC2/SEM2**) são apresentadas no Quadro 4.56.

Quadro 4.56: Etapas da 3ª situação-problema (**sp3-DISC2/SEM2**)

Etapa	Descrição
P	1. Premissas: <ul style="list-style-type: none"> - auxiliar no desenvolvimento nas habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • trabalho em grupo; e • solução de problemas. - da avaliação da sp3-DISC2/SEM: <ul style="list-style-type: none"> • manter o enunciado e as etapas de aplicação da ABP. 2. Objetivos da sp3 : <ul style="list-style-type: none"> • Avaliar a viabilidade técnica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial na edificação escolar estudada.
D	1. Proposição do enunciado da sp3 , a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado a docente para discussão e análise; 2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos (a cada item é atribuída uma dentre cinco notas): <ul style="list-style-type: none"> • Qualidade e forma de apresentação do texto – 1,0 ponto; <u>Cenários para o aproveitamento de água:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Estimativa da demanda e da oferta – 2,5 pontos; • Análise da viabilidade técnica. – 1,5 ponto; • Especificação de equipamento compacto para tratamento – 1,5 ponto; • Resolução de problemas e conclusão – 3,5 pontos 3. Divulgação do enunciado no ambiente virtual
I	1. A resolução da sp3 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora, pela docente e pelo auxiliar docente. No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos
A	1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp3 ; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.57).

A Figura 4.39 apresenta o desempenho dos grupos na **sp3-DISC2/SEM2**. O CV resultou em 30%; mesmo desconsiderando-se a nota do grupo 9, que não desenvolveu a atividade, tem-se ainda um desempenho variável dos grupos.

Figura 4.39: Desempenho dos alunos na **sp3-DISC2/SEM2**.



Observou-se uma pequena perda na motivação dos alunos nessa sp. Acredita-se que o motivo seja a semelhança entre a sp3 e a sp2.

O Quadro 4.57 apresenta a recomendação elaborada a partir da avaliação da **sp3-DISC2/SEM2**.

Quadro 4.57: Recomendação elaborada a partir da avaliação da **sp3-DISC2/SEM1**.

RECOMENDAÇÃO
Trabalhar o estudo da viabilidade técnica da implantação dos sistemas de reuso de águas cinzas e/ou do aproveitamento de água pluvial em uma mesma sp.

4.2.2.2.4. Situação-Problema 4: sp4-DISC2/SEM2

As etapas que constituíram a quarta situação-problema (**sp4-DISC2/SEM2**) são apresentadas no Quadro 4.58.

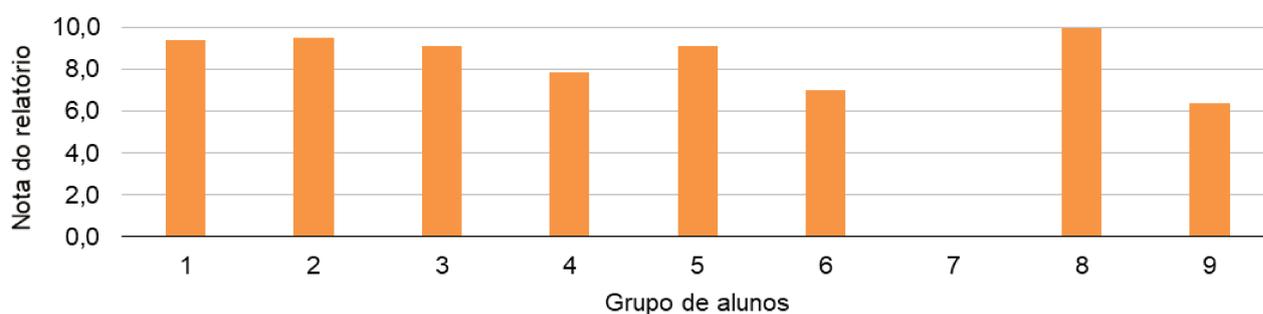
Na **sp4-DISC2/SEM2**, os alunos dimensionaram três opções de sistemas de infiltração (pavimento permeável, trincheira de infiltração e poço de infiltração) e indicaram qual deles seria implantado na edificação estudada.

Quadro 4.58: Etapas da 4ª situação-problema (**sp4-DISC2/SEM2**)

Etapa	Descrição
P	<p>1. Premissas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - auxiliar no desenvolvimento nas habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • trabalho em grupo; e • solução de problemas. - da avaliação da sp4-DISC2/SEM1: <ul style="list-style-type: none"> • manter o enunciado e as etapas de aplicação da ABP. <p>2. Objetivos da sp4:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionar quatro diferentes sistemas de infiltração; • Analisar a viabilidade técnica e escolher um sistema de infiltração para a implantação na edificação estudada.
D	<p>1. Proposição do enunciado da sp4, a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado a docente para discussão e análise;</p> <p>2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos (a cada item é atribuída uma dentre cinco notas):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualidade e forma de apresentação do texto – 1,0 ponto; • Determinação da vazão e volume a ser infiltrado – 1,0 ponto;; • Dimensionamento do pavimento permeável – 1,5 pontos; • Dimensionamento da trincheira de infiltração – 1,5 pontos; • Dimensionamento do poço de infiltração. – 1,5 pontos; • Análise da viabilidade técnica de implantação de cada um dos sistemas de infiltração e escolha de um deles para a edificação estudada – 3,5 pontos. <p>3. Divulgação do enunciado no ambiente virtual.</p>
I	<p>1. A resolução da sp4 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora, pela docente e pelo auxiliar docente. No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos</p>
A	<p>1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp4;</p> <p>2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.29).</p>

Também nesta atividade o desempenho dos alunos foi satisfatório (Figura 4.40). O CV resultou em 28%, pois o grupo 7 não realizou a atividade. Desconsiderando-se a nota desse grupo, verifica-se, contudo, que os demais obtiveram notas similares.

Figura 4.40: Desempenho dos alunos na **sp4-DISC2/SEM2**.



nota média: 8,5; nota máxima: 10,0; nota mínima :6,4

O Quadro 4.59 apresenta a recomendação elaborada a partir da avaliação da **sp4-DISC2/SEM2**.

Quadro 4.59: Recomendação elaborada a partir da avaliação da **sp4-DISC2/SEM2**.

RECOMENDAÇÃO
Manter o enunciado da sp4-DISC2/SEM2 conforme proposto.

4.2.2.2.5. Situação-Problema 5: sp5-DISC2/SEM2

As etapas que constituíram a quinta situação-problema (**sp5-DISC2/SEM2**) são apresentadas no Quadro 4.60.

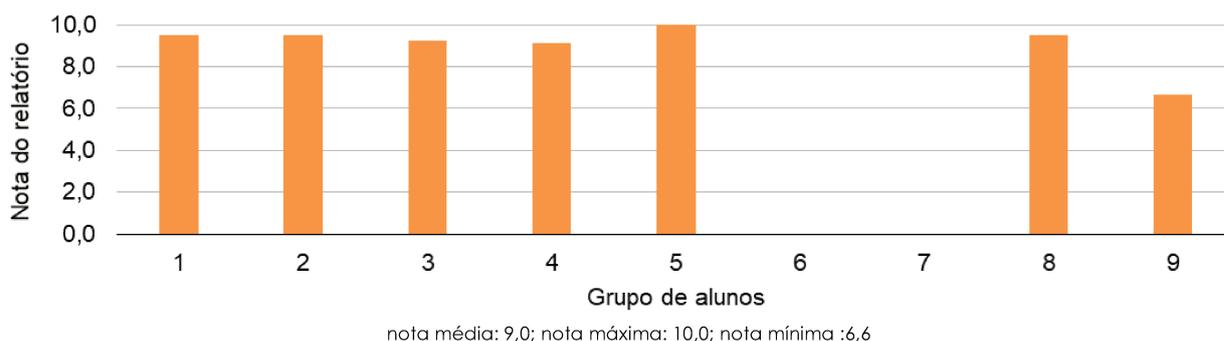
Quadro 4.60: Etapas da 5ª situação-problema (sp5-DISC2/SEM2)

Etapa	Descrição
P	<p>A partir do levantamento da forma de apresentação dos conteúdos em oferecimentos anteriores da disciplina e de entrevista com os docentes responsáveis, foram estabelecidos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Premissas: auxiliar no desenvolvimento nas habilidades de: <ul style="list-style-type: none"> • Trabalho em grupo; e • Iniciativa na solução de problemas. 2. Objetivos da sp5: <ul style="list-style-type: none"> • Conceber e dimensionar um sistema de combate a incêndio por chuveiro automático
D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proposição do enunciado da sp5 a partir das premissas estabelecidas e dos objetivos a serem atingidos, o qual foi apresentado ao docente para discussão e análise; 2. Estabelecimento dos itens a serem avaliados dentro de uma escala que totaliza 10 pontos (a cada item é atribuída uma dentre cinco notas): <ul style="list-style-type: none"> • Identificar a classe de risco de ocupação da edificação; • Identificar a densidade de aplicação do chuveiro mais desfavorável e o número de chuveiros de uso simultâneo (considerar chuveiros automáticos tipo spray de cobertura padrão) – 1,0; • Localizar a válvula de governo e alarme e propor a distribuição dos chuveiros automáticos - 1,0 pontos; • Dimensionamento hidráulico do caminho crítico (do chuveiro mais desfavorável até o conjunto moto-bomba) – 4,5 pontos; • Dimensionamento e especificação do conjunto moto-bomba. – 2,5 pontos; 3. Divulgação no ambiente virtual do enunciado e das plantas, corte e fachadas das edificações comerciais.
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. A resolução da sp5 teve início na sala de aula, com as atividades dos alunos monitoradas pela pesquisadora e pelo auxiliar docente. No monitoramento, foram efetuadas anotações não estruturadas e coleta informal dos comentários dos alunos
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desempenho dos alunos no conteúdo técnico da sp5; 2. Consolidação dos comentários dos alunos e anotações dos docentes e estagiários docentes na forma de recomendações (Quadro 4.61).

A Figura 4.41 apresenta o desempenho dos grupos na **sp5-DISC2/SEM2**. O CV resultou em 46%, pois os grupos 6 e 7 não realizaram esta atividade.

Contudo, desconsiderando-se as notas desses dois grupos, verifica-se que as demais foram similares.

Figura 4.41: Desempenho dos alunos na **sp5-DISC2/SEM2**.



O Quadro 4.61 apresenta a recomendação elaborada a partir da avaliação da **sp5-DISC2/SEM2**.

Quadro 4.61: Recomendação elaborada a partir da avaliação da **sp5 -DISC2/SEM1**.

RECOMENDAÇÃO
Manter o enunciado da sp5-DISC2/SEM2 conforme proposto.

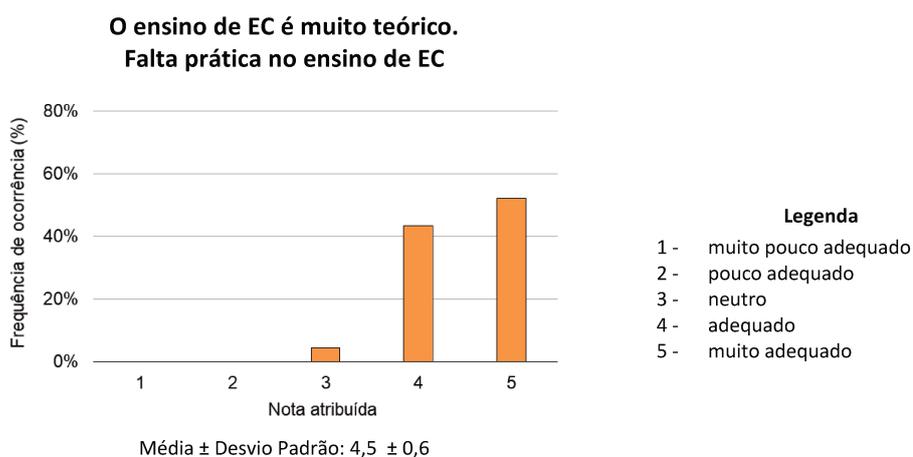
4.2.2.2.6. Avaliação Global da DISC2/SEM2: AG4

Vinte e três alunos (70% do total de matriculados) responderam ao questionário individual e consentiram com o uso dos dados para o presente estudo.

A maioria dos alunos (91%) da **DISC2/SEM2** passava menos de 36 horas por semana em sala de aula no semestre desse estudo.

Da análise da Figura 4.42, nota-se que a grande maioria dos alunos da **DISC2/SEM1** (96% dos respondentes) avaliaram que o ensino do curso de Engenharia Civil (EC) é muito teórico.

Figura 4.42: Avaliação do ensino no curso de Engenharia Civil (EC) na **DISC2/SEM2** (23 alunos)



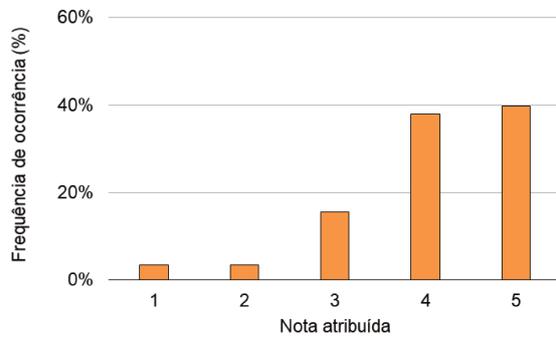
A maioria dos alunos (83%) da **DISC2/SEM2** indicaram que as sp facilitaram a aprendizagem do projeto dos SPHS (Figura 4.43).

Destaca-se que, dos 23 alunos que responderam ao questionário individual, 19 haviam cursado a DISC1 e já haviam participado da presente pesquisa. Cerca de 80% desses alunos afirmaram que cursar uma segunda disciplina com a metodologia ABP torna o aprendizado mais fácil (Figura 4.44).

A Figura 4.45 apresenta a avaliação das sp na **DISC2/SEM1**. As **sp2, sp1 e sp3** merecem destaque pela avaliação positiva dos alunos nesse semestre.

Figura 4.43: Avaliação da aplicação da ABP na **DISC2/SEM2** (23 alunos)

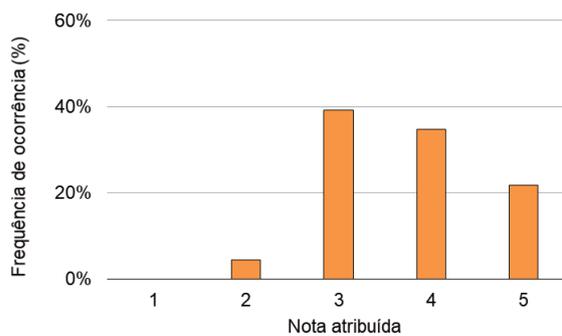
Em geral, é mais fácil aprender com o uso da ABP



Média ± Desvio Padrão: 4,2 ± 1,0

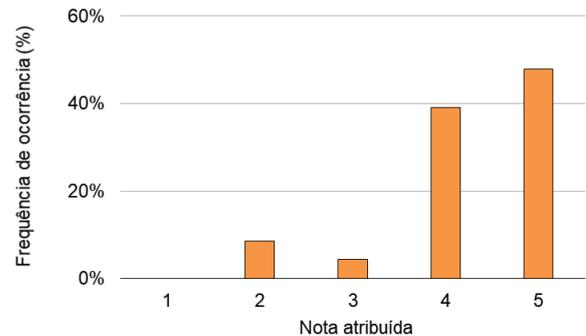
- Legenda**
- 1 - muito pouco adequado
 - 2 - pouco adequado
 - 3 - neutro
 - 4 - adequado
 - 5 - muito adequado

Nível de exigência das sp



Média ± Desvio Padrão: 3,7 ± 0,9

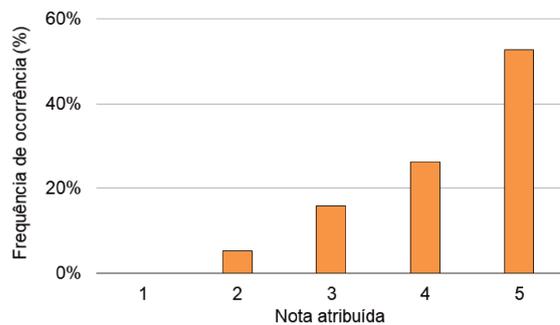
Prazo para a solução das sp



Média ± Desvio Padrão: 4,2 ± 0,9

Figura 4.44: Avaliação da aplicação da ABP na **DISC2/SEM2** (19 alunos)

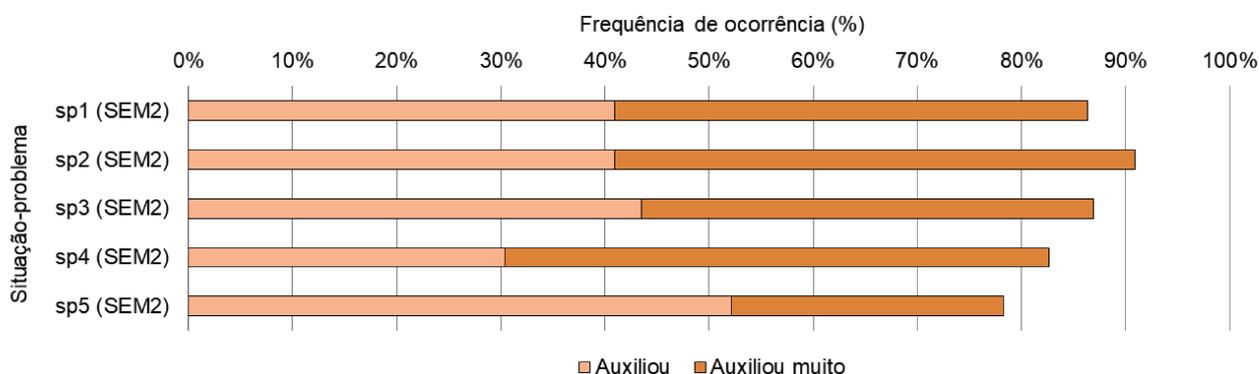
Cursar uma segunda disciplina com a metodologia ABP torna o aprendizado mais fácil



Média ± Desvio Padrão: 4,3 ± 0,9

- Legenda**
- 1 - muito pouco adequado
 - 2 - pouco adequado
 - 3 - neutro
 - 4 - adequado
 - 5 - muito adequado

Figura 4.45: Avaliação das sp na **DISC2/SEM2** (23 alunos)



Apenas 11 alunos responderam às questões dissertativas. Como pontos a serem melhorados, merecem destaque:

- *feedback* com prazo mais curto (3 alunos);
- apresentação de estudos de caso reais (3 alunos); e
- incluir visita técnica (1 aluno).

Por fim, dois alunos citaram pontos positivos sobre a aplicação da ABP: “[...] *forçou o aprendizado* [...]”; “*Gostei muito da dedicação dos professores em nos passar atividades que nos aproxima de casos mais práticos*”.

A aplicação da ABP na DISC2/SEM2 contribuiu para a aprendizagem dos alunos, segundo o docente e a auxiliar docente.

Segundo a auxiliar docente, nas aulas expositivas com duas horas de duração, os alunos ficavam um pouco dispersos. Para ela, a exposição da teoria por meio de mini palestras foi melhor aproveitada pelos alunos.

4.2.2.27. Recomendações da Pesquisa-ação desenvolvida na DISC2/SEM2: REC4

O resumo das recomendações resultantes da observação participante em cada uma das sp desenvolvidas na disciplina 1 no semestre 2 é apresentado no Quadro 4.62. De sua vez, o Quadro 4.63 apresenta um resumo das recomendações da avaliação global feita pelos alunos, docentes e auxiliares nesse semestre do estudo.

Quadro 4.62: Resumo das recomendações da observação participante – DISC2/SEM2

sp	RECOMENDAÇÕES
1	<ul style="list-style-type: none">• Manter o enunciado da sp1-DISC2/SEM2
2	<ul style="list-style-type: none">• Manter o enunciado da sp2-DISC2/SEM2
3	<ul style="list-style-type: none">• Trabalhar o estudo da viabilidade técnica da implantação dos sistemas de reuso de águas cinzas e/ou do aproveitamento de água pluvial em uma mesma sp.
4	<ul style="list-style-type: none">• Manter o enunciado da sp4-DISC2/SEM2.
5	<ul style="list-style-type: none">• Manter o enunciado da sp5-DISC2/SEM2

Quadro 4.63: Resumo das recomendações da avaliação global – DISC2/SEM2

AVALIAÇÃO	RECOMENDAÇÕES
Entrevista coletiva	<ul style="list-style-type: none">• Menor duração das aulas expositivas
Questionário individual - alunos	<ul style="list-style-type: none">• <i>Feedback</i> mais rápido;
Questionário individual – docentes e auxiliares	<ul style="list-style-type: none">• Utilização de mini palestras inseridas nas sp, para expor a teoria.

4.2.3. Considerações Finais

Os resultados dos ciclos da pesquisa-ação indicaram que a ABP aplicada no nível individual auxilia na conexão entre a teoria e prática dos projetos dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, segundo a maioria dos alunos (72% dos 58 alunos que responderam os questionários individuais na **DISC1/SEM2**). Vale ressaltar que a proximidade da ABP com a prática profissional também foi um dos pontos positivos mais citados nas questões dissertativas dos questionários individuais.

Setenta e cinco por cento dos 156 dos alunos que responderam os questionários individuais afirmaram que a aquisição dos conhecimentos técnicos é mais fácil com as sp, o que corrobora com os resultados dos estudos de Fini e Mellat-Parast (2012); Chandrasekaran e Al-Ameri (2016); e Lassen, Hjelseth e Tollnes (2018).

Outros pontos positivos citados pelos alunos foram o estímulo ao desenvolvimento de autonomia e o estudo contínuo.

Além disso, segundo os alunos, a aprendizagem se torna mais fácil ao cursar uma segunda disciplina com a ABP.

Vale ressaltar que a montagem do sistema predial de esgoto sanitário incorporado a uma das sp obteve grande aprovação dos estudantes. Segundo os docentes e auxiliares, essa atividade auxiliou na aquisição de visão espacial e no aumento da interação entre os alunos.

Os resultados da PA também indicam que a ABP aplicada no nível individual auxilia no desenvolvimento de competências-chaves, tais como:

- resolução de problemas, corroborando com Barroso e Morgan (2012) e Vidic (2016);
- trabalho de equipe, corroborando com Barroso e Morgan (2012); De Camargo Ribeiro e Mizukami (2005); da Silva, Fontenele e da Silva (2015); e MacLeod e van der Veen (2019);
- análise e tomada de decisão, corroborando com Hartman e Gindy (2010); e McWhirter e Shealy (2018).

Durante os primeiros ciclos da PA, notou-se que os alunos apresentaram dificuldades em trabalhar em equipe. Percebeu-se, porém, uma melhora significativa desse quesito nos alunos que cursaram a segunda disciplina com a ABP. Para Silveira *et. al* (2009) e Kolmos (2017), o desenvolvimento de competências normalmente só é percebido após os alunos cursarem uma ou mais disciplinas com a ABP.

Embora a aplicação da ABP possa ser considerada bem-sucedida, os resultados da PA indicaram que o seu emprego exige maior disponibilidade de tempo para preparação e correção das atividades por parte dos docentes; e maior dedicação para a realização das atividades pelos alunos.

Outros pontos negativos citados pelos alunos corroboram com as dificuldades citadas por outros autores: necessidade de maior interação entre docentes e estagiários docentes, citado por Chinowsky *et. al* (2006) e Lončar-Vicković, Dolaček-Alduk e Stober (2008); e necessidade de melhoria do material de apoio ao curso, citado por Fernandez *et. al* (2010).

4.3. Consulta a especialistas

4.3.1. Caracterização da amostra

Foram levantados 194 autores de artigos de SPHS nos anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC (1993-2016) e 147 autores nos anais do Simpósio Nacional de Sistemas Prediais -SISPRED (1986-2011). Excluindo-se as repetições, obteve-se um total de 296 profissionais.

Desse total, 238 possuíam currículo cadastrado na Plataforma Lattes do CNPq no período em que a consulta foi efetuada (maio a junho de 2018). Contudo, em 41 dos currículos não existia informação sobre a área de atuação do profissional. Excluindo-se estes profissionais e também aqueles que haviam falecido, obteve-se uma amostra composta por 193 nomes, assim distribuídos:

- 136 atuavam ou já haviam atuado como docentes, sendo que 8 deles apenas em outros níveis (técnico, tecnológico e/ou pós-graduação);
- 89 atuavam ou já tinham atuado como docentes na graduação em Engenharia Civil, sendo:
 - 36 em disciplinas que abordam SPHS;
 - 53 em outras disciplinas;
- 39 atuam ou atuaram como docentes na graduação de outros cursos (arquitetura e urbanismo, engenharia sanitária e ambiental etc);
- 57 nunca haviam atuado como docentes; a maioria deles (60%) eram funcionários de empresas públicas ou privadas.

Assim, foram levantados 36 profissionais para a aplicação do questionário, os quais ministram ou ministraram disciplinas que abordam o

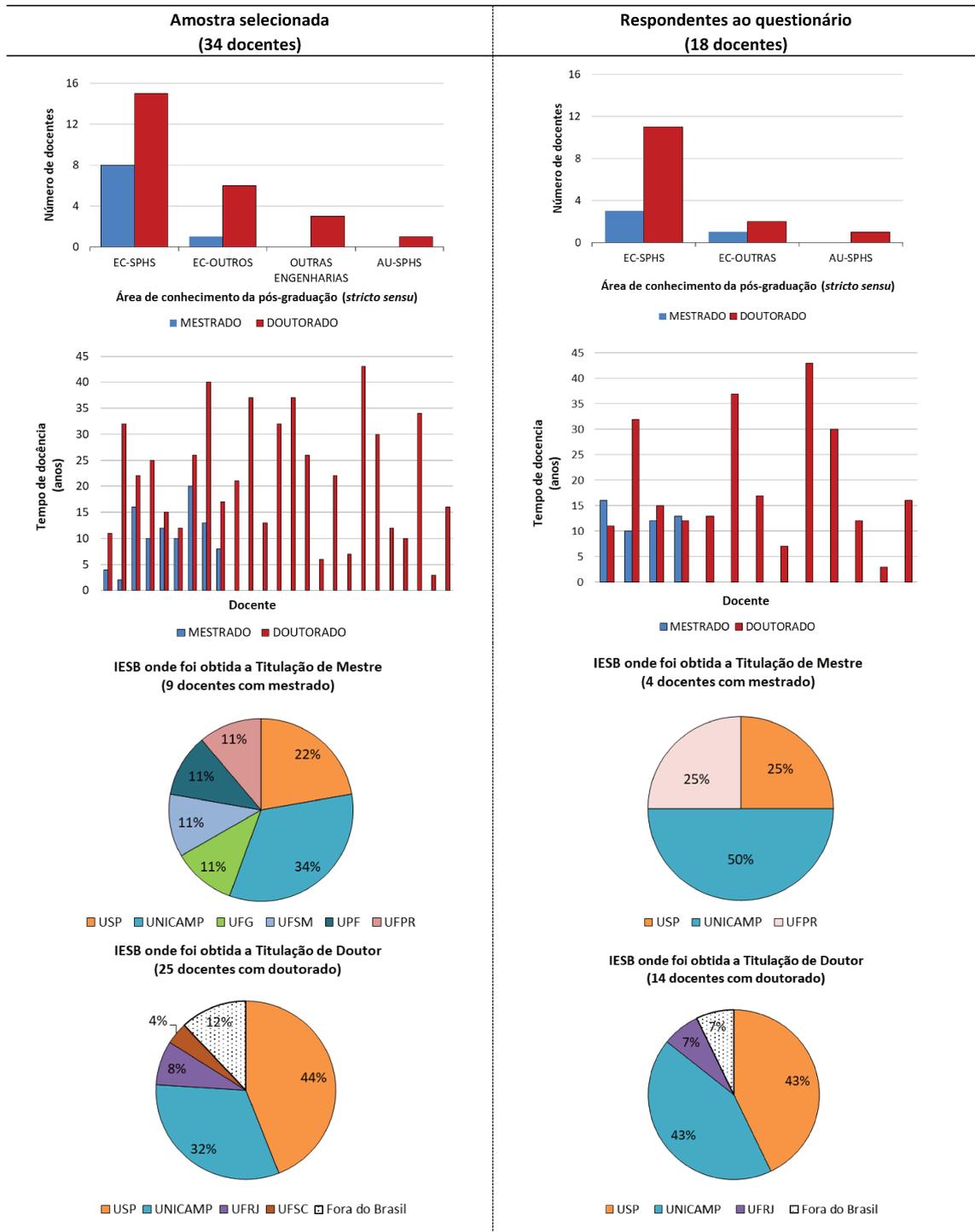
projeto de SPHS em curso de graduação em Engenharia Civil. Desse total, foram excluídas a autora desse trabalho e a respectiva orientadora, as quais participaram da pesquisa-ação desenvolvida na FEC-Unicamp. A Figura 4.46 apresenta a caracterização da amostra e dos respondentes ao questionário, cuja taxa de retorno foi de 50%.

A amostra para a aplicação do questionário foi composta por 34 docentes, 71% com titulação na área de SPHS e 74% (25) deles com doutorado. A maioria das titulações foi obtida na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp (FEC-Unicamp) e na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP-USP), que são as duas instituições que há mais tempo possuem cursos de pós-graduação com áreas de concentração ou linhas de pesquisa nesse tema. Os docentes com titulação de doutor possuem, em média, 22 anos de experiência didática; já os mestres possuem, em média, 10 anos de experiência.

Cinquenta e três (53%) por cento dos 34 docentes selecionados responderam ao questionário enviado, todos possuem graduação em Engenharia Civil e 78% possuem doutorado. Setenta e oito por cento possui titulação específica na área de SPHS. A maioria das titulações foi obtida na FEC-Unicamp e na EP-USP e as médias de número de anos de experiência didática são as mesmas verificadas para a amostra com um todo.

A distribuição dos docentes nas IESB, tanto os selecionados para a amostra como aqueles que responderam ao questionário, é apresentada na Figura 4.47.

Figura 4.46: Caracterização da titulação dos docentes das IESB selecionados para a amostra (à esquerda) e respondentes ao questionário (à direita).



EC/SPHS – Engenharia Civil com tese e/ou dissertação em sistemas prediais hidráulicos e sanitários

EC/OUTRAS - Engenharia Civil com tese e/ou dissertação em em outros temas

AU/SPHS – Arquitetura e Urbanismo com tese e/ou dissertação em sistemas prediais hidráulicos e sanitários

USP: Universidade de São Paulo

UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas

UFG: Universidade Federal de Goiás

UFSM: Universidade Federal de Santa Maria

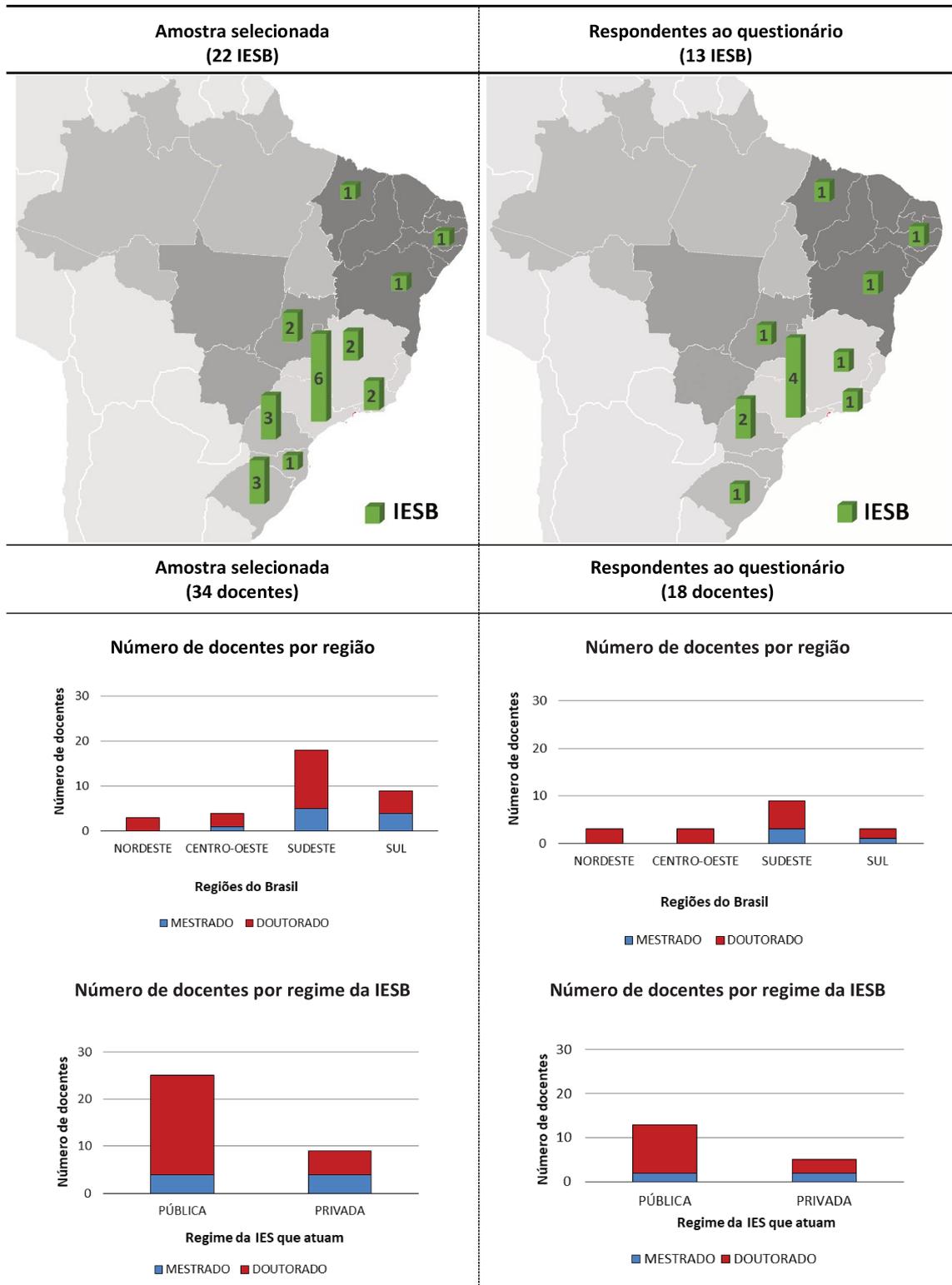
UPF: Universidade de Passo Fundo

UFPR: Universidade Federal do Paraná

UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina

Figura 4.47: Distribuição dos docentes das IESB selecionados para a amostra (à esquerda) e respondentes ao questionário (à direita).



Vinte e duas IESB estão representadas na amostra selecionada. A região sudeste merece destaque no número de instituições selecionadas e no número de docentes atuantes no ensino e pesquisa em SPHS: 53% deles atuam nesta região. A maioria dos docentes (74%) da amostra atuam em IES públicas, nas quais se encontra também o maior número com titulação de doutor.

Treze IESB estão representadas nos questionários respondidos. A região sudeste destaca-se tanto no número de instituições como no número de docentes: metade dos que responderam ao questionário atuam nesta região.

Quinze docentes (83% dos respondentes) atuaram anteriormente no mercado de trabalho, em atividades relacionadas aos SPHS:

- 9 (50%) trabalharam na concepção e/ou desenvolvimento de projetos desses sistemas;
- 5 (30%) trabalharam tanto na concepção e/ou desenvolvimento de projetos, como na gestão de instalações/montagens;
- 1 (6%) trabalhou em fabricante de tubos, conexões e/ou aparelhos sanitários.

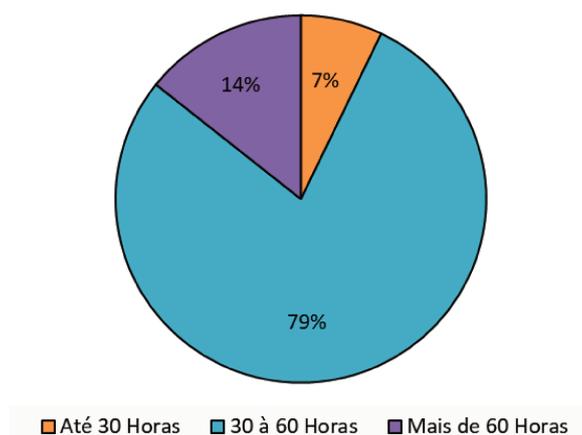
Onze (60%) dos profissionais que responderam ao questionário atuam como pesquisadores na área dos SPHS em conjunto com a docência.

Dos oito docentes que ministram disciplinas apenas na graduação de Engenharia Civil, sete atuam em IESB públicas. Aproximadamente metade (56%) dos docentes que responderam os questionários, atuam simultaneamente em mais de um curso.

Nas 13 IESB em que atuam os respondentes aos questionários, são ministradas 14 disciplinas obrigatórias que abordam o projeto dos SPHS em

cursos de Engenharia Civil (EC). A carga horária semestral da maioria dessas disciplinas está entre 30 e 60 horas (Figura 4.48).

Figura 4.48: Carga horária semestral das disciplinas obrigatórias que abordam o projeto dos SPHS nos cursos de graduação em Engenharia 14 disciplinas



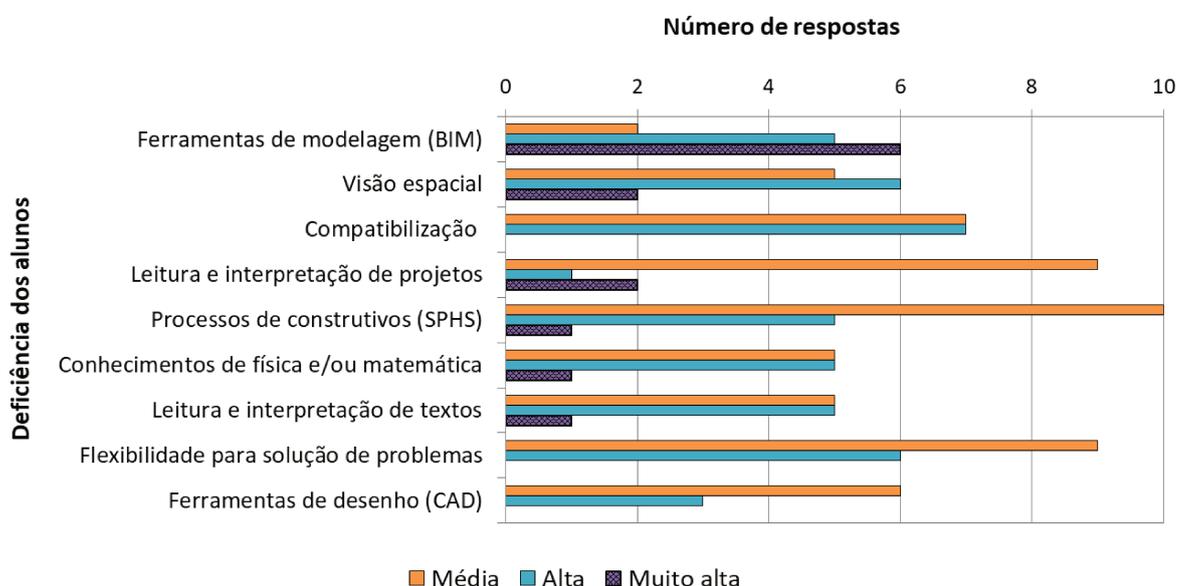
Em todas as referidas disciplinas são contemplados os seguintes conteúdos: concepção, dimensionamento, diretrizes gerais e normalização dos projetos dos sistemas prediais de Esgoto Sanitário (SPES), Águas Pluviais (SPAP) e Água Fria (SPAF).

Cerca de 90% dessas disciplinas contemplam o projeto do sistema predial de Água Quente (SPAQ), 80% contemplam o projeto do sistema de combate a incêndio por hidrantes ou mangotinhos e 60% contemplam o projeto do sistema predial de Gás Combustível (SPGC).

4.3.2. Deficiências apresentadas pelos alunos ao ingressarem nas disciplinas projeto de SPHS

A Figura 4.49 apresenta a visão dos docentes das IESB com relação às deficiências que os alunos apresentam ao ingressarem nas disciplinas que abordam o projeto dos SPHS.

Figura 4.49: Deficiências que os alunos apresentam ao ingressarem nas disciplinas de SPHS, segundo os 18 docentes que responderam ao questionário.



Da análise da Figura 4.49, considerando-se as respostas “alta” e “muito alta”, verifica-se que:

- Em primeiro lugar, destaca-se o uso de BIM para modelagem dos SPHS; acredita-se que essa realidade seja consequência do fato de que a implantação de BIM no ensino de Engenharia Civil esteja ainda sendo realizada de forma gradual e pouco efetiva, conforme destacado por Checcucci (2019);
- Em segundo lugar, se encontra a deficiência em visão espacial; trata-se de um importante item a ser abordado na proposição de melhorias no ensino, uma vez que consiste em um componente essencial no processo de formação dos engenheiros, conforme ressaltado nos estudos de Marunic e Glazar (2013), e Ha e Fang (2016);

- Em terceiro lugar, aparece a compatibilização de projetos; item esse destacado como cada vez mais necessário por Dossick e Neff (2010), tendo em vista o aumento da complexidade dos edifícios.

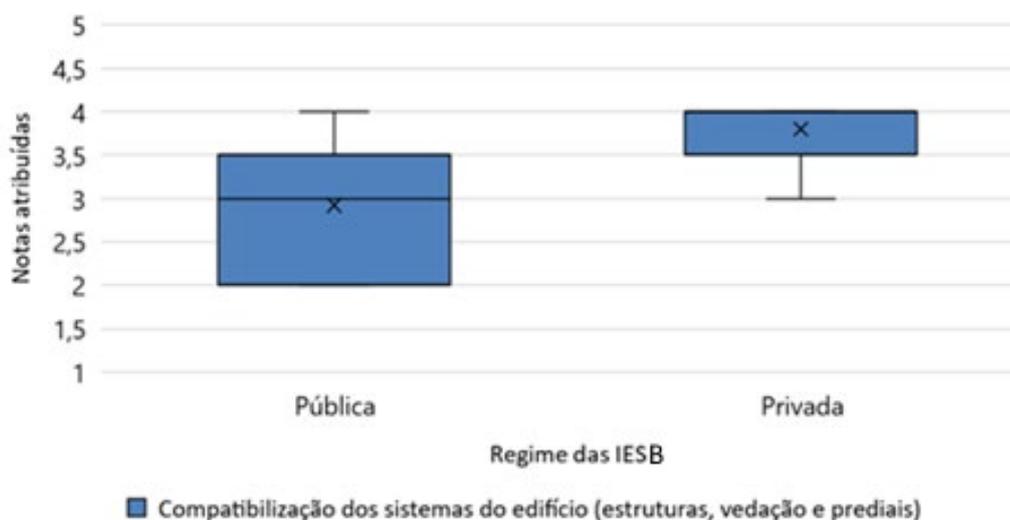
Em seguida, aparecem as deficiências na compreensão dos processos construtivos e de instalação/montagem dos SPHS, e na leitura e interpretação de projetos, ambos importantes para a concepção e desenvolvimento dos projetos dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

Ainda merecem destaque as deficiências nos conhecimentos de física e matemática e de leitura e interpretação de textos, ambas pontuadas como média, alta ou muito alta por 61% dos 18 docentes que responderam aos questionários.

Segundo Paixão e Knobel (2012), o principal gargalo na formação dos engenheiros é o baixo nível de conhecimento de física e matemática dos alunos brasileiros ao deixarem o ensino médio. Marques Filho (2017) também destaca a necessidade do reforço dos conceitos físicos e matemáticos na formação do engenheiro civil.

Em geral, as respostas dadas à questão relativa às deficiências que os alunos apresentam ao ingressarem nas disciplinas de projeto dos SPHS não diferiram significativamente quando comparados os docentes de IESB públicas e privadas, para o grau de confiança de 5%. Exceção para o tópico compatibilização dos sistemas dos edifícios, em que essa deficiência foi classificada como mais alta, em geral, pelos docentes das IESB privadas (Figura 4.50).

Figura 4.50: Respostas que apresentaram diferença estatística entre os docentes de IESB públicas e privadas para o grau de confiança de 5%:(a) compatibilização dos sistemas dos edifícios

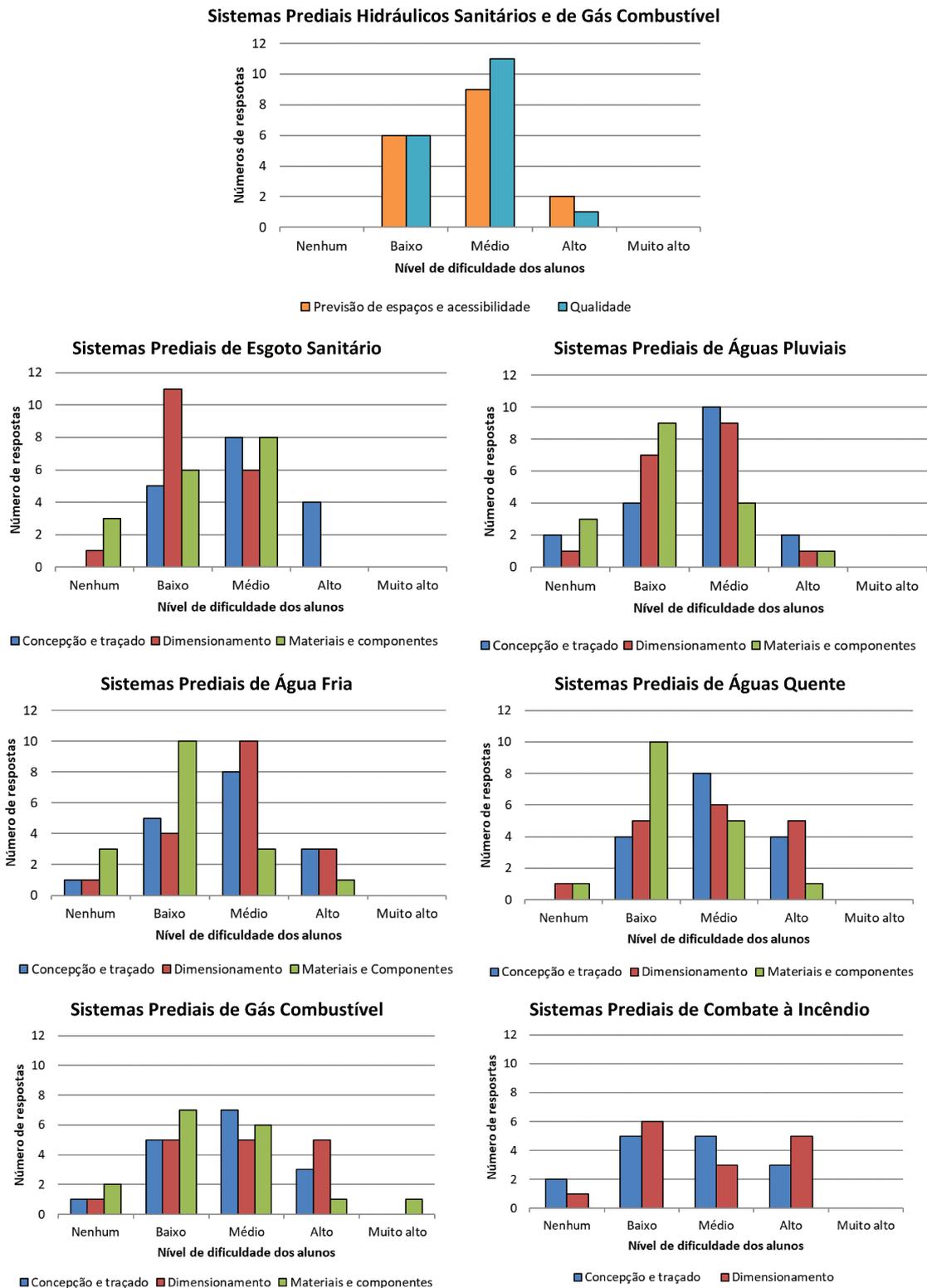


Por fim, destaca-se que, em geral, os níveis de deficiência atribuídos pelos docentes com mais de 15 anos de atividade foram mais baixos, quando comparados com os docentes com menos tempo de atividade. Este grupo (6 docentes) atribuíram notas, em média, iguais ou inferiores a 2,5, para os níveis de deficiência dos alunos em visão espacial; processos de instalação e montagem dos SPHS; enquanto os demais docentes (12 docentes com até 15 anos de atividade didática) atribuíram notas, em média, acima de 3,5.

4.3.3. Dificuldades apresentadas pelos alunos no desenvolvimento dos conteúdos nas disciplinas de projeto dos SPHS

A Figura 4.51 apresenta visão dos docentes das IESB com relação às dificuldades que os alunos apresentam nas disciplinas que abordam o projeto dos SPHS.

Figura 4.51: Principais dificuldades que os alunos apresentam no desenvolvimento dos diferentes conteúdos das disciplinas relacionadas ao projeto dos SPHS, segundo os 18 docentes que responderam ao questionário.



Da análise da Figura 4.51, destacam-se que, segundo os docentes:

- os maiores níveis de dificuldade apontados se referem à concepção e traçado do sistema predial de esgoto sanitário. Acredita-se que as deficiências apontadas anteriormente, quanto à visão espacial e à compreensão dos processos construtivos, contribuam para esta dificuldade;
- os alunos apresentam maiores níveis de dificuldade (respostas média e alta dificuldade) no dimensionamento dos sistemas prediais de água fria (SPAF) e de água quente (SPAQ). Acredita-se que as deficiências nos conceitos básicos de física e matemática, apontados anteriormente, intensifiquem as dificuldades de compreensão do dimensionamento dos SPS.

A maioria dos docentes classificou como baixo ou médio o nível de dificuldade nos conceitos relacionados aos SPS, tanto os mais gerais (previsão dos espaços e acessibilidade, e qualidade) como os referentes a cada sistema.

Os conteúdos referentes aos sistemas prediais de gás combustível (SPGC) e de combate à incêndio por hidrantes e/ou mangotinhos (SPCI) não são ministrados em todas as IES em que atuam os docentes que responderam ao questionário.

Assim, o número de respostas a esta questão foi diferente das demais. Para a maioria dos docentes que responderam sobre o SPGC, os alunos apresentam nível de dificuldade médio ou alto na concepção, traçado e dimensionamento deste sistema. De sua vez, para mais da metade dos docentes que responderam sobre o SPCI, os alunos apresentam nível de

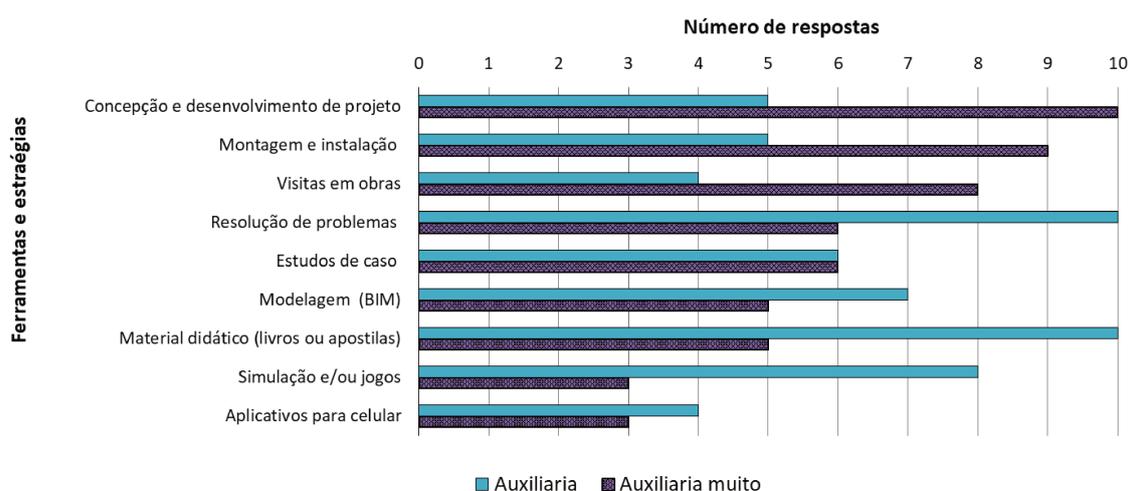
dificuldade médio ou alto na concepção, traçado e dimensionamento deste sistema.

A exemplo do item anterior, em geral, as respostas dadas a questão relativa às dificuldades que os alunos apresentam nas disciplinas de projeto dos SPHS não diferiram significativamente quando comparados os docentes de IESB públicas e privadas, para o grau de confiança de 5%. Exceção para o dimensionamento do SPAF e do SPAQ, em que foi apontado um maior grau de dificuldade nas IESB privadas.

4.3.4. Estratégias e ferramentas para auxílio do ensino-aprendizagem

A Figura 4.52 apresenta as ferramentas e estratégias indicadas pelos docentes das IESB para auxílio do ensino-aprendizagem do projeto dos SPHS.

Figura 4.52: Ferramentas e estratégias para o auxílio do processo de aprendizagem de projeto dos SPHS, segundo os 18 docentes que responderam ao questionário



A estratégia mais pontuada pelos docentes foi a concepção e o desenvolvimento de projeto: 83% dos 18 docentes consideram que esta

estratégia auxilia ou auxilia muito o ensino-aprendizagem dos SPHS. Vale destacar que esta estratégia já é utilizada no ensino do projeto de SPHS na maioria das disciplinas das IESB (8 das 13), segundo os docentes responderam ao questionário.

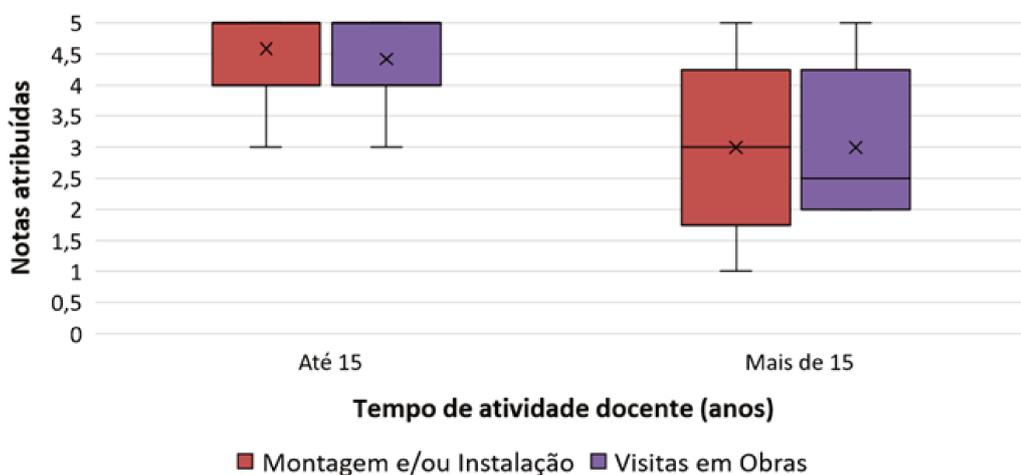
Em seguida, pela análise da Figura 4.10, destacam-se as seguintes estratégias e ferramentas:

- montagem e instalação dos SPHS;
- visita em obras, e
- resolução de problemas.

Quando analisadas apenas as respostas dos docentes com mais de 15 anos de atividade didática (6 dos 18 docentes), vê-se que as estratégias que receberam as maiores notas, ou seja, foram mais valorizadas, são a resolução de problemas e a concepção/desenvolvimento de um projeto. Dentro desse grupo de docentes, a visita em obras e a montagem/instalação dos SPHS receberam notas, em média, mais baixas (3,0 em ambas as estratégias) do que no grupo de docentes com até 15 anos de atividade didática, os quais atribuíram, em média, notas mais altas (4,4 e 4,6, respectivamente) para essas atividades, conforme apresentado na Figura 4.53.

Vale ressaltar, ainda, que não houve diferença significativa entre as notas atribuídas para as ferramentas e estratégias para melhoria do processo de ensino-aprendizagem quando analisadas as respostas dos docentes que atuam em IESB públicas e privadas, para o grau de confiança de 5%.

Figura 4.53: Notas atribuídas às estratégias de montagem e/ou instalação e visitas em obras.



4.35. Considerações Finais

Esse item levantou a percepção dos docentes que atuam na docência e pesquisa de sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) em diferentes instituições de ensino superior brasileiras, quanto ao ensino desse tema no curso de Engenharia Civil.

A concepção e desenvolvimento de projetos e a montagem/instalação dos SPHS foram consideradas as principais estratégias para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem desse tema.

As principais deficiências que os alunos apresentam ao ingressar nas disciplinas que abordam os SPHS citadas foram o conhecimento de BIM, a falta de visão espacial e a dificuldade de compatibilização dos projetos dos diferentes sistemas do edifício.

No conteúdo específico dos SPHS, foram consideradas como mais frequentes as dificuldades na concepção e traçado do sistema predial de

esgoto sanitário e o dimensionamento dos sistemas prediais de água fria e quente.

4.4. Diretrizes para a implementação da abordagem baseada em problemas no ensino de SPHS

A partir da revisão da literatura apresentada no capítulo 2, identificou-se três níveis de aplicação da abordagem baseada em problemas (ABP): individual; sistema (ou grupo) e taxonomia.

Conforme comentado anteriormente, a partir de 2000, cresceu a importância mundial do ensino superior geral e liberal, influenciado pelo Processo de Bolonha. Seguindo essa tendência, as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia (MEC, 2019) flexibilizam a estrutura do curso de graduação.

No Brasil, porém, a grande maioria dos cursos de engenharia seguem um currículo disciplinar, por este motivo, a proposição das diretrizes efetuada nesse estudo se restringe à aplicação no nível individual, ou seja, aquele que contempla uma disciplina, limitando-se aos conteúdos da mesma.

Para tanto, foram considerados os resultados obtidos por meio da estratégia de pesquisa apresentada no capítulo 3, a qual foi composta por:

- I) realização de mapeamento sistemático da literatura (MSL), cujos principais resultados foram apresentados no item 4.1;
- II) desenvolvimento de pesquisa-ação (PA), cujos principais resultados foram apresentados no item 4.2; e

III) levantamento de subsídios junto a especialistas, caracterizados nesse trabalho como docentes que atuam em ensino e pesquisa nessa área em outras instituições de ensino superior brasileiras, cujos principais resultados foram apresentados no item 4.3.

O Quadro 4.64 apresenta as diretrizes propostas para a implementação da ABP no desenvolvimento do conteúdo teórico em disciplinas que abordam os SPHS, cujo detalhamento é apresentado na sequência.

Conforme destacado anteriormente, o desenvolvimento de projetos deve ser também contemplado dentro das disciplinas que tratam dos SPHS, o que já é feito na maioria das IESB investigadas, incluindo a FEC-Unicamp, onde a PA foi desenvolvida.

Quadro 4.64: Diretrizes para implementação da ABP para o desenvolvimento do conteúdo teórico de SPHS.

DIRETRIZES
1. Analisar em oferecimentos anteriores da disciplina: <ul style="list-style-type: none">– a forma de apresentação e os conteúdos contemplados;– as deficiências que os alunos apresentam ao ingressar na disciplina; e– os conteúdos que os alunos apresentam maiores dificuldades no seu desenvolvimento.
2. Identificar os principais recursos disponíveis.
3. Realizar mini palestras para a exposição de partes da teoria que os alunos usualmente apresentam maiores dificuldades.
4. Definir o número e escopo das situações-problema (sp).
5. Na elaboração das situações-problema: <ul style="list-style-type: none">– adotar uma mesma edificação ao longo de todo o semestre;– incluir, sempre que possível, montagens dos SPHS;– contemplar preferencialmente mais de um tipo de atividade no semestre;– utilizar projetos existentes e estudos de caso como material didático de apoio.
6. Estabelecer os critérios de avaliação do desempenho dos alunos.
7. Divulgar enunciado da sp com antecedência e desenvolver a sp parcialmente em sala de aula
8. Divulgar a correção dos relatórios das sp para os alunos.
9. Implementar tutoria extra-classe.
10. Criar um fórum de dúvidas, preferencialmente em ambiente virtual.

DIRETRIZ 1 - Analisar em oferecimentos anteriores da disciplina: forma de apresentação e os conteúdos contemplados; as deficiências que os alunos apresentam ao ingressar na disciplina e os conteúdos que os alunos apresentam maiores dificuldades no seu desenvolvimento.

É fundamental que os docentes da disciplina participem ativamente da implementação da ABP, lembrando que, para Moesby (2016), o maior desafio para a implantação da ABP é conseguir que os professores aceitem a ideia, colaborem e mantenham o trabalho ativo.

Assim, o primeiro passo para a implantação da ABP em uma disciplina é a análise da forma de apresentação e dos conteúdos em oferecimentos anteriores, bem como a carga horária disponível.

Na sequência, deve-se identificar as principais deficiências que os alunos apresentam ao ingressar na disciplina.

No levantamento junto aos docentes de outras IESB, verificou-se que as principais deficiências são: no uso de BIM; visualização espacial e na compatibilização dos projetos. Assim, na falta de informações acerca das dificuldades quando da implementação da ABP, isto pode ser considerado para a definição das atividades a serem contempladas inicialmente.

Nestes casos, por exemplo, o uso de BIM nas sp que envolverem concepção dos SPHS e a introdução de montagens dos tubos, conforme verificado na **sp3-DISC1** (SEM2) e na **sp2-DISC1** (SEM1 e SEM2), podem contribuir para sanar ou, pelo menos, minimizar estas deficiências.

Também devem ser identificados os conteúdos da disciplina que os

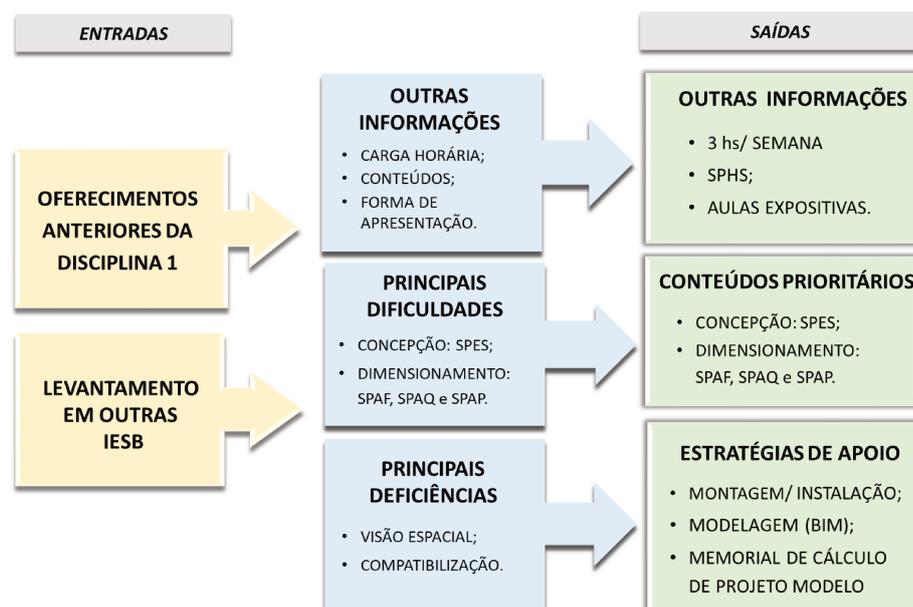
alunos apresentam maiores dificuldades.

No levantamento junto aos especialistas, verificou-se os maiores níveis de dificuldades se referem à concepção e traçado do sistema predial de esgoto sanitário, seguidos do dimensionamento dos sistemas prediais de água fria (AF) e de água quente (AQ).

A inclusão de atividades de montagem e o uso de BIM podem contribuir para as questões relativas à concepção. No caso do dimensionamento dos SPHS, atividades tais como as contempladas na **sp3-DISC1/SEM2**, exercícios resolvidos, detalhados passo a passo, podem auxiliar na aprendizagem dos alunos.

A título de ilustração, a Figura 4.54 apresenta os conteúdos prioritários e as estratégias de apoio da DISC1, cuja caracterização consta no Quadro 3.4), os quais foram definidos após o levantamento das principais deficiências e dificuldades dos alunos.

Figura 4.54: Conteúdos prioritários e estratégias de apoio - DISC1.



SPHS – sistemas prediais hidráulicos e sanitários; SPES – sistema predial de esgoto sanitário;
 SPAF – sistema predial de água fria; SPAQ – sistema predial de água quente; SPAP – sistema predial de água pluvial

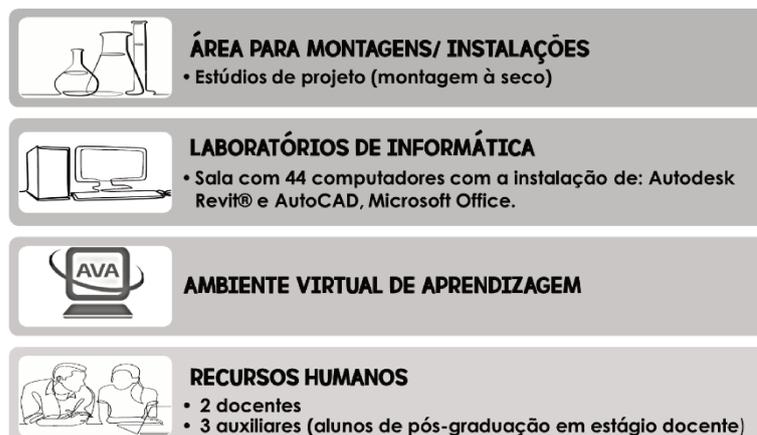
DIRETRIZ 2 - Identificar os principais recursos disponíveis.

Para que a implementação da ABP ocorra da melhor forma possível, são necessários recursos de diferentes tipos, merecendo destaque a disponibilização:

- de laboratório ou área equivalente para realizar as montagens/instalações;
- de laboratórios de informática ou infraestrutura para instalação de *notebooks* pessoais para a aulas, de modo a permitir a resolução das sp e possibilitar a pesquisa por parte dos alunos;
- de programas de computador específicos, tanto para desenho e modelagem como para dimensionamento e redação dos relatórios;
- de ambiente virtual na instituição para o compartilhamento de informações, documentos etc.;
- de recursos humanos para apoio ao docente e alunos (auxiliares docentes e/ou monitores).

A Figura 4.55 apresenta, a título ilustração, os recursos levantados e disponíveis para a DISC1.

Figura 4.55: Recursos disponíveis - DISC1.



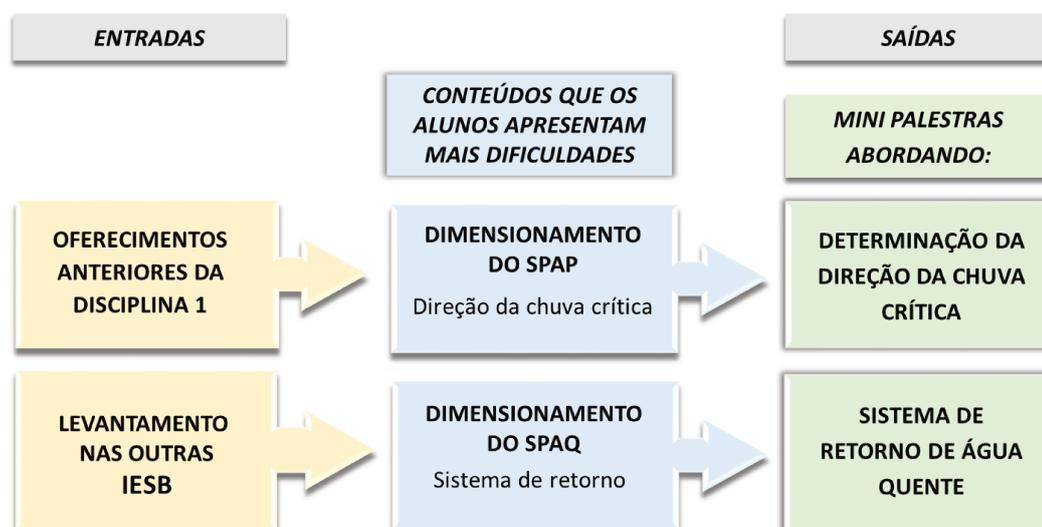
DIRETRIZ 3 - Realizar mini palestras: para a exposição de partes da teoria que os alunos usualmente apresentam maiores dificuldades.

Prince e Felder (2006) e Aher (2010) recomendam a realização de palestras e/ou seções de perguntas e respostas para os esclarecimentos de dúvidas dos alunos. Corroborando com estes autores, recomenda-se a realização de mini palestras, com duração de no máximo 30 minutos, com foco nos conteúdos que os alunos apresentam mais dificuldades.

Além disso, ao serem detectadas dúvidas gerais dos alunos durante o desenvolvimento da sp, o docente pode utilizar essa estratégia para realizar esclarecimentos de forma coletiva.

A título de ilustração, a Figura 4.56 apresenta dois temas de mini palestras para os conteúdos que os alunos apresentaram maiores dificuldades nos dimensionamentos dos SPAP e o SPAQ.

Figura 4.56: Temas sugeridos para mini palestras.



SPAP – sistema predial de água pluvial; SPAQ – sistema predial de água quente

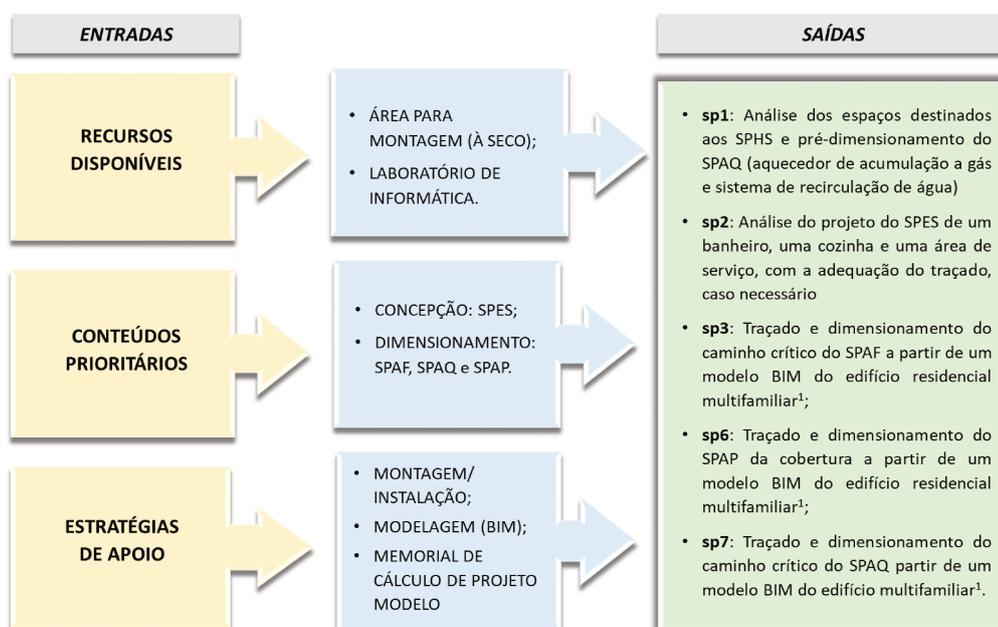
DIRETRIZ 4 – Definir o número e escopo das situações-problema.

A partir do desenvolvimento do presente trabalho, apresenta-se as seguintes recomendações para a definição do número e escopo das sp:

- abordar conteúdos que os alunos apresentam maiores deficiências e/ou dificuldades em oferecimentos anteriores da disciplina;
- limitar o número de situações-problema a 4, ou no máximo, 5 por semestre;
- limitar o prazo da resolução a 1 semana ou, no máximo, 2 (aula mais o período extraclasse).

A Figura 4.57 apresenta, a título de ilustração, o número e o escopo das situações-problema para a DISC1.

Figura 4.57: Número e o escopo das situações-problema - DISC1.



¹ O mesmo utilizado no projeto a ser desenvolvido na disciplina

SPHS – sistemas prediais hidráulicos e sanitários; SPES – sistema predial de esgoto sanitário; SPAF – sistema predial de água fria; SPAQ – sistema predial de água quente; SPAP – sistema predial de água pluvial

DIRETRIZ 5 - Elaboração das situações-problema

A qualidade da situação-problema (sp) interfere diretamente no interesse dos alunos e no tempo dispendido no processo de aprendizagem. Poucos são os trabalhos que visaram criar metodologias sistemáticas para a formulação de problemas, apesar da importância desse tema (HUNG, 2016; LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019).

A partir do desenvolvimento desse trabalho, apresenta-se as seguintes recomendações para a elaboração das sp:

- adotar uma mesma edificação ao longo de todo o semestre;
- incluir, sempre que possível, montagens dos SPHS;
- contemplar preferencialmente mais do que um tipo de atividade longo do semestre;
- utilizar projetos existentes e estudos de caso como material didático de apoio.

A utilização de uma mesma edificação para as diferentes sp ao longo semestre propicia uma visão sistêmica dos conteúdos pelos alunos, o que possibilita melhor fixação e amadurecimento dos conteúdos.

Essa recomendação surgiu da pesquisa-ação desenvolvida na disciplina 2 (**DISC2/SEM1**). A pesquisa-ação desenvolvida na disciplina 1 (DISC1), confirmou esta recomendação, percebeu-se melhorias na concepção dos sistemas hidráulicos no semestre 2 (SEM2), onde foi adotada uma mesma edificação, comparativamente ao semestre 1 (SEM1), que contemplou diferentes edificações para cada sp.

De sua vez, a montagem/instalação dos SPHS foi considerada como

umas das principais estratégias para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem no levantamento junto aos docentes de outras IESB.

Os resultados da PA desenvolvida na DISC1 também indicaram que o uso de montagens e/ou instalações auxiliaram na aquisição da visão espacial por parte dos alunos; na compreensão do processo construtivo e no aumento da interação entre os alunos.

Corroboram com estas observações alguns estudos levantados no mapeamento sistemático da literatura (MSL), nos quais tem-se o destaque, dentre outros:

- do aumento da motivação dos alunos quando do uso de atividades práticas (ZHENG *et al.*, 2011; LASSEN; HJELSETH; TOLLNES, 2018);
- do auxílio na aquisição das competências de análise e tomada de decisão (HARTMAN; GINDY, 2010);
- da melhoria do desempenho (ALBANO, 2006; BOXALL e TAIT, 2008; SOLÍS; ROMERO; GALVÍN, 2012; LASSEN; HJELSETH; TOLLNES, 2018);
- do auxílio ao processo de ensino-aprendizagem (LASSEN; HJELSETH; TOLLNES, 2018).

Durante a montagem dos SPHS podem ser esclarecidas dúvidas sobre o conteúdo, aumentando, assim, a interação entre professor (e/ou tutores) e os alunos. Para tanto, com base na PA desenvolvida, sugere-se um tutor para cada 12 alunos, no máximo.

A título de ilustração, no Apêndice F é apresentado o enunciado da **sp2-DISC1**, que contemplou montagens dos SPES.

Por fim, com relação ao tipo de atividade a ser contemplada na sp, sugere-se incluir atividades inerentes ao dia-a-dia do projeto dos SPHS, tais como concepção e dimensionamento e estudo de viabilidade técnica de implantação. Outra opção é a análise de projetos existentes, onde o grupo de alunos devem verificar se o projeto dos SPHS atende aos critérios estabelecidos pelas normas vigentes e propor correções, caso necessárias.

A concepção e dimensionamento foram empregados em diferentes sp do segundo semestre de oferecimento (SEM2) de ambas as disciplinas nas quais foi desenvolvida a PA. Segundo a avaliação dos alunos, este tipo de atividade auxiliou na compreensão dos conteúdos. A título de ilustração, no Apêndice G é apresentado o enunciado da **sp3-DISC2**.

O estudo de viabilidade técnica de implantação também recebeu avaliação positiva por parte dos alunos e docentes na PA, corroborando com os resultados obtidos por Apul e Philpott (2011). O Apêndice E apresenta, a título de ilustração, o enunciado da **sp1-DISC2/SEM1**, que contemplou um estudo desse tipo.

Para o desenvolvimento dessa atividade, sugere-se um tutor para cada 35 a 40 alunos.

Já a análise de projetos existentes consiste em uma atividade que usualmente necessita de pouco tempo para ser desenvolvida, sendo indicada para a abordagem de um tópico em especial ou até mesmo vários deles, principalmente quando a carga horária da disciplina é reduzida (30h/semestre, por exemplo). A título de ilustração, o Apêndice F apresenta o enunciado da **sp2-DISC1/SEM1**, o qual contempla este tipo de atividade.

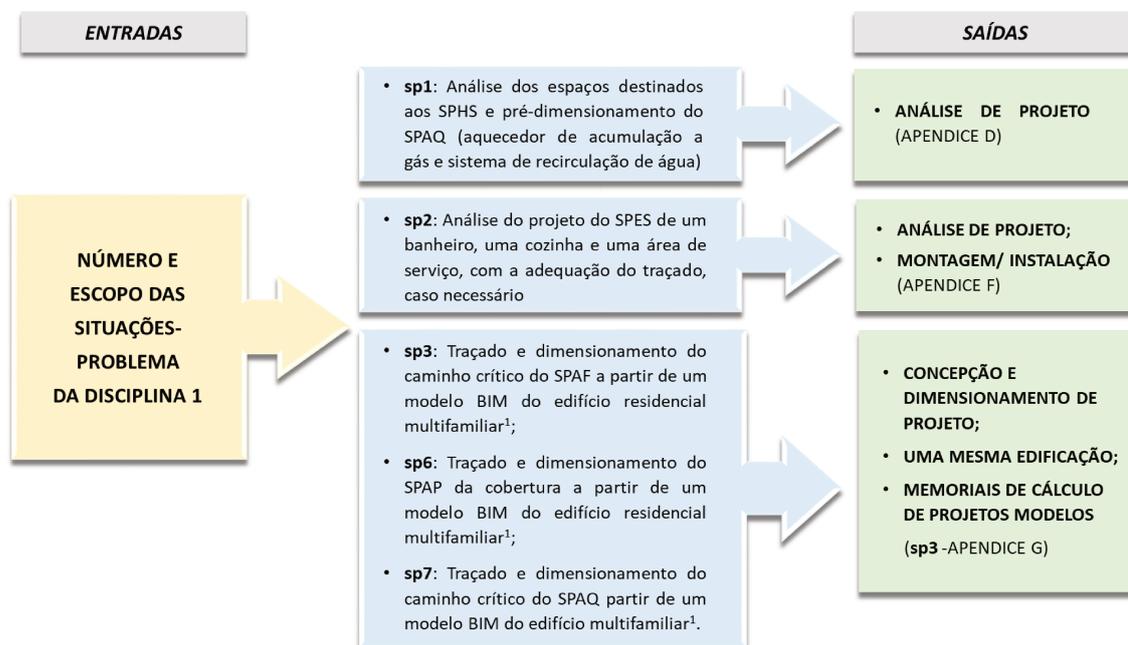
Por fim, considera-se que o uso de estudos de casos ou projetos

existentes como material didático de apoio propicia ganhos na autonomia dos alunos em sala de aula, além de outros benefícios. Há relatos de uso dessa estratégia em estudos levantados no MSL, tais como o desenvolvido por Barroso e Morgan (2012).

Sete sp empregadas na PA utilizaram estudo de caso ou projeto modelo como material didático de apoio e cerca de 15% dos alunos que responderam aos questionários DISC1, em ambos os semestres da pesquisa, sugeriram a disponibilização de um maior número de exercícios resolvidos.

A título de ilustração, a Figura 4.58 apresenta os critérios utilizados para a elaboração das sp da DISC1.

Figura 4.58: Critérios utilizados para a elaboração das sp - DISC1.



¹ O mesmo utilizado no projeto a ser desenvolvido na disciplina.

SPHS – sistemas prediais hidráulicos e sanitários; SPES – sistema predial de esgoto sanitário; SPAF – sistema predial de água fria; SPAQ – sistema predial de água quente; SPAP – sistema predial de água pluvial

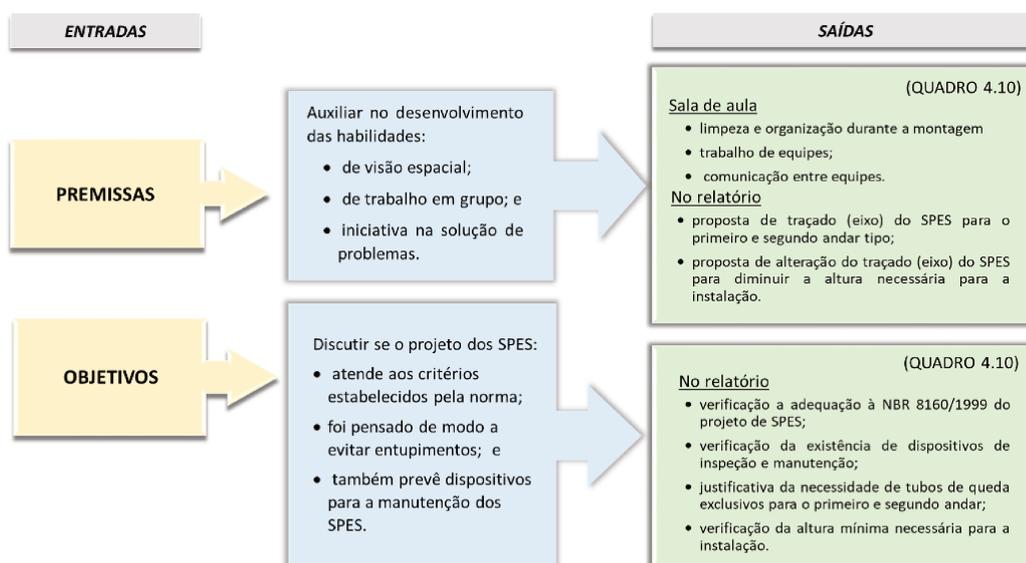
DIRETRIZ 6 - Estabelecer os critérios de avaliação do desempenho dos alunos.

Os critérios para a avaliação devem ser definidos a partir dos objetivos estabelecidos, de modo a contemplar tanto os conteúdos que deverão ser adquiridos quanto as competências-chaves que se deseja desenvolver.

Sugere-se que a avaliação do desempenho dos alunos seja feita por meio de listas de verificações, as quais identificam a presença ou ausência de determinadas habilidades e/ou conhecimentos preestabelecidos (DE ABREU; MASSETTO, 1990). Isso permite, inclusive, a identificação mais fácil e direta das principais deficiências e dúvidas dos alunos, auxiliando o *feedback* posterior.

Vale ressaltar que os critérios de avaliação do desempenho dos alunos em cada uma das sp foram apresentados no item 3.3. A título de exemplo, o Quadro 4.10 apresenta os critérios de avaliação do desempenho dos alunos na **sp2-DISC1/SEM1** (Figura 4.59).

Figura 4.59: Critérios de avaliação do desempenho dos alunos na **sp2-DISC1/SEM1**.



SPES – sistema predial de esgoto sanitário;

DIRETRIZ 7 - Divulgar enunciado da sp com antecedência e desenvolver a sp parcialmente em sala de aula.

A disponibilização dos enunciados com, pelo menos, um dia de antecedência da aplicação da sp diminui a ansiedade dos alunos e contribui para que os mesmos se sintam mais preparados para o desenvolvimento da sp. Como os alunos normalmente possuem uma carga horária elevada, recomenda-se a divulgação do enunciado com uma semana de antecedência.

Por sua vez, é recomendável que o desenvolvimento da sp inicie em sala de aula, mas que contemple um prazo extra-classe posterior, de uma semana, até a entrega do relatório. Kolmos (2007); Silveira *et. al.* (2009) e Forcael *et. al.* (2015) afirmam que a ABP requer maior tempo de amadurecimento por parte dos alunos, assim, é importante alocar um tempo para o seu desenvolvimento.

Na **DISC1/SEM1** da PA desenvolvida, o enunciado foi divulgado no próprio dia da aula da sp e a entrega do relatório era feita ao final dessa aula, sem alocação de um período extra-classe para a finalização e elaboração do relatório. Isso gerava muita ansiedade nos alunos; eles demoravam para se organizar no trabalho em equipe e ficavam muito preocupados com o tempo e não conseguiam desenvolver as atividades a contento, tendo como resultado principal a execução parcial das atividades previstas na sp. A partir da **DISC2/SEM1**, passou-se a divulgar o enunciado com 1 semana de antecedência e alocar um prazo para a finalização e percebeu-se uma grande satisfação dos alunos como o prazo alocado.

DIRETRIZ 8 - Divulgar a correção dos relatórios

A aprendizagem é um processo contínuo, no qual o *feedback* é um elemento essencial, pois fornece meios para a correção e/ou reinício da aprendizagem. Sem as informações contínuas (do *feedback*), os alunos podem não conseguir atingir os objetivos propostos (DE ABREU e MASSETTO, 1990)

Os alunos esperam que, com o *feedback*, evitem repetir os mesmos erros em avaliações futuras, sejam das sp ou de outras avaliações eventualmente empregadas na disciplina (provas, projeto, etc). Assim, é recomendável que os relatórios sejam corrigidos imediatamente após a entrega e que a correção, de preferência comentada, seja divulgada aos alunos.

Outra forma de correção e *feedback* recomendada consiste na apresentação dos resultados da sp pelos grupos de alunos em sala de aula e discussão. Esta estratégia foi utilizada na **sp1-DISC2** em ambos os semestres da PA, sendo bem avaliada pelos alunos e, inclusive, sugerido que esta forma de correção fosse estendida às demais sp. Contudo, isso demanda a alocação de tempo em sala de aula e pode não ser viável nas disciplinas com menor carga horária.

DIRETRIZ 9 - Implementar tutoria extra-classe.

Recomenda-se a existência de plantões de dúvidas ou seções de tutoria extra-classe, pois no período de finalização das sp podem surgir dúvidas que necessitem de esclarecimentos ou a discussão de algum encaminhamento.

Períodos de 1:30 a 2:00 horas, uma vez na semana, são suficientes, uma

vez que nem todos os alunos comparecem e também porque muitas dúvidas podem ser esclarecidas de forma coletiva para os que procurarem por auxílio.

Foi consenso entre os alunos e a equipe docente que os plantões de dúvidas auxiliaram na resolução das sp em todo o período de desenvolvimento da PA nesse estudo.

DIRETRIZ 10 - Criar um fórum de dúvidas.

O registro das informações, por meio de um fórum de dúvidas, além de diminuir a possibilidade de divergência de informações entre os auxiliares e o docente, permite o acesso em horários e dias diversos, conferindo maior autonomia para os alunos.

Para tanto, pode-se adotar o formato das perguntas mais frequentes, o que pode ser construído ao longo do tempo, com a contribuição dos alunos em cada oferecimento da disciplina.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho foi desenvolvido a partir do pressuposto de que a abordagem baseada em problemas (ABP) pode auxiliar no ensino-aprendizagem dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

Assim, foram inicialmente identificados os níveis de aplicação da ABP em estudos disponíveis na literatura levantada, os quais foram classificados em individual, sistema e taxonomia, conforme Moesby (2016).

Influenciado pelo Processo de Bolonha a partir de 2000, cresceu a importância do ensino superior geral e liberal no mundo. Recentemente, as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia (MEC, 2019) flexibilizam a estrutura do curso de graduação. Assim, é possível que, em trabalhos futuros, sejam realizadas aplicações da ABP nos níveis taxonomia e sistema nos cursos de graduação da Engenharia Civil.

No Brasil, a grande maioria dos cursos de engenharia ainda seguem um currículo disciplinar. Por este motivo, esse estudo se restringe à aplicação no nível individual, ou seja, aquele que contempla uma disciplina, limitando-se aos conteúdos da mesma. Dentro do nível de aplicação individual, escopo do presente trabalho, merece destaque a aplicação de situações-problema.

A partir disso, foi desenvolvida uma pesquisa-ação (PA), em conjunto com um mapeamento sistemático da literatura (MSL) e um levantamento junto a docentes de outras instituições de ensino superior brasileiras, estratégias essas que deram suporte para a proposição de dez diretrizes para

a implementação da ABP no ensino-aprendizagem dos SPHS em nível individual.

A aplicação da ABP se restringiu a aquisição dos conteúdo teórico e consistiu essencialmente no uso de situações-problema (sp). Vale destacar que uma das disciplinas objeto da PA conta com desenvolvimento de projeto dos SPHS, o que não constituiu escopo do presente estudo.

Conforme evidenciado pelo MSL, a ABP auxilia na conexão entre a teoria e prática dos projetos dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários; no processo de ensino-aprendizagem; e no desenvolvimento de competências-chaves (resolução de problemas, trabalho de equipe, análise e tomada de decisão, entre outras).

O aprendizado adquirido em cada ciclo da PA, a partir da observação participante dessa pesquisadora a cada situação-problema e, ao final do semestre de oferecimento, por meio da avaliação global feita pelos alunos e docentes, serviu como premissa para o planejamento dos ciclos seguintes, em um processo de melhoria contínua.

Embora a aplicação da ABP tenha sido considerada positiva na PA desenvolvida, verificou-se a necessidade de maior disponibilidade de tempo para preparação e correção das atividades por parte dos docentes e maior dedicação para o preparo e realização das atividades pelos alunos, quando comparado os métodos tradicionais de ensino usualmente empregados.

Assim, acredita-se que um dos principais desafios para a implantação da ABP é não aumentar demasiadamente a carga de trabalho de ambos e as diretrizes elaboradas tentam minimizar este problema.

As principais dificuldades dos alunos ao ingressarem nas disciplinas de SPHS e durante o seu desenvolvimento foram os pilares para a realização desse estudo e, portanto, contemplados nas diretrizes propostas. Também foram consideradas as principais estratégias indicadas por especialistas consultados para a melhoria do ensino-aprendizagem dos SPHS e a avaliação dos alunos que participaram da PA.

As diretrizes propostas contemplam as diferentes fases para a implementação da ABP, desde o levantamento das informações relativas à disciplina e às dificuldades dos alunos, passando pela elaboração dos enunciados, desenvolvimento propriamente dito, avaliação e *feedback*.

Esse trabalho teve também como objetivo secundário, a partir da consulta a especialistas, caracterizar docentes que atuam em pesquisa e ensino de SPHS em outras instituições de ensino superior brasileiras. Isso foi feito a partir da identificação da produção científica específica, representada pelos artigos publicados em anais de eventos da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

Foram identificados 36 profissionais (incluindo esta pesquisadora e a orientadora) que atuam em ensino e pesquisa dos SPHS, 70% deles com titulação na área de SPHS. Os docentes com titulação de doutor possuem, em média, 22 anos de experiência didática; já os mestres possuem, em média, 10 anos de experiência. A maioria desses docentes (75%) atuam em instituições públicas, nas quais se encontram também o maior número de profissionais com titulação de doutor na área dos SPHS.

O trabalho desenvolvido destaca-se pela disponibilização de diretrizes para implementação da ABP no nível individual, propostas a partir de estudo

que contemplou a participação de alunos e docentes e um mapeamento sistemático da literatura.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a avaliação das diretrizes propostas em outras áreas da Engenharia Civil. Recomenda-se, também, o estudo de estratégias que motivem e que auxiliem os alunos para a preparação prévia, como por exemplo a incorporação de tecnologias de informação e comunicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHERN, Aoife. A case study: problem-based learning for civil engineering students in transportation courses. **European Journal of Engineering Education**, v. 35, nº. 1, p.109-116, March, 2010.

AHN, Changwoo. A creative collaboration between the science of ecosystem restoration and art for sustainable stormwater management on an urban college campus. **Restoration Ecology**, v.24, nº 3, p.291-297, 2016.

AHN, Yong Han; PEARCE, Annie; KWON, Hyuksoo. Key competencies for U.S. construction graduates: industry perspective. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 138, nº 2, 2012.

ALBANO, Leonard D. Classroom assessment and redesign of an undergraduate steel design course: A case study. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 132, nº 4, p.306–311, 2006.

ALBUQUERQUE, Sarah Jéssika da Pontes; CAMPOS, Nathalia de Moraes Dias; SILVA JÚNIOR, José Fidelis da. OS bacharelados interdisciplinares e sua contribuição para minimizar a deficiência brasileira na formação de engenheiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA - COBENGE, 40, 2012, Belém. **Anais... ABENGE**, 2012.

AMARAL, Manuel Francisco de. **Pedagogia das competências e ensino de filosofia: um estudo da proposta curricular do estado de São Paulo a partir da pedagogia histórico-crítica**. Coleção formação de professores. Campinas: Autores associados, 2016. 178 p.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS - ASCE. **Civil engineering body of knowledge for the 21st century: Preparing the civil engineer for the future**. 2 ed. Virginia: ASCE. 2008.

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate (org). **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para estratégias de trabalho sala de aula**. 5ª ed. Joenvile: UNIVILLE, 2004.

APUL, Define S.; PHILPOTT, Stacy M. Use of outdoor living spaces and fink's taxonomy of significant learning in sustainability engineering education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 137, nº 2, p. 69-77, 2011.

ARAÚJO, Letícia Santos Machado de; ILHA, Marina Sangoi de Oliveira. **Sistemas Prediais de Esgoto Sanitários: Módulos I- IV**. Notas de Aula. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, 2017.

ARAÚJO, Letícia Santos Machado de; ILHA, Marina Sangoi de Oliveira. Ensino de projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários: abordagem baseada em problemas. **Ambiente Construído**, v. 19, nº 2, p. 203–217, abr. 2019.

ARCO-TIRADO, José L., FERNÁNDEZ-MARTÍN, Francisco D., FERNÁNDEZ-BALBOA, Juan-Miguel. The impact of a peer-tutoring program on quality standards in higher education. **Higher Education**, v.62, nº 6, p. 773-788, 2011. DOI: 10.1007/s10734-011-9419-x

ARK, Sting; KJAERSDAN, Finn. A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. In: **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. Ulisses F. Araújo; Genoveva Sastre (org.). 3ª ed. São Paulo: Summus. 2016.

ARUMALA, Joseph O. Education and training in civil engineering: beyond the classroom. **Leadership and Management in Engineering**, v.11, nº 2, p. 80-87, 2011. DOI 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000106

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10844: Instalações Prediais de Águas Pluviais**. Rio de Janeiro 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5626: Instalações Prediais de Água Fria**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário -Projeto e execução**. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ANTAC. V Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. **Anais...**São Paulo, 1993.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ANTAC. VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. **Anais...**Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ANTAC. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. **Anais...**Florianópolis, 1998.

AZEVEDO, Mário Luiz Neves de. The Bologna process and higher education in mercosur: regionalization or europeanization? **International Journal of Lifelong Education**, v. 33, nº 3, p 411-427, 2014.

BABÁLY, Bernadett; KÁRPÁTI; Andrea. The impact of creative construction tasks on visuospatial information processing and problem solving **Acta Polytechnica Hungarica**, nº137159180, 2016.

BARROSO, Luciana R.; MORGAN, James R. Developing a dynamics and vibrations course for civil engineering students based on fundamental-principles. **Advances in Engineering Education**, v.3, nº 1, p. 1-35, 2012.

BARRY, Brock E. *et al.* Developing professional competencies through challenge to project experiences. **International Journal of Engineering Education**, v. 24, nº 6, p. 1148-1162, 2008.

BEAGON, Úna; NIALL, Dervilla; FHLOINN, Eabhnat Ní. Problem-based learning: student perceptions of its value in developing professional skills for engineering practice. **European Journal of Engineering Education**, 2018.

DOI: 10.1080/03043797.2018.1536114

BECERIK-GERBER, Burcin; KU, Kihong; JAZIZADEH Farrokh . BIM-Enabled virtual and collaborative construction engineering and management. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.138, nº 3, p. 234-245, 2012.

BELL, Sarah; GALILEA, Patrícia; TOLOUEI; Reza. Student experience of a scenario-centred curriculum. **European Journal of Engineering Education**, v.35, nº 3, p.235-245, 2010. DOI:10.1080/03043791003703169.

BELL, Stephanie. Project-based learning for the 21st century: skills for the future. **The Clearing House**, v.83, nº 2, p. 39-43, 2010. DOI: 10.1080/00098650903505415.

BERNARDES, Mauricio Moreira e Silva **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. 2001, 291 p. Tese de doutorado (Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

BITENCOURT, Rosa Maria. A função do projeto nos cursos de engenharia: um discurso ou uma necessidade?. CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 31, 2003, Rio de Janeiro. **In: Anais** Rio de Janeiro: ANBEGE, disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/interna.php?ss=16&ctd=72>>

BOGGS, James W. *et. al.* The pavement enterprise at Michigan Technological University. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 130, p. 107-204, 2004.

BOLÍVAR, Antônio. El Enfoque por Competencia em educación general y educación superior: entre la inclusión social y el mercado laboral. **In: Reforma Universitária e a Construção do Espaço Europeu de Educação Superior**. PEREIRA, Elisabete Monteiro Aguiar; ALMEIDA, Maria de Lourdes Pinto de (organizadoras), Campinas: Mercado de Letras, 2011. 227 p.

BOXALL, Joby B.; TAIT, Simon. Inquiry-based learning in civil engineering laboratory classes. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering**, v.161, nº 3, p.138-143, 2008.

BOZOGLU, Julide. Collaboration and coordination learning modules for BIM education. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 21 p 152-163, 2016

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRIOSO, Xavier; MURGUIA, Danny; SANCHEZ, Alonso Urbina. Comparing three scheduling methods using bim models in the last planner system. **Organization Technology and Management in Construction**, 2017. DOI: 10.1515/otmcj-2016-0024.

CABEDO, Luis *et al.* University social responsibility towards engineering undergraduates: the effect of methodology on a service-learning experience. **Sustainability**, v.10, nº 1, 1823, 2018. DOI: 10.3390/su10061823.

CAPES- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Tabela de áreas de conhecimento/avaliação, disponível em <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/tabela-de-areas-do-conhecimento-avaliacao>> acesso em 10/5/2017.

CARDOSO, Igor de Moraes; LIMA, Renato da Silva. Métodos ativos de aprendizagem: o uso do aprendizado baseado em problemas no ensino de logística e transportes. **Transportes**, v. 20, nº 3, p. 79–88, 2012. DOI:10.4237/transportes.v20i3.561.

CARDOSO, Irene de Arruda Ribeiro. **A universidade da comunhão Paulista**. São Paulo: Autores Associados: Cortez, 1982, 187 p.

CASE, Jennifer M.; LIGHT, Gregory. Emerging methodologies in engineering education research. **Journal of Engineering Education**, v. 100, nº 1, p. 186 -210, 2011.

CASTELLANOS, Albeiro Bejarano; GUZMAN, María Fernanda Serrano; RUIZ, Diego Darío Pérez Ruiz. Reflection strategy for teaching construction projects in Civil Engineering. **Alteridad-Revista De Educacion**, 2019.

CENTRO DE REFERÊNCIA E INFORMAÇÃO EM HABITAÇÃO (INFOHAB) 2018a. ANAIS ENTAC: Anais dos Encontros Nacionais de Tecnologia do Ambiente Construído de 2000 a 2016. Disponível em < <http://www.infohab.org.br/entac/>>. Acesso em: junho de 2018.

CENTRO DE REFERÊNCIA E INFORMAÇÃO EM HABITAÇÃO (INFOHAB), 2018b. ACERVO: Disponível em < <http://www.infohab.org.br/acervos/>>. Acesso em: junho de 2018.

CHANDRASEKARAN, Siva; AL-AMERI, Riyadh. Assessing team learning practices in project/design based learning approach. **International Journal Of Engineering Pedagogy**, v.6, nº 3, p. 24-31, 2016.

CHAU, Kwong Wing. Problem-based learning approach in accomplishing innovation and entrepreneurship of civil engineering undergraduates. **International Journal of Engineering Education**, v.21, p.228-232, 2005.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019008, 26 fev. 2019

CHINOWSKY, Paul S. *et. al.* Developing Knowledge landscapes through project-based learning. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.132, nº 2, p. 118-124, 2006

CHRISTIANSEN, Mary *et al.* Shines! University engineering students advancing duluth's sustainable development. **Sustainability** (United States), v.10, nº 6, p. 359-363, 2017. DOI: 10.1089/sus.2017.0014.

COGHLAN, Paulo; COGHLAN, David. Action research for operation management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, nº 2, p. 220-240, 2002.

COHEN, Louis; MANION, Lawrence; MORRISON, Keith. **Research methods in education**. London: New York: Routledge. 6 ed. 2007. 638 p.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPQ) 2018. Plataforma Lattes. Disponível em < <http://lattes.cnpq.br/>>. Acesso em: julho de 2018.

COSTA, Sérgio Francisco. **Estatística aplicada a pesquisa em educação**. Brasília: Liber Livro, 2010. 91p.

DA SILVA, Antônio Néelson Rodrigues; KURI, Nídia Pavan; CASALE, Adriana. PBL and B-Learning for civil engineering students in a transportation course. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.138, nº 4, p. 305-313, 2012.

DA SILVA, Carlos Alberto Prado; FONTENELE, Heliana Barbosa; DA SILVA, Antônio Néelson Rodrigues. Transportation engineering education for undergraduate students: competencies, skills, teaching-learning, and evaluation. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.141, nº 3, 2015.

DAI, Chien-Yun; HUANG, Duen-Huang; LIN, Syuan-Zih. An ideal of customization strategy for universities improving students' critical thinking. **Advanced Science Letters**, v.15, nº 1, p.99-100, 2012. DOI: 10.1166/asl.2012.4015.

DAI, Chunquan; LV, Yunlong; HOU, Wenzeng. Creative teaching model of civil engineering classroom based on brain cognitive science. **NeuroQuantology**, v.16, nº 5, 334340, 2018. DOI. 10.14704/nq.2018.16.5.1289

DE ABREU, Maria Celia; MASSETTO, Marcos Tarciso. **O professor universitário em sala de aula: práticas e princípios teóricos**. 8 ed. São Paulo: MG Ed. Associados.1990. 130 p.

DE JUSTO, Enrique; DELGADO, Antônio. Change to competence-based education in structural Engineering. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 141, nº.3, 2015.

DE LEÓN, Alexis Tejedor. Research in and outside the classroom: Training engineers without borders. **World transactions on engineering and technology education**, v.14, nº 1, p.113-117, 2016.

DIAO, Pei-Huang; SHIH, Naai-Jung. Trends and research issues of augmented reality studies in architectural and civil engineering education-A review of academic journal publications. **Applied Sciences** (Switzerland), v.9, nº 9, 2019. DOI: 10.3390/app9091840

DIONNE, Hugues. **A pesquisa ação para o desenvolvimento local**. Tradução: Michel Thiollet. Brasília: Liber Livro Editora: 2007, 132 p. (Série Pesquisa, v. 6)

DIRETORIA ACADÊMICA – DAC. disponível em <<http://www.dac.unicamp.br>> acesso em 2019.

DOCHY, Filip *et al.*, Effects of problem-based learning: a meta-analysis. **Learning and Instruction**, v. 13, p.533-568, 2003. DOI: 10.1016/S0959-4752(02)00025-7.

DOSSICK, Carrie S.; NEFF, Gina. Organizational divisions in BIM-enabled commercial construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.136, nº.4, p. 459-467, 2010.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JR, José Antônio Valle. **Desing Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. 181 p.

DREZZE, Jacques; DEBELLE, Jean. **Concepções da universidade**. Tradução de Francisco de Assis Garcia e Celina Fontenele Garcia. Fortaleza: Edições Universidade do Ceará. 1983, 131 p.

DU, Xiangyun; DE GRAAFF, Erik; KOLMOS, Anete. (Eds.). **Research on PBL practice in engineering education**. Rotterdam: Boston: Taipei: Sense Publishers, 2009, 234 p.

EDWARD, Norrie S. Evaluations of introducing project-based design activities in the first and second years of engineering courses. **European Journal of Engineering Education**, v.29, nº4, p. 491-503, 2004. DOI: 10.1080/03043790410001716284.

EL-ADAWAY, Islam H; PIERRAKOS, Olga; TRUAX, Dennis D. Sustainable construction education using problem-based learning and service learning pedagogies. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 141, nº 1, 2015. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000208.

ELLIOT, John. **Action research for education change**. Buckingham: Open University Press: 2001, 6ª edição, 163 p.

ELLZEY, Janet L. *et al.* Projects with underserved communities: case study of an international project-based service-learning program. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.145, nº 2, 2019. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000400.

ELZOMOR, Mohamed *et al.* Leveraging vertically integrated courses and problem-based learning to improve students' performance and skills. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 144, nº 4, 2018.

ENEMARK, Sting; KJAERSDAM, Finn. A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. **In: PBL in engineering education**. GUERRA, Aínda; ULSETH, Ronald; KOLMOS, Anette (org). Rotterdam: Boston: Taipei: Sense Publishers, 2017, 140 p.

ESTÉVEZ, Javier; GARCÍA-MARÍN, Amanda Penélope; AYUSO-MUÑOZ, José Luis. Self-perceived benefits of cooperative and project-based learning strategies in the acquisition of project management skills. **International Journal of Engineering Education**, v. 34, nº 3, p. 1038-1048, 2018.

FENNER, Richard A.; CRUICKSHANK, Heather J.; AINGER, Charles. Sustainability in civil engineering education: Why, what, when, where and how. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability**, v. 167, nº 5, p. 228-237, 2014,

FERNANDES Jr, James Crawford; ZUIN, Elenice de Souza Lodron e LAUDARES, João Bosco. **Introdução à engenharia: um novo olhar**. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática: Belo Horizonte, 2018. 76 p.

FERNANDES, Sandra; FLORES, Maria Assunção; LIMA, Rui Manuel. Students' Views of Assessment in Project-Led Engineering Education: findings from a case study in Portugal. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, v. 37, nº. 2, p. 163-178, 2012.

FERNANDEZ, José Manuel Mesa. *et al.* Application of PBL methodology to the teaching of engineering project management. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 136. nº 2, p.58-63, 2010.

FERNANDEZ-SANCHEZ, Gonzalo *et al.* Proposal of a theoretical competence-based model in a civil engineering degree. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 141, nº 2, 2015.

FINI, Ellie; MELLAT-PARAST, Mahour. Empirical analysis of effect of project-based learning on student learning in transportation engineering. **Transportation Research Record**, nº 2285, p 167-172, 2012.

FORCAEL, Eric *et al.* Application of problem-based learning to teaching the critical path method. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.141, nº 3, 2015.

FREIRE, Ailton Soares *et al.* The Competencies acquisition with simulation application in the course construction planning and controlling. **International Journal of Simulation and Process Modelling**, v. 11, nº 6, p. 443-452, 2016.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia de autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 57 ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2018. 143 p.

FRIEDMAN, Daniela B. *et al.* An exploration into inquiry-based learning by a multidisciplinary group of higher education faculty. **Higher Education**, v. 59, nº 6, p.:765–783, 2010. DOI 10.1007/s10734-009-9279-9.

GALLARDO, Carlos Antonio Samaniego. **Princípios e ferramentas do Lean Thinking na estabilização básica**: diretrizes para implantação no processo de fabricação de telhas de concreto pré-fabricadas. 2007. 118 p. Universidade Estadual de Campinas. Mestrado (em Engenharia Civil). Campinas.

GAMAGE, Sithara H. P. W. *et al.* Optimising Moodle quizzes for online assessments. **International Journal of STEM Education**, v.6, nº1, 2019. DOI: 10.1186/s40594-019-0181-4.

GARCÍA-MACÍAS, Enrique *et al.* An interactive computational strategy for teaching the analysis of silo structures in civil engineering. **Computer Applications in Engineering Education**, v 27, nº 4, p.821-835, 2019.

GASSMAN, Sarah L.; MAHER, Michelle A.; TIMMERMAN, Briana E. Pedagogical strategies to promote the development of graduate engineering students as disciplinary writers. **International Journal of Engineering Education**, v. 31, nº 1, p 384-394, 2015.

GAVIN, Kenneth G. Design of the curriculum for a second-cycle course in civil engineering in the context of the Bologna framework. **European Journal of Engineering Education**, v.35, nº 2, p.175-185, 2010. DOI:10.1080/03043790903511086

GAVIN, Kenneth G. Case study of a project-based learning course in civil engineering design. **European Journal of Engineering Education**, v. 36, nº 6, p. 547–558, Dec., 2011.

GOEPP, Virginie *et al.* Systematic community of practice activities evaluation through natural language processing: application to research projects. **Knowledge Engineering and Management Applied to Innovation**, v.33, nº 2, p. 160-171, 2019.

GOOGLE. Formulários Google. Disponível em <<https://www.google.com/forms/about/>> Acesso em 2018.

GREETHAM, Matthew; IPPOLITO, Kate. Instilling collaborative and reflective practice in engineers: using a team-based learning strategy to prepare students for working in project teams. **Higher Education Pedagogies**, v.3, nº1 p 510-521, 2018. DOI:10.1080/23752696.2018.1468224.

GREIFF, Samuel *et al.* Domain-general problem solving skills and education in the 21st century. **Educational Research Review**, v. 13 , p. 74–83, 2014.

GRIBBLE, Susan J. *et al.* Learning to be real engineers: the dam game simulation. **Architectural Engineering and Design Management**, nº 2, p101-114, 2006.
DOI: 10.1080/17452007.2006.9684608.

GUERRA, Aida; ULSETH, Ron. Perspectives on engineering curriculum change, 2017. **In: PBL in engineering education**. GUERRA, Aida; ULSETH, Ronald; KOLMOS, Anette (org). Rotterdam: Boston: Taipei: Sense Publishers, 2017, 140 p.

GUILLERMO, Mejia A. *et al.* How the design and assessment of instruction/learning strategies influence the academic performance of civil engineering students at universidad industrial De Santander, Colombia. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, nº 4, 2014. DOI:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000709.

HÁ, Oai; FANG, Ning. Spatial ability in learning engineering mechanics: critical review. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 142, nº 2, p. 04015014, abr. 2016.

HALBE, Johannes A.; ADAMOWSKI, Jan; PAHL-WOSTL, Claudia. The role of paradigms in engineering practice and education for sustainable development. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, p. 272-282, Mar. 2015.

HAMPTON, Scott; MORROW, Craig. Reflective journaling and assessment. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 129, nº 4, p 186-189, 2003. DOI:10.1061/(ASCE)1052-3928(2003)129:4(186).

HADGRAFT, Roger G. Experiences of Two Problem-oriented Courses in Civil Engineering. **European Journal of Engineering Education**, v.17, nº 4, p. 345-353, 1992.
DOI: 10.1080/03043799208923189.

HARTMAN, Daniel J.; GINDY, Mayrai. Comparison of lecture- and problem-based learning styles in an engineering laboratory. **Transportation Research Record**, nº 2199, p. 9-17, 2010. DOI: 10.3141/2199-02.

HAYDEN, Nancy J. *et al.* Incorporating a systems approach into civil and environmental engineering curricula: effect on course redesign, and student and faculty attitudes. **Advances in Engineering Education**, v.2, nº 4, 2010.

HEITMANN, Gunter. Project-oriented study and Project-organized curricula: a brief review of intentions and solutions. **European Journal of Engineering Education**, v. 21, nº 2, 1996.

- HUBBARD, Bryan J.; HUBBARD, Sarah M. Activities to enhance civil engineering recruitment and coordination with industry. **Transportation Research Record**, nº 2109, p. 22-30, 2009. DOI: 10.3141/2109-03.
- HUNG, Woei. All PBL starts sere: the problem. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 10, nº 2, 2016. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1604>>
- ILHA, Marina S. de Oliveira. GONÇALVES, Orestes M. **Sistemas prediais de água fria**. Texto Técnico nº 08. TT/PCC/08. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.
- ILHA, Marina S. de Oliveira. **Qualidade dos Sistemas Hidráulicos Prediais**. Texto Técnico Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1993. Atualizado por em ILHA, Marina S. de Oliveira. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, 2003.
- ILHA, Marina S. de Oliveira; GONÇALVES, Orestes M.; KAVASSAKI, Y. **Sistemas prediais de água quente**. Texto Técnico, nº 09. TT/PCC/09. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.
- ILHA, Marina S. de Oliveira; SANTOS, Daniel; GONÇALVES, Orestes M. **Sistema Predial de Esgoto Sanitário**. Texto Técnico. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas. Atualizado por ILHA, Marina S. de Oliveira GNIPPER, Sérgio; CAMPOS, Marcus A. S. 2009.
- KHABIRI, Mohammad Mehdi; BAHABADI, Mohammad Javad Akhavan. Teaching and learning of practical skills: Learning from the pavement laboratory course. **Journal of Technical Education and Training** v.11, nº 2, p.15-22, 2019. DOI: 10.30880/jtet.2019.11.02.002
- KING C. Judson. Graduação em engenharia deve ser mais ampla. Ensino Superior, Campinas, 2011. Disponível em <<https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br>> Acesso em 07/03/2018.
- KOLMOS, Anette. PBL curriculum strategies. **In: PBL in engineering education**. GUERRA, Aínda; ULSETH, Ronald; KOLMOS, Anette (org). Rotterdam: Boston: Taipei: Sense Publishers, 2017, 140 p.
- KOLMOS, Anette. Reflections on project work and problem-based learning. **European Journal of Engineering Education**, v. 21, nº 2, p.141-148, 1996. DOI: 10.1080/03043799608923397

KONTOVA, Lydia. Mind mapping as efficient tools in mathematics education. **Komunikacie**, v.16, nº 3, p.74-78, 2014.

KURI, Nídia Pavan; DA SILVA, Antônio Néelson Rodrigues da. Uma estratégia de ensino em transportes apoiada nos perfis de personalidade dos estudantes. **Transportes**, v. XVIII, nº 3, p. 72-79, setembro 2010.

LASSEN, Ann Karina; HJELSETH, Eilif; TOLLNES, Tor. Enhancing learning outcomes by introducing bim in civil engineering studies – experiences from a university college in Norway. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v.13, nº 1, p. 62-72, 2018. DOI: 10.2495/SDP-V13-N1-62-72.

LEUNG, Mei-Yung; WANG, Ying; CHAN, David K. K. Structural surface-achieving model in the teaching and learning process for construction engineering students. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v 133, nº 4, p. 327-339, 2007. DOI:10.1061/(ASCE)1052-3928(2007)133:4(327).

LEVY, Yair ; ELLIS, Timothy J. A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science**, v.9, p. 181-212. 2006.

LIAO, Chen-Fu; LIU, Henry X; LEVINSON; David.M. Simulating transportation for realistic engineering education and training: engaging undergraduate students in transportation studies. **Transportation Research Record**, nº 2109, p.12-21, 2009. DOI:10.3141/2109-02.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v.32, nº 140, p.5-55, 1932.

LING, Florence Yean Yng; NG, Poh Khai; LEUNG, Mei-yung. Predicting the academic performance of construction engineering students by teaching and learning approaches: case study. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.137, nº 4, p.277-284, Oct. 2011. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000060.

LONČAR-VICKOVIĆ, Sanja *et al.* Student workshops in engineering education: case studies at the faculty of civil engineering in Osijek, Croatia. **International Journal of Engineering Education**, v.28, nº4, p.845-851, 2012.

LONČAR-VICKOVIĆ, Sanja; DOLAČEK-ALDUK, Zlata; STOBER, Dina. Use of problem based learning in higher education: student workshops at the faculty of civil engineering in Osijek. **Tehnicki Vjesnik**, v.15, nº 4, p. 35-40, 2008.

LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães (org.) **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores.** Rio de Janeiro: Publink, 2019. 200 p.

LÓPEZ, Maria Carmen López. El processo de Bolonia: professorado y modelo educativo centrado en el aprendizaje de competencias. **In: Reforma universitária e a construção do Espaço Europeu de Educação Superior.** PEREIRA, Elisabete Monteiro Aguiar; ALMEIDA, Maria de Lourdes Pinto de (organizadoras), Campinas: Mercado de Letras, 2011. 227 p.

LÓPEZ-QUEROL, Susana *et. al.* Improving civil engineering education: transportation geotechnics taught through project-based learning methodologies. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 141, nº 1, 2015. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000212.

MAASTRICHT UNIVERSITY. Problem Based Learning. Disponível em: <<https://www.maastrichtuniversity.nl/education/why-um/problem-based-learning>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MACLEOD, Miles; VAN DER VEEN; Jan T. Scaffolding interdisciplinary project-based learning: a case study. **European Journal of Engineering Education**, 2019 DOI: 201910.1080/03043797.2019.1646210.

MAHENDRAN M. Project-Based Civil Engineering Courses. **Journal of Engineering Education**, v.84, nº1, p.75-79, 1995. DOI: 10.1002/j.2168-9830.1995.tb00149.x.

MANSILLA, Paloma Úbeda; RIEJOS, Ana Roldán. The European framework of languages: a piloting sample of cross-curricular strategy. **Higher Education in Europe**, v. 32, nº 2, p.193-202, 2007. DOI:10.1080/03797720701840773.

MANTECÓN, Juan A.; GÓMEZ, Manuel; RODELLAR, José. Introducing dynamics and control to civil engineers through an experimental flume. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 138, nº 4, p. 267-273, 2012. DOI:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000110.

MARQUES FILHO, José. Currículo de engenharia civil e mercado. **Concreto & Construções**, n.º. 87, p.43-49, 2017.

MARTIN-GUTIÉRREZ Jorge *et. al.* Do video games improve spatial abilities of engineering students? **International Journal of Engineering Education**, v.25, nº6, p.1194-1204, 2005.

MARTINS, Vitor William Batista; NEVES, Renato Martins das; MACÊDO, Alcebíades Negrão; Análise do desenvolvimento de competências gerenciais na construção civil através do modelo da Aprendizagem Baseada em Problemas adaptado ao contexto organizacional. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, nº 1, p. 155-175, jan./mar. 2014.

MARUNIC, Gordana; GLAZAR, Vladimir. Spatial ability through engineering graphics education. **International Journal of Technology and Design Education**, v.23, p.703 - 715, 2013.

MASETTO, Marcos Tarciso. **Competências pedagógicas do professor universitário**. São Paulo: Sumos, 2003.194 p.

McWHIRTER, Nathan; SHEALY, Tripp. Pedagogy and Evaluation of an Envision Case Study Module Bridging Sustainable Engineering and Behavioral Science. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.144, nº 4, 2018. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000384.

MEHTA, Y. A. Problem-based approach to teaching transportation engineering. **Global Journal of Engineering Education**, v.14, nº 3, p. 233-238, 2012.

MELLO, Carlos Henrique Pereira *et al.* Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. **Produção**, v. 22, nº 1, p. 1-13, jan./fev. 2012.

MGANGIRA, Martin B. Integrating the development of employability skills into a civil engineering core subject through a problem-based learning approach. **International Journal of Engineering Education**, v. 19, nº 5, p. 759-761. 2003.

MILL, John Stuart. **Inaugural address delivered to the University of St. Andrews**. London: Longmans, Green, Reader, and Dyer, 1867.

MILLER, Sergei; HAUPT, Theo C.; CHILESHE, Nicholas. Student perceptions of the first year civil engineering course content. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v.3, nº 2, p. 180-189, 2005. DOI: 10.1108/17260530510815402.

MILLS, Julie E.; TREAGUST, David F. Engineering education: Is problem-based or project-based learning the answer? **Australasian Journal of Engineering Education**, v. 3, nº 2, p.2-16, 2003.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CES Nº 2: Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília: MEC, 2019.

MISMAIL, K. M.; PUTEH, Marlia; MOHAMED, Shahrin. A preliminary study on the learning style of civil engineering students in Malaysia. **International Conference on Engineering Education, ICEED2009** - Embracing New Challenges in Engineering Education, p 87-91, 2009. DOI: 10.1109/ICEED.2009.5490608.

MOESBY, Egon. Perspectiva geral da introdução e implementação de um novo modelo educacional focado na Aprendizagem Baseada e Problemas e Projetos. In: **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. ARAÚJO, Ulisses F.; SASTRE, Genoveva (org.). 3 ed. São Paulo: Summus. 2016.

MONTOYA-VALLECILLA, Jorge Olmedo. Visualization, experimentation, and discussion: a strategy for teaching-learning of mechanics of materials. **Revista Educacion en Ingenieria**, 2018. DOI: 10.26507/rei.v13n26.896.

MORIN, Edgar. **Complexidade e transdisciplinariedade**: a reforma da universidade e do ensino fundamental. Edgard de Assis Carvalho (trad.), Natal: EDUFRN, 2000, 56 p. 2ª reimpressão.

MOZAS-CALVACHE, Antônio T; BARBA-COLMENERO, Francisca. System for evaluating groups when applying project-based learning to surveying engineering education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice**, v. 139, nº. 4, October, 2013.

NAVAEE, Shahnam; KANG, Junsuk. Enhancement of a finite element analysis course for structural engineering. **Computers in Education Journal**, v 16, nº 4, p 11-24, 2016.

NICOL, David J.; MACLEOD, Lain A. Using a shared workspace and wireless laptops to improve collaborative project learning in an engineering design class. **Computers and Education**, v.44, nº 4, p 459-475, 2005. DOI: 10.1016/j.compedu.2004.04.008.

ODEH, Saad; MCKENNA, Shauna; ABU-MULAWEH, H.I. A Unified first-year engineering design-based learning course. **International Journal of Mechanical Engineering Education**, v. 45, p. 47-58, 2017.

ODUSAMI, Koleola Tunwase. Perceptions of construction professionals concerning important skills of effective project leaders. **Journal of Management in Engineering**. v.18, nº 2, p.61-67, 2002.

OLIVEIRA, Paulo C.; OLIVEIRA, Cristina G. Integrator element as a promoter of active learning in engineering teaching. **European Journal of Engineering Education**, v.39, nº 2, p. 201-211, 2014. DOI: 10.1080/03043797.2013.854318.

OWUSU-MANU, De-Graff. *et al.* An assessment of the level of emotional intelligence attributes of undergraduate built environment students in developing countries. **Industry and Higher Education**, v. 33, nº 2, p.108–115, 2019.

PAIM, Antônio. **A UDF e a ideia de universidade**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1981, 135 p.

PAIXÃO, Fernando; KNOBEL, Marcelo. O verdadeiro gargalo na formação de engenheiros. **Revista Ensino Superior Unicamp**, nº 7, 2012. Disponível em <<https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br>>. Acesso em março de 2018.

PALMA, Montserrat. Innovación y aprendizaje: un nuevo modelo para la formación universitaria: ¿por qué y para qué? **ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura**, v. 187, p. 77-81, 2011.

PERDOMO, José L.; PANDO, Miguel A. Using information technology to incorporate natural hazards and mitigation strategies in the civil engineering curriculum. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v 140, nº 1, DOI: 201410.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000175.

PEREIRA Elisabete Monteiro de Aguiar; FERNANDES DOS PASSOS, Rogério Duarte. O Espaço Europeu de Ensino Superior e cidadania europeia. **Revista Internacional de Educação Superior**. v. 4, nº 1, p.175-196, 2018.

PEREIRA, Elisabete Monteiro de Aguiar. Pedagogia universitária para novas clientelas estudantis. **Revista Argentina de Educación Superior**, v.9, nº 14, p.113-129, 2017.

PEREIRA, Elisabete Monteiro de Aguiar. **A UNICAMP segundo seu criador**. Notas de aula. Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 2016.

PEREIRA, Elisabete Monteiro de Aguiar. Educação geral: com qual propósito? In: **Universidade e educação geral: para além da especialização**. PEREIRA, Elisabete Monteiro Aguiar (org.) – Coleção educação em debate. Campinas: Alínea, 2007.

PEREIRA, Elisabete Monteiro de Aguiar. Implicações da pós-modernidade para a universidade. **Revista Avaliação**, ano 7, v.7, nº1, março, 2002.

PEREIRA, Elisabete Monteiro de Aguiar. Processo de Bolonha e a Formação do Espaço Europeu de Educação In: **Reforma universitária e a construção do Espaço Europeu de Educação Superior**. PEREIRA, Elisabete Monteiro Aguiar; ALMEIDA, Maria de Lourdes Pinto de (org.), Campinas: Mercado de Letras, 2011. 227 p.

PIATKOWSKA, Ksenia. Moving towards competence in teaching architecture: the relationship of research and design in academia. **Procedia Engineering**, v. 161, p. 1476 – 1481, 2016 .

PICHI JR, Walter; GATTI, Daniel ;Couto, PEREIRA DA SILVA, Maria Lúcia Interdisciplinaridade como consequência de trabalhos conjuntos entre nível técnico e superior. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 34, nº 1, p. 51-60, 2015.

PIMENTA, Selma Garrido; ANASTASIOU, Lea das Graças Camargos. **Docência no ensino superior**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2014. 280 p.

PINHO-LOPES, Margarida; MACEDO, Joaquim; BONITO F. Cooperative learning in a soil mechanics course at undergraduate level. **European Journal of Engineering Education**, v.36, nº 2, p.119-135, 2011. DOI: 10.1080/03043797.2011.565115.

POLYZOIS, Ioannis; CLAFFEY, Noel; MATTHEOS, Nikos. Problem-based learning in academic health education: a systematic literature review. **European Journal of Dental Education**, v.15, p.55-64, 2010. DOI:10.1111/J.1600-0579.2009.00593.X.

PRINCE, Michael J. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **Journal of Engineering Education**, v.93, nº 3, p. 223-231, 2004.

PRINCE, Michael J.; FELDER, Richard M. Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons, and research bases. **Journal of Engineering Education**, v.95, nº 2, p. 123-138, April, 2006.

PROTA, Leonardo. **Um novo modelo de universidade**. São Paulo: Editora Convívio, 1987, 256 p.

PURCELL, KRISTEN *et al.* How teens do research in digital world: part V: teachers' concerns about broader impacts of digital technologies on their students. **Pew Research Center**. 2012. Disponível em: <http://www.pewintwenet.org/2012/11/01/part-v-teachers-concerns...> Acesso em: 15 ago. 2018

QUINN, Kerry A; ALBANO, Leonard D. Problem-Based learning in structural engineering education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 134, nº 4, p 329-334, 2008. DOI: 10.1061/(ASCE)1052-3928(2008)134:4(329)

RAHMAT, Riza Atiq Abdullah O. K.; AZIZ, Normah Abdul. Stimulating learning ownership to engineering students via learning contract. **Asian Social Science**, v. 8, nº 3, p.57-64, 2012.

RANGEL, Bárbara *et al.* Integrated design concept in civil engineering education. **International Journal of Engineering Education**, v, 32, nº 3, p. 1279–1288, 2016.

REIS, Ana Carla Bittencourt; BARBALHO, Sanderson César Macêdo; ZANETTE, Alline Christine Diniz. A bibliometric and classification study of project-based learning in engineering education. **Production**, v. 27, nº 20162258, 2017.

REIS, Elizabeth. **Estatística descritiva**. Lisboa: Silabo, ed. 7, 2008.

REMPEL, Garreth *et. al.* Building and mobilizing spatial thinking in civil engineering education. **Geomatica**, v. 63, nº 2, p 147-155, 2009.

RIBEIRO, Darcy. **A universidade necessária**. Editora Paz e Terra, 1978.

RIBEIRO, Darcy. Universidade de Brasília. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. v.36, nº 83, jul. /set. 1961. p.161-230.

RIBEIRO, Luís Roberto de Camargo. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma voz dos autores**. 2005, 209 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

RIBEIRO, Luís Roberto de Camargo; MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. Student Assessment of a Problem-Based Learning Experiment in Civil Engineering Education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.131, nº 1, p. 13-18, January 2005.

RILEY, David R.; PACE, Clark. Trial applications of multimedia instructional aids in a building construction curriculum. **Computing in Civil Engineering** (New York), p 362-368, 1996.

ROGERS, Jerry R. Civil engineering education history (1741 to 1893): an expanded civil engineering. history module. **History and Heritage**, v.?, n.?, p.69-73, 2002.

ROHAN, Ubiratan *et al.* A formação do engenheiro civil inovador brasileiro frente aos desafios da tecnologia, do mercado, da inovação e da sustentabilidade. In: XII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E III INOVARSE – RESPONSABILIDADE SOCIAL E APLICADA, 12, 2016, Rio de Janeiro, **Anais** Rio de Janeiro, 2016.

ROY, Geoffrey G. Force-solver. A knowledge-based approach to teaching statics **Civil Engineering Systems**, v. 6, nº 1-2, p 44-50. 1989.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, v. 13, nº 2, p. 151–165, jun. 2013.

RYAN, Alyssa. *et. al.* Analytical comparison of core competencies across civil engineering positions within New England department of transportation agencies. **Transportation Research Record**, v. 2673, nº 1, p 427–437, 2019.

SAIĞLAM M. University students' explanatory models of the interactions between electric charges and magnetic fields. **Educational Research and Reviews**, v. 5, nº 9, p.538-544, 2010.

SÁIZ Maria Consuelo *et. al.* An analysis of learning to learning competences at the university. **Electronic Journal of Research in Educational Psychology**, v.10, nº 1, p.253-270, 2012.

SALMISTO, Alpo; POSTAREFF, Liisa; NOKELAINEN, Petri. Relationships among Civil Engineering students' approaches to learning, perceptions of the teaching-learning environment, and study success. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, 2017. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000343.

SAMPAIO, Alcínia. The introduction of the BIM concept in civil engineering curriculum. **International Journal of Engineering Education**, v. 31, nº 1, p. 302-315, 2015.

SANAL, Irem. A review on student-centred higher education in civil engineering: evaluation of student perceptions. **International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning**, v. 28, nº 2, p 205-217, 2018. DOI: 10.1504/IJCELL.2018.096021.

SANDERS. Dee Ann. Renewal of a flagging environmental engineering program: start at the beginning. **Journal of Engineering Education**, v. 84, nº3, p.285-293, 1995. DOI: 10.1002/j.2168-9830.1995.tb00179.x.

SANTOS, Bonventura de Sousa; ALMEIDA FILHO, Naomar de. **A universidade no século XXI: para uma Universidade Nova**. Coimbra, 2008.

SAURIN, Tarcísio A.; FORMOSO, Carlos T; GUIMARÃES, Lia B. M. Segurança e produção: um modelo para o planejamento e controle integrado. **Revista Produção**. v. 12, nº 1, 2002.

SAVIANI, Dermeval. **A pedagogia no Brasil: história e teoria**. 2 ed. Coleção memória da educação. Campinas: Autores associados, 2012. 224 p.

- SCHEXNAYDER, Cliff; ANDERSON, Stuart. Construction engineering education: history and challenge. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.137, nº10; p.730-739. 2011.
- SENGUPTA, Sukalyan *et. al.* Concept inventory for fundamentals of environmental engineering courses: concept inventory development and testing. **Environmental Engineering Science**, v. 34, nº 12, p 895-907, 2017. DOI: 10.1089/ees.2016.0595.
- SENRA, Luciana Xavier; LORENÇO, Lélío Moura. A importância da revisão sistemática na pesquisa científica. In: **Metodologia de pesquisa em ciências: análises quantitativas e qualitativa**. BAPTISTA, Makilin Nunes; DE CAMPOS, Dinael Corrêa (orgs). Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- SHEKHAR, Prateekr.; BORREGO, Maura. Implementing project-based learning in a civil engineering course: a practitioner's perspective. **International Journal of Engineering Education**, v. 33, nº 4, p. 1138-1148, 2017.
- SHORT, C. Alan. What is 'architectural design research'? **Building Research and Information**, v 36, nº 2, p 195-199, 2008. DOI: 10.1080/09613210701811015.
- SILVA, Leandro Palis; CECÍLIO, Sálua. A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 45. p. 61-80. jun. 2007.
- SILVEIRA, Marcos Azevedo da *et al.* Project-based learning (PBL) experiences in Brazil. In: **Research on PBL in engineering education**. DU, Xiangyun; DE GRAAFF, Erik; KOLMOS, Anete (org). Rotterdam: Boston: Taipei: Sense Publishers, 2009, 234 p.
- SILVEIRA, Marcos Azevedo da. **A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional**. Rio de Janeiro: PUC-Rio; Sistema Maxwell, 2005. 147 p.
- SINHA, Sunil K.; THOMAS, H. Randolph; KULKA, John R. Integrating ethics into the engineered construction curriculum. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 133, nº 4, p 291-299, 2007. DOI: 10.1061/(ASCE)1052-3928(2007)133:4(291).
- SIROTIK, Todd; SHARMA, Achintyamugdha. Problem-based learning for adaptability and management skills. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 145, nº 4, 2019. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000420.
- SOETANTO, Robby *et al.* Virtual collaborative learning for building design. **Proceedings of Institution of Civil Engineers: Management, Procurement and Law**. v. 167, nº 1, p 25-34, 2014. DOI: 10.1680/mpal.13.00002.

SOLÍS, Mario; ROMERO, Antônio; GALVÍN, Pedro. Teaching structural analysis through design, building, and testing. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.138, nº 3, p. 246-253, 2012. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000097.

STEINEMANN, Anne. Implementing sustainable development through problem-based learning: pedagogy and practice. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.129, nº 4, p.216-224, 2003. DOI: 10.1061/ (ASCE)1052-3928(2003) 129:4(216).

TEIXEIRA, Anísio. **A Universidade de ontem e de hoje**. NUNES, Clarice (org.). Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998, 104 p.

THIOLLET, Michel Jean Marie. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez: 2011, 18ª ed., 136 p.

THOMPSON, Frank; PERRY, Chad. Generalising results of an action research project in one work place to other situations: Principles and practice. **European Journal of Marketing**, v. 38, nº 3/4, p.401-417, 2004.

TORRES, MPA. The didactic configuration of teaching strategies with Information and communication technology in pedagogical practices of the engineering made in two Mexican higher education institutions. **Education in the Knowledge Society**, 2016, DOI: 10.14201/eks2016172109131.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, v.21, nº. 3. 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>.

VAN HATTUM-JANSSEN, Natascha; LOURENÇO, Júlia Maria. Peer and Self-Assessment for First-Year Students as a Tool to Improve Learning. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 134, nº. 4, p. 346-352, 2008.

VEMURY, Chandra Mouli *et al.* A holistic approach to delivering sustainable design education in civil engineering. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v.19, nº1, p.197-216, 2018. DOI: 10.1108/IJSHE-04-2017-0049.

VIDIC, Andreja Drobnič. Using a problem-based learning approach to incorporate safety engineering into fundamental subjects. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 142, nº. 2, 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000264.

VON LENTZKE, Kerstin; PELDSCHUS, Friedel; SEELING, Reinhard. Business game baumarkt - experiences with a new educational method [Planspiel baumarkt -

erfahrungen mit einer neuen ausbildungs-methode]. **Technological and Economic Development of Economy**, v.12, nº3, p.204-214, 2006.

WIN, N.L.; WYNN, S.D. Introducing blended learning practices in our classrooms. **Journal of Institutional Research South East Asia**, v.13, nº 2, p.17-27, 2015.

WOODS, Donald R. *et al.* Developing problem solving skills: The McMaster Problem Solving Program. **Journal of Engineering Education**, v.7, nº7, p. 75-91, 1997.

YUSOF, Yusmarwati *et al.* Metacognitive strategies in promoting the development of generic competences in high TVE in Malaysia. **Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities**, v. 25, p.247-256, 2017.

ZHANG, Wenting. Design a civil engineering micro-lecture platform based on the ARCS model perspective. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v 12, nº 1, p 107-118, 2017. DOI: 10.3991/ijet.v12i01.6487.

ZHENG, Linzi; CHEN, Ke; LU, Weisheng. Bibliometric Analysis of Construction Education Research from 1982 to 2017. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 145, nº 3, p. 04019005, jul. 2019.

ZHENG, Wei *et al.* Prompted self-regulated learning assessment and its effect for achieving ASCE vision 2025. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.143, nº 2, 2017. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000308.

ZHENG, Wei *et. al.* Impact of nanotechnology on future civil engineering practice and its reflection in current civil engineering education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v 137, nº 3, p 162-173, 2011. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000034.

ZHOU, Xiang-Lian; WANG, Jian-Hua. Interactive computer for teaching biot poroelasticity modeling in civil engineering. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 24, nº 1, p 5-15, 2016. DOI: 10.1002/cae.21662.

ZHU, Shanjiang; XIE, Feng; LEVINSON, David. Enhancing transportation education through online simulation using an agent-based demand and assignment model. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 137, nº 1, p 38-45, 2011. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000038.

ZIGIC, Sasha; LEMCKERT, Charles J. Development of an interactive computer-based learning strategy to assist in teaching water quality modelling. **Computers and Education**, v. 49, nº 4, p. 1246-1257, 2007. DOI: 10.1016/j.compedu.2006.01.

APÊNDICE A

Quadro A.1: Áreas do conhecimento dentro da Engenharia Civil

ÁREA DE AVALIAÇÃO: ENGENHARIAS I	
30100003	ENGENHARIA CIVIL
30101000	Construção civil
30101018	Materiais e componentes de construção
30101026	Processos construtivos
30101034	Instalações prediais
30102006	Estruturas
30102014	Estruturas de concreto
30102022	Estruturas de madeiras
30102030	Estruturas metálicas
30102049	Mecânica das estruturas
30103002	Geotécnica
30103010	Fundações e escavações
30103029	Mecânicas das rochas
30103037	Mecânica dos solos
30103045	Obras de terra e enrocamento
30103053	Pavimentos
30104009	Engenharia hidráulica
30104017	Hidráulica
30104025	Hidrologia
30105005	Infra-estrutura de transportes
30105013	Aeroportos; projeto e construção
30105021	Ferrovias; projetos e construção
30105030	Portos e vias navegáveis; projeto e construção
30105048	Rodovias; projeto e construção
30700000	ENGENHARIA SANITÁRIA
30701007	Recursos hídricos
30701015	Planejamento integrado dos recursos hídricos
30701023	Tecnologia e problemas sanitários de irrigação
30701031	Águas subterrâneas e poços profundos
30701040	Controle de enchentes e de barragens
30701058	Sedimentologia
30702003	Tratamento de águas de abastecimento e residuárias
30702011	Química sanitária

Fonte: CAPES (2017)

Quadro A.1: Áreas do conhecimento dentro da Engenharia Civil (cont.)

30700000	ENGENHARIA SANITÁRIA
30702020	Processos simplificados de tratamento de águas
30702038	Técnicas convencionais de tratamento de águas
30702046	Técnicas avançadas de tratamento de águas
30702054	Estudos e caracterização de efluentes industriais
30702062	Lay out de processos industriais
30702070	Resíduos radioativos
30702078	Técnicas convencionais de tratamento de águas
30703000	Saneamento básico
30703018	Técnicas de abastecimento da água
30703026	Drenagem de águas residuárias
30703034	Drenagem urbana de águas pluviais
30703042	Resíduos sólidos, domésticos e industriais
30703050	Limpeza pública
30703069	Instalações hidráulico-sanitárias
30704006	Saneamento ambiental
30704014	Ecologia aplicada à engenharia sanitária
30704022	Microbiologia aplicada e engenharia sanitária
30704030	Parasitologia aplicada à engenharia sanitária
30704049	Qualidade do ar, das águas e do solo
30704057	Controle da poluição
30704065	Legislação ambiental
31000002	ENGENHARIA DE TRANSPORTES
31001009	Planejamento de transportes
31001017	Planejamento e organização do sistema de transporte
31001025	Economia dos transportes
31002005	Veículos e equipamentos de controle
31002013	Vias de transporte
31002021	Veículos de transportes
31002030	Estação de transporte
31002048	Equipamentos auxiliares e controles
31003001	Operações de transportes
31003010	Engenharia de tráfego
31003028	Capacidade de vias de transporte
31003036	Operação de sistemas de transporte

Fonte: CAPES (2017)

APÊNDICE B

B1: Questionário individual aplicado aos alunos na DICS1/SEM1:

1. Durante o primeiro semestre de 2017, você cursou, simultaneamente:
 - () Menos de 30 créditos
 - () De 30 a 36 anos
 - () De 36 a 40 créditos
 - () Mais de 40 créditos

2. O ensino de engenharia civil na UNICAMP é muito teórico. Falta prática no ensino de engenharia civil na UNICAMP. Em sua opinião, estas afirmações são:

	1	2	3	4	5	
Muito pouco adequada	<input type="checkbox"/>	Muito adequada				

3. Qual sua avaliação quanto ao nível de exigência dos SITUAÇÕES-PROBLEMA?

	1	2	3	4	5	
Muito pouco adequado	<input type="checkbox"/>	Muito adequado				

4. Qual sua avaliação com relação aos prazos de execução dos SITUAÇÕES-PROBLEMA ?

	1	2	3	4	5	
Muito pouco adequado	<input type="checkbox"/>	Muito adequado				

5. Em sua opinião, qual a contribuição das SITUAÇÕES-PROBLEMA para o seu aprendizado de Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS)?

1) sp1:Acessibilidade	1	2	3	4	5	
Contribuiu muito pouco	<input type="checkbox"/>	Contribuiu muito				
2) sp2:Montagem de SPES	1	2	3	4	5	
Contribuiu muito pouco	<input type="checkbox"/>	Contribuiu muito				
3) sp3: SPAF	1	2	3	4	5	
Contribuiu muito pouco	<input type="checkbox"/>	Contribuiu muito				
4) sp4: SPAQ	1	2	3	4	5	
Contribuiu muito pouco	<input type="checkbox"/>	Contribuiu muito				

6. Em geral, é mais fácil aprender os tópicos na forma de SITUAÇÕES-PROBLEMA (exercícios de 1 a 6) do que na configuração tradicional. Em sua opinião esta afirmação está:

	1	2	3	4	5	
Muito pouco adequada	<input type="checkbox"/>	Muito adequada				

7. Se desejar, indique a seguir os pontos positivos e/ou negativos da estratégia de SITUAÇÕES-PROBLEMA para seu aprendizado.

8. Quais modificações você sugeriria para esta disciplina?

B2: Questionário individual aplicado aos docentes e auxiliares na DICS1/SEM1:

1. Qual sua avaliação quanto à contribuição das situações-problema para o ensino-aprendizado de Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS)?

a) sp1:Acessibilidade	1	2	3	4	5	
Contribuiu muito pouco	<input type="checkbox"/>	Contribuiu muito				

b) sp2: Montagem de SPES	1	2	3	4	5	
Contribuiu muito pouco	<input type="checkbox"/>	Contribuiu muito				

c) sp3: SPAF	1	2	3	4	5	
Contribuiu muito pouco	<input type="checkbox"/>	Contribuiu muito				

d) sp4: SPAF	1	2	3	4	5	
Contribuiu muito pouco	<input type="checkbox"/>	Contribuiu muito				

2. Qual sua avaliação com relação aos prazos de execução das sp?

	1	2	3	4	5	
Muito pouco adequado	<input type="checkbox"/>	Muito adequado				

3. Qual sua avaliação com relação ao material fornecido para a execução das sp?

	1	2	3	4	5	
Muito pouco adequado	<input type="checkbox"/>	Muito adequado				

4. Qual sua avaliação quanto ao nível de exigência dos sp?

Muito pouco adequado 1 2 3 4 5 Muito adequado

5. Qual sua avaliação quanto ao tempo de dedicação necessário para esta disciplina (com aplicação de ABP) em relação a outras disciplinas (sem aplicação de ABP)?

Menor que 1 2 3 4 5 Maior que

6. Qual sua avaliação percepção quanto à aplicação de sp no ensino de projeto de sistemas prediais hidráulicos e sanitários?

Contribuiu muito pouco 1 2 3 4 5 Contribuiu muito

7. Por favor, escreva abaixo sua percepção sobre os PBLs (curta duração)

8. Por favor, escreva abaixo, como você acredita que deveria ser estruturada esta disciplina (CV 702).

B3: TCLE do questionário aplicado aos alunos na DISC1/SEM1:

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DA ABORDAGEM BASEADA NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DO PROJETO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS

**Letícia Santos Machado de Araújo
Prof. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha
Número do CAAE: 65251317.0.0000.5404**

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

O presente estudo parte da hipótese de que a abordagem baseada na solução de problemas (ABP) pode melhorar o aprendizado dos conteúdos e habilidades necessárias para a elaboração do projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. Nesse contexto, objetiva-se propor diretrizes para a implementação da abordagem baseada na solução de problemas no ensino do projeto de sistemas prediais hidráulicos e sanitários nas disciplinas de graduação dos cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura e Urbanismo.

Procedimentos:

Caro aluno, você está sendo convidado a:

- Responder questionário sobre a avaliação da abordagem baseada na solução de problemas (ABP) utilizada na disciplina. O questionário é composto por: caracterização, questões estruturadas (testes) e não estruturadas (dissertativas). Você levará cerca de 30 minutos para respondê-lo.
- O questionário será aplicado no dia 26 de novembro de 2018, na disciplina CV 900 (Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários e Gás Combustível II) na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC-UNICAMP).
- Autorizar a utilização das avaliações individuais e em grupo (notas das disciplinas) para a pesquisa.

Todos os questionários respondidos serão armazenados por dois anos no Laboratório de Ensino e Pesquisa de Sistemas Prediais da Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC-UNICAMP), localizado na Av. Albert Einstein, 951, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, São Paulo.

Desconfortos e riscos:

A execução da pesquisa não oferece riscos (mensuráveis).

Benefícios:

Como benefício indireto, pode-se citar a contribuição para a melhoria do ensino e aprendizagem das disciplinas de sistemas prediais hidráulicos e sanitários em diferentes instituições de ensino superior do país.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização:

Você terá garantia ao direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Letícia Santos Machado de Araújo e/ou Prof. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha, na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo; FEC – UNICAMP; Departamento de Construção Civil, Rua Saturnino de Brito, 224 Cidade Universitária Zeferino Vaz Campinas - São Paulo CEP: 13083-889, CEP: 13083-889 Caixa Postal: 6143 Telefone (19) 3521-2446, ou pelo e-mail: leticia@ifsp.edu.br.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30hs às 11:30hs e das 13:00hs as 17:00hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do (a) participante: _____
Contato telefônico: _____
e-mail (opcional): _____

_____ Data: ____/____/____.
(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

_____ Data: 23/06/2017.
(Assinatura do pesquisador)

APÊNDICE C

C1: Questionário individual aplicado (on-line) aos especialistas (docentes-pesquisadores de outras IESB):

Caro(a) Professor(a), você está sendo convidado a participar de uma pesquisa acadêmica, através de um questionário sobre ensino e aprendizagem de projetos dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. O questionário é composto por 14 questões e você levará cerca de 20 minutos para respondê-lo. Essa pesquisa faz parte de uma Tese de doutorado, orientada pela Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha, do programa de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.

Ao responder este questionário você está aderindo ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponível para consulta em:

<https://drive.google.com/field/1uLTpldO-muT7-4UviPm3kak4QChs9/view?usp=sharing>

Eventuais dúvidas podem ser encaminhadas para o e-mail: leticia@ifsp.edu.br

Agradecemos a sua colaboração!

Declaro ter lido e estar de acordo com o TCLE

1. Você trabalha atualmente como professor?

Sim Não

2. A

instituição de ensino superior que você trabalha atualmente é:

Pública Privada Outro (especifique)

3. A quanto tempo você atua ou atuou como professor de SPS?

Até 5 anos De 5 a 15 anos Mais de 15 anos

4. Seu nível de formação é:

Graduação

Especialização

Mestrado

Doutorado

Pós-doutorado

Outro (especifique): _____

11. O(s) programa(s) da(s) disciplina(s) obrigatória(s) contemplam:

ASSUNTO ABORDADO

- Previsão de espaços e acessibilidade para os sistemas prediais hidráulicos e sanitários e de gás combustível em edifícios residenciais
- Qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários e de gás combustível
- Outro (especifique): _____

A) Sistema predial de esgoto sanitário (SPES)

- Projeto SPES: concepção e dimensionamento; diretrizes gerais para o projeto e normalização.
- Materiais e componentes
- Tipos de escoamentos, ações sobre os fechos hídricos ações decorrentes e ações independentes do escoamento.
- Reúso de águas cinzas
- Outro (especifique): _____

B) Sistema predial de água pluvial (SPAP)

- Projeto SPAP: concepção e dimensionamento; diretrizes gerais para o projeto e normalização
- Aproveitamento de água de chuva
- Materiais e componentes
- Outro (especifique): _____

C) Sistema predial de água fria (SPAF):

- Classificação dos sistemas SPAF: diretos e indiretos e escolha do sistema a ser utilizado
- Projeto SPAF: concepção e dimensionamento; diretrizes gerais para o projeto e normalização
- Zonas de pressão: sistema pressurizado, por gravidade e com redução de pressão.
- Sistema predial de água fria com medição individualizada
- Materiais e componentes
- Outro (especifique): _____

D) Sistema predial de água quente (SPAQ)

- Projeto (SPAQ): concepção e dimensionamento; diretrizes gerais para o projeto e normalização
- Classificação dos sistemas (SPAQ): individual, central privado e central coletivo
- Sistema com aquecimento solar
- Recirculação de água quente

D) Sistema predial de água quente (SPAQ) - Continuação

- Projeto SPAQ: concepção e dimensionamento; diretrizes gerais para o projeto e normalização
- Materiais e componentes
- Outro (especifique): _____

E) Sistema predial de gás combustível (SPGC)

- Tipos de gás combustível e suas propriedades: GLP, Nafta e Natural
- Projeto (SPGC): concepção e dimensionamento; diretrizes gerais para o projeto e normalização
- Sistema Predial para a distribuição de Gás Natural
- Sistema Predial para a distribuição de GLP

F) Sistema predial de combate à incêndio

- Projeto do sistema predial de combate a incêndios com hidrantes, mangotinhos e extintores: concepção e dimensionamento, diretrizes gerais e normalização.
- Outros (especifique): _____

12. Quais são as principais DEFICIÊNCIAS que os ALUNOS apresentam ao ingressarem nas disciplinas? atribua uma NOTA referente ao GRAU de deficiência 1 (MUITO POUCA) a 5 (MUITA):

a) leitura e interpretação de projetos

Muita pouca deficiência 1 2 3 4 5 Muita deficiência

b) visão espacial

Muita pouca deficiência 1 2 3 4 5 Muita deficiência

c) processos construtivos e/ou processos de instalação e montagem dos SPHS

Muita pouca deficiência 1 2 3 4 5 Muita deficiência

d) compatibilização dos sistemas do edifício (estruturas, vedação e prediais)

Muita pouca deficiência 1 2 3 4 5 Muita deficiência

e) flexibilidade para solução de problemas

Muita pouca deficiência 1 2 3 4 5 Muita deficiência

C2: TCLE do questionário aplicado aos docentes-pesquisadores de outras IESB:

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DA ABORDAGEM BASEADA NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DO PROJETO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS

Leticia Santos Machado de Araújo
Prof. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha
Número do CAAE: 65251317.0.0000.5-404

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

O presente estudo parte da hipótese de que a abordagem baseada na solução de problemas (ABP) pode melhorar o aprendizado dos conteúdos e habilidades necessárias para a elaboração do projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. Nesse contexto, objetiva-se propor diretrizes para a implementação da abordagem baseada na solução de problemas no ensino do projeto de sistemas prediais hidráulicos e sanitários nas disciplinas de graduação dos cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura e Urbanismo.

Procedimentos:

Caro professor, você está sendo convidado a:

- Responder questionário sobre ensino e aprendizagem de projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. Você levará cerca de 30 minutos para respondê-lo.
- O questionário será aplicado on-line

Todos os questionários respondidos serão armazenados por dois anos no Laboratório de Ensino e Pesquisa de Sistemas Prediais da Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC-UNICAMP), localizado na Rua Saturnino de Brito, 224, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, São Paulo.

Desconfortos e riscos:

A execução da pesquisa não oferece riscos (mensuráveis).

Benefícios:

Como benefício indireto, pode-se citar a contribuição para a melhoria do ensino e aprendizagem das disciplinas de sistemas prediais hidráulico e sanitários em diferentes instituições de ensino superior do país.

Rubrica do pesquisador: 

Rubrica do participante: _____

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização:

Você terá garantia ao direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Leticia Santos Machado de Araújo e/ou Prof. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha, na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo; FEC – UNICAMP; Departamento de Construção Civil, Rua Saturnino de Brito, 224 Cidade Universitária Zeferino Vaz Campinas - São Paulo CEP: 13083-889, CEP: 13083-889 Caixa Postal: 6143 Telefone (19) 3521-2446, ou pelo e-mail: leticia@ifsp.edu.br.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30hs às 11:30hs e das 13:00hs as 17:00hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das Instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.


(Assinatura do pesquisador)

Data: 10 / 08 / 2018.

Rubrica do pesquisador: 

Rubrica do participante: _____

APÊNDICE D

D1: Documentos classificados com o nível de aplicação taxonomia:

BELL, S.; CHILVERS, A.; JONES, L.; BADSTUBER, N. Evaluating engineering thinking in undergraduate engineering and liberal arts students. **European Journal of Engineering Education**, v. 44, nº 3, p. 429-444, 2019. DOI: 10.1080/03043797.2018.1552663.

BELL, S.; GALILEA, P.; TOLOUEI, R. Student experience of a scenario-centred curriculum. **European Journal of Engineering Education**, v.35, nº 3, p. 235-245, 2010. DOI: 10.1080/03043791003703169.

BIELEFELDT, A.R. Pedagogies to achieve sustainability learning outcomes in civil and environmental engineering students. **Sustainability (Switzerland)**, v. 5, nº 10, p. 4479-4501, 2013. DOI: 10.3390/su5104479.

CHAU, K.W. Incorporation of sustainability concepts into a civil engineering curriculum. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 133, nº 3, p. 188-191, 2007. DOI: 10.1061/(ASCE)1052-3928(2007)133:3(188).

GAVIN, K. Design of the curriculum for a second-cycle course in civil engineering in the context of the Bologna framework. **European Journal of Engineering Education**, v. 35, nº 2, p. 175-185, 2010. DOI: 10.1080/03043790903511086

HADGRAFT, R. A Problem-based Approach to a Civil Engineering Education. **European Journal of Engineering Education**, v. 18, nº 3, p. 301-311, 1993. DOI: 10.1080/03043799308923248.

HAYDEN, N.J *et al.* A. Incorporating a systems approach into civil and environmental engineering curricula: Effect on course redesign, and student and faculty attitudes. **Advances in Engineering Education**, v. 2, nº 4, 2010.

JACKSON, H.V.; Tarhini, K.M. Progressive Integration of Design Process into Civil Engineering Curriculum. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 142, nº 3, 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000269.

KARTAM, N.A. Integrating design into civil engineering education. **International Journal of Engineering Education**, v. 14, nº 2, p. 130-135, 1998.

D2: Documentos classificados com o nível de aplicação sistema:

ANDERSON, D.; MOURGUES, C. Industry participation in construction capstone courses: A company's experience. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, v.19, nº1, p.73-76, 2014. DOI:10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000178.

APARICIO, A.C.; RUIZ-TERAN, A.M. Tradition and innovation in teaching structural design in civil engineering. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.133, nº4, p.340-349, 2007. DOI:10.1061/(ASCE)1052-3928(2007)133:4(340).

- APUL, D. S.; PHILPOTT, S. M. Use of outdoor living spaces and fink's taxonomy of significant learning in sustainability engineering education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 137, n° 2, p. 69-77, 2011.
- ARUMALA, J.O. Education and training in civil engineering: Beyond the classroom. **Leadership and Management in Engineering**, v.11, n°2, p.80-87, 2011. DOI:10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000106.
- BECERIK-GERBER, Burcin; KU, Kihong; JAZIZADEH Farrokh . BIM-Enabled virtual and collaborative construction engineering and management. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.138, n° 3, p. 234-245, 2012. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-541.0000098
- BOGGS, James W. et. al. The pavement enterprise at Michigan Technological University. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 130, p. 107-204, 2004.
- BOOTHBY, T.E.; MARRA, R.M. The bowers program: Effects of cross-disciplinary design activities on architectural engineering student performance. **Journal of Architectural Engineering**, v.9, n°4, p.119-125, 2003. DOI:10.1061/(ASCE)1076-0431(2003)9:4(119).
- BRAKE, N.A; JAO, M; SU, D. Integration of micro design-build-test projects in instructor-centered courses to increase student confidence. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.144, n°2, 2018. DOI:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000355.
- CHAU, K. W. Problem-based learning approach in accomplishing innovation and entrepreneurship of civil engineering undergraduates. **International Journal of Engineering Education**, v.21, p.228-232, 2005.
- CHINOWSKY P.S. *et al.* Developing knowledge landscapes through project-based learning. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.132, n°2, p.118-124, 2006. DOI:10.1061/(ASCE)1052-3928(2006)132:2(118).
- CHRISTIANSEN, Mary *et al.* Shines! University engineering students advancing duluth's sustainable development. **Sustainability** (United States), v.10, n° 6, p. 359-363, 2017. DOI: 10.1089/sus.2017.0014.
- EDWARD, N. S. Evaluations of introducing project-based design activities in the first and second years of engineering courses. **European Journal of Engineering Education**, v.29, n°4, p. 491-503, 2004. DOI: 10.1080/03043790410001716284.
- EL-ADAWAY, I. H; PIERRAKOS, O.; TRUAX, D. D. Sustainable construction education using problem-based learning and service learning pedagogies. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 141, n° 1, 2015. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000208.
- EL-ADAWAY, I. H. Can an integrated problem-based learning framework improve natural hazard management? **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 138, n° 1, p 10-13, 2012. DOI:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000074.
- ELLZEY, J.L.; O'CONNOR, J.T.; WESTERMAN, J. Projects with underserved communities: case study of an international project-based service-learning program. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.145, n°2, 5018018, 2019. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000400.

ELZOMOR, M. *et al.* Leveraging vertically integrated courses and problem-based learning to improve students' performance and skills. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, v.144, nº4, 4018009, 2018. DOI:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000379.

FERNANDES, Sandra; FLORES, Maria Assunção; LIMA, Rui Manuel. Students' Views of Assessment in Project-Led Engineering Education: findings from a case study in Portugal. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, v. 37, nº. 2, p. 163-178, 2012.

FERNANDEZ, J. M. M. *et al.* Application of PBL methodology to the teaching of engineering project management. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 136. nº 2, p.58-63, 2010.

FRIEDMAN, D. B. *et al.* An exploration into inquiry-based learning by a multidisciplinary group of higher education faculty. **Higher Education**, v. 59, nº 6, p.765-783, 2010. DOI 10.1007/s10734-009-9279-9.

FRUCHTER R.; LEWIS S. Mentoring Models in Support of P 5BL in Architecture/ Engineering/ Construction Global Teamwork. **International Journal of Engineering Education**, v. 19, no. 5, p. 663-671, 2003.

FRUCHTER, R; TOWNSEND, A. Multi-cultural dimensions and MultiModal communication in distributed, cross-disciplinary teamwork. **International Journal of Engineering Education**, v. 19, no. 1, p. 53-61, 2003.

GADHAMSHETTY, V.; SHRESTHA, N.; KILDUFF, J.E. Project-based introduction to an engineering design course incorporating microbial fuel cells as a renewable energy technology. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.142, nº3, 5016001, 2016. DOI:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000272.

GAVIN, K. Case study of a project-based learning course in civil engineering design. *European Journal of Engineering Education*, v. 36, nº 6, p. 547-558, 2011. DOI:10.1080/03043797. 2011. 624173.

GOGGINS, J. Engineering in communities: learning by doing. **Campus-Wide Information Systems**, v.29, nº4, p.238-250, 2012. DOI: 10.1108/10650741211253831

HASHIM, R.; MOHD, Din M.A. Implementing outcome based education using project based learning at University of Malaya. **European Journal of Scientific Research**, v.26, nº1, p.80-86, 2009.

JENNINGS, A.; MACKINNON, P. Case for undergraduate study of disasters. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v.14, nº1, p. 38-41, 2000. DOI:10.1061/(ASCE)0887-3828(2000)14:1(38).

JIN, R. *et al.* Project-based pedagogy in interdisciplinary building design adopting BIM. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v.25, nº10, p.1376-1397, 2018. DOI:10.1108/ECAM-07-2017-0119.

LONČAR-VICKOVIĆ, Sanja *et al.* Student workshops in engineering education: case studies at the faculty of civil engineering in Osijek, Croatia. **International Journal of Engineering Education**, v.28, nº4, p.845-851, 2012.

LONČAR-VICKOVIĆ, Sanja; DOLAČEK-ALDUK, Zlata; STOBBER, Dina. Use of problem based learning in higher education: student workshops at the faculty of civil engineering in Osijek. **Tehnicki Vjesnik**, v.15, nº 4, p. 35-40, 2008.

LÓPEZ-QUEROL, Susana *et al.* Improving civil engineering education: transportation geotechnics taught through project-based learning methodologies. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 141, nº 1, 2015. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000212.

MANOLIADIS O. Education for sustainability: experiences from greece. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.135, nº2, p.70-74, 2009. DOI:10.1061/ (ASCE) 1052-3928(2009)135:2(70).

MGANGIRA M.B. Integrating the development of employability skills into a civil engineering core subject through a problem-based learning approach. **International Journal of Engineering Education**, v.19, nº5, p.759-761,2003.

MURRAY, M.; HENDRY, G.; McQUADE, R. Civil Engineering 4 Real (CE4R): co-curricular learning for undergraduates. **European Journal of Engineering Education**, 2019. DOI:10.1080/03043797.2019.1585762.

ODEH, S.; McKENNA, S.; ABU-MULAWEH, H.I. A Unified first-year engineering design-based learning course. **International Journal of Mechanical Engineering Education**, v. 45, p. 47-58, 2017. DOI:10.1177/0306419016674508.

QUINN, K.A; ALBANO, L.D. Problem-Based learning in structural engineering education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 134, nº 4, p 329-334, 2008. DOI: 10.1061/(ASCE)1052-3928(2008)134:4(329)

RAHMAT, R. A. A. O. K.; AZIZ, N. A.. Stimulating learning ownership to engineering students via learning contract. **Asian Social Science**, v. 8, nº 3, p.57-64, 2012. DOI:10.5539/ass.v8n16p57

RANGEL, B. *et al.* Integrated design concept in civil engineering education. **International Journal of Engineering Education**, v, 32, nº 3, p. 1279–1288, 2016.

SOETANTO, Robby *et al.* Virtual collaborative learning for building design. **Proceedings of Institution of Civil Engineers: Management, Procurement and Law**. v. 167, nº 1, p 25-34, 2014. DOI: 10.1680/mpal.13.00002.

STEINEMANN A. Implementing sustainable development through problem-based learning: Pedagogy and practice. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.129, nº4, p.216-224, 2003. DOI:10.1061/(ASCE)1052-3928(2003)129:4(216).

SUVANNATSIRI, R.; SANTICHAIANANT, K.; MURPHY, E. Learning by teaching: undergraduate engineering students improving a community's response capability to an early warning system. **European Journal of Engineering Education**, v.40, nº1, p. 95-113, 2015. DOI: 10.1080/03043797.2014.928671.

VANDEBONA, U.; ATTARD, M. M. A problem-based learning approach in a civil engineering curriculum. **World Transactions on Engineering and Technology Education**, v.1, nº.1, p. 99-102 2002.

D3: Documentos classificados com o nível de aplicação individual:

ADRIAENSSENS, S. *et al.* A project-based approach to learning form finding of structural surfacesInternational. **Journal of Space Structures**, v.30, 03/abr, p. 297-305, 2015.

- AHERN, A.. A case study: problem-based learning for civil engineering students in transportation courses. **European Journal of Engineering Education**, v. 35, nº. 1, p.109-116, March, 2010. DOI: 10.1080/03043790903497328.
- ALBANO, L. D. Classroom assessment and redesign of an undergraduate steel design course: A case study. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 132, nº 4, p.306–311, 2006. DOI:10.1061/(ASCE)1052-3928(2006)132:4(306).
- ALBANO, L.D.; SALAZAR, G.F. Project-based course for integration of design and construction at WPI. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.124, nº4, p.97-104,1998. DOI:10.1061/(ASCE)1052-3928(1998)124:4(97).
- BARROSO, L R.; MORGAN, J. R. Developing a dynamics and vibrations course for civil engineering students based on fundamental-principles. **Advances in Engineering Education**, v.3, nº 1, p. 1-35, 2012.
- BARRY, B. E. *et al.* Developing professional competencies through challenge to project experiences. **International Journal of Engineering Education**, v. 24, nº 6, p. 1148-1162, 2008.
- BOXALL, J.; TAIT, S. Inquiry-based learning in civil engineering laboratory classes. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering**. v.161, nº3, p.138-143, 2008. DOI:10.1680/cien.2008.161.3.138.
- CABEDO, L. *et al.* University social responsibility towards engineering undergraduates: the effect of methodology on a service-learning experience. **Sustainability**, v.10, nº 1, 1823, 2018. DOI: 10.3390/su10061823.
- CHANDRASEKARAN, S; AL-AMERI, R. Assessing Team Learning Practices in Project/Design Based Learning Approach. **International Journal of Engineering Pedagogy**, v.6, nº3, p.24-31, 2016. DOI:10.3991/ijep.v6i3.5448.
- COELHO, R.F.; TYSMANS, T.; VERWIMP, E. Form finding & structural optimization: A project-based course for graduate students in civil and architectural engineering. **Structural and Multidisciplinary Optimization**, v.49, nº 6, p.1037-1046, 2014. DOI:10.1007/s00158-013-1021-7.
- DA SILVA, A. N. R.; KURI, N. P.; CASALE, A.. PBL and B-Learning for civil engineering students in a transportation course. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.138, nº 4, p. 305-313, 2012. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000115.
- DA SILVA, C. A. P.; FONTENELE, H. B.; DA SILVA, A. N. R.. Transportation engineering education for undergraduate students: competencies, skills, teaching-learning, and evaluation. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.141, nº 3, 2015. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000220.
- DE JUSTO, Enrique; DELGADO, Antônio. Change to competence-based education in structural Engineering. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 141, nº.3, 2015. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000215
- DE LEÓN, A. T.. Research in and outside the classroom: Training engineers without borders. **World transactions on engineering and technology education**, v.14, nº 1, p.113-117, 2016.
- FINI, E.; MELLAT-PARAST, M. Empirical analysis of effect of project-based learning on student learning in transportation engineering. **Transportation Research Record**, nº 2285, p 167-172, 2012. DOI:10.3141/2285-19.

- FORCAEL, E. *et al.* Application of problem-based learning to teaching the critical path method. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.141, nº 3, 2015. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000236.
- FREIRE, A. S. *et al.* The Competencies acquisition with simulation application in the course construction planning and controlling. **International Journal of Simulation and Process Modelling**, v. 11, nº 6, p. 443-452, 2016. DOI:10.1504/IJSPM.2016.082906.
- GLYNN, E. F.; FERGUSSON, W. B. Innovative introduction to civil engineering curriculum. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.120, nº2, p.149-157, 1994.
- HADGRAFT, R. Student reactions to a problem-based, fourth-year computing elective in civil engineering. **European Journal of Engineering Education**, v 22, no 2, p 115-123, 1997.
- HADGRAFT, R. G. Experiences of Two Problem-oriented Courses in Civil Engineering. **European Journal of Engineering Education**, v.17, nº 4, p. 345-353, 1992. DOI: 10.1080/03043799208923189.
- HANSEN, D.; CAVERS, W.; GEORGE, G.H. Use of a physical linear cascade to teach systems modelling. **International Journal of Engineering Education**, v.19, nº5, p.682-695. 2003.
- HARTMAN, D. J.; GINDY, M. Comparison of lecture- and problem-based learning styles in an engineering laboratory. **Transportation Research Record**, nº 2199, p. 9-17, 2010. DOI: 10.3141/2199-02.
- LASSEN, A. K.; HJELSETH, E.; TOLLNES, T.. Enhancing learning outcomes by introducing bim in civil engineering studies – experiences from a university college in Norway. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v.13, nº 1, p. 62-72, 2018. DOI: 10.2495/SDP-V13-N1-62-72.
- LI, M.; FAGHRI, A. Applying problem-oriented and project-based learning in a transportation engineering course. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.142, nº3, 4016002, 2016. DOI:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000274.
- MacLEOD, M.; VAN DER VEEN, J.T. Scaffolding interdisciplinary project-based learning: a case study. **European Journal of Engineering Education**, 2019. DOI: 10.1080/03043797.2019.1646210.
- MARSHALL, J. *et al.* A project-based cornerstone course in civil engineering: Student perceptions and identity development. **Advances in Engineering Education**, v.6, nº3, p.1-25. 2018.
- McWHIRTER, N.; SHEALY, T. Pedagogy and Evaluation of an Envision Case Study Module Bridging Sustainable Engineering and Behavioral Science. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.144, nº 4, 2018. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000384.
- MEHTA, Y. A. Problem-based approach to teaching transportation engineering. **Global Journal of Engineering Education**, v.14, nº 3, p. 233-238, 2012.
- MOZAS-CALVACHE, A. T; BARBA-COLMENERO, F. System for evaluating groups when applying project-based learning to surveying engineering education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice**, v. 139, nº. 4, October, 2013.
- RUIZ, R. *et al.* Heritage preservation training in civil engineering education: modern roads restoration projects. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.144, nº4, 5018008, 2018. DOI:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000381.

RIBEIRO, Luís Roberto de Camargo; MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. Student Assessment of a Problem-Based Learning Experiment in Civil Engineering Education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.131, nº 1, p. 13-18, January 2005.

SHEKHAR, Prateekr.; BORREGO, Maura. Implementing project-based learning in a civil engineering course: a practitioner's perspective. **International Journal of Engineering Education**, v. 33, nº 4, p. 1138-1148, 2017.

SIROTIK, Todd; SHARMA, Achintyamuḡdha. Problem-based learning for adaptability and management skills. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 145, nº 4, 2019. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000420.

SOLÍS, Mario; ROMERO, Antônio; GALVÍN, Pedro. Teaching structural analysis through design, building, and testing. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.138, nº 3, p. 246-253, 2012. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000097.

SMADI, O; AKILI, W. Infrastructure asset management education - Active learning and engagement-based practices. **National, State, and Freight Data Issues and Asset Management**, nº1957, p. 16-18, 2006.

VEMURY, C. M. *et al.* A holistic approach to delivering sustainable design education in civil engineering. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v.19, nº1, p.197-216, 2018. DOI: 10.1108/IJSHE-04-2017-0049.

VIDIC, Andreja Drobnič. Using a problem-based learning approach to incorporate safety engineering into fundamental subjects. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 142, nº. 2, 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000264.

WILLIAMS, K.; PENDER, G. Problem-based learning approach to construction management teaching. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.128, nº1, p.19-24, 2002. DOI:10.1061/(ASCE)1052-3928(2002)128:1(19).

YOUNG, W.; DALY, P.; HOLGATE, A. A problem-based learning approach to civil engineering drawing. **European Journal of Engineering Education**, v.19, nº2, p.147-163, 1994. DOI: 10.1080/03043799408923281.

ZHENG, W. *et al.* Impact of nanotechnology on future civil engineering practice and its reflection in current civil engineering education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.137, nº3, p.162-173, 2011. DOI:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000034

APÊNDICE E

Quadro E.1: Escopo e enunciado da 1ª situação-problema (sp1-DISC1/SEM1).

Escopo
Análise dos espaços destinados aos SPHS e pré-dimensionamento do SPAQ (aquecedor de acumulação a gás e sistema de recirculação de água)
Enunciado
<p>Vocês trabalham para um escritório de projeto de sistemas prediais que foi recentemente contratado para desenvolver o projeto dos sistemas hidráulicos e sanitários (SPHS) de dois edifícios residenciais multifamiliares de alto padrão.</p> <p>Vocês são responsáveis pelo desenvolvimento do estudo preliminar (EP) do apartamento tipo, bem como pela verificação dos espaços previstos e a acessibilidade dos SPHS destes dois apartamentos.</p> <p>A construtora/incorporadora solicitou a instalação em cada apartamento de um sistema de geração de água quente com aquecedor de acumulação a gás. Estes aquecedores devem ser instalados nas áreas de serviço.</p> <p>Devido à distância entre o ponto de instalação do aquecedor e os pontos de consumo, vocês recomendaram a instalação de tubulação de recirculação, ligada a um sistema de automatização para a circulação da água quente na rede antes de cada uso. Com isso, reduz-se o tempo de espera da água quente em temperatura adequada nos pontos de consumo e evita-se o desperdício da água.</p> <p>Prevê-se que o sistema de água quente dos apartamentos atenda os seguintes pontos de consumo: duchas e lavatórios dos banheiros.</p> <p>O sistema predial de água quente (SPAQ) deve atender no mínimo dois pontos de água (banhos) em uso simultâneo, com razoável conforto aos usuários, não havendo variação de temperatura da água quente maior que 5 °C durante a utilização. Os tubos e conexões do utilizados no SPAQ serão PPR.</p> <p>É premissa de todos os sistemas prediais por eles executados a acessibilidade, pela não interferência entre os sistemas durante a execução e também pela facilidade de manutenção.</p> <p>O escritório possui sistema de qualidade e por este motivo, na elaboração do estudo preliminar você deve seguir o roteiro especificado abaixo.</p> <p>I) DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Descrição do edifício residencial: localização, número de pavimentos, localização das áreas de lazer e das garagens; b) Descrição do apartamento tipo.

Quadro E1: Escopo e enunciado da 1ª situação-problema (sp1-DISC1/SEM1) - Cont.

Enunciado
<p>II) VERIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS PREVISTOS E ACESSIBILIDADE DAS SOLUÇÕES</p> <p>a) Foram previstos "shafts"? Se não foram previstos, sugiram onde posicionar os "shafts". Se foram previstos, vocês concordam com a localização destes? Justifiquem. Considerando que os "shafts" irão receber as tubulações das bacias sanitárias com diâmetro nominal de 100 mm e tubos do sistema de água pluvial com diâmetro nominal de 75 mm, vocês concordam com as dimensões dos shafts? Se sim justifiquem. Se não, sugiram novas dimensões. Os "shafts" possuem acessibilidade para a manutenção?</p> <p>b) Foram previstas carenagens e/ou enchimentos? Se não foram previstas, sugiram. Justifiquem as dimensões e as localizações sugeridas. Se foram previstas, vocês concordam com as localizações e as dimensões propostas? Se sim, justifiquem. Se não, sugiram novas localizações e/ou dimensões. As carenagens e/ou enchimentos possuem acessibilidade para a manutenção?</p> <p>c) Foram previstos forros falsos e/ou sancas para o encaminhamento das tubulações? Se não foram previstos e vocês consideram necessários estes elementos, sugiram. Justifiquem as dimensões e as localizações sugeridas; Se foram previstos, vocês concordam com a localização e as dimensões destes? Se sim, justifiquem. Se não, sugiram novas localizações e/ou dimensões. Os forros falsos e/ou sancas possuem acessibilidade para a manutenção?</p> <p>III) SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA QUENTE</p> <p>a) Especifiquem o aquecedor de acumulação a ser instalado. Justifiquem sua escolha, fornecendo:</p> <ul style="list-style-type: none">- Volume acumulação- Potência;- Dimensões do aquecedor de acumulação: (diâmetro x altura);- Diâmetro da chaminé; <p>b) Especificações do local de instalação (área de serviço) do aquecedor de acumulação</p> <ul style="list-style-type: none">- Localizem o aquecedor de acumulação na planta;- Especifiquem o pé-direito mínimo (livre) da área de serviço para a instalação do aquecedor. Justifiquem.- Considerando que as chaminés deverão ter suas extremidades instaladas externamente à edificação, especifiquem o diâmetro do furo na viga da fachada junto à laje, para este fim. <p>c) Sugiram um traçado em planta para a alimentação dos pontos de consumo de água quente, partindo do aquecedor de acumulação. Não esqueçam da linha de retorno;</p> <p>d) Especifiquem o sistema de recirculação de água quente. Localizem o(s) termostato(s) e/ou bombas. Especifiquem as temperaturas para ligar e desligar o referido sistema.</p>

Quadro E1: Escopo e enunciado da 1ª situação-problema (**sp1-DISC1/SEM1**) - *Cont.*

Apêndices
<ul style="list-style-type: none">• catálogos técnicos de fabricantes de: aquecedores de acumulação à gás combustível; tubos e conexões de PPR; bombas de circulação de água quente; termostato.

Figura E.1: Montagem das pastas para os grupos, com o enunciado da **sp1** e os apêndices



APÊNDICE F

Quadro F1: Escopo e enunciado da 1ª situação-problema (sp1-DISC2/SEM1).

Escopo
Realizar o diagnóstico e propor um plano de ação para implantação de programa de uso racional de água.
Enunciado
<p>Vocês são parte da equipe de engenheiros da Prefeitura de Pirapora do Norte, que está implantando um PROGRAMA DE USO RACIONAL DE ÁGUA (PURA) nas escolas municipais. O PURA foi baseado na metodologia proposta por Sautchuk et al (2005) e está estruturado em quatro etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) AUDITORIA DO CONSUMO DE ÁGUA: levantamento documental e cadastral do edifício e a observação dos procedimentos adotados pelos usuários nas atividades que consomem água; 2) DIAGNÓSTICO: organização das informações obtidas na etapa anterior. A partir dos resultados obtidos, gera-se o histórico de indicador de consumo e estima-se o desperdício; 3) PLANO DE INTERVENÇÃO: ações propostas para a melhoria do desempenho do sistema, contemplando: correção de vazamentos, substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água e campanha de conscientização de usuários; 4) AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE REDUÇÃO DO CONSUMO: verificação dos efeitos das alterações realizadas através do monitoramento periódico do volume de água consumido, comparando-o ao consumo da edificação antes da implementação do PURA. <p>Vocês são responsáveis pela auditoria do consumo de água, diagnóstico e confecção de plano de intervenção da ESCOLA A. A escola foi construída em 1980 e está localizada na Rua Pedro Álvares Cabral nº. 150, Jardim independência, Pirapora do Norte.</p> <p>A referida escola atende 160 alunos de 2 a 6 anos, em dois turnos: matutino das 8 às 12h e vespertino das 13:00 às 17:00 hs. Em cada período são servidas para os alunos do período: uma refeição quente (sopa) e um lanche (fruta ou bolo com suco).</p> <p>O PURA está sendo desenvolvido com parceria da Concessionária de Água de Pirapora do Norte (CAPN). A CAPN, em outubro de 2016, realizou na ESCOLA A a detecção dos vazamentos visíveis e não visíveis.</p>
Apêndices
<ul style="list-style-type: none"> • histórico de consumo de água dos últimos quatro anos e o resultado do levantamento cadastral da escola; • exemplo de relatório de auditoria e diagnóstico.

APÊNDICE G

Quadro G1: Escopo e enunciado da 2ª situação-problema (sp2-DISC1/SEM1).

Escopo
Análise do projeto do SPES de um banheiro, uma cozinha e uma área de serviço, com a adequação do traçado, caso necessário.
Enunciado
<p>Vocês foram contratados por uma incorporadora como consultores do projeto e da execução do sistema predial de esgoto sanitário (SPES) de um edifício residencial multifamiliar. O edifício em questão será construído em Campinas e contará com 15 andares tipo, térreo com áreas de lazer e garagem no subsolo. A incorporadora deseja que vocês analisem a solução do escritório projetista quanto à qualidade do projeto e desempenho do (SPES).</p> <p>O escritório projetista entregou o detalhe e as vistas (escala 1:20) dos ambientes sanitários do apartamento tipo.</p> <p>Para facilitar sua análise, vocês criaram um roteiro a ser seguido:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1) O projeto dos SPES atende à NBR 8160/1999: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução? Justifiquem. 1.2) O projeto dos SPES foi pensado de modo a evitar entupimentos e também prevê dispositivos para a manutenção dos SPES? Justifiquem. 1.3) O escritório projetista não entregou a solução com tubos de queda exclusivos para receber os efluentes do primeiro e do segundo andar. Considerando que os <i>shafts</i> dos apartamentos tipos se mantêm no mesmo alinhamento no pavimento térreo e que os desvios só acontecem no teto do subsolo, justifiquem a necessidade de tubos de queda exclusivos para o primeiro e segundo andar. 1.4) Em função do exposto no item 1.3., solicita-se que vocês proponham um traçado (eixo) do SPES para o primeiro e segundo andar tipo, localizando os tubos de queda no <i>shaft</i>. 1.5) Considerando que o pé-direito mínimo exigido pela legislação nesta tipologia de edifício é de 2,70 m de altura para ambientes de longa permanência e 2,50 metros para ambientes de curta permanência, é possível executar a montagem do SPES em 0,18 m (entre a face inferior da laje e a face superior do forro de gesso, considerando-se uma espessura mínima do forro de 0,02 m)? Justifiquem. 1.6) Caso a resposta ao item 1.5 seja negativa, qual seria a altura mínima entre a face inferior da laje e a face superior do forro de gesso? É possível diminuir este espaço? Justifiquem. 1.7) Vocês aprovam o projeto sem correções? Vocês aprovam o projeto com correções? Justifiquem e apontem as correções necessárias.

Quadro G1: Escopo e enunciado da 2ª situação-problema (sp2-DISC1/SEM1) – cont.

Apêndices
<ul style="list-style-type: none">Planta e vistas do projeto dos SPS do banheiro, cozinha e área de serviço do apartamento tipo (Figura F.1).

Figura G1: Exemplo do detalhamento do SPES disponibilizado na sp2-DISC1/SEM1.

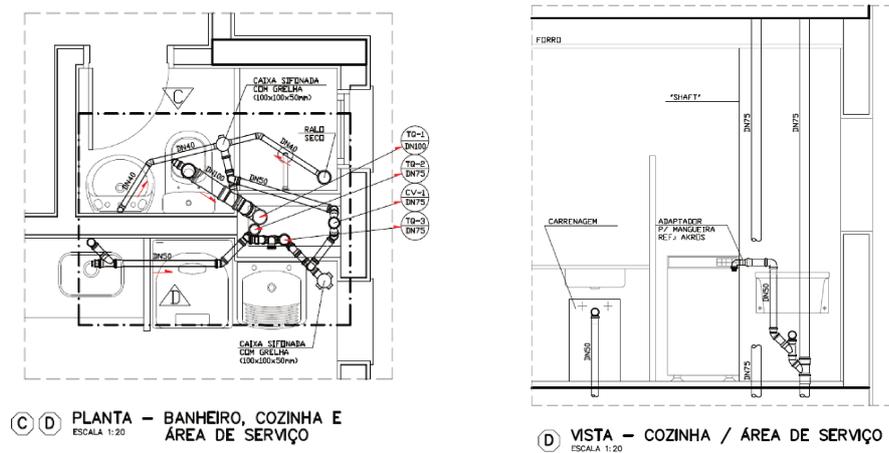


Figura G.2: Kit do SPES montado por um dos grupos na sp2-DISC1/SEM1.



Figura G.3: Grupos de alunos trabalhando na resolução da sp2-DISC1/SEM1.



APÊNDICE H

Quadro H1: Objetivos e enunciado da 3ª situação-problema (sp3-DISC1/SEM2).

Escopo
Traçado e dimensionamento do caminho crítico do SPAF de um edifício residencial multifamiliar.
Enunciado
<p>O escritório de projetos que vocês trabalham foi contratado, por uma incorporadora, para desenvolver o projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários de um edifício residencial multifamiliar de cinco andares tipos com quatro apartamentos cada e térreo com garagem (o mesmo edifício utilizado para o projeto). Vocês são responsáveis por dimensionar o caminho crítico do subsistema de distribuição de água fria.</p> <p>Sabe-se que cada apartamento possui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 cozinha (pia e máquina de lavar louça); • 1 área de serviço (aquecedor de passagem à gás; tanque e máquina de lavar roupa); • 1 banheiro (lavatório, bacia com caixa acoplada e ducha); • 3 dormitórios; • 1 Sala com dois ambientes (estar e jantar) <p style="text-align: center;">IMPORTANTE: Considerar medição individualizada</p>
Diretrizes para a entrega
<ul style="list-style-type: none"> • Como resultado é esperando: o memorial de cálculo (MC) do caminho crítico, com croqui. Não serão corrigidos MC entregues sem o croqui; • O MC deve apresentar no mínimo a primeira e a última tentativa do dimensionamento.
Apêndices
<ul style="list-style-type: none"> • Exemplo de dimensionamento do caminho crítico do SPAF (disponibilizado no ambiente virtual).