

MARIA ALICE CAMARGO GONZALES

Ferramenta para concepção, projeto e operação de espaços para ensino
de engenharia que incentivem a criatividade e a inovação

São Paulo

2016

MARIA ALICE CAMARGO GONZALES

Ferramenta para concepção, projeto e operação de espaços para ensino
de engenharia que incentivem a criatividade e a inovação

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências no Programa
de Mestrado Profissional em Inovação
na Construção Civil

São Paulo

2016

MARIA ALICE CAMARGO GONZALES

Ferramenta para concepção, projeto e operação de espaços para ensino
de engenharia que incentivem a criatividade e a inovação

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências no Programa
de Mestrado Profissional em Inovação
na Construção Civil

Área de concentração:
Mestrado Profissional em Inovação
na Construção Civil

Orientador:
Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso

São Paulo

2016

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

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Gonzales, Maria Alice Camargo

Ferramenta para concepção, projeto e operação de espaços para ensino de engenharia que incentivem a criatividade e a inovação / M. A. C. Gonzales -- versão corr. -- São Paulo, 2016.
225 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1. Educação 2. Aprendizagem 3. Espaço escolar 4. Ambiente colaborativo 5. Ambiente da sala de aula I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

Manter a infância dentro de si
por toda a vida significa manter a
curiosidade de conhecer, o prazer
de entender, o desejo de comunicar.

Bruno Munari

Aos meus filhos Antonio e Tomé

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Francisco Ferreira Cardoso, por todo incentivo, paciência, dedicação e competência como orientador durante todas as etapas dessa pesquisa, e a equipe de professores e funcionários ligados ao Programa ConstruNova.

Aos professores Marcelo Knörich Zuffo e Roseli de Deus Lopes por todo apoio durante o processo desse trabalho, e aos colegas do CITI USP.

Ao professor Eduardo de Senzi Zancul e equipe de professores e monitores da disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos e do InovaLab@POLI, pelo apoio para desenvolvimento da pesquisa e aprendizado adquirido como monitora.

A toda equipe do PoliEdu, aos professores José Aquiles Grimoni, Carlos Santi e aos colegas David Delaine, Luciana Guidon Coelho, Leandro Yanaze, Cassia Fernandes e Isabela Ângelo, pelo constante compartilhamento das experiências como pesquisadores.

Agradeço a todos os professores e colaboradores que me receberam com atenção durante as visitas para estudo dos espaços, em especial aos professores Paulo Blikstein e Renate Fruchter.

Ao Fundo Patrimonial Amigos da POLI pelo apoio para a participação da *EXPE* 2014, como assistente da disciplina *New Product Design Innovation* (ME310).

Aos novos amigos que me motivaram durante o período do mestrado, em especial Silvia Scalzo, Patrícia Nascimento, Carolina Castilho e Maria Isabel Teixeira e às amigas de longa data, Francesca Angiolillo, Malu Dias Marques, Olivia Genesi e Francine Sakata, sempre presentes nos momentos certos.

Ao meu marido Harold Monticelli Filho, por todo apoio recebido, aos meus filhos por toda paciência e à toda minha família, em especial Paula Praxedes, pelas leituras e críticas, e à minha mãe, por ter me apresentado tão cedo ao mundo *maker*.

RESUMO

A adequação dos espaços de ensino-aprendizagem que incentivem a formação de profissionais com habilidades em criatividade e inovação e o desenvolvimento de trabalho colaborativo é cada vez mais constatada em conceituadas instituições de ensino e corporações nos países e no exterior. São ambientes concebidos ou adaptados para auxiliar a realização de atividades em equipes utilizando diferentes estratégias de ensino-aprendizagem com participação ativa e colaborativa dos alunos; ambientes equipados com recursos tecnológicos e mobiliários especiais, utilizados segundo dinâmicas que valorizem sua eficácia e vida útil. No entanto, há pouco conhecimento desenvolvido e informação consolidada sobre como conceber, projetar e operar estes espaços, de modo a potencializar a aprendizagem. O objetivo principal dessa pesquisa é o desenvolvimento de uma ferramenta para levantamento de exigências e requisitos para definição de diretrizes norteadoras para intervenções, sejam elas projetos de novos espaços ou adaptações em ambientes construídos já existentes, e para operação dos mesmos. Essa ferramenta não prescreve soluções, mas auxilia as partes interessadas nos diferentes processos envolvidos, ao tratar de assuntos como categorização de tipologia de espaços, aspectos físicos, mobiliário, equipamentos, entre vários fatores associados a concepção e funcionamento (operação e uso). Seu foco são as instituições de ensino e cursos de engenharia. A pesquisa utiliza como métodos de pesquisa revisão bibliográfica, estudos de espaços, acompanhamento de disciplinas, entrevistas e visitas técnicas, e sondagem não-probabilística (survey) com docentes, funcionários e alunos dos cursos de Engenharia Civil e Ambiental da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Como referenciais para o desenvolvimento dessas ferramentas são apresentados espaços desse tipo em instituições norte-americanas e iniciativas em instituições brasileiras, voltadas principalmente para o ensino de engenharia, e também alguns casos de ambientes corporativos e makerspaces. Como resultados obtidos, além da ferramenta, a pesquisa levanta informações sobre as características e a utilização de ambientes adequados às novas estratégias de ensino-aprendizagem e testa a ferramenta elaborada em espaços das edificações que abrigam cursos de engenharia da Universidade de São Paulo.

Palavras-chave: ensino de engenharia, aprendizagem ativa, aprendizagem baseada em problemas, espaços de ensino-aprendizagem, makerspaces.

ABSTRACT

The adequacy of teaching and learning spaces that encourage the development of professionals with skills in creativity and innovation and the development of collaborative work is increasingly found in reputable educational institutions and corporations in the country and abroad. They are environments designed or adapted to assist in the realization of activities in teams using different teaching-learning strategies with active and collaborative participation of students; environments equipped with technology and special furniture, used in accordance with dynamics that enhance the effectiveness and usefulness. However, there is little consolidated knowledge on how to conceive, design and operate these spaces in order to enhance learning. The main objective of this research is to develop a tool to determine the requirements and needs for setting guidelines for interventions, whether they are projects of new spaces or adaptations in existing built environments, and the operation thereof. This tool does not prescribe solutions, but helps stakeholders involved in the different processes to address issues such as categorization of spaces typology, physical, furniture, and equipment among several other factors associated with design and operation. The tool is directed at educational institutions and engineering courses. The research methods includes literature review, research in the use of space, course observation, interviews and technical visits, and a non-probabilistic survey, with faculty, staff and students of civil and environmental engineering courses at the Polytechnic School of the University of Sao Paulo. As a reference for the development of these tools similar spaces are presented from American institutions and initiatives in Brazilian institutions, primarily focused on engineering education, and also some cases of corporate environments and makerspaces. In addition to the tool, the research results in information on the characteristics and the use of appropriate environments to new teaching and learning strategies and tests the tool within spaces in the buildings that house engineering courses at the University of São Paulo.

Keywords: engineering education, active learning, problem-based learning, teaching and learning spaces, makerspaces.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 OBJETIVOS.....	21
1.2 SÍNTESE DOS MÉTODOS DE PESQUISA EMPREGADOS.....	23
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	26
2 EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA E OS ESPAÇOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM.....	27
2.1 MUDANÇAS NO PERFIL PROFISSIONAL DO ENGENHEIRO E O IMPACTO NOS ESPAÇOS.....	27
2.2 TENDÊNCIAS DE EDUCAÇÃO <i>MAKER</i>	31
2.3 MÉTODOS PEDAGÓGICOS E ESPAÇOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM.....	38
2.4 COMENTÁRIOS.....	45
3 MÉTODOS DE PESQUISA.....	47
3.1 ESTUDOS DE CASO - VISITAS TÉCNICAS E ENTREVISTAS.....	48
3.1.1 Califórnia – Estados Unidos da América.....	50
3.1.2 São Paulo –Brasil.....	51
3.2 ACOMPANHAMENTO DE DISCIPLINAS.....	52
3.3 APLICAÇÃO DE FERRAMENTA: PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO NA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP.....	53
3.3.1 Proposta de intervenção e propostas de operação e uso para espaços de ensino-aprendizagem do InovaLab@POLI, do Edifício José Otávio Monteiro de Camargo (engenharia de produção) da Escola Politécnica da USP.....	54
3.3.2 Proposta de intervenção para sala de projetos do InovaLab@POLI no edifício do curso de engenharia mecatrônica da Escola Politécnica da USP.....	54
3.3.3 Proposta de intervenção e de operação e uso para ambientes do Edifício Paula Souza (cursos de engenharia civil e de engenharia ambiental).....	54
4 ESTUDOS DE CASO - ESPAÇOS VISITADOS.....	55
4.1 ESPAÇOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO NORTE-AMERICANAS.....	55
4.1.1 ME310 - <i>Design Team Development Loft</i> e demais espaços do <i>Hasso Plattner Institute of Design - D.School (Stanford University - Califórnia - EUA)</i>	55
4.1.2 <i>Product Realization Lab (Stanford University - Califórnia - EUA)</i>	62
4.1.3 <i>FabLab@School (Stanford University - Califórnia - EUA)</i>	66
4.1.4 <i>Citris Invention Lab (University of California at Berkeley - Califórnia - EUA)</i>	68
4.2 <i>MAKERSPACE E HACKERSPACE EM SÃO FRANCISCO (EUA)</i>	73
4.2.1 <i>TechShop (São Francisco - Califórnia - EUA)</i>	73
4.2.2 <i>Noisebridge (São Francisco - Califórnia - EUA)</i>	75
4.3 CULTURA CORPORATIVA – ESTADOS UNIDOS.....	81
4.3.1 <i>Google (Mountain View - Califórnia - EUA)</i>	81
4.4 INICIATIVAS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO BRASILEIRAS.....	82

4.4.1 InovaLab@POLI (Universidade de São Paulo – São Paulo - Brasil).....	82
4.4.2 CITI – USP	87
4.4.3 Instituto de Física USP – Sala para <i>SCALE-UP</i>	91
4.4.4 LAME - FAU USP.....	93
4.4.5 Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção LAPAC (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo - Brasil).....	97
4.4.6 INSPER - Instituto de Ensino e Pesquisa (Vila Olímpia - São Paulo).....	102
4.4.7 Conjunto de salas da ESPM – Escola Superior de Propaganda e Marketing (São Paulo - Brasil).....	106
4.5 INICIATIVAS EM INSTITUIÇÕES CORPORATIVAS BRASILEIRAS	108
4.5.1 Inovateca – Itaú.....	108
4.6 COMENTÁRIOS.....	109
5 FERRAMENTA PARA ANÁLISE E DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES.....	111
5.1 ROTEIRO 1 - ANÁLISE DE ESTRUTURA CURRICULAR.....	114
5.1.1 Levantamento do perfil da instituição.....	114
5.1.2 Levantamento da estrutura curricular do(s) curso(s) da instituição.....	114
5.1.3 Levantamento dos programas das disciplinas	114
5.2 ROTEIRO 2 - ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO	115
5.2.1 Levantamento de aspectos físicos.....	115
5.2.2 Levantamento das relações da instituição com seu entorno.....	115
5.3 ROTEIRO 3 - ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA E OPERAÇÃO E USO	115
5.3.1 Categorização de tipologia de ambientes de ensino-aprendizagem.....	116
5.3.2 Levantamento de exigências e requisitos para infraestrutura, operação e uso	119
5.4 COMENTÁRIOS.....	120
6 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA PROPOSTA	121
6.1 INOVALAB@POLI	122
6.1.1 A aplicação da ferramenta no InovaLab@POLI	123
6.1.2 InovaLab@POLI - Informações obtidas, diretrizes concebidas para tomadas de decisão e resultados.....	124
6.2 CITI USP	135
6.2.1 A aplicação da ferramenta no CITI USP	136
6.2.2 CITI USP - informações obtidas e diretrizes concebidas para tomadas de decisão e resultados.....	137
6.3 ENGENHARIA MECATRÔNICA	145
6.3.1 Sala de projetos da Mecatrônica - informações obtidas e diretrizes concebidas para tomadas de decisão e resultados	145
6.4 ENGENHARIAS CIVIL E AMBIENTAL	147

6.4.1 A aplicação da ferramenta nos cursos de Engenharia Civil e Ambiental do Edifício Paula Souza	147
6.4.2 Cursos de Engenharia Civil e Ambiental do Edifício Paula Souza - informações obtidas e diretrizes concebidas para tomadas de decisão e resultados	148
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	155

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa visual dos métodos e atividades da pesquisa.....	23
Figura 2 - Fichas de apoio para entrevistas e visitas aos espaços em instituições	
a) O que observar b) O que perguntar	49
Figura 3 - Modelo de quadro para identificação das estratégias adotadas para o levantamento de informações nas aplicações da ferramenta	50
Figura 4 - <i>Loft - Hasso Plattner Institute of Design - D.School Stanford University</i> (Califórnia – EUA).....	56
Figura 5 - <i>Mobiliário Loft - Hasso Plattner Institute of Design - D.School</i> (<i>Stanford University</i> - Califórnia – EUA).....	58
Figura 6 – Painel sobre disposição do mobiliário <i>Hasso Plattner Institute of</i> <i>Design D.School</i> (<i>Stanford University</i> - Califórnia – EUA).....	58
Figura 7 - Vista do corredor do ambiente de trabalho da <i>D.School</i> (<i>Stanford University</i> – Califórnia – EUA)	59
Figura 8 - Painéis para divisão de da <i>D.School</i> (<i>Stanford University</i> – Califórnia – EUA)	59
Figura 9 – Sofás com rodízio - mobiliário da <i>D.School</i> (<i>Stanford University</i> – Califórnia – EUA).....	60
Figura 10 – Cadeiras empilháveis - mobiliário <i>Hasso Plattner Institute of Design D.School</i> (<i>Stanford University</i> - Califórnia – EUA).....	60
Figura 11 - <i>Mobiliário Hasso Plattner Institute ambientes of Design - D.School</i> (<i>Stanford University</i> - Califórnia – EUA).....	61
Figura 12 - Lousas volantes com rodízios “Z-Racks” - mobiliário <i>Hasso Plattner Institute of</i> <i>Design D.School.</i> (<i>Stanford University</i> - Califórnia – EUA)	61
Figura 13 - Sala Multiuso <i>Hasso Plattner Institute of Design D.School.</i> (<i>Stanford University</i> - Califórnia – EUA).....	62
Figura 14 - <i>Production Realization Lab</i> (<i>Stanford University</i> – Califórnia – EUA).....	63
Figura 15 - <i>Production Realization Lab</i> (<i>Stanford University</i> – Califórnia – EUA).....	63
Figura 16 - <i>Production Realization Lab – Machining Metrology</i> (<i>Stanford University</i> – Califórnia – EUA) ..	65
Figura 17 - <i>FabLab@School</i> (<i>Stanford University</i> – Califórnia - EUA).....	67
Figura 18 - <i>FabLab@School</i> (<i>Stanford University</i> – Califórnia – EUA).....	67
Figura 19 - Controle de acesso ao espaço do <i>Citris Invention Lab</i> (<i>University of California at Berkeley</i> - Califórnia - EUA).....	69
Figura 20 - Espaço e facilidades do <i>Citris Invention Lab</i> (<i>University of California at Berkeley</i> – Califórnia – EUA).....	70
Figura 21 - Espaço e facilidades do <i>Citris Invention Lab</i> (<i>University of California at Berkeley</i> – Califórnia – EUA).....	70
Figura 22 - Espaço e facilidades do <i>Citris Invention Lab</i> (<i>University of California at Berkeley</i> – Califórnia – EUA).....	71
Figura 23 - Espaço e facilidades do <i>Citris Invention Lab</i> (<i>University of California at Berkeley</i> – Califórnia – EUA).....	71
Figura 24 - Espaço e facilidades do <i>Citris Invention Lab</i> (<i>University of California at Berkeley</i> – Califórnia – EUA).....	72
Figura 25 - <i>Makerspace Techshop</i> (Califórnia – EUA).....	74
Figura 26 - <i>Makerspace Techshop</i> (Califórnia – EUA).....	74
Figura 27 - <i>Makerspace Techshop</i> (Califórnia – EUA).....	75
Figura 28 - <i>Noisebridge Hakerspace</i> (Califórnia – EUA).....	76
Figura 29 - <i>Noisebridge Hakerspace</i> (Califórnia – EUA).....	77

Figura 30 - <i>Noisebridge Hakerspace</i> (Califórnia – EUA).....	77
Figura 31 - <i>Noisebridge Hakerspace</i> (Califórnia – EUA).....	78
Figura 32 - <i>Noisebridge Hakerspace</i> (Califórnia – EUA).....	78
Figura 33 - <i>Noisebridge Hakerspace</i> (Califórnia – EUA).....	79
Figura 34 - Controle de acesso <i>Noisebridge Hakerspace</i> (Califórnia – EUA)	79
Figura 35 - Controle de acesso <i>Noisebridge Hakerspace</i> (Califórnia – EUA)	80
Figura 36 - <i>Noisebridge Hakerspace</i> (Califórnia – EUA).....	80
Figura 37 - Escritório da <i>Google Mountain View</i> (Califórnia – EUA).....	81
Figura 38 - InovaLab@POLI - Sala de aula para <i>Problem Based Learning – PBL</i>	84
Figura 39 - InovaLab@POLI - Sala de Projetos	85
Figura 40 - InovaLab@POLI - Oficina de prototipagem (Escola Politécnica da USP – São Paulo - Brasil)	85
Figura 41 - InovaLab@POLI - Oficina de prototipagem (Escola Politécnica da USP – São Paulo - Brasil) ..	86
Figura 42 - Bancada da Oficina de Eletrônica <i>Hub Inovalab@POLI</i> no CITI USP – São Paulo - Brasil	89
Figura 43 - Espaço adjacente sala multiuso CITI USP – São Paulo - Brasil	90
Figura 44 - Workshop de arduino em Sala para abordagens de aprendizagem centrada no aluno CITI USP – São Paulo – Brasil.....	90
Figura - 45 Sala para <i>SCALE – UP</i> - IF USP - São Paulo - Brasil.....	92
Figura - 46 Sala para <i>SCALE –UP</i> IF USP – São Paulo – Brasil.....	92
Figura - 47 Laboratório de Modelos e Ensaios LAME - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAUUSP (Universidade de São Paulo – São Paulo - Brasil).....	94
Figura 48 Laboratório de Modelos e Ensaios LAME - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAUUSP (Universidade de São Paulo – São Paulo - Brasil).....	94
Figura 49 Impressoras 3D <i>FabLab</i> SP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU USP (Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil)	95
Figura 50 Fresa CNC três eixos <i>FabLab</i> SP – FAU USP (Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil) .	95
Figura 51 Cortadoras a <i>laser FabLab</i> SP – FAU USP (Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil)	96
Figura 52 Fresa CNC quatro eixos <i>FabLab</i> SP FAU USP (Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil)	96
Figura 53 - LAPAC UNICAMP – Entrada e modelos em escala 1:1 (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo - Brasil)	98
Figura 54 - LAPAC UNICAMP – Bancadas piso térreo (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo - Brasil)	99
Figura 55 - LAPAC UNICAMP - Térreo do Laboratório - Equipamentos CNC com quatro eixos e <i>vacuum forming</i> (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo - Brasil)	99
Figura 56 - LAPAC UNICAMP – Sala no mezanino - Equipamentos para fabricação digital (cortadora <i>laser</i> e prateleira com modelos (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo - Brasil)	100
Figura 57 - LAPAC UNICAMP - Sala no mezanino (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo - Brasil)	100
Figura 58 - LAPAC UNICAMP – Mezanino (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo - Brasil)	101
Figura 59 - LAPAC UNICAMP – Vista externa contêiner equipamentos (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo - Brasil)	101
Figura 60 - LAPAC UNICAMP - Vista interna contêiner equipamentos (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo - Brasil)	102
Figura 61 - <i>FabLab</i> INSPER (Instituto de Ensino e Pesquisa – São Paulo – Brasil).....	103
Figura 62 - <i>FabLab</i> INSPER (Instituto de Ensino e Pesquisa – São Paulo – Brasil).....	104
Figura 63 - Sala de aula para abordagens de aprendizagem centrada no aluno paredes-lousa e protótipo de mobiliário INSPER - Instituto de Ensino e Pesquisa (São Paulo – Brasil)	104

Figura 64 - Área de circulação com mobiliário para integração e laboratório de ensaios (INSPER - Instituto e Ensino e Pesquisa - São Paulo - Brasil).....	105
Figura 65 - Salas de aula dos cursos de Sistema de Informação da ESPM (Escola Superior de Propaganda e <i>Marketing</i> - São Paulo - Brasil)	107
Figura 66 - Salas de aula dos cursos de Sistema de Informação da ESPM (Escola Superior de Propaganda e <i>Marketing</i> - São Paulo - Brasil)	107
Figura 67 - Salas de aula com arquibancada, curso de criação de <i>Games</i> da ESPM (Escola Superior de Propaganda e <i>Marketing</i> - São Paulo - Brasil)	108
Figura 68 - Inovateca Itaú (Banco Itaú - São Paulo - Brasil)	
a) Sala multiuso b) Sala para desenvolvimento de projetos	109
Figura 69 - <i>Engineering Building</i> - <i>Stanford University</i>	
a) sala com múltiplos <i>smartboards</i> b) sala multiuso.....	110
Figura 70 - Ferramenta para análise e definição de diretrizes	112
Figura 71 - Esquema da ferramenta para análise e definição de diretrizes.....	113
Figura 72 - Síntese da tipologia definida pela pesquisa	116
Figura 73 - Diferenças entre processos de aplicação da FADDi na Escola Politécnica da USP.....	122
Figura 74 - Alterações previstas para sala de aula para PBL do InovaLab@POLI	
a) configuração original da sala b) teste de configuração dos móveis	126
Figura 75 - Materiais para prototipagem e trabalho de equipe em sala de aula para PBL do InovaLab@POLI	
a) Materiais diversos como massa de modelar, marcadores, papéis e lápis coloridos, papel Kraft	
b) Mesa de trabalho de uma das equipes durante a aula da disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos.....	127
Figura 76 - Aluno em atividade na oficina InovaLab@POLI.....	128
Figura 77 - Oficina de prototipagem do InovaLab@POLI depois da reforma	129
Figura 78 - Setor de marcenaria da oficina de prototipagem do InovaLab@POLI, depois da reforma	129
Figura 79 - Hub 'Sala de projetos' Inovalab@POLI em diferentes momentos a) 2013 b) 2016	130
Figura 80 - Modelagem 3D do projeto básico para <i>hub</i> 'Sala de projetos' InovaLab@POLI vista geral	131
Figura 81 - Modelagem 3D do projeto básico para sala de projetos InovaLab@POLI - entrada	131
Figura 82 - Espaço adjacente 'open tables' sendo usado para projeto de pesquisa no CITI USP	138
Figura 83 - Espaço adjacente 'open tables' do CITI USP sendo usado para testes.....	139
Figura 84 - Equipamentos para prototipagem do CITI USP	139
Figura 85 - Espaço adjacente sala multiuso do CITI USP - leiaute para defesa de tese de doutoramento..	140
Figura 86 - Espaço adjacente sala multiuso do CITI USP - videoconferência com plateia	140
Figura 87 - Espaço adjacente sala multiuso do CITI USP - preparação para gravação de entrevista.....	141
Figura 88 - Espaço adjacente sala multiuso do CITI USP - treinamento equipamento scanner 3D	141
Figura 89 - Sala para abordagens de aprendizagem centrada no aluno e para <i>workshops</i> - CITI USP	142
Figura 90 - <i>Workshop</i> de arduino em espaço de ensino-aprendizagem - CITI USP	143
Figura 91 - Mesas com tampo dobráveis - CITI USP	143
Figura 92 - Sala de Projetos PMR.....	146
Figura 93 - Impressoras 3D Sala de Projetos PMR	146
Figura 94 - Cruzamento de informações: tipos de espaços de ensino-aprendizagem x reclamações docentes - cursos de engenharia civil e ambiental	149
Figura 95 - Sala S08 Edifício Paula Souza - cursos de engenharia civil e ambiental.....	152
Figura 96 - Equipamento multiusuário - cortadora a <i>laser</i> - cursos de <i>Engenharia Civil e Ambiental</i> (e demais cursos da Escola Politécnica).....	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Aprendizagem baseada em problemas x aprendizagem baseada em projetos	43
Quadro 2- Informações sobre <i>ME310 Design Team Development Loft</i> (<i>Stanford University</i> - Califórnia - EUA).....	56
Quadro 3 - Informações sobre <i>Product Realization Lab</i> (<i>Stanford University</i> - Califórnia - EUA).....	64
Quadro 4- Informações sobre <i>FabLab@School</i> (<i>Stanford University</i> - Califórnia - EUA)	66
Quadro 5 - Informações sobre <i>Citris Invention Lab</i> (<i>University of California at Berkeley</i> - Califórnia - EUA)	68
Quadro 6- Informações sobre <i>Techshop</i> (São Francisco - Califórnia - EUA)	73
Quadro 7- Informações sobre <i>Noisebridge</i> (São Francisco - Califórnia - EUA)	75
Quadro 8 - Informações sobre conjunto de Hub InovaLab@POLI da Engenharia de produção (Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil).....	82
Quadro 9 - CITI USP.....	87
Quadro 10 - IF USP (Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil)	91
Quadro 11 - FAU USP (Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil)	93
Quadro 12- LAPAC/LMM	97
Quadro 13 - Informações sobre os espaços do Insper	102
Quadro 14 - Informações sobre os espaços da ESPM.....	106
Quadro 15 - Estratégias adotadas para levantamento de informações no InovaLab@POLI	124
Quadro 16 - InovaLab@POLI: síntese da aplicação da FADDi.....	133
Quadro 17 - Estratégias adotadas para levantamento de informações para CITI USP	136
Quadro 18 - CITI-USP: síntese da aplicação da ferramenta.....	144
Quadro 19 - Estratégias adotadas para levantamento de informações no estudo preliminar para reforma da sala de projetos do curso de engenharia mecatrônica	145
Quadro 21 - Estratégias adotadas para levantamento de informações dos cursos de engenharia civil e ambiental.....	147
Quadro 22 - Engenharias Civil e Ambiental: síntese da aplicação da ferramenta.....	154

SIGLAS E ABREVIATURAS

CITI - Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas

DIY - *Do It Yourself*

EPI - Equipamento de Proteção Individual

ESPM - Escola Superior de Propaganda e Marketing

FADDi - Ferramenta de Análise e Definição de Diretrizes

FAU - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

FLN - *Flipped Learning Network*

IHC - Interação Humano-Computador LAME - Laboratório de Modelos e Ensaios

INSPER - Instituto de Ensino e Pesquisa

LAPAC - Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção

MDF - *Medium Density Fiberboard*

MEI - Meios Eletrônicos Interativos

ME310 - *Product Design Innovation at Stanford*

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

NAP - Núcleo de Apoio a Pesquisa

NEU - Núcleo de Empreendedorismo da USP

POLI USP- Escola Politécnica da universidade de São Paulo

PBL - *Problem Based Learning*

PCC - Departamento de Engenharia de Construção Civil

PTR - Departamento de Engenharia de Transportes

SUGAR - *Stanford University Global Alliance for Redesign*

STEAM - Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics

STEM - Science, Technology, Engineering, and Mathematics

UNICAMP - Universidade de Campinas

USP - Universidade de São Paulo

1 INTRODUÇÃO

No mercado de trabalho a demanda por profissionais capacitados para o desenvolvimento de produtos e processos inovadores vem crescendo nos últimos anos, em diversas profissões, entre elas a Engenharia. É esperado que estes profissionais não só desenvolvam soluções criativas para problemas existentes, como façam parte do processo de identificação e definição de prioridades dentre os mesmos. E tais problemas tornam-se cada vez mais complexos e exigem múltiplas competências para a sua solução. Para isso faz-se necessário não somente a capacidade de aplicar os conhecimentos técnicos, como também a associação de competências adicionais, para que engenheiros possam contribuir em trabalhos cada vez mais caracterizados pela multidisciplinaridade de equipes.

A combinação entre a complexidade de demandas da sociedade e a diversidade de competências necessárias para solucionar os problemas impacta na conformação dos ambientes de trabalho que devem estar adequados à multidisciplinaridade de equipes. De modo semelhante, este cenário impulsiona mudanças nos ambientes de aprendizado, onde são formados os futuros profissionais candidatos aos diversos postos de trabalho de todos os setores sociais e econômicos, incluindo os ligados às engenharias.

Em ambientes corporativos, a isso vem se juntar um outro fenômeno, sendo possível encontrar o compartilhamento de espaços de trabalho com profissionais de pelo menos quatro diferentes gerações. Segundo Zemke, (2000), estas diferentes gerações podem ser nomeadas como: os “Veteranos”, nascidos antes da Segunda Guerra; os “*Baby Boomers*”, que nasceram durante ou logo após a Segunda Guerra; a geração “*Xers*”, nascidos entre 1960 e 1980; e os “*Nexters*”, que são chamados atualmente de geração “Y”. Pós 1980, mesmos objetivos profissionais unem pessoas de diferentes idades, culturas, gêneros e históricos acadêmicos. Estes profissionais têm diferentes comportamentos e interesses em relação aos espaços de trabalho, o que faz com que seja necessária a criação de ambientes que atendam todas as demandas que este público complexo irá solicitar. Sua arquitetura, tecnologia e dinâmica de uso são reflexo da diversidade de profissionais que os ocupam.

Por sua vez, no âmbito acadêmico, práticas pedagógicas, nas quais docentes e alunos desenvolvem atividades relacionadas a problemas reais ou mais próximos à realidade que encontrarão em futuras atividades profissionais valorizam o aprimoramento de competências associadas a aspectos como: criatividade; inovação; trabalho colaborativo; multidisciplinaridade; comunicação verbal, escrita e corporal (durante as apresentações);

análise crítica; liderança; espírito investigativo; interpretação de dados; gestão de recursos, entre outras. Uma destas práticas é o uso de PBL (*Problem Based Learning*), ou Aprendizagem Baseada em Problemas, introduzida inicialmente na década dos anos sessenta pela *Mc Master University Medical School*, do Canadá (GIANOTTI et al, 2008) e que, segundo Schmidt (1983), é um método de instrução e aprendizagem colaborativa construtivista e contextualizada que usa um problema da prática (real ou simulado) para iniciar, motivar e focar a construção de conhecimentos, além de promover habilidades de solução de problemas e trabalho em equipe e atitudes tais como o estudo autônomo. Complementarmente, outras práticas, como por exemplo a dos estudos de caso, instigam a aplicação de conhecimentos adquiridos ao tratar de problemas reais. Vale destacar que pessoas podem possuir conhecimento que não são capazes de aplicar; elas têm a informação, mas não sabem o que fazer com ela (SCHMIDT, 1983) – o uso de tais práticas diminui a possibilidade de isso acontecer.

Neste contexto, a cultura “*Do it yourself*” (DIY), ou “Faça você mesmo”, tem influenciado a criação de espaços para desenvolvimento de projetos vinculados ou não a instituições de ensino. Ambientes nos quais equipes de pessoas de diferentes áreas podem discutir e desenvolver projetos que resultam em protótipos e em alguns casos são produzidos em maior escala, muitas vezes financiados por *sites* de financiamento coletivo, ou *crowdfunding*.

Ainda no que se refere aos espaços de aprendizagem, segundo Boys (2011) é necessário compreender melhor as distintas características de aprendizagem, explorando teorias e práticas educacionais contemporâneas e criticamente delas extrair o que podem transmitir sobre tais espaços.

Espaço, seja ele físico ou virtual, pode ter impacto na aprendizagem. Pode agrupar pessoas, pode transmitir mensagens implícitas de silêncio e desconexão. Mais e mais é possível notar o poder da pedagogia construída (a capacidade do espaço para definir como se ensina) em faculdades e universidades (OBLINGER, 2006, p.1.1, tradução nossa).

Com base em Davis (2005), tem-se que um projeto de ambiente de aprendizado genuinamente flexível é o que permite a alteração do uso dos espaços da edificação de acordo com as necessidades de cursos e disciplinas, o que, segundo o autor, é uma demanda usual. E apesar de a tecnologia possibilitar a ampliação do leque de atividades realizadas virtualmente, segundo o autor, a existência das salas de aula reais não será ameaçada tão cedo. Deve haver um equilíbrio entre o aprendizado adquirido sozinho, fora do espaço da escola, e o que requer espaços reais, não virtuais.

As publicações consultadas que abordam o tema do espaço físico em instituições de ensino têm como público alvo não somente profissionais de projeto e construção, arquitetos e engenheiros, como diferentes partes interessadas de tais instituições que, ao proporem realizar mudanças pedagógicas em seus cursos, demandam alterações dos ambientes construídos nos edifícios que as abrigam.

Direta ou indiretamente, o reconhecimento da importância do planejamento das ações que tendem a impactar os ambientes construídos é tratado nos textos das publicações brasileiras de Doris Kowaltowski, Gabriela Celani e Heloísa Neves, e em publicações estrangeiras de autores como Prakash Nair, Scott Doorley & Scott Witthoft, Diana Oblinger, Paulo Blikstein, Mark Hatch, Jos Boys e Neil Gershenfeld. Sob várias perspectivas, apresentam experiências pedagógicas em diferentes contextos, abordagens em diversos tipos de instituições de ensino, formais e informais, e tratam das suas interfaces com o ambiente construído.

Tais publicações indicam que, para realizar tal planejamento, com ênfase para as atividades de projeto, as partes interessadas das instituições de ensino devem buscar auxílio de profissionais de projeto. No entanto, não está enfatizado como elas devem se preparar para esse trabalho conjunto. Assim, essa pesquisa foca nessa lacuna de conhecimento, contemplando o processo de planejamento do projeto, antes do início das atividades de projeto propriamente ditas, ao imaginar uma ferramenta que possa levantar e integrar sistemicamente informações coerentes de partida, facilitando o relacionamento subsequente entre partes interessadas e projetistas.

A questão principal da pesquisa pode então ser formulada como: quais são as características de uma ferramenta que, voltada para as partes interessadas das instituições de ensino, os auxilie em suas interfaces com projetistas para a concepção, projeto e operação de novos ambientes ou adaptação de ambientes existentes. Como delimitação, tal ferramenta deve ser voltada a ambientes construídos para abrigar iniciativas nas quais a aprendizagem centrada no aluno seja potencializada, favorecendo a formação de profissionais com habilidades em criatividade e inovação e o desenvolvimento de trabalho colaborativo e plural.

1.1 OBJETIVOS

O principal objetivo desta pesquisa é produzir uma ferramenta¹ que auxilie a concepção, projeto e operação de novos ambientes ou adaptação de ambientes existentes. A investigação tem como foco o ensino de engenharia.

A ferramenta deve ser formada por um conjunto de instrumentos para levantamento de demandas associadas a estruturas curriculares e para levantamento de exigências e requisitos para concepção, projeto e de operação e uso dos espaços, considerando o novo contexto de ação dos futuros profissionais. Deve possibilitar a produção de um conjunto de diretrizes como referenciais a serem consultados pelas partes interessadas (*stakeholders*) responsáveis pelo planejamento e implantação dos espaços nas fases de desenvolvimento de programas e projetos e concepção de regras de operação e uso de novos ambientes ou adaptação de espaços já existentes destinados ao ensino de graduação e pós-graduação em engenharia.

Como premissa, tais espaços devem servir para abrigar, sobretudo, propostas pedagógicas centradas no aluno, que utilizem atividades baseadas em problemas ou atividades baseadas em projetos *Problem Based Learning* (PBL), em sua totalidade ou em combinação com outras práticas de aprendizagem ativa e convencionais, como aulas expositivas, atividades de laboratório, em equipes multidisciplinares ou com alunos de mesmos cursos.

Como objetivos secundários, tem-se o estudo sobre ambientes adequados às novas estratégias de ensino-aprendizagem e a aplicação da ferramenta elaborada em edificações que abrigam cursos de engenharia da Universidade de São Paulo.

Para concepção da ferramenta devem ser consideradas diferentes variáveis que podem influenciar as práticas educacionais e os próprios espaços, tais como:

- características associadas à estrutura curricular e às propostas pedagógicas dos cursos: tipos de disciplinas, atividades didáticas, necessidade de materiais de apoio, tecnologia, equipamentos;
- características associadas às edificações que abrigam os espaços e a infraestrutura: localização, implantação, arquitetura, infraestrutura,

¹ O termo ferramenta deriva do latim *ferramenta*, plural de *ferramentum*. É um utensílio, dispositivo, ou mecanismo físico ou intelectual utilizado por trabalhadores das mais diversas áreas para realizar alguma tarefa. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ferramenta>

equipamentos e tecnologia, gerenciamento de facilidades e dos espaços, controle de acessos, manutenção;

- características associadas aos equipamentos e mobiliário: funcionalidades, competências necessárias para o uso, segurança no uso, provisionamento, manutenção, limpeza;
- características associadas aos usuários: perfis dos usuários, como alunos, professores, monitores, funcionários de apoio, prestadores de serviços, colaboradores externos e visitantes;
- características relacionadas ao tempo: frequência de uso, horários de uso, tipo de ocupação (permanência longa ou de curta duração).

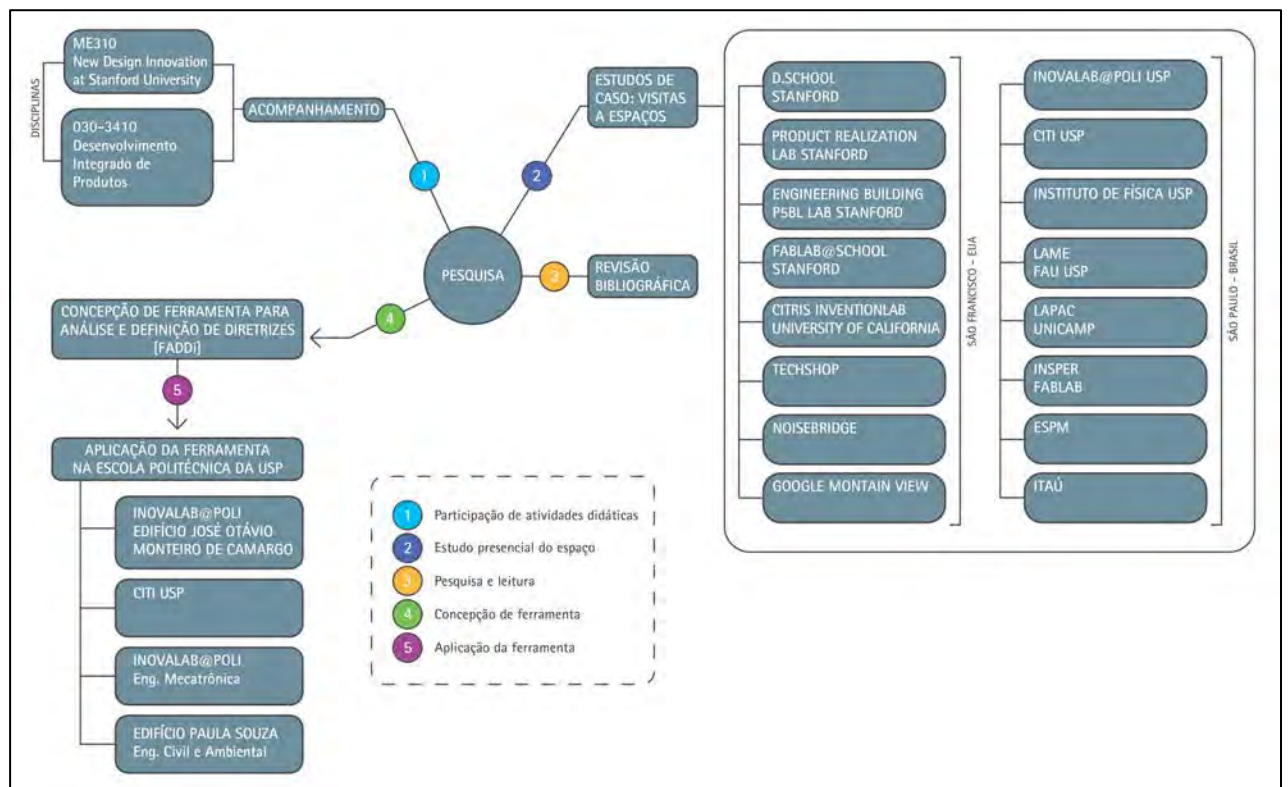
Devido ao grande número de possibilidades de combinação entre os elementos destes grupos de características, esta pesquisa não tem como objetivo gerar uma ferramenta prescritiva, mas um conjunto de roteiros que possa ser utilizado totalmente ou em parte, desde que esteja adaptado aos diferentes contextos de ambientes de aprendizado e projetos pedagógicos dos cursos envolvidos. Embora focado nas engenharias, a ferramenta poderá ser aplicada, com restrições que não fazem parte do escopo do trabalho, ao ensino de outras áreas de conhecimento.

1.2 SÍNTESE DOS MÉTODOS DE PESQUISA EMPREGADOS

Os métodos utilizados para desenvolvimento desta pesquisa, apresentados na Figura 1 e descritos no capítulo 3, são:

- (1) participação em atividades didáticas com acompanhamento de disciplinas como monitora;
- (2) estudos de caso com visitas presenciais a espaços e entrevistas;
- (3) pesquisa e leitura para revisão bibliográfica;
- (4) produção de ferramenta para análise e definição de diretrizes;
- (5) aplicação da ferramenta produzida para propostas de intervenção na Escola Politécnica da USP.

Figura 1 – Mapa visual dos métodos e atividades da pesquisa



A participação em atividades didáticas como monitora possibilitou o acompanhamento dos alunos na utilização diferentes espaços de ensino-aprendizagem, na Universidade de São Paulo e também em ambientes da *Stanford University* e enriqueceu o conjunto de informações obtidas sobre as características associadas a atividades curriculares.

Foram realizadas atividades de acompanhamento como monitora da disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos, disciplina optativa da Escola Politécnica da USP no *campus* da Capital e como teacher assistant da equipe brasileira da disciplina *New Design Innovation at Stanford* (CARLETON & LEIFER, 2009), parceria entre a Escola Politécnica e o curso de Engenharia Mecânica da Universidade de *Stanford*, Califórnia, EUA, e da equipe multidisciplinar do projeto Stanford University Global Alliance for Redesign – SUGAR, que uniu alunos de cursos de Engenharia da Escola Politécnica, do curso de Design da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP e alunos da disciplina Innovation in Product Development do curso de Engenharia Mecânica do Trinity College Dublin, da Irlanda.

Foi realizada revisão bibliográfica com leitura de artigos científicos sobre experiências de utilização de novos ambientes para ensino que visam estabelecer novas relações entre as partes interessadas e os espaços de ensino-aprendizagem.

Entre exemplos de termos consultados para o desenvolvimento do trabalho e que nortearam a busca por publicações estão: *Active Learning*, *Problem Based Learning* (PBL), *Blended Learning*, *Design Thinking*, *Ideation*, *Makerspaces*, *Hackerspaces*, *Hands-on*, *Prototyping*, *Flipped Learning*, *Flipped Flipped Learning*, *Peer Instructions*, *Bloom's Taxonomy*, *Generational Diversity*, *Silent Curriculum*, e seus correspondentes em língua portuguesa, em associação com os conceitos de inovação, criatividade, trabalho colaborativo e cooperativo.

A pesquisa foi baseada na consulta de livros sobre o tema e publicações acadêmicas como anais de eventos científicos associados ao tema, como *American Society for Engineering Education Annual Conference* (ASEE), Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge), *Frontiers in Education Conference* (FIE) e *World Engineering Education Forum* (WEEF) e *International Conference on Interactive Collaborative Learning* (ICL).

Para os estudos de caso, foram visitados ambientes em instituições acadêmicas norte-americanas, no estado da Califórnia, e brasileiras, no estado de São Paulo. Foram visitados espaços em fase de instalação e espaços já estabelecidos, em plena atividade.

Como resultados, têm-se roteiros produzidos como ferramenta para análise e definição de diretrizes e sua aplicação na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, com realização de diferentes atividades das iniciativas: espaços de ensino-aprendizagem (*hubs*)² do InovaLab@POLI no edifício José Otávio Monteiro de Camargo (Engenharia de Produção), espaços de ensino-aprendizagem do Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas, CITI-USP (oficina de eletrônica do InovaLab@POLI, sala de aula para PBL e espaços adjacentes), sala de Projetos do InovaLab@POLI no edifício do curso de Engenharia Mecatrônica e espaços de ensino-aprendizagem dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental, no Edifício Paula Souza (salas de aula para PBL, sala de projetos, oficina e espaços adjacentes), no qual foi realizada sondagem não probabilística (*survey*) com docentes, funcionários envolvidos com o ensino e alunos dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da USP e entrevista com coordenador do curso de Engenharia Civil.

² O termo *hub* significa um nó ligado a outros, formando uma rede.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente documento é composto por sete capítulos, além das referências bibliográficas utilizadas e de um conjunto de apêndices.

O Capítulo 1 traz a introdução do trabalho, seus objetivos, a síntese dos métodos empregados e como está estruturado.

O Capítulo 2 trata da revisão bibliográfica, apresenta conceitos tratados ao longo da pesquisa e referenciais sobre o assunto.

O Capítulo 3 apresenta de maneira detalhada os métodos de pesquisa empregados.

O Capítulo 4 traz os estudos de caso com as descrições das visitas realizadas a espaços de ensino-aprendizagem.

O Capítulo 5 define a ferramenta para análise e definição de diretrizes.

O Capítulo 6 apresenta as aplicações da ferramenta desenvolvida em espaços e cursos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Campus da capital.

O Capítulo 7 traz as conclusões do trabalho, faz considerações sobre seus achados e suas limitações e aponta trabalhos futuros de pesquisa que podem dar prosseguimento à investigação feita.

2 EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA E OS ESPAÇOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Esta pesquisa apresenta o embasamento teórico para os estudos sobre espaços de ensino-aprendizagem com ênfase nas práticas e tendências pedagógicas de aprendizagem centradas nos alunos, que possam ter impacto nos cursos de engenharia.

A intenção é refletir sobre experiências de espaços inovadores em instituições de ensino formal de graduação e programas de pós-graduação em engenharia e em outras áreas, como também espaços de aprendizagem não formal e instituições que usam atividades de aprendizagem ativa, com aulas caracterizadas por interação dos alunos visando aprender com profundidade, baseada em problemas, com práticas em pares e colaborativa, visando o aprendizado em grupo por meio de pesquisa e investigação³.

Essas são práticas pedagógicas e didáticas que atendem requisitos de um processo educativo crítico, voltado para a responsabilidade social e política, não apenas preocupado com o conteúdo a ser ensinado, como com as técnicas de ensino e com a avaliação da aprendizagem (ROZENDO et al, 1999).

2.1 MUDANÇAS NO PERFIL PROFISSIONAL DO ENGENHEIRO E O IMPACTO NOS ESPAÇOS

Mudanças nos currículos dos cursos de engenharia e dos perfis dos engenheiros, que ocorrem regularmente, propiciaram momentos para, ou mesmo exigem alterações físicas dos espaços de ensino.

Os modelos dos edifícios construídos para espaços de aprendizagem nos últimos cem anos, tanto nas Américas como na Europa, seguem os padrões herdados da revolução industrial. Com a difusão do Taylorismo, nomeado pelas proposições do engenheiro mecânico norte-americano Frederick Taylor, a busca pelo aumento da eficiência com manufatura de linhas de produção em larga escala desencadeou a substituição do trabalho artesanal por tarefas fragmentadas, a fim de minimizar o nível de habilidades necessárias e o tempo de aprendizado por indivíduo nas linhas de produção (NAIR, 2014). Este padrão, baseado na economia de manufatura industrial, repercutiu nos projetos de espaços de ensino-aprendizagem e nos currículos de cursos para formação dos engenheiros.

3 Gilbert Light – Workshop “What is Active Learning” – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia COBENGE, 2015

Mas mudanças na profissão de engenheiro continuaram ocorrendo, com impactos nos cursos e nos espaços de ensino-aprendizagem. O *Professional Engineer* da primeira metade do século XX foi substituído pelo *Scientific Engineer* na sua segunda metade (TRYGGVASON & APELIAN, 2006, apud BLIKSTEIN, 2013). Blikstein (2013) aponta que, ao menos nos Estados Unidos, esta transição refletiu não só na redução das experiências de projetos de engenharia nas estruturas curriculares, mas também na educação fundamental. Até muito recentemente as ferramentas para criação e produção em muitos campos estavam ao alcance apenas dos que concentravam o capital (HATCH, 2014).

Novas demandas da sociedade, novas tecnologias, diferentes caminhos para o uso do conhecimento e o reconhecimento que tarefas antes monopolizadas por *experts* passaram a ser potencialmente acessíveis a todos. Um novo conjunto de habilidades e atividades intelectuais se tornaram cruciais para o trabalho, sociabilidade e cidadania.

De forma convincente, na Inglaterra, a transição mais lenta entre arte e artesãos prejudicou o progresso científico e refletiu na desvalorização do trabalho manual; *handwerk* tornou-se um termo pejorativo. As descobertas do século XIX sobre temas como acústica favoreceram o crescimento de oficinas na França e Alemanha com grande troca de conhecimento aplicados na produção de instrumentos científicos e musicais. Desde então o relativo significado de instrução divergiu para as máquinas, seus projetistas e seus usuários (GERSHENFELD, 2005).

Em um primeiro momento, segundo Gershenfeld (2005), o “fazer coisas” se tornou um negócio para engenheiros especializados. Com a revolução industrial e a instalação de teares mecanizados, a produção das tecelagens inglesas subiu de 50.000 peças em 1770 para 400.000 em 1800, e o aumento no número de empregados de 8,3 milhões para 14,2 milhões, entre 1770 e 1821. A automatização das máquinas possibilitava a contratação de mais empregados com menos habilidades. A divisão de trabalho entre pessoas e máquinas ficou mais evidente com a invenção do tear programável, por Joseph-Marie Jacquard. Os teares receberam um acessório para ler instruções gravadas em um cartão perfurado. As atividades dos artesãos que operavam os teares foram substituídas pelo trabalho de verificação do abastecimento de fios e cartões. Com efeito, nasce em 1793 na França, primeira escola de Engenharia do mundo, a *École Polytechnique*, inicialmente nomeada *l'École centrale des travaux publics*, para capacitar esse tipo de profissional. Também na Europa, com a criação do currículo de Design na *Bauhaus* em 1919 na Alemanha, o conjunto de princípios e técnicas do design passou a fazer parte do currículo de graduação (TEIXEIRA, 2002).

A história dos computadores, desde a lógica computacional de Alan Turing, segundo a qual instruções contidas em uma fita de papel eram lidas por um dispositivo e interpretadas de acordo com uma lista de regras, mudou a relação homem-máquina, e possibilitou, na primeira metade do século XX, a construção de dispositivos universais. Do outro lado do Atlântico, o *Electronic Numerical Integrator and Computer* (ENIAC) foi desenvolvido na universidade da Pensilvânia como esforços das forças armadas norte-americanas para criação de modelos matemáticos por John Von Neumann para a produção da bomba nuclear no Laboratório em Los Alamos, Novo México. Ele foi a primeira proposta de computador programável eletronicamente. Posteriormente o *Electronic Discrete Variable Computer* (EDVAC), com possibilidade arquivar dados e programas por processos eletrônicos foi finalizado no início da década dos anos 50, quando já estavam operando *storage-programs computers* nas universidades de Manchester e Cambridge. Neumann passou o resto de sua vida estudando como os computadores poderiam se auto-produzir, manipulando o mundo físico do lado de fora deles com a mesma agilidade que manipulam o mundo digital dentro deles (GERSHENFELD, 2005).

Como os *designers* poderiam dizer aos computadores como construir máquinas? Segundo Gershenfeld (2005) a resposta está no desenvolvimento da nova linguagem de programação para fazer o que ficou conhecido como *Computer-aided manufacturing* (CAM), conectadas a máquinas de controle numérico. A primeira máquina deste tipo *Automatically Programmed tools* (APT) funcionou em 1955 e se tornou disponível em um computador IBM 704, em 1958. Tinha os mesmos princípios teóricos da máquina de Turing, mas a APT podia fazer mover nas três dimensões um elemento real, uma ferramenta de corte.

Em 1960, o estudante Ivan Sutherland, supervisionado por Claude Shannon, combinando dois equipamentos criados no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), o computador TX-2 (que possuía transistores ao invés de tubos de vácuo) e a *light pen*, que possibilitava ao operador desenhar diretamente na tela do display, concebeu a o germe do Sketchpad Program, que tem como característica a leitura de formas criadas por um *designer* e a capacidade de transformá-las em figuras geométricas. Foi a primeira versão do *computer-aided design*, ou CAD (GERSHENFELD, 2005).

Vale destacar que avanço da tecnologia CAD impulsionou o aprimoramento de técnicas de modelagem física, que perderam espaço para os modelos digitais de representação. Por sua vez, limitações relacionadas à manipulação física dos modelos digitais resultaram no desenvolvimento de técnicas de prototipagem rápida [termo que será tratado adiante]

possível para a produção automatizada de maquetes a partir de modelos digitais (CELANI, 2015).

Do mesmo modo é importante salientar que as mudanças nesse cenário de inovações nos processos de produção anunciadas e reafirmadas por Anderson (2012) como “A nova revolução industrial” estão associadas a muitos outros fatores como a melhoria da usabilidade de ferramentas e equipamentos, cada vez mais potentes e economicamente acessíveis, a facilidade de acesso ao conhecimento, ao mercado e ao capital, o crescente interesse da sociedade por produtos de melhor qualidade, assim como o interesse de consumidores por saber como as coisas são produzidas (HATCH, 2014). Por meio de financiamento coletivo de projetos, nos sistemas de crowdfunding, ou fazendo parte de uma comunidade que fornecerá feedback sobre projetos desenvolvidos, o usuário final torna-se integrante do processo criativo de um novo produto (NEVES, 2014).

Metodologias de trabalho que há décadas são utilizadas por equipes de profissionais de profissões específicas e passam a ser compartilhadas com outras. Esse é o caso dos designers, que atualmente têm sua metodologia de trabalho difundida e utilizada como ferramenta estratégica, por profissionais de todas as áreas, inclusive a Engenharia. Não é incomum que designers possam ser encontrados nas salas de desenvolvimento de projetos, ou *board-rooms*, de algumas das mais progressivas organizações mundiais. Como processo de pensamento o design passou a tomar a frente, o chamado *design thinking* (BROWN, 2011). Segundo o professor Carlos Teixeira, da Parsons The New School for Design (EUA), para que o aprendizado do design aconteça, alunos devem estar engajados em atividades práticas sob orientação de um mentor, que tem a responsabilidade de apresentar problemas com diversos graus de complexidade ao longo de duração da disciplina. Para Teixeira, igualmente importante é a constante atividade de reflexão sobre as decisões tomadas e ideias concebidas, processo que chama de “Ideação” ou “*Ideation*”⁴.

Para David Kelley, professor da *D-School* e fundador da *IDEO*⁵ (EUA) que trabalha a metodologia para inovação que combina criatividade com abordagens analíticas e requer colaboração entre disciplinas, o *design thinking* baseia-se em métodos de engenharia e

4 Novas arquiteturas pedagógicas – apresentação Professor Dr. Carlos Teixeira na Universidade de São Paulo, 10/04/2014

5 ver: <https://www.ideo.com/>

design, combinados com idéias das artes, ferramentas das ciências sociais e conhecimentos do mundo dos negócios⁶.

A Internet democratizou tanto as ferramentas de invenção como de produção (ANDERSON, 2012). Publicações como as revistas *Wired* e *Make*, esta última sendo responsável pela explosão de uso do termo “*Makers*”, as plataformas de compartilhamento de ideias e troca de experiências, como *Instructables*⁷ e *Thingiverse*⁸, e plataformas de fabricação como *Shapeways*⁹ e *Ponoko*¹⁰ (NEVES, 2014) além de Yeggi e Github são exemplos dessas iniciativas, assim como o desenvolvimento de hardware com dispositivos como “Arduino” e outros microcontroladores, impressoras 3D de baixo custo e linguagens de programação acessíveis, que, segundo Martinez & Stager (2013), ao menos no contexto da educação de crianças nos EUA, têm profunda implicação nas práticas em sala de aula e na reforma na estrutura curricular das escolas.

E como estas transformações e tendências impactaram as práticas educacionais e os espaços físicos de ambientes de ensino e de aprendizagem formais e informais?

2.2 TENDÊNCIAS DE EDUCAÇÃO *MAKER*

Todas as transformações e tendências tecnológicas impulsionaram [e continuam a impulsionar] os ambientes de ensino-aprendizagem, sejam eles formais e não formais.

Segundo Vossoughi & Bevan, o Movimento *Maker* pode ser dividido em três categorias: a que engloba empreendedores e comunidade criativa; a que o considera como linha condutora do campo do conhecimento denominado STEM¹¹ (*science, technology, engineering, and mathematics*); e a do pensamento *Maker* como base de práticas de educação.

Na cultura norte-americana é mais evidente a associação entre atividades realizadas nos ambientes *makers* das instituições de ensino e as atividades realizadas nas residências,

⁶ David Kelley <http://dschool.stanford.edu/our-point-of-view/#innovators>

⁷ ver: <http://www.instructables.com>

⁸ ver: <https://www.thingiverse.com>

⁹ ver: <http://www.shapeways.com/>

¹⁰ ver: <https://www.ponoko.com/>

¹¹ ver: <http://porvir.org/stem>

como a manutenção de mobiliários, eletrodomésticos, carros e brinquedos. Sendo assim, o *Maker* tem um projeto em mente enquanto utiliza ferramentas e materiais para realizá-lo.

O conceito de *tinkering* (MARTINEZ & STAGER, 2013) é aplicado quando a abordagem e a solução de problemas acontecem por um “caminho divertido”, por meio de descobertas e experimentações conquistadas na prática. Os autores concluem que a engenharia, a qual extrai de experimentos os seus princípios, é a ponte entre a intuição e aspectos formais da Ciência, possibilitando explicar, mensurar e gerar previsões sobre o mundo. Segundo os autores a Engenharia é a aplicação de princípios científicos para projetar, construir e criar.

Como exemplificado por Gershelfeld ao relatar as experiências com as primeiras turmas da disciplina “*How To Make (almost) Anything*”, no *Center for Bits and Atoms*, MIT, no final dos anos 1990, o interesse dos alunos pela utilização de laboratórios de fabricação digital pode ser motivado por interesses pessoais e não necessariamente profissionais ou ligados à pesquisa. Com a utilização de máquinas para prototipagem rápida, os objetos, frutos de ideias de “coisas” que não existiam até então, tornaram-se palpáveis.

O processo de aprendizagem na disciplina do MIT era dirigido por demanda de conhecimento. Baseava-se em um modelo educacional “*Just-in-time*”, com as aulas suprindo as necessidades momentâneas dos alunos, em vez de o tradicional “*Just-in-case*”, no qual o aprendizado segue um currículo fixo com conhecimentos que poderão ser utilizados posteriormente ou não. Segundo Gershelfeld (2005), ao terem o domínio de uma nova capacidade, seja com uma máquina de corte ou saber programar um microcontrolador, os alunos têm um interesse, de transferir este conhecimento. Um ambiente de atividade *maker*, “mão na massa” ou “do fazer”, é um ambiente que suporta a presença de novatos e *experts* trabalhando lado a lado, auxiliando uns aos outros e trocando de papéis continuamente durante o processo de investigação e inovação (VOSSOUGH & BEVAN, 2014).

O aprendizado a partir da experimentação e exploração, com a incorporação do conhecimento pela prática, e domínio da linguagem de programação, é enfatizado nas teorias pedagógicas de Seymour Papert, considerado por Martinez & Stager, 2013, como sendo o “*father of the Maker Movement*”, que propôs um sistema educacional denominado construcionismo, a partir do construtivismo de Jean Piaget.

Na educação sócio-construtivista, os aprendizes são incentivados a identificar e resolver problemas que lhes sejam interessantes e úteis. Procura-se obter, com isso, um contexto significativo para a exploração dos tópicos curriculares. É a chamada “educação baseada em projetos”, onde mesmo as

aulas tradicionais encontram seu espaço, alternando-se com sessões mais práticas e participativas, nas quais os aprendizes propõem, analisam e discutem as diferentes soluções adotadas. (BURD, 1999)

O construcionismo de Papert compartilha a conotação do construtivismo de Piaget, da aprendizagem como a construção de estruturas cognitivas independentemente do contexto da aprendizagem, com a adição da ideia de que isso acontece melhor quando quem aprende está conscientemente engajado na construção de uma entidade pública, seja ela um castelo de areia na praia ou a teoria do universo (PAPERT & HAREL, 1991)

A filosofia do construcionismo é a base de trabalho dos *FabLabs*, rede internacional de laboratórios idealizada pelos pesquisadores do MIT no início dos anos 2000, e atualmente cobrindo um número significativo de países e instituições (CELANI, 2015). Porém, segundo Blikstein (2015), há um paradoxo na educação, pois quanto mais a realidade do mundo se aproxima das ideias visionárias de Papert, menos seu trabalho é lembrado.

A fabricação digital personalizada representa não só a criação de estruturas tridimensionais mas também a integração de lógica, sensores, atuadores e *display*, elementos necessários para compor um sistema completo de funcionamento (GERSHENFELD, 2005).

Prototipagem rápida e fabricação digital são termos usados na literatura para as diversas técnicas de produção automatizadas aplicadas à arquitetura e construção. Ao falar sobre novas tecnologias para produção automatizada para arquitetura e construção, Pupo & Celani (2009) apontam a falta de consenso entre os autores da área. Sendo assim, Celani (2015) apresenta as expressões “manufatura aditiva” para processos exclusivamente aditivos, nos quais acontece a sobreposição de camadas de um determinado material (em estado líquido, sólido ou em pó) para formar um objeto tridimensional, e “fabricação digital”, que inclui todos os outros processos de produção de um objeto a partir de um modelo geométrico digital. A autora aponta ainda que:

A distinção entre prototipagem e manufatura ou fabricação também acabou desaparecendo, pois atualmente muitos dos processos utilizados para a produção de protótipos são idênticos aos processos utilizados para a produção final de peças para a indústria. Isso levou alguns autores a se referirem ao conjunto dessas tecnologias como “materialização digital” ou, ainda, “tecnologias 3D”, sendo que esta última permite incluir também os sistemas de digitalização 3D, como os digitalizadores de toque e os *scanners a laser* (CELANI, 2015).

O dinamismo dos processos nas rotinas de aprendizagem em *makerspaces* e *hackerspaces*, dentro e fora de instituições, está mudando a natureza de como fazer as coisas, e essa mudança, e o impacto gerado na sociedade, constituem as principais

características apontadas sobre o Movimento Maker (HATCH, 2014). Há um consenso entre os autores consultados sobre a característica dos *makerspaces* como local onde o “fazer acontece em comunidade” (LITTS, 2015). Há na literatura tentativas de categorizar os locais para desenvolvimento de projetos com atividades “mão na massa”. Há na literatura o entendimento sobre a origem dos diferentes termos que nomeiam essas comunidades e ambientes interdisciplinares, mas não há consenso nos conceitos que os distinguem.

Holm (2014) usou como base as informações das páginas *web* e redes sociais de *makerspaces*, *hackerspaces* e *FabLabs* disponibilizadas nos diretórios listados por entidades como *hackerspaces.org*, *makerspace.com* e *fablab.io* para localizar os traços que distinguem e as semelhanças entre esses três tipos de organização, e aponta que vários aspectos desses ambientes são similares. Segundo o autor, sessenta e dois diferentes conceitos foram utilizados nas autodescrições das diferentes instituições, os quais ele agrupou em sete categorias: descrição do espaço, pessoas, atividades, negócios, educação, equipamentos e filosofia. Para o autor, a categoria em que há maior diferenciação entre as descrições dos três tipos de espaços estudados foi a educação. Nesse caso, como exemplo, o autor cita as descrições em diversos sites dos *FabLabs* as quais incluem conceitos associados com escolas, faculdades, universidades, com maior foco em estudantes, e que não aparecem nos conceitos descritos em *sites* de *hackerspaces*.

Diferentes termos foram criados para nomear espaços similares aos *hackerspaces*, nos quais acontecem atividades para desenvolvimento de projetos e prototipação de ideias, como espaços de *co-working*, laboratórios de inovação, *media labs*, *FabLabs*, *makerspaces*, *makerlabs*, *telecottages* e *medialabs* (MAXIGAS, 2012).

Makerspaces, assim como *hackerspaces* e *FabLabs*, são geralmente entendidos como oficinas comunitárias onde membros dividem ferramentas para realizar atividades com fins profissionais ou por *hobby*. Esses espaços atraem membros fornecendo ferramentas industriais e agrupando comunidades para dividir conhecimento, tempo e esforço para desenvolver projetos (HOLM, 2014).

A seguir são apresentadas algumas definições sobre os ambientes *makers* para prototipagem:

Makerspaces

O termo que denomina esses espaços do fazer, ou *Makerspaces*, foi registrado como o domínio URL (*Uniform Resource Locator*) da revista MAKE Magazine e popularizado em

2011 quando utilizado pela comunidade criativa do Olin College (EUA) para descrever os espaços de trabalho colaborativos da instituição (CAVALCANTI, 2013).

Um *makerspace* é um espaço para trabalho colaborativo que pode estar integrado a uma instituição de ensino ou biblioteca ou independente, instalado em espaços públicos ou privados. É um local para fazer coisas e aprender explorando e compartilhando o conhecimento com uso ou não de ferramentas tecnológicas. O público desses espaços são crianças e adultos, com perfil empreendedor ou não. A infraestrutura desses locais pode incluir impressoras 3D, máquinas de corte a *laser*, fresas e outras máquinas de comando numérico, ferros de solda e até máquinas de costura. Mas um *makerspace* não precisa incluir todas essas máquinas ou pode não ter nenhuma delas para ser considerado um *makerspace*. A mentalidade de criar alguma coisa do nada e explorar seus próprios interesses está no cerne de um *makerspace*.¹²

Hackerspaces

Os *hackerspaces* são espaços onde comunidades de programadores se encontram e compartilham interesses ao trocar conhecimentos sobre projetos de tecnologia com programação de dispositivos eletrônicos aplicados a protótipos físicos e reaproveitamento de *hardware* (CAVALCANTI, 2013). Os *hackerspaces* surgiram na Europa em meados dos anos 1980, ainda como *hacklabs*, ocupações com livre acesso a computadores e internet, geralmente com equipamentos montados com partes recicladas e com *software* não proprietário rodando em sistema GNU/LINUX (MAXIGAS, 2012). O primeiro *hackerspace* da Europa foi o C-Base, inaugurado em 1995, em Berlin. Nos Estados Unidos a cultura dos *hackerspaces* chegou no final dos anos 2000, quando em 2007 *hackers* norte-americanos visitaram o evento *Chaos Communication Camp* na Alemanha e, ao retornarem aos Estados Unidos, fundaram os *hackerspaces* NYC *Resistor*, *HacDC* e o *Noisebridge*.¹³ Cada *hackerspace* funciona com regras estabelecidas por um sistema de autogestão fundamentado na ética *hacker* que privilegia o respeito ao próximo. No *Noisebridge*, por exemplo, o princípio básico a ser seguido por seus membros é de que as decisões sejam tomadas com base na *do-ocracy*: “se você quer algo bem feito o faça, mas lembre-se que ao fazê-lo deve ser excelente com os outros”¹⁴.

Elementos tangíveis também fazem parte da revolução digital apontada pelo sociólogo francês Michel Lallement, ao comentar que nos *hackerspaces* acontece a conexão entre o mundo da informática e o mundo da produção¹⁵

¹² <https://www.makerspaces.com/what-is-a-makerspace/>

¹³ <http://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-FabLabs/>

¹⁴ <https://www.noisebridge.net/wiki/Do-ocracy>

¹⁵ <http://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2016/08/1799289-sociologo-frances-fala-sobre-a-revolucao-do-novo-faca-voce-mesmo.shtml>

Techshops

Techshop é o nome de uma marca registrada de um tipo específico de *makerspace*. É uma rede de oficinas “*Do it yourself*” ou “faça você mesmo” com acesso livre para usuários cadastrados. Os frequentadores pagam uma mensalidade e podem usar mais de trinta tipos de equipamentos, ferramentas e espaços como salas de reunião e de desenvolvimento, com treinamentos e agendamentos feitos previamente. Nos *Techshops* empreendedores, artistas, *makers*, professores e estudantes encontram-se para, juntos, aprender e trabalhar.¹⁶

FabLabs

Os *FabLabs*, laboratórios de fabricação digital, originaram-se diretamente do *Center for Bits and Atoms do MIT - Massachusetts Institute of Technology*, a partir das atividades da disciplina “*How to Make (Almost) Anything*” (GERSHENFELD, 2005). Desde 2002, os *FabLabs* como modelos de oficinas de fabricação digital têm se multiplicado por todo mundo, com mais de mil unidades listadas¹⁷ Segundo Gershenfeld, um *FabLab* hoje ocupa um espaço com elementos que pesam aproximadamente duas toneladas e custam por volta de cem mil dólares, incluindo scanners e impressoras 3D, maquinários de grandes formatos e alta precisão, máquinas de corte a laser e cortadoras de materiais controladas por computador, equipamentos para montagem de componentes eletrônicos em placas de circuito impresso, programação embarcada, ferramentas digitais para desenvolvimento de desenhos e trabalho colaborativo. Com essa infraestrutura é possível produzir e “customizar” produtos que até então eram produzidos em larga escala, como eletrônicos ou móveis¹⁸. Os *FabLabs* são plataformas de inovação colaborativa, facilitam a abertura e a conexão entre as pessoas e organizações. Cada *FabLab* possui um conjunto padronizado de máquinas de comando numérico comum a toda rede, o que permite a replicar os processos desenvolvidos nos laboratórios, independente de sua localização (NEVES, 2014). A autora elenca alguns dos principais pontos para entendimento da rede mundial de laboratórios:

- a abertura para o público pelo menos uma vez na semana para democratização do acesso às ferramentas e máquinas;
- o respeito à *Fab Charter*¹⁹ e sua fixação no espaço do laboratório (a *Fab Charter* é uma carta escrita em conjunto pelos primeiros *FabLabs* e reestruturada em 2012);

¹⁶ <http://www.techshop.ws/>

¹⁷ <https://www.fablabs.io/>

¹⁸ <http://news.mit.edu/2016/3-questions-neil-gershenfeld-fab-labs-0104>

¹⁹ <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/>

- o compartilhamento de ferramentas e processos, documentação e arquivos, possibilitando se replicar projetos desenvolvidos;
- a participação ativa da rede de laboratórios como uma comunidade para compartilhamento de conhecimento, com encontros anuais, parcerias com participação em *workshops* e concursos e videoconferências (os equipamentos de videoconferência fazem parte do conjunto de ferramentas padronizadas para todos os laboratórios da rede).

Celani & Pupo (2010) acrescentam que o uso de laboratórios de fabricação digital por estudantes de graduação conduz a melhores resultados se distribuído ao longo do tempo de duração das disciplinas, seguindo o ritmo contínuo do processo de seus projetos e pesquisas. Os alunos envolvidos geralmente desenvolvem séries de experimentos usando tecnologias disponíveis, o que otimiza seus usos.

As atividades “mão na massa” ou *hands-on*, e a incorporação da arte aos currículos de STEM para STEAM (*science, technology, engineering, art and mathematics*), ampliaram a utilização de espaços equipados para produção de protótipos, refletindo positivamente nas habilidades dos alunos, tanto em capacidades técnicas tais como operar máquinas, soldar componentes, programar computadores e fazer cálculos, entre outras *hard skills*, quanto em habilidades cognitivas, relacionadas a aspectos de personalidade (*soft skills*), que possibilitam a resolução de problemas, construção de pensamento crítico e produção de trabalho colaborativo, habilidades atribuídas aos alunos do século XXI (VOSSOUGH & BEVAN, 2014).

As habilidades cognitivas são capacidades que fazem o indivíduo competente e que lhe permitem interagir simbolicamente com seu ambiente. Essas habilidades formam a estrutura fundamental do que se poderia chamar de competência cognitiva da pessoa humana permitindo discriminar entre objetos, fatos ou estímulos, identificar e classificar conceitos, levantar/construir problemas, aplicar regras e resolver problemas. Elas estão na base dos processos de transferência que propiciam a construção continuada da estruturação de processos mentais cada vez mais complexos na direção da construção/reconstrução de estratégias (GATTI, 1997).

Segundo Boys (2015), ao apresentar os princípios do conectivismo ressalta que diferentes abordagens e habilidades pessoais são necessárias para que efetivamente se aprenda na sociedade atual, entre elas a habilidade de reconhecer conexões entre diferentes campos, ideias e conceitos é uma habilidade fundamental (*core skill*).

Complementarmente, o desenvolvimento de inovadoras iniciativas de ensino, mais interativas, informais e sociais são desafios para espaços como auditórios, salas de aula e laboratórios convencionais [de ciências e informática, por exemplo].

A configuração dos espaços interfere no aproveitamento e aprimoramento das habilidades de quem aprende. No sistema da inteligência humana a memória de trabalho produz um fenômeno de foco de atenção, o qual depende do equilíbrio entre a coerente atenção aos objetivos e a flexibilidade de adaptação ao que ocorre no ambiente. [...] Na discussão sobre como desenvolver um sistema de aprendizado, Simon (1980) aponta como conhecimento específico é arquivado na mente, organizado em uma lista estruturada de memórias associativas para o acesso efetivo.

A inteligência está intimamente relacionada com adaptabilidade, com a resolução de problemas, aprendizado e evolução. A ciência dos sistemas inteligentes tem que ser a ciência dos sistemas adaptativos, com tudo que implica as dificuldades de se encontrar as genuínas invariantes. A ciência cognitiva é a ciência do artificial, basicamente uma ciência empírica. Ela está preocupada com um fenômeno que pode ser diferente do que é e que estará continuamente sendo alterado, à medida que se adapta às exigências de seus ambientes (SIMON, 1980).

Planejar um projeto de espaço criativo e listar tudo que fará parte dele é só uma parte da formação de um ambiente de ensino-aprendizagem. Criar um projeto de espaço intelectual é a outra parte; os alunos precisam acreditar que são inventores e criadores e o papel do professor [ou tutor] é fundamental para manter o espírito e o clima do espaço favoráveis a condução da criatividade (MARTINEZ & STAGER, 2013).

Os laboratórios de fabricação digital vêm se tornando cada vez mais comuns nos centros de pesquisa. Originalmente pensados para atender às áreas de desenvolvimento de produtos para a indústria, esses equipamentos eram, inicialmente, utilizados apenas por engenheiros e *designers*, exigindo conhecimentos específicos de mecânica, eletrônica e até de química para sua operação. No entanto, com o desenvolvimento de máquinas cada vez mais fáceis de utilizar e que exigem menos manutenção, o único tipo de conhecimento que ainda é necessário é o da geometria e da operação dos sistemas de modelagem geométrica (CELANI, 2015).

2.3 MÉTODOS PEDAGÓGICOS E ESPAÇOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

A pesquisa sobre a influência dos espaços para o desenvolvimento de competências dos estudantes, em sintonia com o aumento da diversidade de atividades pedagógicas, mostra que alunos tendem a sentir-se animados em frequentar aulas nas quais a rotina é quebrada pela diferenciação e variedades de técnicas de aprendizagem (MASETTO, 2007).

A palavra pedagogia tem origem grega, com a união das palavras *paidós* (criança) e *agogós* (condutor), mais amplamente, aquele que ajuda a conduzir o ensino. No plano da educação formal, no qual a escola e o seu contorno físico assumem papel central, em uma discussão sobre a escola ideal, as teorias pedagógicas devem ser discutidas de maneira multidisciplinar, abordadas juntamente com outros aspectos incluindo o aluno, o

professor a área de conhecimento, a organização dos grupos e a escola como instituição e lugar. (KOWALTOWSKI, 2011).

Para que a cultura dos cursos de graduação baseados em estudos majoritariamente individuais seja mudada, é necessário que o aluno perceba a importância da preparação antes das aulas e as conseqüências do seu não cumprimento (MASETTO, 2007). Há mais de cem anos prevalecem, em paralelo, o aprendizado centrado no professor e o aprendizado centrado no aluno. Ao menos nos Estados Unidos, o aprendizado centrado no professor ainda predomina como método pedagógico nas instituições de ensino, estabelecendo o papel do professor como quem direciona o aprendizado do aluno, enquanto que, no aprendizado centrado no aluno, esse tem participação ativa nas atividades e professor atua como um facilitador (NAIR, 2014).

Um exemplo de prática pedagógica pertinente a essa mudança é chamada de *Flipped Classroom*, ou sala de aula invertida, na qual alunos têm o primeiro contato prévio com a teoria fora da sala de aula e usam o horário de aula para fazer o trabalho considerado de assimilação do conhecimento, às vezes pela resolução de problemas, ou por discussões e debates²⁰. Essa prática pode ser combinada ao ensino híbrido, ou *blended learning*, definição para atividades de ensino-aprendizagem que mesclam práticas de pelo menos cinco diferentes dimensões de aprendizado presenciais e realizadas a distância (SINGH, 2003), como leitura de textos e visualização de produções de vídeo compartilhadas na internet.

Outros exemplos de abordagens mais interativas (BOYS, 2015) que atendam grupos maiores de alunos, associando práticas pedagógicas, tecnologia e design são: TALE – *Technology-enabled active learning inovação realizada em salas de aula para disciplinas de Física do MIT pelo professor John Belcher*²¹ e sua equipe no final dos anos 1990, baseada no SCALE-UP, *Student Centered Active Learning Environment with Upside-down Pedagogies* (quando criado o significado do acrônimo era outro: *Student-Centered Activities for Large-enrollment Undergraduate Programs*). Foi desenvolvida por Robert Beicher na Universidade Estadual da Carolina do Norte. O fundamento principal dessa prática é interação entre os alunos. Baseada nos princípios sociais cognitivos de Vygostsky, promove a discussão e o debate, estimulados por sua configuração espacial característica, desafiando os alunos a trabalhar a síntese e avaliação, níveis elevados da

²⁰ ver: *Center of Teaching - Flipping the classroom* - <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/flipping-the-classroom/>

²¹ <http://web.mit.edu/edtech/casestudies/teal.html>

Taxonomia de Bloom²². A sala de aula de *SCALE-UP*, segundo Oblinger (2006), tem a aparência amigável de um restaurante, é composta por mesas redondas para dois grupos de três alunos, com um ou mais computadores portáteis (*laptop*) conectados à internet por equipe. Materiais e equipamentos de laboratório são disponibilizados em armários e bancadas ao redor da sala para experimentos e atividades apresentadas pelos professores e assistentes (instrutores) em monitores de vídeo, dispostos em pontos estratégicos da sala para que sejam vistos por todos. Cada aluno tem seu nome exposto em um *display* na mesa. Quadros brancos revestem as paredes da sala para que todos os grupos compartilhem suas opiniões sobre as tarefas, e quadros brancos portáteis possibilitam esse compartilhamento entre membros das mesmas equipes.

Os conceitos desse modelo pedagógico de aprendizagem ativa com engajamento entre alunos são valorizados em atividades nas quais eles podem testar suas habilidades, aplicar seus conhecimentos e interagir com os pares, em ações “mão na massa”. A partir de certos níveis de sua adoção, faculdades e universidades precisam passar a ter um olhar cuidadoso com os espaços físicos das classes, para garantir que suportam estes tipos de trabalho ativo e colaborativo comum nas *flipped classes*²³.

Segundo a publicação *Flipped Learning Network* (FLN, 2014), *Flipped Classroom* não é o mesmo que *Flipped Learning*. Professores podem inverter as atividades, incentivando a leitura de textos ou a visualização de vídeos antes das aulas, mas para estar engajado com o modelo de *Flipped Learning*, segundo a publicação, é necessário incorporar os quatro pilares em suas práticas: ambientes flexíveis, cultura de aprendizagem, conteúdo intencional e professor-educador.

Vale destacar a prática pedagógica proposta pelo professor Eric Mazur, em suas aulas do departamento de física da *Harvard University*, ao utilizar a técnica denominada *Peer Instructions* ou aprendizado por pares (MAZUR, 2015). Mesmo sendo um professor com aulas tradicionais bem avaliadas pelos alunos, o autor desenvolveu essa técnica para aprimorar as aulas de Física tornando-as mais desafiadoras e com envolvimento ativo dos estudantes em sala de aula. Os principais objetivos dessa técnica são provocar discussão e interação durante as aulas expositivas, enfatizando a compreensão e colaboração. Utiliza a preparação prévia dos alunos fora da sala de aula, característica da

22 Taxonomia dos objetivos educacionais. Sistema de classificação de metas e objetivos educacionais para três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor. Segundo Gilbert Light – Workshop What is Active Learning – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia COBENGE, 2015 as práticas pedagógicas devem enfatizar os níveis mais complexos da hierarquia de domínios cognitivos da Taxonomia de Bloom: análise, síntese e avaliação.

23 Educause - Seven things you should know about flipped classrooms - <http://www.educause.edu>

flipped classroom, e instrumentos que mantêm o dinamismo das aulas, como sistemas pessoais de respostas (*clickers*), testes de leitura, questionários e provas.

Como contraponto, embasado por pesquisa e teorias cognitivas de aprendizados, Blikstein (2015) sustenta que o aprendizado da teoria é muito mais eficaz se ele acontece depois que a curiosidade é despertada no aluno. A eficácia do modelo *flipped classroom* é questionada pelo autor, que realiza experimentos utilizando tecnologias avançadas para coletas de informações sobre resultados do aprendizado *maker*. Estes estudos, denominados *flipped flipped classroom*, são desenvolvidos com seu grupo no *FabLab@school*, da Faculdade de Educação de Stanford, e ainda que voltados ao ensino K-12²⁴, são importantes referenciais no que diz respeito ao desenvolvimento de pesquisa acadêmica quantitativa e qualitativa sobre o impacto das aplicações dessas novas tecnologias nos espaços e do aprendizado *maker* na Educação²⁵. Schneider & Blikstein (2015) ressaltam o recente advento das novas tecnologias de robótica educacional de baixo custo e de fabricação digital, e mostram que os ambientes de programação amplificaram o debate sobre abordagens construtivistas na Educação, como exploração, construção e descoberta no processo de ensino/aprendizagem.

A criação virtual de ambientes colaborativos, possível em plataformas para gerenciamento de cursos e também em *games*, são técnicas utilizadas para troca de conhecimento acadêmico e colocam seus participantes em situações simuladas que propiciam o desenvolvimento de várias habilidades. Um exemplo são os *Hubs Network*, ambientes virtuais nos quais alunos de diferentes locais do mundo encontram-se para desenvolver projetos de arquitetura. Esses projetos fazem parte do programa do departamento de Engenharia Civil e Ambiental de *Stanford University* (EUA), coordenado pela professora Renate Fruchter do P⁵BLLAB²⁶.

As tecno-pedagogias ampliam o processo de formação do homem que é essencialmente tecnológico. Os jogos eletrônicos podem potencializar a junção entre ludicidade e educação, no contexto da tecnologia digital e da Internet (YANAZE, 2012). Há técnicas como *role playing*, na qual os alunos assumem diversos papéis, com demandas por diferentes especialidades dentro de uma organização fictícia, para solucionar um problema proposto (MASETTO, 2007).

24 Aprendizagem mão na massa - apresentação Professor doutor Paulo Blikstein Transformar 2015

25 Equivalente no Brasil ao Ensino fundamental I e II, segundo a lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), N° 9.394, de 20 de dezembro de 1996, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm

26 *Global Teamwork 3.0* - Apresentação da Professora Renate Fruchter em visita a Escola Politécnica da USP, 21/05/2013

Segundo Masetto (2007), o uso da aula expositiva para transmitir informações não é aconselhável pois favorece a passividade do aluno, que não precisa trabalhar para aprender e incentiva a reprodução da informação, além de ter, segundo o autor um limite de tempo de vinte a trinta minutos, durante os quais o aluno estará atraído pela explanação do professor. Sobre as técnicas utilizadas para ensino, o autor conclui que:

Podem colaborar para que o aluno desenvolva valores pessoais, profissionais e de cidadania, quando assumem seu processo de aprendizagem, desenvolvem responsabilidade pelo trabalho individual e coletivo, relacionam o que aprendem com sua vida profissional real e concreta, discutem as questões éticas e culturais que envolvem o exercício de sua profissão, discutem seu compromisso com outros valores humanos e sociais, além dos princípios tecnológicos para tomadas de decisão [...] (MASETTO, 2007).

Feedbacks contínuos de avaliação são positivos pois permitem que se aprenda com a correção dos erros durante o processo de aprendizagem, relacionando a avaliação com todas as atividades (MASETTO, 2007).

As diferentes práticas nas aulas requerem espaços apropriados. Para Kowaltowski (2013), a educação de qualidade depende de um ambiente de ensino [e aprendizagem] com um grande número de componentes que devem trabalhar em sintonia com o objetivo de aprofundar e ampliar o aprendizado dos alunos. A autora aponta que a flexibilidade do uso dos espaços garantida pela flexibilidade do projeto possibilita o desenvolvimento de atividades educacionais na sua diversidade, que na maioria das vezes demandam aumento na área útil.

Habilidades adquiridas com trabalho em equipe são particularmente necessárias para profissionais no campo da engenharia, no qual diversas equipes devem trabalhar juntas para resolver problemas complexos (TZOUANAS, 2011). As atividades realizadas nas práticas de aprendizagem baseadas em problemas e baseadas em projetos são comparadas por Mills & Treagust (2003) e apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 – Aprendizagem baseada em problemas x aprendizagem baseada em projetos

Aprendizagem baseada em problemas	Aprendizagem baseada em projetos
<ul style="list-style-type: none"> • Tarefas menos próximas a realidade profissional; • Duração mais curta, tarefas finalizados em até poucas semanas; • Mais dirigidas a aquisição do conhecimento; • Nem sempre estão associadas a uma disciplina específica, podem ser multidisciplinares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarefas mais próximas a realidade profissional; • Maior duração; • Mais dirigidas a aplicação do conhecimento; • Geralmente estão subordinadas a disciplinas dos cursos; • Importância ao gerenciamento de tempo e recursos e definição de papéis e tarefas de cada aluno; • Intensa autonomia dos alunos.

Fonte: MILLS & TREAGUST (2003)

Em contraste com o caráter formal dos auditórios e salas de aula, os espaços de aprendizado têm que oferecer liberdade de acesso e interação com os pares; estão associadas a novas formas de conteúdo, menos estruturados e mais sociais e informais. Isso devido a capacidade dos alunos de produzir e disponibilizar os conteúdos, por vídeos, *blogs*, comunidades virtuais e outras formas de expressão digital. De acordo com Obinger (2006), os espaços devem estar preparados para contribuir com os possíveis tipos de encontros com o aprendizado. Há valor no aprendizado resultante de um encontro informal, assim como resultante de atividades *hands-on* e aprendizagem ativa ou de discussões ou reflexões.

Por que repensar os espaços de aprendizagem? Devem ser abordadas, questões como:

- os tipos de espaços (conceitual, físico, virtual, social ou personalizado);
- as relações entre a natureza destes espaços e como eles impactam nas atividades de aprendizado;
- os diferentes espaços em que as atividades de aprendizado são realizadas;
- a falta de efetividade dos diferentes tipos de espaços de aprendizado (BOYS, 2011).

Há reflexão sobre melhorias das experiências de aprendizagem e as demandas de mudanças tanto em conceitos pedagógicos quanto em espaços físicos e virtuais, considerando-se espaços não convencionais, como cafés, áreas de convivência e circulação, como possibilidade de locais para troca de conhecimento. Informações sob três principais temas para discussão são apresentadas pela autora:

- Como é a visão da relação entre espaço e aprendizagem para os profissionais das principais disciplinas envolvidas: arquitetos, educadores e planejadores, mostrando como separar as várias suposições e discursos ao redor do assunto;

- Como é feito o mapeamento e a avaliação das relações entre os espaços e suas ocupações, para entender melhor as diferenças entre os aspectos sociais e espaciais de ensino, aprendizagem e pesquisa, por meio de uma variedade de escalas, e para considerar suas implicações no projeto de arquitetura;
- Como explorar possibilidades, propostas e exemplos de estudos de caso de caminhos inovadores e criativos para articulação da intersecção entre ensino, pesquisa e desenvolvimento e projeto e ocupação dos espaços (BOYS, 2011).

Segundo Boys (2011), outros debates importantes devem ser considerados, com relação aos espaços para ensino e aprendizagem, além de questões de projeto, como a reflexão sobre a importância do questionamento de pontos considerados mitos, como por exemplo: espaço formal e informal são binariamente opostos; melhorias podem ser obtidas com o desenvolvimento inovador de ambientes de aprendizagem físicos e virtuais flexíveis; aprendizagem formal é ruim porque é de uma via só de transmissão de conhecimento, do professor para o aluno, entre outros.

Um dos conceitos que valoriza os espaços informais é o de currículo oculto, ou *hidden curriculum*, que são conteúdos que são ensinados e aprendidos de forma não explícita nas relações interpessoais que se constroem na instituição (IAVELBERG, 2009).

Uma das mudanças dos ambientes de aprendizado do século XX para o século XXI é a transformação de salas de aula convencionais em estúdios, ou *learning studios*, que são, segundo Nair (2014), salas de aula redesenhadas para aumentar o número de modalidades de aprendizado que podem ser acomodadas entre quatro paredes. Como em uma sala voltada para um jardim de infância, a sala de aula deve ser equipada como um centro de aprendizado para diferentes atividades.

Um exemplo de operação,—analisada por Oblinger (2006), é a do espaço multiuso *Flyspace*, da *North Carolina State University* (EUA), um recurso que pode ser usado por alunos, funcionários e professores. É uma sala compacta e modular para uso de cinco ou seis alunos. O custo da infraestrutura tecnológica para a montagem da sala não é alto. É composta de uma mesa para seis pessoas, dois computadores (*desktop*) com telas acopladas a braços articulados e conectividade (dados, áudio e vídeo) para até quatro *laptops*. Uma tela de projeção com *display* permite o compartilhamento das telas dos usuários. O suporte da sala é feito por estudantes contratados pela instituição, que cuidam também do aprimoramento tecnológico das salas. Os problemas reportados por usuários por sistema de controle via *web* são solucionados em no máximo uma hora.

Outro ponto relevante para o projetos dos espaços são os valores culturais das instituições. O impacto do espaço no comportamento de usuários de um determinado

ambiente é tratado por David Kelley como base para expressão dos valores culturais de uma instituição. O autor apresenta a importância do espaço físico com exemplos da concepção da *D.School*, cuja missão é fomentar a transformação pessoal²⁷. O edifício utilizado pelos cursos de *Design* e Engenharia da *Stanford University* (EUA). O espaço aparece como um elemento crítico para criação de diferentes tipos de ambientes educativos devendo ser capazes de nutrir um ambiente de confiança e criatividade entre os estudantes. O espaço físico como algo a ser pensado como um instrumento para inovação e colaboração, não para ser apresentado e aceito como solução definitiva.

A possibilidade da reconfiguração das relações entre os espaços físicos de uma instituição é um indício de que a participação dos usuários nas decisões é bem-vinda. George Kembel (DOORLEY & WITTHOFT, 2012) descreve que, inicialmente, na *D. School*, os espaços eram usados como suporte às atividades pedagógicas centradas nos usuários. Os autores também reforçam a importância de se prototipar o futuro espaço a ser ocupado, e que o mesmo deve ser continuamente repensado, adaptado e envolvido, mesmo depois da ocupação. Os espaços podem ser caminhos para transformar comportamentos e não apenas existirem como instalações de projetos ou como troféus para as instituições. Segundo os autores, a escolha por desenhos de mobiliário com assentos não tão confortáveis e mesas relativamente pequenas com propósito de evitar longas reuniões é um exemplo da interferência dos espaços e equipamentos no comportamento dos usuários.

2.4 COMENTÁRIOS

Esse capítulo apresentou fatores significativos da evolução tecnológica e cultural como cenário e também como personagens das mudanças que vêm ocorrendo nos espaços de ensino de Engenharia, com ênfase nos ambientes de ensino norte-americanos. Da revolução industrial aos *hackerspaces*, *makerspaces*, *techshops*, e *FabLabs*, muitas foram as mudanças associadas a manufatura de produtos e o papel de seus projetistas e os consumidores. Retomando o que escreve Boys (2011), embora a maioria dos profissionais de projeto tenham o domínio de sua prática, o fato de se repensar [e refletir de maneira crítica] as relações entre a arquitetura e a ocupação dos espaços pode desafiar o senso comum da arquitetura como responsável pela mudança social e posicioná-la como uma das partes de um processo social e espacial. Assim como a interferência da experiência dos usuários no processo de produção dos produtos tem mudado, em se tratando dos ambientes construídos para ensino-aprendizagem, os projetos de concepção e

²⁷ Stanford Magazine, 2011, disponível em http://triplehelix.stanford.edu/images/Sparks_Fly.pdf

transformação dos espaços físicos para receber estas atividades devem ser resultantes de amplos debates, com engajamento de todas as partes interessadas sobre as complexas relações sociais e espaciais que os permeiam e não desenvolvidos e apresentados como soluções prontas para os problemas.

3 MÉTODOS DE PESQUISA

Após a revisão bibliográfica feita no capítulo anterior, este capítulo detalha os demais métodos de pesquisa empregados para a elaboração do trabalho:

- estudos de caso, envolvendo visitas técnicas a ambientes alinhados com o objetivo da pesquisa e entrevistas com partes envolvidas (stakeholders) - resultados são apresentados no Capítulo 4;
- participação da pesquisadora em atividades didáticas (monitoria) em disciplinas que empregam estratégias ativas de ensino-aprendizagem realizadas em ambientes alinhados com o objetivo da pesquisa;
- aplicação da documentação produzida (ferramenta) para realização de proposta de intervenção em espaços de cursos de engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (resultados são apresentados no Capítulo 6):
 - adaptação de sala de aula convencional, concepção de projeto básico para reforma da oficina, concepção do projeto básico da sala de projetos e concepção das propostas de operação e uso dos espaços do InovaLab@POLI, no Edifício José Otávio Monteiro de Camargo (Engenharia de Produção);
 - concepção e projeto básico para reforma da oficina de eletrônica do InovaLab@POLI, concepção de sala de aula para PBL e propostas para operação e uso de espaços do Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas da Universidade de São Paulo - CITI USP;
 - concepção de estudo preliminar para reforma da sala de projetos do curso de engenharia mecatrônica (Prédio de Engenharia Mecânica e Naval);
 - concepção de estudos preliminares para espaços do Edifício Paula Souza para os cursos de engenharia civil e de engenharia ambiental englobando propostas para salas de aula para PBL, sala de projetos, oficina e espaço para estudos e exposições de trabalhos de alunos. Também resultaram em propostas para operação e uso.

3.1 ESTUDOS DE CASO - VISITAS TÉCNICAS E ENTREVISTAS

Definiu-se como estratégia o estudo de caso com a intenção de lidar com condições contextuais contemporâneas e reais pertinentes à pesquisa (YIN, 2005). Buscou-se referências internacionais de destaque de ambientes em instituições de ensino formal e não formal e instituições corporativas, bem como iniciativas de instituições brasileiras que alteraram a infraestrutura física dos ambientes para adequá-los às necessidades de implementação atividades colaborativas e metodologias de ensino de aprendizagem ativa.

Durante as visitas aos espaços, as informações foram obtidas com base nos fatores que nortearam a pesquisa e definiram o desenvolvimento do projeto de estudo de caso:

- descrição do espaço (localização e informações gerais);
- propósitos de uso dos espaços;
- controles de acesso e permissões de uso das dependências e equipamentos;
- gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança e limpeza dos espaços.

Não foram feitos levantamentos quantitativos de equipamentos e mobiliário em todos os espaços. Foi definida uma tipologia como síntese e proposição de estudo de caso (YIN, 2005) dos espaços visitados, definindo quatro ambientes de ensino-aprendizagem. As informações obtidas nas visitas aos espaços estão apresentadas no texto distribuídas por essa tipologia definida (exceto nos casos das visitas aos espaços corporativos, que foram descritos sem seguir este critério de distribuição).

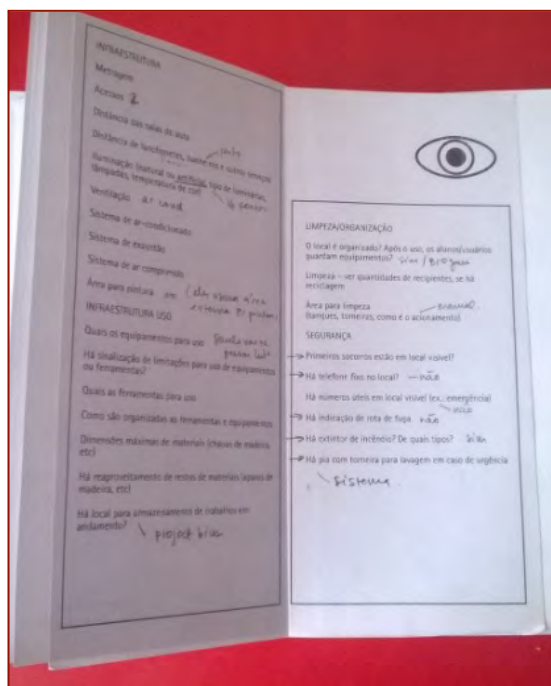
- sala de projetos;
- sala de aula para PBL;
- oficina;
- espaços adjacentes:
 - sala de estudos - ambientes destinados a leitura, estudo em equipe;
 - sala multiuso - espaço para uso de atividades diversas;
 - espaço para exposições - espaços para arquivamento e exposição de trabalhos;
 - espaço para descanso;
 - espaço para lazer e encontros;
 - espaço para alimentação.

Dentre os ambientes estudados, há espaços utilizados pelos alunos das duas disciplinas abordadas na pesquisa, laboratórios, oficinas, salas de aula, *makerspaces* e espaços corporativos. Como referências para o desenvolvimento da pesquisa foram visitados espaços no Brasil e exemplos internacionais, além de dois *makerspaces* não vinculados a instituições de ensino e de um ambiente corporativo, todos eles nos Estados Unidos.

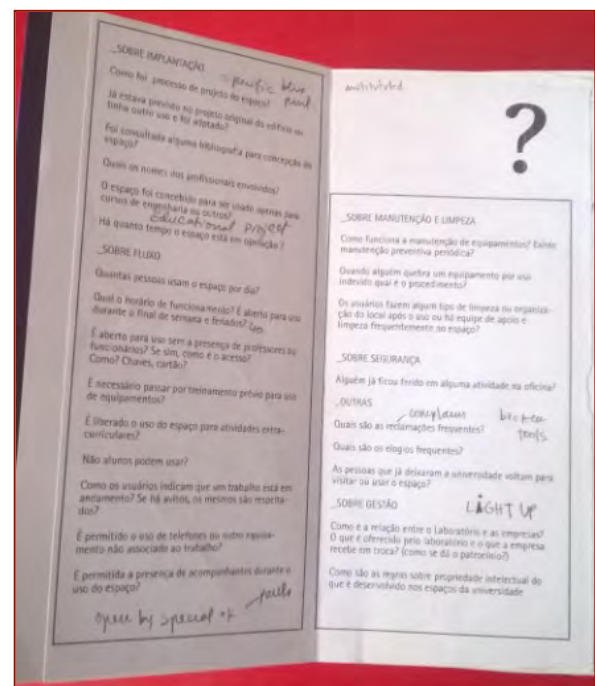
Em parte dos locais visitados foram entrevistados profissionais que se relacionam com os espaços, em sua concepção ou em sua administração. Estas entrevistas foram fontes de informações sobre aspectos da operação e uso dos espaços visitados. Como material de apoio para as visitas foram criadas duas fichas, uma delas para guiar os questionamentos e outra para guiar as observações (ver Figura 2 e apêndices 2 e 3).

Para identificação das estratégias adotadas para o levantamento de informações nas aplicações da ferramenta foi criado um modelo de quadro, apresentado na figura 3. O capítulo 6 apresenta estes quadros preenchidos conforme as estratégias utilizadas para cada uma das aplicações da ferramenta realizadas na Escola Politécnica da USP.

Figura 2 - Fichas de apoio para entrevistas e visitas aos espaços em instituições
a) O que observar | b) O que perguntar



(a)



(b)

Figura 3 - Modelo de quadro para identificação das estratégias adotadas para o levantamento de informações nas aplicações da ferramenta

	Análise de documentos	Visitas	Questionários	Entrevistas Reuniões	Observação Doc. fotográfica
ROTEIRO 1 Análise de estrutura curricular					
ROTEIRO 2 Análise da Edificação					
ROTEIRO 3 Análise de infraestrutura e uso					

Espaços visitados, as datas das visitas e os profissionais consultados durante a visita:

3.1.1 Califórnia – Estados Unidos da América

Instituições acadêmicas visitadas nos EUA foram:

- *D.School Institute of Design at Stanford (Stanford University)*

Data da visita 03 a 05/05/2014

Larry Leifer - *Professor of Mechanical Engineering;*

- *Product Realization Lab (Stanford University)*

Data da visita 04/06/2014

Craig Milroy - *Product Realization Lab Director;*

- *FabLab at School (Stanford University)*

Data da visita 27/05/2014

Professor Paulo Blikstein - *Assistant Professor*

Brogan Miller - *Colaborator (Lab Manager/engineer/designer);*

- *Citris Invention Lab (University of California at Berkeley)*

Data da visita 30/05/2014

Mark Oehlberg - *Lab Manager*

Chris Myers - *Lab Manager;*

Instituições não acadêmicas visitadas nos EUA foram:

- *Techshop*

Data da visita 05/06/2014

- *Hackerspace Noisebridge*

Data da visita 05/06/2014

- *Google Mountain View*

Data da visita 02/06/2014;

Troy Chinen, Vivek Kwatra – *Researchers*.

3.1.2 São Paulo –Brasil

Instituições acadêmicas visitadas no Brasil (São Paulo) foram:

- InovaLab@POLI da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Espaços de ensino-aprendizagem (hubs) do InovaLab@POLI

frequentados entre fevereiro de 2014 e dezembro de 2015

Profissionais consultados sobre os assuntos da pesquisa:

Professor Doutor Eduardo Zancul e Professora Doutora Roseli de Deus Lopes;

- CITI USP da Universidade de São Paulo

Espaços do CITI USP frequentados como pesquisadora

colaboradora do laboratório durante o período da pesquisa.

Profissionais consultados sobre os assuntos da pesquisa

Professor Doutor Marcelo Zuffo e *Professora* Doutora Roseli de Deus Lopes;

- Sala para *SCALE-UP* do Instituto de Física da Universidade de São Paulo IF-USP

Profissionais consultados sobre os assuntos da pesquisa: Professor Doutor Marcio

Varella e Professor Doutor André Vieira. Datas das visitas 01/06/2015 e 09/03/2016;

- Laboratório de Modelos e Ensaios LAME da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo FAU-USP.

Profissional consultado sobre os assuntos da pesquisa: Professor Doutor Artur

Rozestraten. Data da visita 04/03/2015;

- Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas - LAPAC UNICAMP.

Profissional consultado sobre os assuntos da pesquisa: Professora Doutora Gabriela Celani. Data da visita: 14/12/2015;

- *FabLab* Insper - Instituto de Ensino e Pesquisa.

Profissional consultado sobre os assuntos da pesquisa: Professor Doutor Vinicius Licks. Data da visita: 13/08/2014;

- Sala Nvidia e HP da ESPM - Escola Superior de Propaganda e Marketing.

Profissional consultado sobre assuntos da pesquisa: Professor Doutor Flávio Marques. Data da visita: 07/08/2014.

Instituições não acadêmicas - Brasil:

- Inovateca Itaú.

Profissional consultado sobre os assuntos da pesquisa: Engenheiro Ivan Passos. Data da visita: 27/09/2013.

Os estudos dos espaços são apresentados no Capítulo 4.

3.2 ACOMPANHAMENTO DE DISCIPLINAS

Foram realizados pela pesquisadora acompanhamentos de disciplinas que utilizam diferentes espaços físicos, nos quais foi possível observar como os espaços são utilizados pelos alunos durante as diferentes atividades. As disciplinas acompanhadas, no papel de monitora, foram:

- Disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos (código 0303410), optativa do curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP.

O acompanhamento desta disciplina foi realizado com a participação durante as atividades da pesquisadora como monitora. Foi realizada coleta de dados sobre a utilização dos espaços pelos alunos com o uso de protocolo quinzenal no primeiro semestre de 2014 (Apêndice 1). Nessa disciplina, alunos trabalham em equipes multidisciplinares com ênfase na prototipação física das soluções, resultando em forte caráter prático-aplicado (ZANCUL & LOPES, 2014). Foram utilizados os espaços do InovaLab@POLI: sala de aula para PBL, sala de projetos e oficinas de prototipagem e eletrônica.

- Disciplina *New Product Design Innovation ME310, Stanford University*

O acompanhamento desta disciplina foi realizado com a participação da pesquisadora como *teaching assistant* (TA), da equipe de quatro alunos do Brasil durante o projeto em parceria da *Stanford University* com a Universidade de São Paulo, de outubro de 2013 a junho de 2014. Os alunos realizaram atividades desta disciplina em espaços no Brasil e nos Estados Unidos. Para as atividades de desenvolvimento de projeto e prototipagem realizadas na Universidade de São Paulo, os alunos utilizaram a sala de projetos e as oficinas InovaLab@POLI. Nos dois períodos do projeto nos quais os alunos brasileiros trabalharam na Universidade de *Stanford*, utilizaram os espaços da *D.School* e o conjunto de oficinas *Production Realization Lab*, que serão apresentados no item 4.2.

A participação como monitora nesta disciplina, além de acompanhar as atividades realizadas nos ambientes do InovaLab@POLI da Universidade de São Paulo, possibilitou a visita e permanência nos espaços da *D.School* ao acompanhar o trabalho de finalização dos protótipos e participar da produção do vídeo de apresentação durante os dias que antecederam a exposição do projeto na EXPE, evento que acontece no final da disciplina. A dinâmica do evento final tem apresentações de doze minutos sobre os projetos desenvolvidos por cada equipe que participa da disciplina com respostas aos questionamentos da plateia na parte da manhã e na parte da tarde participação da exposição e atendimento ao público visitante.

3.3 APLICAÇÃO DE FERRAMENTA: PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO NA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

Os dados obtidos na pesquisa realizada geraram como resultado a produção de uma ferramenta para análise e definição de diretrizes. Esta ferramenta contendo instrumentos (roteiros e questionários) foi aplicada em ambientes de cursos de engenharia da Escola Politécnica da USP para obtenção de informações e definição de diretrizes para intervenções. Os resultados desta aplicação estão apresentados no Capítulo 6. Os métodos empregados para tanto são apresentados a seguir.

3.3.1 Proposta de intervenção e propostas de operação e uso para espaços de ensino-aprendizagem do InovaLab@POLI, do Edifício José Otávio Monteiro de Camargo (engenharia de produção) da Escola Politécnica da USP

Para a aplicação da ferramenta envolvendo o conjunto de ambientes do InovaLab@POLI foram realizadas algumas das estratégias sugeridas pelos roteiros, como visitas técnicas, entrevistas com coordenadores, acompanhamento do uso dos espaços durante os períodos de atividades de monitoria e troca de informações com alunos de iniciação científica, monitores dos diferentes *hubs* do laboratório. Com as informações obtidas com a aplicação da ferramenta, foram formuladas diretrizes que resultaram em propostas de intervenção consolidadas em projetos básicos para ambientes do InovaLab@POLI e propostas de operação e uso desses espaços.

3.3.2 Proposta de intervenção para sala de projetos do InovaLab@POLI no edifício do curso de engenharia mecatrônica da Escola Politécnica da USP

Para a aplicação da ferramenta na sala de projetos InovaLab@POLI do curso de Engenharia Mecatrônica as estratégias utilizadas para levantamento de informações foram visitas técnicas, e reuniões com a presença do professor coordenador, monitores e alunos, usuários do local. Com as informações obtidas com a aplicação da ferramenta, foram formuladas diretrizes que resultaram em propostas de intervenção consolidadas em um estudo preliminar da sala de projetos para o edifício do curso de engenharia mecatrônica.

3.3.3 Proposta de intervenção e de operação e uso para ambientes do Edifício Paula Souza (cursos de engenharia civil e de engenharia ambiental)

Para a aplicação da ferramenta nos ambientes do Edifício Paula Souza as estratégias utilizadas para levantamento de informações foram visitas técnicas, entrevistas com o coordenador acadêmico do curso de engenharia civil, reuniões com professores das disciplinas envolvidas e sondagem não probabilística (survey) com professores, funcionários e alunos usuários do Edifício Paula Souza. Com as informações obtidas com a aplicação da ferramenta, foram formuladas diretrizes que resultaram em propostas de intervenção consolidadas em estudo preliminar de duas salas para PBL, uma sala de projetos, uma oficina para o edifício e propostas de operação e uso desses espaços.

4 ESTUDOS DE CASO – ESPAÇOS VISITADOS

Os espaços escolhidos para estudo têm configurações de mobiliário e equipamentos diferentes das tradicionais e neles são desenvolvidas atividades baseadas em trabalhos colaborativos e em equipe que incentivem a criatividade e a inovação. Além de espaços em instituições de ensino e corporativas, foram estudados dois espaços considerados como importantes referenciais de *makerspace* e *hackerspace* na cidade de São Francisco - EUA. O texto está organizado em quadros, com as informações divididas entre os itens: nome, tipologia definida (como explicado no item 3.1), localização, instituição, descrição, propósitos de uso, controle de acesso, mobiliário, infraestrutura e equipamentos, gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza e informações adicionais. Estes relatos não apresentam informações sobre autoria dos projetos arquitetônicos das edificações visitadas.

4.1 ESPAÇOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO NORTE-AMERICANAS

Foram visitados espaços de aprendizagem para cursos de Engenharia em duas das mais conceituadas instituições de ensino norte-americanas, *Stanford University* e *University of California at Berkeley*, ambas na Califórnia.

4.1.1 ME310 - *Design Team Development Loft e demais espaços do Hasso Plattner Institute of Design - D.School (Stanford University - Califórnia - EUA)*

O edifício da *Hasso Plattner Institute of Design - D.School* possui vários espaços que são utilizados pelos alunos e professores do curso de *Design* e também pelos alunos da disciplina *Product Design Innovation at Stanford* - ME310 (CARLETON & LEIFER, 2009), do programa de mestrado do curso de Engenharia Mecânica da *Stanford School of Engineering*, entre eles o *Loft* (figura 4), que será apresentado a seguir.

Figura 4 - Loft – Hasso Plattner Institute of Design – D.School
Stanford University (Califórnia – EUA)



Esta disciplina foi criada há mais de quarenta anos e tem como característica principal a distribuição dos alunos em equipes, que trabalham de maneira integrada para desenvolvimento de projetos que solucionem demandas de empresas privadas e instituições que mantêm parceria com a coordenação da ME310. A disciplina tem duração de nove meses e são formadas em média dez equipes de seis a oito alunos, sendo metade da Universidade de *Stanford* e a outra metade de alunos de universidades de outros países parceiros. Durante o desenvolvimento dos projetos da disciplina, as equipes podem utilizar, além de laboratórios da universidade, um dos espaços da *D.School* chamado “*ME310 Design Team Development Loft*”, sobre o qual são apresentadas informações organizadas no quadro 2.

Quadro 2– Informações sobre ME310 Design Team Development Loft
(Stanford University – Califórnia – EUA)

Nome	<i>ME310 Design Team Development Loft</i>
Tipologia definida	Sala de projetos
Localização	<i>Peterson Laboratory Building, Building 550 – Hasso Plattner Institute of Design (D.School)</i> . Endereço: 550 Panama Mall, Stanford, CA
Instituição	<i>Stanford University</i>
Descrição	<i>O Loft é um espaço exclusivo da comunidade da disciplina Product Design Innovation at Stanford, sigla ME310, para reuniões de desenvolvimento de projetos, armazenamento de materiais, produção de protótipos e apresentações para assistentes e professores, além das atividades de socialização dos alunos. A sala encontra-se no segundo pavimento do Peterson Laboratory Building ou Building 550. O espaço acomoda em média dez equipes de seis pessoas, número as nos dois períodos de duas semanas em que os integrantes das equipes se encontram. Cada equipe ocupa a mesma área durante o período da disciplina, mas não há nenhuma delimitação física ou regra para que isso aconteça. Há uma cozinha, com bancada pia e geladeira. O pé direito tem aproximadamente 3.50 m. As vigas que compõem a estrutura da cobertura são utilizadas para guardar os trabalhos de anos anteriores (figuras 4 e 5).</i>

Propósito de uso	Em dois períodos de duas semanas, distribuídos no início e no final do programa da disciplina ME310 os integrantes das equipes que não são alunos de Stanford juntam-se aos alunos das universidades parceiras para trabalhar em conjunto em um mesmo espaço físico. Semanalmente um dos grupos é responsável por promover um jantar para todos do <i>Loft</i> . Nas semanas que antecedem a apresentação final e a exposição, o local é frequentado pelas equipes durante o dia e também à noite. As diferentes equipes ficam distribuídas pelo espaço e podem usar livremente as ferramentas, equipamentos e suprimentos disponíveis sem a necessidade de procedimento de solicitação a algum supervisor ou técnico.
Controle de acesso	O <i>Loft</i> possui duas entradas com leitores de cartão identificador para controle de acesso restrito aos alunos matriculados na disciplina ME310 e seus acompanhantes, professores e os monitores da disciplina (<i>teacher assistants</i>). Os acessos externos do edifício ficam abertos durante a semana das 8h00 às 20h00, com extensão de horários no período de verão. Para acesso a outras partes do edifício, durante os finais de semana há permissão de uso para residentes e outras atividades (como ensaios de apresentações) podem ser realizadas mediante solicitação e reserva.
Mobiliário, infraestrutura e equipamentos	Mesas retangulares de madeira para trabalhos em equipe, mesas altas para desenvolvimento de projetos e bancadas para montagem de protótipos. Cadeiras de altura convencional com rodízios, cadeiras altas, sofás. Armários para ferramentas, com subdivisões sinalizadas para cada tipo de material, armário com produtos para primeiros socorros. Ferramentas manuais de pequeno porte como serras de bancada, furadeiras, máquinas de costura e ferramentas elétricas para prototipagem rápida, como microretífica e serra tico-tico. Alimentação de energia elétrica das mesas com sistemas de cabos retráteis fixados nas vigas de madeira da estrutura do telhado.
Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza	A disciplina ME310 disponibiliza aos alunos um valor para gastos com materiais e a universidade é quem administra a manutenção dos equipamentos. Os usuários da <i>D.School</i> são os principais responsáveis por manter os espaços limpos e organizados diariamente. Há material de limpeza disponível e cabe a cada equipe manter seu local de trabalho organizado. No final do período da disciplina as equipes fazem uma arrumação geral, dispensando materiais que não poderão ser reutilizados, arquivando protótipos que poderão ser expostos e separando materiais para reuso. Nos espaços de uso comum da <i>D.School</i> há elementos gráficos que orientam como proceder para reposicionar os móveis nas suas configurações originais como o exemplo da figura 6.
Informações adicionais	No mesmo edifício da <i>D.School</i> no qual encontra-se o <i>Loft</i> , há outros espaços reconfiguráveis nos quais o uso também é permitido para alunos da disciplina ME310. Nestes ambientes os equipamentos e mobiliários são apropriados para facilitar a configuração dos espaços de acordo com as características das diferentes atividades, como salas de aula, espaço para exposições, refeitório para atender convidados durante eventos e espaço para gravação de vídeos de apresentação de trabalhos, por exemplo. Há sistemas de trilhos, nos quais são fixadas superfícies rígidas presas a roldanas, que possibilitam a reconfiguração dos espaços proporcionando a combinação de ambientes fechados ou abertos, dependendo das necessidades de alunos e professores (figura 7). As mesmas superfícies de fechamento também são utilizadas como suportes para anotações ou para exposições de projetos (figura 8). Há mesas, cadeiras e sofás com rodízios (figura 9), bancos e cadeiras empilháveis em carrinhos para transporte, lousas transportáveis (figuras 10, 11 e 12), cubos e plataformas de madeira multiuso e iluminação dimerizável com controles eletrônicos possibilitam a alteração do leiaute dos espaços pelos próprios usuários. É importante destacar que são mais de trinta elementos concebidos e produzidos pela equipe da <i>D-School</i> e possibilitam mais de vinte diferentes situações de configuração (DOORLEY & WITTHOFT, 2012) os móveis são fabricados pela <i>Steelcase</i> .

Figura 5 – Mobiliário Loft – Hasso Plattner Institute of Design – D.School (Stanford University – Califórnia – EUA)



Figura 6 – Pannel sobre disposição do mobiliário Hasso Plattner Institute of Design D.School (Stanford University – Califórnia – EUA)

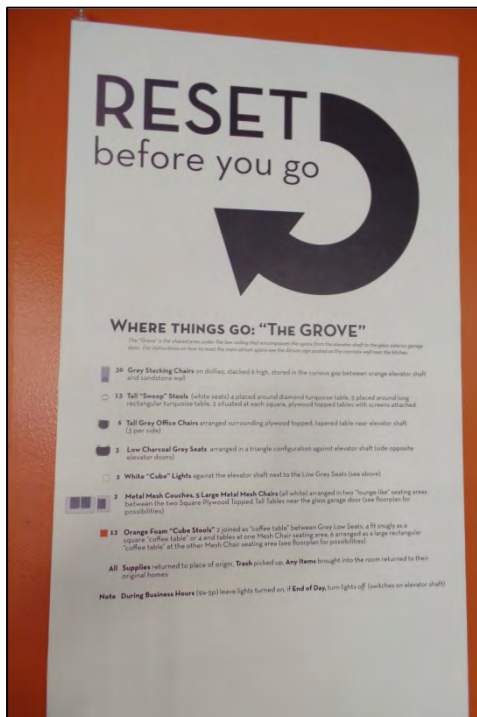


Figura 7 - Vista do corredor do ambiente de trabalho da *D.School*
(*Stanford University* - Califórnia - EUA)



Figura 8 - Painéis para divisão de ambientes da *D.School*
(*Stanford University* - Califórnia - EUA)



Figura 9 – Sofás com rodízio – mobiliário da *D.School*
(*Stanford University* – Califórnia – EUA)



Figura 10 – Cadeiras empilháveis – mobiliário *Hasso Plattner Institute of Design*
D.School (*Stanford University* – Califórnia – EUA)



Figura 11 - Mobiliário *Hasso Plattner Institute of Design - D.School*
(*Stanford University - Califórnia - EUA*)



Figura 12 - Lousas volantes com rodízios "Z-Racks" - mobiliário *Hasso Plattner Institute of Design D.School*.
(*Stanford University - Califórnia - EUA*)



Figura 13 – Sala Multiuso *Hasso Plattner Institute of Design D.School.* (Stanford University – Califórnia – EUA)



4.1.2 Product Realization Lab (Stanford University – Califórnia – EUA)

O *Production Realization Lab* (PRL) é um conjunto de quatro laboratórios ligados ao curso de Engenharia Mecânica da *Stanford School of Engineering*. O quadro 3 apresenta as informações sobre este espaço.

Os laboratórios do PRL funcionam em sinergia com as disciplinas do Programa de *Design* da *D.School*. Podem ser utilizados por alunos de todos os cursos da graduação ou pós-graduação.

Figura 14 - *Production Realization Lab (Stanford University - Califórnia - EUA)*



Figura 15 - *Production Realization Lab (Stanford University - Califórnia - EUA)*



Quadro 3 – Informações sobre *Product Realization Lab*
(*Stanford University* – Califórnia – EUA)

Nome	<i>Product Realization Lab</i>
Tipologia definida	Oficinas de prototipagem
Localização	Oficinas maquinário, madeira e fundição: 447 <i>Santa Teresa St, Stanford, CA</i> Room 36: 475 Via Ortega, <i>Stanford, CA</i>
Instituição	<i>Stanford University</i>
Descrição	Conjunto de quatro laboratórios. Um dos laboratórios é chamado <i>Room 36</i> (figuras 14 e 15), os outros três são a " <i>Machining</i> ", (figura 16) com fresas e tornos CNC de grande porte, entre outros equipamentos, " <i>Wood</i> ", para trabalhos de marcenaria e " <i>Foundry</i> " para atividades que precisem de fundição.
Propósito de uso	A infraestrutura de equipamentos do laboratório <i>Room 36</i> possibilita aos alunos a produção de protótipos com vários níveis de acabamento. Os laboratórios com características de oficinas possibilitam a criação de peças com detalhes de acabamento semelhantes aos de produtos finais, com equipamentos para usinagem, soldagem e fundição de materiais, entre outros. Nas instalações do PRL são ministradas oito disciplinas do programa de Engenharia Mecânica: " <i>ME 103N – Product Realization Making is Thinking</i> ", " <i>ME 103D – Engineering, Drawing and Design</i> ", " <i>ME 203 – Design and Manufacturing</i> ", " <i>ME 205 – Flexible part Design</i> ", " <i>ME 219 – Magic Materials and Manufacturing</i> ", " <i>ME 314 – Good products Bad Products</i> ", " <i>ME 318- Computer-Aided product Creation</i> ", " <i>ME 324 – Precision Engineering</i> ". Alunos de outros doze cursos afiliados podem usar sua infraestrutura. O espaço é composto por três ambientes nos quais ficam distribuídos os equipamentos para as atividades de prototipagem, as mesas de trabalho.
Controle de acesso	Para usufruir destas dependências e seus equipamentos os alunos têm que estar matriculados, frequentar obrigatoriamente um treinamento pré-agendado de setenta e cinco minutos e pagar à universidade uma taxa anual de aproximadamente cem dólares. Não é permitido o acesso aos espaços das oficinas sem calçados adequados (fechados) e é obrigatório o uso de equipamento de proteção individual (EPI). O laboratório <i>Room 36</i> funciona das 8h00 às 23h00 e as oficinas funcionam em três turnos, das 8h00 às 12h00, das 13h00 às 17h00 e das 19h00 às 23h00.
Mobiliário infraestrutura e equipamentos	Neste local há equipamentos de controle numérico computadorizado (CNC) para prototipagem como impressoras 3D com diferentes qualidades de resolução, materiais para suprimento e velocidade de produção, máquinas de costura profissionais para tecidos mais espessos, cortadora de vinil, cortadora a <i>laser</i> de alta potência, além de equipamentos como serras de fita, furadeiras e bancada de eletrônica.
Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza	A administração do conjunto de laboratórios do PRL é feita pela Universidade de <i>Stanford</i> . São seis professores responsáveis pelos espaços e suas disciplinas, entre eles dois diretores. Há monitores que auxiliam os alunos nos laboratórios (<i>Teaching Assistants – TA</i>). São vinte TAs, escolhidos em um competitivo processo seletivo que se revezam entre os três turnos de funcionamento dos laboratórios. A limpeza dos equipamentos é feita pelos próprios alunos e TAs ao final de cada turno de trabalho.

Figura 16 – *Production Realization Lab – Machining Metrology*
(Stanford University – Califórnia – EUA)



4.1.3 FabLab@School (Stanford University - Califórnia - EUA)

O laboratório *FabLab@School* está localizado no Edifício do Curso de Educação da *Stanford University*, e é vinculado ao *Transformative Learning Technologies Laboratory* (TLTL), sob a direção do Professor Doutor Paulo Blikstein²⁸. O quadro 4 apresenta as informações sobre esse espaço.

Quadro 4– Informações sobre *FabLab@School*
(*Stanford University* - Califórnia - EUA)

Nome	<i>FabLab@School</i>
Tipologia definida	Oficina de prototipagem
Localização	<i>520 Galvez Mall, room 102 CERAS Building Stanford, CA</i>
Instituição	<i>Stanford University</i>
Descrição	É uma das instalações dos laboratórios educacionais de fabricação digital da rede <i>FabLab@School</i> .
Propósito de uso	Neste espaço, localizado no edifício do curso de Educação, são desenvolvidas e testadas ferramentas de baixo custo, atividades para capacitação de professores e projetos de laboratórios de fabricação digital para aprimorar o ensino da ciência, tecnologia de engenharia e matemática (STEM) nas escolas de nível fundamental e médio. Existem <i>FabLabs</i> semelhantes a este em escolas dos Estados Unidos, Moscou, Tailândia, México, Dinamarca e Finlândia.
Controle de acesso	O acesso ao laboratório é restrito aos alunos do curso de graduação e pós graduação da faculdade de Educação de Stanford e professores e alunos de instituições que participam de programas de capacitação do projeto <i>FabLab@School</i> . O horário de funcionamento é das 9h00 às 17h00. Durante as aulas e atividades as portas permanecem fechadas. Há um acesso principal pelo interior do edifício e um acesso de serviço, direto para área externa, para entrada de equipamentos e materiais.
Mobiliário, infraestrutura e equipamentos	As características físicas do ambiente, como cores dos pisos e paredes e elementos do mobiliário, foram concebidas para diferenciar o espaço de um laboratório de engenharia convencional (figuras 17 e 18). O armazenamento de pequenas peças é feito com elementos comprados em uma rede de produtos para cozinhas. Equipamentos como osciloscópios ficam ocultos em armários e trabalhos ficam expostos em bancadas. Segundo o diretor Professor Doutor Paulo Blikstein ²⁹ , o objetivo das características físicas do laboratório é fazer com que os usuários do espaço, em sua maioria profissionais e estudantes da área de Educação e Psicologia, mas também de Ciência da Computação e Engenharia, não se sintam intimidados pelos equipamentos e componentes eletrônicos, e que o ambiente seja um elemento convidativo para o desenvolvimento de atividades ligadas à fabricação digital. Além de ferramentas manuais e máquinas de potência intermediária, como serras, furadeiras e micro retíficas, o laboratório está equipado com cortadora a laser, scanner e diferentes modelos de impressoras 3D, cortadora de vinil, software para simulação e modelagem e componentes eletrônicos como sensores para desenvolvimento de experimentos de física e química e atividades de robótica.
Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza	O centro de pesquisa <i>Transformative Learning Technologies Lab</i> – TLTL, a qual o <i>FabLab@School</i> da <i>Stanford University</i> está vinculado é financiado pela Fundação Lemann. O laboratório também conta com recursos de programas de fomento de empresas como Google. A manutenção preventiva dos equipamentos é realizada pelo colaborador que gerencia o espaço (<i>lab manager</i>) e os serviços de segurança e limpeza são realizados pela equipe do edifício da Faculdade de Educação, onde está localizado.

²⁸ <https://tltl.stanford.edu/people/paulo-blikstein>

²⁹ Informação transmitida durante entrevista a autora 27/05/2014

Figura 17 - FabLab@School (Stanford University - Califórnia - EUA)



Figura 18 - FabLab@School (Stanford University - Califórnia - EUA)



4.1.4 *Citris Invention Lab (University of California at Berkeley - Califórnia - EUA)*

O *Citris Invention Lab* é um laboratório da *University of California at Berkeley*, Califórnia. Segundo um dos coordenadores do *Citris*, Mark Ohelberg, o projeto do laboratório teve como referencial para escolha de equipamentos e projeto do *makerspace Techshop*, espaço também abordado nesta pesquisa. O quadro 5 apresenta as informações sobre o laboratório.

Quadro 5 – Informações sobre *Citris Invention Lab*
(*University of California at Berkeley - Califórnia - EUA*)

Nome	<i>Citris Invention Lab</i>
Tipologia definida	Oficina de prototipagem
Localização	<i>Berkeley - Califórnia - Estados Unidos Endereço: 141 Sutardja Dai Hall, 141 Sutardja Dai Hall, Berkeley, CA</i>
Instituição	<i>University of California at Berkeley</i>
Descrição	É um espaço com 158 m ² situado no edifício <i>Sutardja Dai Hall</i> . O espaço foi adaptado para a montagem do laboratório.
Propósito de uso	O laboratório é utilizado para desenvolvimento de projetos para toda comunidade de alunos da <i>University of California at Berkeley</i> , incluindo alunos de graduação, pós-graduação, pós doutorado, funcionários, docentes, pesquisadores e ex-alunos. O laboratório é destinado a três principais usos: ensinar, construir e empreender ³⁰ . Possibilita aos alunos dos cursos de novas mídias e engenharia o desenvolvimento de projetos de produtos e prototipagem, dá suporte técnico e fabricação de protótipos funcionais e disponibiliza o espaço de trabalho para transformação de novas ideias e conceitos em novos empreendimentos. São feitos registros fotográficos dos projetos que ficam expostos em pôsteres no próprio espaço, de forma padronizada.
Controle de acesso	O controle de acesso do <i>Citris</i> fica em frente à porta de entrada, onde há um totem que possui um leitor da carteirinha do usuário e que toca um sinal sonoro que indica de maneira lúdica se o mesmo está apto ou não a permanecer no espaço (figura 19). Só é permitido o acesso aos usuários que tenham participado de treinamento para utilização dos equipamentos. O treinamento para alunos para procedimento de uso de cada equipamento dura em geral duas horas. O espaço (figuras 20 a 24) funciona oficialmente de segunda-feira à sexta-feira, das 9h00 às 17h00, sob a supervisão de dois funcionários. Quando há necessidade de utilização fora destes horários, usuários mais capacitados, que tenham passado por todos os treinamentos obrigatórios, podem usar e se responsabilizar pelo espaço sem a supervisão de um coordenador, desde que tenha sido feito um agendamento prévio.
Mobiliário, infraestrutura e equipamentos	Mesas com estrutura em perfis metálicos sobre rodízios industriais possuem tampos com pranchas de madeira maciça, de espessura adequada para uso de ferramentas e trabalho com prototipagem. Os usuários do espaço ficam em bancos altos de metal e madeira nas mesas centrais ou nas bancadas que ocupam todo o perímetro da sala. Estantes de metal tipo "aramado" são utilizadas para armazenar suprimentos. No <i>Citris</i> há máquinas profissionais para fabricação digital como cortadora à <i>laser</i> , <i>scanner</i> , impressoras 3D de pequeno porte e de alta definição, cortadora de vinil, impressora de circuito impresso, bancada e ferramentas de eletrônica, estúdio fotográfico portátil e estações de trabalho com <i>software</i> CAD, entre outras facilidades.
Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança,	O laboratório possui uma página web com calendário <i>online</i> que informa horários de treinamentos, de atividades e de profissionais responsáveis no local. Neste sistema digital usuários podem fazer a reserva de horários para utilizar equipamentos. Para usar os equipamentos os usuários devem passar por treinamento e pagar uma taxa semestral

limpeza	de U\$ 125,00 para uso em trabalhos individuais ou U\$ 350,00 para pesquisa apoiada pelo laboratório. Também há taxas diferenciadas para uso em equipes de alunos ou equipes de pesquisa. No próprio local há comercialização de suprimentos para prototipagem e mobiliário para armazenamento de aparas ou outros materiais para reuso. O <i>Citris</i> é mantido pela <i>University of California at Berkeley</i> e tem alguns exemplos de parcerias com empresas, que fornecem produtos em troca da divulgação de imagens dos mesmos sendo utilizados em eventos realizados.
Informações complementares	Há uma sala ao lado do laboratório que é utilizada por equipes de alunos que precisam de espaço reservado para prototipagem para projetos de maior duração; este espaço é disponibilizado prioritariamente a usuários mais frequentes e os pedidos são analisados por meio de formulários de inscrição <i>online</i> .

Figura 19 - Controle de acesso ao espaço do *Citris Invention Lab* (*University of California at Berkeley* - Califórnia - EUA)



Figura 20 – Espaço e facilidades do *Citris Invention Lab*
(*University of California at Berkeley* – Califórnia – EUA)

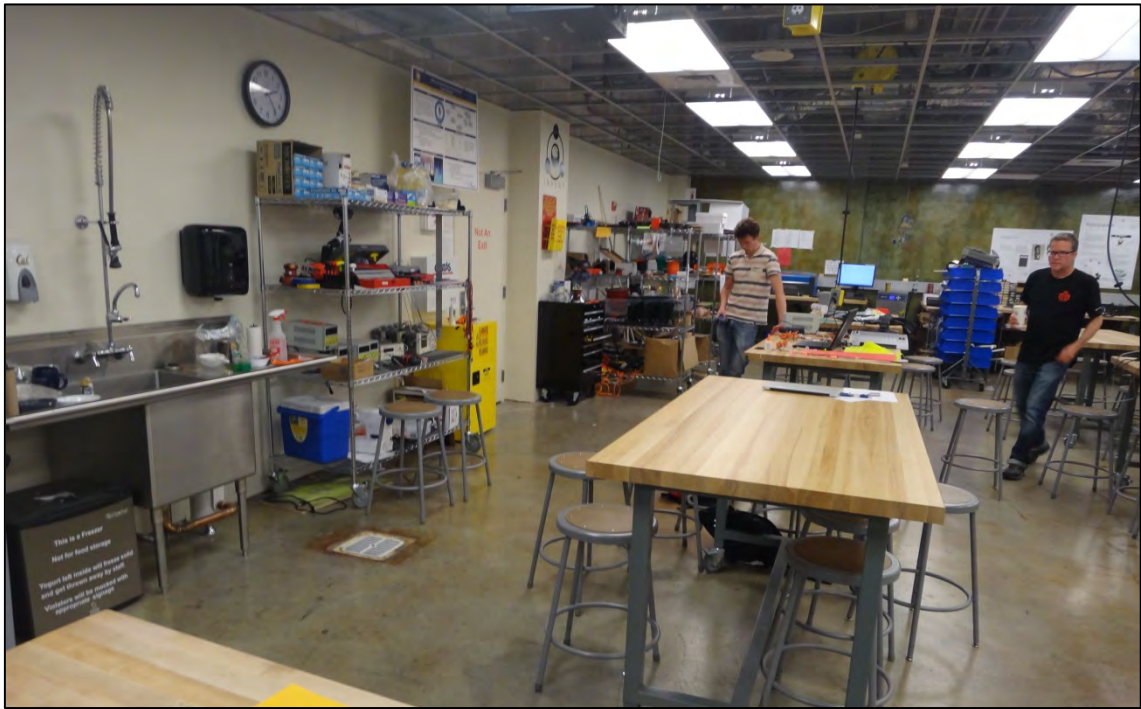


Figura 21 – Espaço e facilidades do *Citris Invention Lab*
(*University of California at Berkeley* – Califórnia – EUA)



Figura 22 – Espaço e facilidades do *Citris Invention Lab*
(*University of California at Berkeley* – Califórnia – EUA)



Figura 23 – Espaço e facilidades do *Citris Invention Lab*
(*University of California at Berkeley* – Califórnia – EUA)



Figura 24 – Espaço e facilidades do *Citris Invention Lab* (University of California at Berkeley – Califórnia – EUA)



4.2 MAKERSPACE E HACKERSPACE EM SÃO FRANCISCO (EUA)

Foram visitados em São Francisco (EUA) um *makerspace* e um *hackerspace* situados fora do ambiente de instituições de ensino. O *makerspace* da rede *TechShop*, - *America's First Nationwide Opens-Access Public Workshop*³¹, (fonte de inspiração para os engenheiros do Citris Invention Lab) e o *hackerspace* *Noisebridge*.

4.2.1 *TechShop* (São Francisco – Califórnia – EUA)

O *Techshop* é uma rede de oficinas sem vínculos com instituições de ensino. São oito unidades do *makerspaces* distribuídas em seis dos estados norte-americanos e duas em fase de projeto até o momento da visita. O *Techshop* apresentado neste trabalho está localizado no centro de São Francisco, Califórnia (EUA), em endereço de fácil acesso, tanto por carro como por transporte público ou bicicleta. O quadro 6 apresenta as informações sobre a oficina.

Quadro 6– Informações sobre *Techshop* (São Francisco – Califórnia – EUA)

Nome	<i>Techshop</i>
Tipologia definida	Oficina de prototipagem / Sala de projetos
Localização	São Francisco, Califórnia, EUA Endereço: 926 Howard Street San Francisco CA
Descrição	O local tem aproximadamente 1.600 m ² (figuras 25 a 27). É um estúdio comunitário de cursos e prototipagem cuja missão é democratizar o acesso às ferramentas de inovação ³² . O local também possui uma loja que vende suprimentos e livros sobre cultura <i>maker</i>
Propósito de uso	No local acontecem encontros temáticos para membros cadastrados e são oferecidos mais de quarenta cursos e <i>workshops</i> em quatorze diferentes categorias, como artes, marcenaria, serralheria, usinagem, moldagem, serigrafia, têxtil, entre outros. O <i>Techshop</i> possui um conjunto de espaços de oficinas equipados com infraestrutura para desenvolvimento de projetos e construção de protótipos e produtos com acabamento elaborado.
Controle de acesso	O local funciona diariamente das nove à meia-noite. Os usuários cadastrados pagam uma mensalidade de U\$ 125,00 e podem usar mais de trinta tipos de equipamentos e espaços como salas de reunião e de desenvolvimento, desde que façam o agendamento prévio.
Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza	É necessário ter feito um treinamento básico para uso dos equipamentos que requerem maior segurança; este treinamento é chamado " <i>Safety and Basic Use</i> (SBU)". Para os cursos e <i>workshops</i> não é necessário ser um membro do <i>Techshop</i> , sendo que alguns cursos requerem idade mínima do aluno. Aos usuários é obrigatório o uso de calçados e equipamentos de proteção individual (EPI). O local possui seguro de responsabilidade civil e solicita aos usuários a assinatura de um documento de renúncia de isenção de responsabilidade.

31 ver: <http://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/>

32 ver: <http://www.techshop.ws/tssf.html>

Figura 25 - *Makerspace Techshop* (Califórnia - EUA)



Figura 26 - *Makerspace Techshop* (Califórnia - EUA)



Figura 27 - *Makerspace Techshop* (Califórnia – EUA)

4.2.2 *Noisebridge* (São Francisco - Califórnia - EUA)

O espaço denominado pelos fundadores como *Noisebridge Hackerspace* é uma instituição educacional sem fins lucrativos para benefício público, na qual são desenvolvidos projetos multidisciplinares com prototipagem rápida e utilização de sucata eletrônica. O quadro 7 apresenta as informações sobre o espaço.

Quadro 7– Informações sobre *Noisebridge* (São Francisco – Califórnia – EUA)

Nome	<i>Noisebridge</i>
Tipologia definida	Oficina de prototipagem Sala de projetos
Localização	São Francisco, Califórnia, EUA Endereço: 2169 Mission St. San Francisco, CA
Descrição	Está instalado no primeiro andar de uma edificação na região central da cidade de São Francisco. O espaço tem aproximadamente 500 m ² , possui poucas vedações verticais internas e as áreas para execução das atividades estão distribuídas ao redor de uma grande mesa de madeira. Há uma oficina com os equipamentos de marcenaria e serralheria, duas salas de aula, área para conferências, quarto escuro para revelação fotográfica e biblioteca. Em uma área aberta foi montada uma cozinha. Além das oficinas, o local possui uma área com impressoras 3D, <i>scanner</i> microscópico, equipamento para anodização, um setor de corte e costura, laboratório de eletrônica, depósito de sucata de equipamentos e componentes eletrônicos (Figuras 28 a 34).
Propósito de uso	Segundo o texto disponibilizado na página web, é um espaço para compartilhamento, criação, colaboração, pesquisa, desenvolvimento, mentoria e aprendizagem. A cozinha, além do uso convencional por usuários do espaço, é utilizada para desenvolvimento de projetos experimentais de gastronomia.
Controle de acesso	O horário de funcionamento ao público é das 11h00 às 23h00 e o acesso ao

	local é liberado pelo contato do ingressante com algum membro por um equipamento de comunicação construído com sucata de equipamentos eletrônicos e um telefone público fora de uso (Figuras 35 e 36). Para frequentar e utilizar a infraestrutura do local não é obrigatório ser associado
Mobiliário, Equipamentos, Infraestrutura	Mais de dez mesas para reuniões e para desenvolvimento de projetos (há uma grande mesa central formada por várias mesas convencionais agrupadas). Mesas com pés metálicos e área para armazenamento de materiais, bancadas robustas para o setor de marcenaria. Cadeiras giratórias de modelos e condições de conservação variados, armários metálicos com portas trancáveis para guardar os pertences dos usuários e prateleiras metálicas para armazenar equipamentos eletrônicos, que ficam expostos para fácil localização, assim como a maioria dos materiais. Instalações elétricas em dutos metálicos aparentes.
Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza	A administração do local acontece por autogestão ³³ . As regras e resoluções sobre o funcionamento do local são elaboradas e exercidas segundo consenso da comunidade formada por seus usuários em um tipo de gestão chamada "do-ocracy". Resoluções simples são resolvidas por versões curtas deste método de consenso, caracterizadas basicamente por conversas entre os envolvidos em algum tipo de conflito. Outros tipos de resoluções sobre o gerenciamento dos espaços e seus usos são discutidos em encontros semanais entre os participantes interessados. Os requisitos exigidos aos usuários são: "cooperação, respeito, esforço (lutar positivamente, usar discordâncias para aprender, crescer e mudar), ser um bom ouvinte e ter responsabilidade" ³⁴ . Os projetos em andamento ficam expostos e a limpeza e organização é de responsabilidade dos próprios usuários. Há por volta de trinta listas de discussões sobre os projetos em andamento e outros assuntos da comunidade. O espaço é mantido por doações e pelo rendimento obtido com o pagamento de taxa mensal dos associados, nas categorias "Doing Well", U\$ 160,00; "Standard", U\$ 80,00; e "Starving Hacker" de U\$ 40,00.

Figura 28 – Noisebridge Hakerspace (Califórnia – EUA)



³³ <https://www.noisebridge.net/>

³⁴ ver: <https://www.noisebridge.net/>

Figura 29 – *Noisebridge Hakerspace* (Califórnia – EUA)

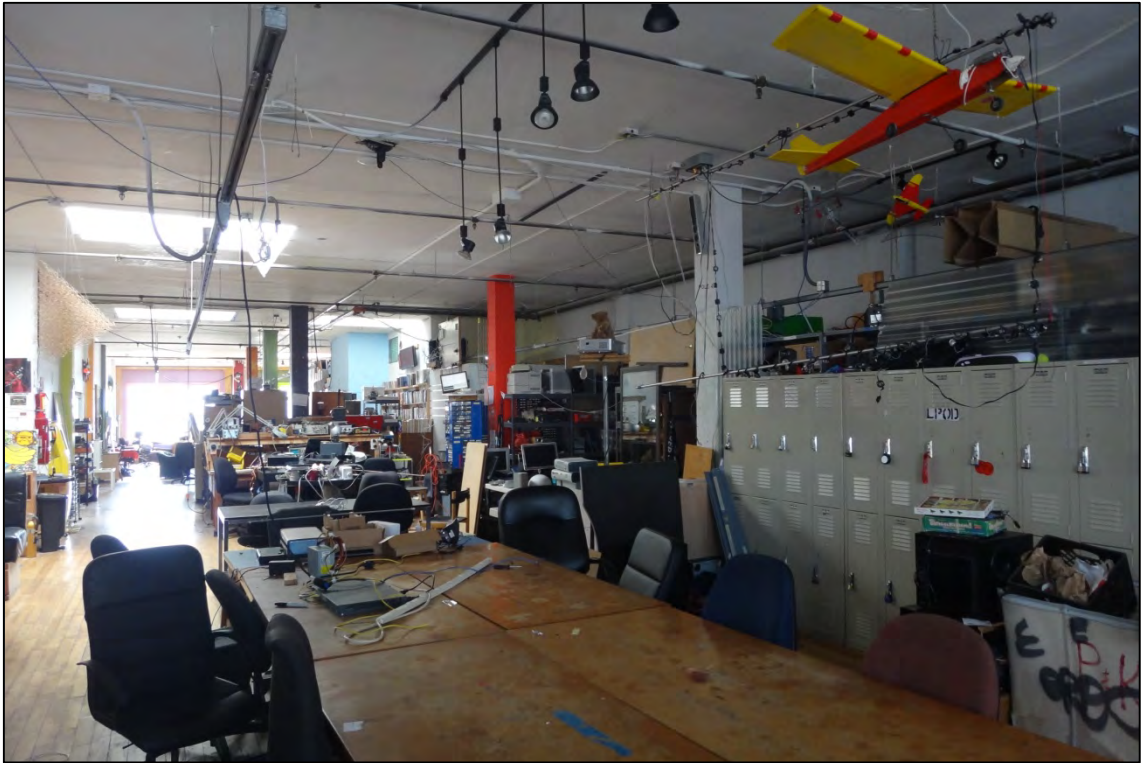


Figura 30 – *Noisebridge Hakerspace* (Califórnia – EUA)



Figura 31 - *Noisebridge Hakerspace* (Califórnia - EUA)



Figura 32 - *Noisebridge Hakerspace* (Califórnia - EUA)

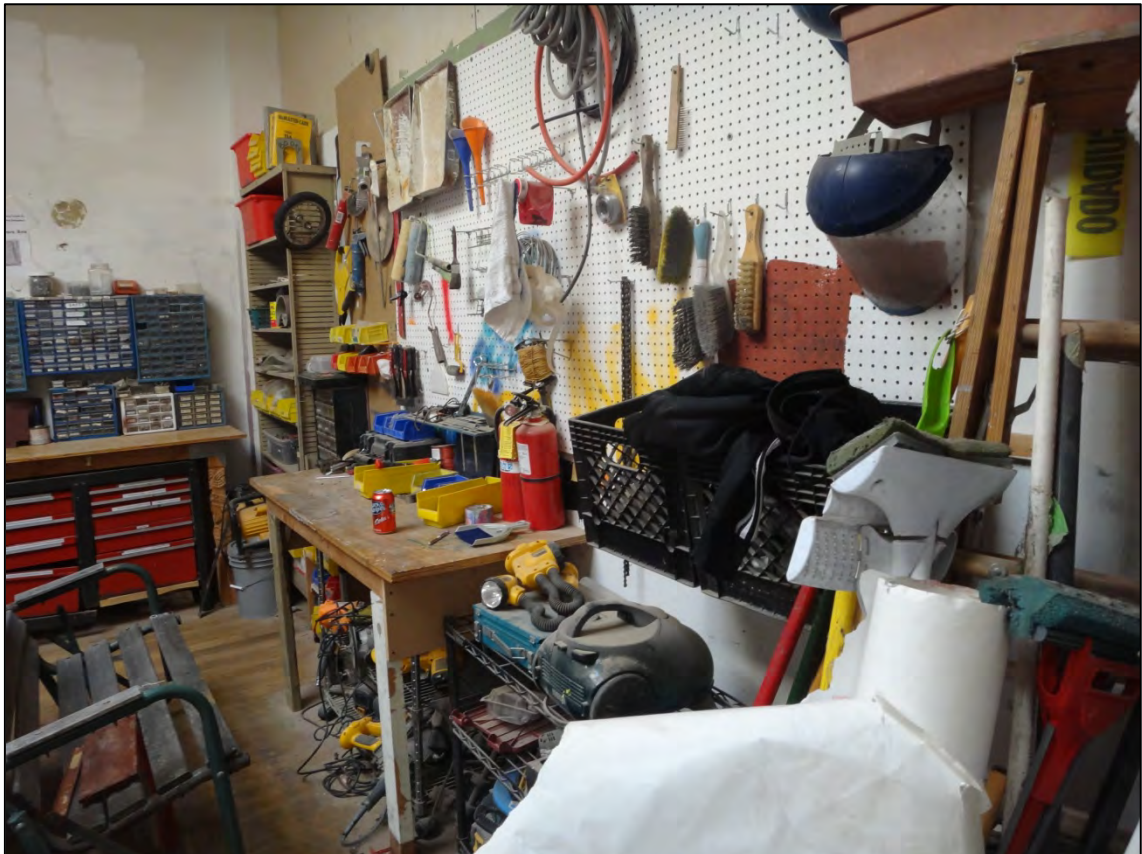


Figura 33 - *Noisebridge Hakerspace* (Califórnia - EUA)Figura 34 - Controle de acesso *Noisebridge Hakerspace* (Califórnia - EUA)

Figura 35 - Controle de acesso *Noisebridge Hakerspace* (Califórnia - EUA)



Figura 36 - *Noisebridge Hakerspace* (Califórnia - EUA)



4.3 CULTURA CORPORATIVA – ESTADOS UNIDOS

O conjunto de escritórios da *Google* visitado em *Mountain View*, Califórnia (EUA) é um exemplo de espaços que incentivam a criatividade e a inovação em instituições corporativas; o local tem o apelido de *Googleplex* e sua cultura institucional tem como fundamento manter elevado os níveis de conforto físico e psicológico dos seus profissionais (“*Googlers*”) para que se sintam dispostos e focados para realizar seu trabalho (GROVES, 2010).

4.3.1 *Google (Mountain View – Califórnia – EUA)*

A visita ao escritório da empresa *Google*, possibilitou a verificação da existência de áreas ocupadas simultaneamente por ambientes de características e usos diversificados, com proximidade física de áreas de descanso, academia e outros tipos de instalações para práticas esportivas, postos de manutenção de equipamentos eletrônicos, estacionamento e manutenção de bicicletas, espaços com alimentos para refeições rápidas, como frutas, petiscos, café, bebidas e sorvetes, que são distribuídos gratuitamente para seus funcionários. A configuração dos espaços determina que todos os postos de trabalho estejam localizados a menos de 50 m de um destes *corners* de alimentação. Não muito distante dos locais de trabalho também estão localizados restaurantes e um *Coffee Lab*. Estas características mostram a preocupação com a garantia de bem estar dos funcionários, associada à produtividade. Na figura 37 por exemplo, a esteira para caminhada e corrida tem uma bancada para apoio de textos.

Figura 37 – Escritório da *Google Mountain View* (Califórnia – EUA)



4.4 INICIATIVAS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO BRASILEIRAS

Há no Brasil iniciativas de instituições de ensino as quais, nos últimos anos, implementaram ambientes apropriados para o desenvolvimento de metodologias pedagógicas centradas no aluno.

Entre elas há iniciativas em universidades públicas, como os exemplos na Universidade de São Paulo: conjunto de laboratórios InovaLab@POLI da Escola Politécnica EPUSP, sala para *SCALE-UP* do Instituto de Física - IF USP, Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas - CITI USP, Laboratório de Modelos e Ensaio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - LAME FAU USP; e na Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP: Laboratório de Automação e Prototipagem - LAPAC, da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

Há também exemplos em instituições privadas como o *FabLab* do Instituto de Ensino e Pesquisa - INSPER e o conjunto de salas Nvidia e HP da Escola Superior de Propaganda e Marketing - ESPM.

Esses exemplos de iniciativas em instituições brasileiras são apresentados a seguir.

4.4.1 InovaLab@POLI (Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil)

O InovaLab@POLI é um projeto criado com o intuito de disponibilizar aos alunos um conjunto de espaços físicos com características complementares para a valorização da inovação e produção criativa. Cada um desses espaços é denominado nesta pesquisa por *hub* do InovaLab@POLI. O quadro 8 traz as informações sobre os *hubs* em funcionamento no Edifício José Otávio Monteiro de Camargo (engenharia de produção) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. (A oficina de Eletrônica, outro *hub* do InovaLab@POLI, localizado no edifício do CITI USP está descrito no quadro 9, referente ao Centro de Pesquisa CITI USP).

Quadro 8 – Informações sobre conjunto de *Hub InovaLab@POLI* da Engenharia de produção (Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil)

Nome	InovaLab@POLI
Tipologia definida	Oficina para prototipagem, sala de projetos, sala de aula para PBL
Localização	Edifício José Otávio Monteiro de Camargo do curso de engenharia de produção Escola Politécnica – Campus Capital
Instituição	Universidade de São Paulo
Descrição	<p>Sala de projetos: é um espaço de aproximadamente 60 m² com capacidade de atender até vinte alunos ao mesmo tempo. É o local de encontro de alunos para a criação e desenvolvimento de projetos ligados ou não às estruturas curriculares dos cursos da Escola Politécnica. As principais atividades realizadas no local para desenvolvimento de projetos são: reuniões entre integrantes das equipes ou reuniões virtuais (entre alunos, professores, especialistas colaboradores ou colaboradores de empresas) via vídeo conferências, produção de documentação (como textos, desenhos técnicos, organização de dados), prototipagem com impressão 3D, montagem de maquetes, protótipos iniciais e atividades de ideação.</p> <p>Sala de aula para PBL: atividades individuais e em equipe, apresentações de projetos e aulas expositivas.</p> <p>Oficina de prototipagem: Espaço de aproximadamente 100 m² separado em duas áreas por vedações verticais executadas em <i>drywall</i> e vidro. A primeira com bancadas e equipamentos para marcenaria e para outros trabalhos manuais, painel de ferramentas e a segunda com equipamentos de usinagem CNC.</p> <p>A principal intenção de disponibilizar a oficina aos alunos é facilitar o processo de transformação de ideias em objetos palpáveis, que representem em três dimensões as concepções dos alunos em diferentes etapas do processo de projeto, e não só visando entregas finais. Os protótipos são construídos com a utilização de diversos materiais, desde papel ou papelão até modelos com características mais próximas aos que terão os produtos finais, com peças usinadas.</p> <p>Sala de aula para PBL (<i>Project Based Learning</i>): visando a aplicação de metodologias de ensino baseadas em PBL (LOPES & ZANCUL, 2014), foi necessário transformar uma sala de aula convencional de 100 lugares em uma sala para até dez equipes de sete alunos. A sala é equipada com <i>kits</i> de materiais como massa de modelar, palitos de madeira, rolos de papel Kraft, cartolina, entre outros, que facilitam a montagem de protótipos rápidos para ideação no próprio local da aula.</p>
Propósito de uso	O InovaLab@POLI é um complexo de laboratórios estratégias pedagógicas que incentivam o engajamento de alunos de graduação e pós-graduação de engenharia e de outros cursos da Universidade de São Paulo em atividades voltadas a aprendizagem por meio de projetos de concepção e desenvolvimento de protótipos e produtos inovadores, sejam eles vinculados diretamente a disciplinas ou para projetos de extensão. (LOPES & ZANCUL, 2014).
Controle de acesso	<p>A sala de projetos fica aberta em dias úteis das 8h00 às 20h00 e pode também ser utilizada durante feriados e finais de semana. O acesso ao espaço oficina de prototipagem e a utilização das ferramentas manuais e equipamentos de menor porte é liberado para alunos durante a semana e em horários alternativos como finais de semana, quando solicitado com antecedência. Há obrigatoriedade de uso de equipamento de proteção individual (EPI), e, desde que capacitados anteriormente, os alunos não necessitam de supervisão de professores ou técnicos para frequentar os espaços.</p> <p>Os espaços estão instalados no edifício do curso de engenharia de produção, e desde novembro de 2015 passou a exigir a apresentação de documento de comprovação de vínculo com a Universidade de São Paulo ou assinatura em uma caderno de controle para quem não tem ou não está com o documento no momento do acesso.</p>
Mobiliário Equipamentos Infraestrutura	Sala de aula para PBL: o mobiliário convencional com carteiras e cadeiras individuais é alterado pelos próprios alunos da disciplina oferecida pelo Projeto InovaLab@POLI, Desenvolvimento Integrado de Produtos, no início de cada aula. A sala possui sistema de projeção com dois projetores e duas telas posicionados de cada lado da sala, o que viabiliza a colocação de cadeiras nos dois sentidos. Cada equipe pode utilizar um <i>flip chart</i> e quando necessário um monitor LCD de 19" que

	<p>pode ser ligado aos computadores pessoais dos alunos. Há uma mesa central na qual são colocados materiais de apoio como papéis de diferentes gramaturas, lápis de cor e canetas hidrográficas, massa de modelar, palitos de madeira, sucatas eletrônicas e outros elementos (figura 38).</p> <p>Sala de Projetos: o leiaute da sala de projetos é configurado por mesas e espaços reservados para reuniões de equipes e bancadas para utilização de equipamentos. A sala possui computadores equipados com software para modelagem 3D, quatro impressoras 3D, três TV de grande porte e câmeras para videoconferência (figura 39).</p> <p>Oficina de prototipagem InovaLab@POLI (Figuras 40 e 41) tem dois setores nos quais estão distribuídos os recursos: ferramentas manuais e bancadas de trabalho; equipamentos para marcenaria (furadeiras, parafusadeiras, microretíficas); centro de usinagem com comando numérico computadorizado (CNC); torno com comando numérico computadorizado (CNC); prateleiras e caixas para armazenar materiais e protótipos; local para armazenamento de sobras de materiais para reaproveitamento.</p>
<p>Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza</p>	<p>Os espaços do InovaLab@POLI são administrados e coordenados por uma equipe de professores da Escola Politécnica, auxiliados por pesquisadores de mestrado e doutorado e graduandos que participam de projetos de iniciação científica. Custos com a compra de equipamentos, <i>software</i>, adequação do espaço e manutenção são responsabilidade da universidade. A aprovação no programa do edital de projetos do fundo patrimonial Amigos da Poli garantiu a ajuda de custo com gastos para prototipagem para os alunos da disciplina. É responsabilidade das equipes manter seus trabalhos organizados.</p>

Figura 38 – InovaLab@POLI – Sala de aula para *Problem Based Learning* – PBL



Figura 39 - InovaLab@POLI - Sala de Projetos

Figura 40 - InovaLab@POLI - Oficina de prototipagem
(Escola Politécnica da USP - São Paulo - Brasil)

Figura 41 - InovaLab@POLI - Oficina de prototipagem
(Escola Politécnica da USP - São Paulo - Brasil)



4.4.2 CITI – USP

O Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas - CITI-USP é um NAP - Núcleo de Apoio à Pesquisa da Universidade de São Paulo e está localizado na Escola Politécnica, campus Capital. O quadro 9 apresenta as informações sobre os espaços do Centro abordados nessa pesquisa.

Quadro 9 – CITI USP

Nome	Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas da Universidade de São Paulo– CITI USP
Tipologia definida	Oficina de eletrônica, espaço adjacente sala multiuso e sala para práticas de aprendizagem centrada no aluno.
Localização	Av. Professor Lúcio Martins Rodrigues travessa 4 Cidade Universitária da Universidade de São Paulo, campus Capital.
Instituição	Universidade de São Paulo
Descrição	O Centro está instalado em um edifício tem três pavimentos com área total aproximada de 900m ² . Os espaços do CITI descritos nesse quadro são: a oficina de eletrônica que fica no térreo e é um hub do InovaLab@POLI, o espaço adjacente sala multiuso e a sala de aula para aprendizagem centrada no aluno e para workshops, localizada no segundo pavimento
Propósito de uso	<p>O CITI-USP busca operacionalizar a recepção e atendimento dos usuários em ambientes adequados para a viabilização técnica e econômica de projetos e, para tal, disponibiliza equipamentos, sistemas e infraestrutura de ponta, além de reunir pesquisadores altamente qualificados³⁵. As instalações do Centro possibilitam a realização de atividades para apoio ao desenvolvimento de projetos de pesquisa científica e tecnológica dos seus núcleos de pesquisa.</p> <p>A infraestrutura da oficina de eletrônica possibilita aos usuários realização de testes da funcionalidade de alguns protótipos, que necessitem de componentes e sistemas eletrônicos (figura 42). Os alunos podem soldar componentes e testar o funcionamento dos mesmos com equipamentos adequados. Para solução de questões técnicas os usuários têm o acompanhamento de monitores, técnicos e pesquisadores que trabalham no local.</p> <p>No espaço adjacente denominado sala multiuso, são realizadas reuniões de projetos dos pesquisadores do centro, reuniões semanais do grupo de educação em engenharia da Escola Politécnica da USP - PoliEdu, reuniões entre pesquisadores, professores e parceiros da iniciativa privada, workshops e treinamentos, além de apresentações de projetos e atividades acadêmicas, como aulas e defesas. O local também é utilizado para receber professores e convidados internacionais (como na imagem da figura 43 a reunião com Jon Maddog), e para realização de gravações de entrevistas, treinamentos, testes com protótipos de projetos, entre outros usos.</p> <p>Na sala de aula para aprendizagem ativa são realizados periodicamente workshops com monitores do InovaLab@POLI. A figura 44 mostra o workshop de introdução a programação em Arduino, realizado em dezembro de 2015. Semanalmente a sala é utilizada pela disciplina Meios Interativos do curso de graduação em Engenharia Elétrica e Tópicos em Computação em Nuvem, da área de Sistemas Eletrônicos do programa de pós-graduação, nas quais os alunos utilizam equipamentos desenvolvidos em projetos de pesquisa do próprio Centro.</p>
Controle de acesso	A oficina de eletrônica fica localizada no térreo do edifício. Como já informado, o local funciona como um dos hubs do InovaLab@POLI, mas como está localizada dentro do edifício do CITI, deve seguir suas regras de controle de acesso e horários de funcionamento.

	<p>A sala multiuso, localizada no primeiro andar e a sala de aula para aprendizagem centrada no aluno, localizada no segundo andar têm acesso restrito para alunos das disciplinas ministradas no local, pesquisadores, colaboradores e professores vinculados aos projetos e grupos de pesquisa do Centro, e visitantes, desde que os mesmos tenham agendado antecipadamente por telefone ou email com a secretaria do centro ou que estejam acompanhados por algum profissional do local.</p> <p>O edifício conta com sistema de monitoramento por câmeras de segurança para identificação e para abertura do portão externo, por comando eletrônico. A abertura do portão depende da presença de funcionários na secretaria do laboratório. Além controle de acesso do portão externo há a porta de correr, também monitorada por câmeras e com fechamento automatizado.</p>
<p>Mobiliário, infraestrutura e equipamentos</p>	<p>As instalações para a oficina de eletrônica do InovaLab@POLI no térreo do CITI até a finalização dessa pesquisa são compostas por uma bancada e um armário metálico volante com gavetas para guardar ferramentas.</p> <p>As características dos móveis da sala multiuso possibilita a flexibilização do espaço; são vinte cadeiras e seis mesas com pés empilháveis e com tampos que podem ser removidos por duas pessoas com facilidade. Como não há ainda disponíveis no mercado nacional sistemas de tomadas retráteis suspensas (ideais para este tipo de necessidade), a solução encontrada foi colocar os pontos de elétrica na extremidade de fios espiralados suspensos que descem através dos orifícios do forro metálico tipo colméia. Essa escolha foi feita para possibilitar mudança do leiaute sem comprometer a instalação de equipamentos. A capacidade máxima da sala é para vinte pessoas. Para o transporte e armazenamento das cadeiras que não estão em uso há um carrinho metálico que suporta até quinze cadeiras. A sala multiuso está equipada com um projetor de tiro curto, sistema de som estéreo, sistema de vídeo conferência e uma <i>smartboard</i>. Parte da sala é ocupada por um <i>rack</i> com equipamentos de rede.</p> <p>O mobiliário da sala de aula para aprendizagem com abordagens centradas no aluno é composto por quatro mesas para dois lugares e oito cadeiras estofadas giratórias com rodízios. As mesas possuem rodízios e um sistema que permite o posicionamento de seus tampos na vertical, liberando a área ocupada para atividades que necessitem de espaços amplos, como por exemplo, para colocação de cadeiras lado a lado em avaliações individuais ou palestras, ou para montagem de protótipos. Nesses dois casos as cadeiras giratórias com braço e rodízios são colocadas em outro local e substituídas por outros modelos de cadeiras (empilháveis ou cadeiras com pranchetas).</p>
<p>Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza</p>	<p>Para o uso das facilidades do CITI para atividades do InovaLab@POLI e outras atividades de pesquisa, os usuários devem fazer uma solicitação por meio de formulário online. O agendamento de horários é feito por trocas de email entre os responsáveis pelo sistema de agendamento do laboratório (pesquisadores) e os solicitantes. É permitida a utilização da oficina de eletrônica e das máquinas por pesquisadores, alunos e professores vinculados aos projetos do Centro e previamente treinados ou para os profissionais que tenham feito a solicitação prévia e que estejam acompanhados por um dos monitores do InovaLab@POLI, responsáveis pela operação do(s) equipamento(s). Além do controle eletrônico para acesso ao edifício há um sistema de câmeras com identificação para segurança do local. Os serviços de segurança e limpeza são feitos por empresas terceirizadas contratadas pela Escola Politécnica.</p>
<p>Informações adicionais</p>	<p>Além dos espaços estudados nessa pesquisa, no térreo do CITI está implantado um centro de prototipagem em eletrônica equipado com uma linha de tecnologia de montagem em superfície (SMT) que atende demandas de prototipagem para validação de propostas de novos circuitos. Além de diversos equipamentos de instrumentação eletrônica, há uma impressora MCOR que produz objetos coloridos em três dimensões utilizando papel e cola como suprimentos, e uma máquina cortadora a laser <i>Epilog Fusion 40</i>. Estes dois equipamentos pertencem ao Centro e são compartilhados com os usuários do InovaLab@POLI. Outros espaços do CITI não foram contemplados por esse estudo: o centro possui aproximadamente sessenta postos de trabalho para atividades de pesquisa científica e tecnológica, duas salas de coordenação e uma secretaria, além de um setor para edição de vídeos.</p>

Figura 42 – Bancada da Oficina de Eletrônica *Hub Inovalab@POLI* no CITI USP – São Paulo – Brasil



Figura 43 – Espaço adjacente sala multiuso CITI USP – São Paulo – Brasil



Figura 44 – Workshop de arduino em Sala para abordagens de aprendizagem centrada no aluno
CITI USP – São Paulo – Brasil



4.4.3 Instituto de Física USP – Sala para SCALE-UP

A sala pertence ao Instituto de Física da Universidade de São Paulo, campus Capital. O quadro 10 apresenta as informações sobre o espaço.

Quadro 10 – IF USP (Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil)

Nome	Sala para <i>SCALE-UP Student-Centered Active Learning Environment with Upside-down Pedagogies</i>
Tipologia definida	Sala para abordagens de aprendizagem centrada no aluno
Localização	Sala 212 Ala II Bloco A Instituto de Física da Universidade de São Paulo Rua do Matão 1371 Cidade Universitária, Campus Capital.
Instituição	Instituto de Física da Universidade de São Paulo
Descrição	Sala com aproximadamente 72 m ² , concebida com base nos princípios de <i>SCALE-UP</i> ³⁶ , equipada com mobiliário e tecnologia de informação para atividades com interação dos alunos. Em uma primeira etapa a sala teve as instalações do sistema elétrico reformadas para colocação de pontos de energia e rede de dados no chão, embutidas em sistema de piso elevado. Em uma segunda reforma foi instalado equipamento de ar-condicionado e instalação de laptops, que ficam presos aos pés das mesas por meio de cabos de aço e trancas.
Propósito de uso	A sala é utilizada para aulas de aproximadamente duzentos e oitenta alunos, distribuídos em quatro turmas (duas no turno diurno e duas no turno noturno), das disciplinas de primeiro ano Física I e Física II. Cada disciplina tem seis créditos aula, distribuídos em quatro horas de aula da sala 212 e duas horas em uma sala convencional, para realização das atividades de avaliação. Esporadicamente acontecem no local as aulas da disciplina Tecnologia de Ensino da Física I, usada por exemplo para atividades como apresentações de trabalhos de alunos.
Controle de acesso	A sala possui três cópias de chaves, sendo que uma delas fica em um painel na portaria, sob o cuidado de um funcionário(a) da recepção e disponível para os professores que utilizam o local, a segunda fica com um responsável da equipe de segurança e é cedida uma vez por dia para a equipe de limpeza e a terceira fica guardada com o departamento de graduação, para uma eventual necessidade. Por motivo de contenção de gastos com pessoal, apenas uma portaria da ALA II será utilizada para acesso ao Instituto de Física.
Mobiliário, infraestrutura e equipamentos	Como é possível observar nas figuras 45 e 46, são doze mesas hexagonais formadas por mesas trapezoidais já existentes no local. Cada mesa possui seis postos para alunos de duas equipes e possui um computador portátil (<i>laptop</i>) por equipe. Há três superfícies para visualização de imagens, sendo duas TVs e uma tela de projeção retrátil. Há seis lousas brancas, sendo duas delas com três metros de largura. Há uma bancada com pia e armários para guardar equipamentos para realização de experimentos. As lousas obstruem a entrada de luz natural. São utilizadas luminárias com lâmpadas frias. A quantidade de lâmpadas foi reduzida após uma análise de profissional especialista.
Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza	As fontes de recursos para reforma da sala foram destinadas pela diretoria do Instituto. Um administrador remoto que utiliza a plataforma <i>Linux</i> apaga todas as informações dos computadores ao final de cada aula, para que os alunos não tenham acesso aos resultados das atividades das aulas anteriores.

Figura 45 – Sala para SCALE – UP – IF USP – São Paulo – Brasil



Figura 46 – Sala para SCALE –UP IF USP – São Paulo – Brasil



4.4.4 LAME - FAU USP

O Laboratório de Modelos e Ensaios - LAME pertence à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, *campus* Capital. Neste laboratório encontra-se o *FabLab* SP³⁷. O quadro 11 apresenta as informações sobre o laboratório.

Quadro 11 - FAU USP (Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil)

Nome	Laboratório de Modelos e Ensaios LAME - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAUUSP
Tipologia definida	Oficina para prototipagem
Localização	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAUUSP Rua do Lago 789 Cidade Universitária, São Paulo - Brasil
Instituição	Universidade de São Paulo
Descrição	O LAME possui equipamentos para apoio na realização de projetos com materiais de diversos tipos como madeira, gesso, cortiça, plásticos, fibra de vidro, argila e metais. O espaço está dividido em um pátio principal e setores específicos: setor técnico de marcenaria, setor técnico de mecânica, setor técnico de argila e gesso, setor técnico de pintura e o setor técnico de modelagem digital, o <i>FabLab</i> -SP.
Propósito de uso	O laboratório de modelos e ensaios possui equipe técnica e maquinário para orientar e apoiar os alunos para execução de maquetes, modelos em escala reduzida, ensaios e protótipos ³⁸ .
Controle de acesso	Pode ser utilizado por docentes e discentes dos cursos de graduação (Arquitetura e Urbanismo e Design) e do programa de pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Não há catracas para identificação dos usuários. Para a utilização das máquinas de corte a <i>laser</i> e fresa CNC deve ser feita a solicitação de agendamento pelo aplicativo <i>Doodle</i> , acessado pelo <i>página web</i> da unidade (FAU USP). Para retirada de ferramentas os alunos devem apresentar o cartão de identificação, com número USP.
Mobiliário, equipamentos e infraestrutura	No pátio principal, (figura 47) que também pode ser reconfigurado para realização de workshops (figura 48) estão os equipamentos furadeiras de bancada (4 un.), furadeira horizontal, furadeira vertical coordenada, lixadeiras de bancadas (6 un.), serras circulares (3 un.), serras de fita (5 un.), serras tico-tico de bancada (7 un.), tornos de madeira (2 un.), torno mecânico de bancada e prensa. No setor técnico de argila e gesso há um forno elétrico e tornos de argila (2 un.). Há um local com cabine e pistola no setor técnico de pintura. O setor técnico de marcenaria possui infraestrutura com sistema central de exaustão, compressores de ar de pistão (2 un.) e os equipamentos: desengrossadeira, esmeril, furadeira múltipla giratória, lixadeira banda larga, lixadeira de cinta, plaina desempenadeira, policorte, prensa hidráulica, respigadeira, serra circular, serra circular esquadrejadeira, serra meia esquadria e tupia estacionária. O setor técnico de mecânica tem dobradeira de tubo, esmeril, fresadora universal, furadeira de bancada (2 un.), policorte, politriz, prensa, serra de fita, torno mecânico, faca de corte, sistema de soldagem, maçarico, cilindro de acetileno, cilindro de oxigênio, cilindro de argônio, soldadeira de serra e calandra. O setor técnico de modelagem digital fica em uma área isolada por divisórias de vidro e por isto possui sistema de ar condicionado (figuras 49 a 52). Na parte externa fica o compressor de ar que é usado pelas máquinas de corte a laser (3 un.). Há também uma cortadora de vinil, fresadora <i>router</i> CNC de três eixos, e fresadora <i>router</i> CNC quatro eixos, impressoras 3D CUBEX (2 un.), impressoras 3D Rap Man (3 un.).
Gerenciamento, provisionamento manutenção, segurança, limpeza	O LAME é coordenado pelo Professor Doutor Artur Simões Rozestraten, e na função de chefia o funcionário Emílio Leocádio Jr.; possui uma equipe de sete técnicos e uma estagiária.

37 ver: <http://fablabsp.fau.usp.br/>

38 ver: <http://www.fau.usp.br/fau/secoes/lame/index.html>

Figura 47 - Laboratório de Modelos e Ensaio LAME - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAUUSP (Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil)



Figura 48 - Laboratório de Modelos e Ensaio LAME - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAUUSP (Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil)



Fonte: Workshop Designing with Models Criss Mills, Clemson University (USA), 2013 foto Adalto Lino Duarte

Figura 49 - Impressoras 3D FabLab SP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU USP
(Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil)



Figura 50 - Fresa CNC três eixos FabLab SP – FAU USP
(Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil)



Figura 51 – Cortadoras a laser *FabLab* SP – FAU USP
(Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil)



Figura 52 – Fresa CNC quatro eixos *FabLab* SP FAU USP
(Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil)



4.4.5 Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção – LAPAC (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo - Brasil)

O Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção – LAPAC existe desde 2006 e funciona no mesmo espaço do Laboratório de Modelos e Maquetes LMM da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP (figura 53). O quadro 12 apresenta as informações sobre o laboratório.

Quadro 12– LAPAC/LMM

Nome	Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção – LAPAC
Tipologia definida	Oficina de prototipagem
Localização	Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Av. Saturnino de Brito s/n Campus Zeferino Vaz Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
Instituição	Universidade de Campinas UNICAMP
Descrição	As instalações do LAPAC estão localizadas no prédio do Laboratório de Modelos e Maquetes da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP. É um espaço de aproximadamente 150 m ² distribuídos em um piso térreo, mezanino e um contêiner. Tem capacidade para atender simultaneamente trinta alunos. Um outro contêiner está sendo preparado para abrigar uma sala com postos de trabalho para professores e pesquisadores. Durante o dia é utilizado principalmente pelos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo, que é ministrado no período noturno.
Propósito de uso	O Laboratório foi criado em 2006 como parte do projeto de pesquisa da <i>Professora Doutora Doris Kowaltowski</i> com o objetivo de estudar o processo de projeto em arquitetura. (CELANI, 2013). O LAPAC atende principalmente alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo que utilizam o espaço e sua infraestrutura para realização de modelos tridimensionais utilizando técnicas de prototipagem digital.
Controle de acesso	Não há dispositivo para controlar a entrada de usuários. O laboratório fica aberto nos dias úteis das 14h00 às 22h00. Alunos matriculados nos cursos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo podem usar a infraestrutura do Laboratório.
Mobiliário, equipamentos e infraestrutura	Mobiliário e equipamentos: o térreo possui bancadas para montagem de protótipos, trinta bancos altos, armários para ferramentas e equipamentos de marcenaria (duas furadeiras de bancada, uma serra de fita, uma serra circular) (figura 54). Nesse mesmo espaço estão a <i>CNC Router Roland MDX540</i> (essa possui quatro eixos, tem área útil de 500 x 400 x 155 mm) e a <i>Vacuum Forming VFBD3036 Brawel</i> (área útil 290 x 350 x 150 mm e espessura de material 0.1–3 mm) (figura 55) No mezanino ficam duas mesas para seis pessoas, seis estações de trabalho equipadas com diferentes hardware e software para realização de projetos com uso de tecnologia digital. Há também uma sala com equipamentos de fabricação digital, uma cortadora a laser <i>Universal Laser systems</i> (Potência 40W, área útil 450 x 800 mm), uma impressora <i>3D Zcorp Z310</i> e um aparelho digitalizador <i>3D MicroScribe G2X</i> (figuras 56 a 58). Na área externa do pavimento térreo há uma extensão do laboratório adaptada em um container. Em seu interior está instalada a <i>CNC Router Vitor Ciola</i> (possui três eixos e área útil de 1000 x 2000 mm, com mesa de vácuo), uma cortadora a laser chinesa <i>Combat</i> (Potência 100W, área útil 1200 x 900 mm), uma impressora <i>3D Cube FDM</i> (área útil 139,7 x 139,7 x 139,7mm). O contêiner é climatizado e seus fechamentos verticais são compostos por paredes duplas revestidas para garantir conforto térmico em seu interior (figuras 59 e 60).
Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza	O Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção - LAPAC é um laboratório de pesquisa ligado ao Departamento de Arquitetura e Construção - DAC, da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - FEC UNICAMP. É coordenado pela professora doutora Gabriela Celani. O LAPAC fica no mesmo espaço do Laboratório de Modelos e Maquetes - LMM ligado aos cursos de graduação de arquitetura e urbanismo e de engenharia da mesma

	<p>faculdade.</p> <p>O espaço tem um técnico que faz a limpeza e manutenção preventiva dos equipamentos e alguns reparos quando isto é possível de ser feito no local. Há estagiários vindos de diversos cursos de graduação e pós-graduação que ajudam alunos a usar os equipamentos do laboratório, preparam tutoriais para cada máquina, mantêm o <i>página web</i> do laboratório atualizado, planejam os horários e organizam o espaço (CELANI, 2013).</p> <p>O laboratório é mantido por meio de auxílios e bolsas das agências FAPESP, CAPES, CNPq, FAEPEX-UNICAMP e SAE-UNICAMP.</p> <p>Para os gastos com manutenção corretiva de móveis e equipamentos a coordenação do LAPAC utiliza verba de pesquisa, quando há disponibilidade. Em alguns casos há o apoio financeiro da coordenação de graduação, como por exemplo para troca da fonte do laser da cortadora, já que, segundo depoimento da coordenadora Gabriela Celani, os alunos de graduação são os maiores usuários desse equipamento. Os processos de contratação de mão de obra para manutenção seguem os processos de licitação convencionais da UNICAMP quando o serviço é financiado pela FEC. No caso de uso de recursos de pesquisa, desde que o valor não exceda dez salários mínimos não é necessário o processo de licitação.</p> <p>O serviço de limpeza do espaço é feito por funcionários de empresas terceirizadas contratadas pela UNICAMP, os quais prestam serviços para todas as edificações do campus Zeferino Vaz.</p>
--	--

Figura 53 - LAPAC UNICAMP – Entrada e modelos em escala 1:1
(Universidade Estadual de Campinas – São Paulo – Brasil)



Figura 54 - LAPAC UNICAMP - Bancadas piso térreo
(Universidade Estadual de Campinas - São Paulo - Brasil)



Figura 55 - LAPAC UNICAMP - Térreo do Laboratório - Equipamentos CNC com quatro eixos e vacuum forming
(Universidade Estadual de Campinas - São Paulo - Brasil)



Figura 56 - LAPAC UNICAMP - Sala no mezanino - Equipamentos para fabricação digital (cortadora *laser* e prateleira com modelos (Universidade Estadual de Campinas - São Paulo - Brasil)



Figura 57 - LAPAC UNICAMP - Sala no mezanino (Universidade Estadual de Campinas - São Paulo - Brasil)



Figura 58 - LAPAC UNICAMP – Mezanino (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo – Brasil)



Figura 59 - LAPAC UNICAMP – Vista externa contêiner equipamentos (Universidade Estadual de Campinas – São Paulo – Brasil)



Figura 60 – LAPAC UNICAMP – Vista interna contêiner equipamentos
(Universidade Estadual de Campinas – São Paulo – Brasil)



4.4.6 INSPER – Instituto de Ensino e Pesquisa (Vila Olímpia – São Paulo)

Próximo ao edifício atual da instituição será construído um novo edifício com espaços apropriados para as atividades de novos cursos. Enquanto as novas instalações não são construídas, os cursos são realizados em um andar das atuais instalações do INSPER – Instituto de Ensino e Pesquisa. O quadro 13 apresenta as informações sobre os espaços.

Quadro 13 – Informações sobre os espaços do Insper

Nome	Insper – Instituto de Ensino e Pesquisa
Tipologia definida	Oficina para prototipagem, sala para abordagens de aprendizagem centrada no aluno, espaços adjacentes: salas multiuso, espaços de estar, laboratórios temáticos.
Localização	São Paulo, Brasil Endereço: Rua Quatá 300 – Vila Olímpia São Paulo
Instituição	Insper – Instituto de Ensino e Pesquisa
Descrição	São aproximadamente dois mil m ² neste andar, que foi totalmente reformado e adaptado para os novos cursos. Foram criadas salas de aula, salas multiuso, laboratório de ensaios e um espaço para prototipagem que faz parte da rede mundial de <i>FabLabs</i> .
Propósito de uso	Originariamente uma escola com cursos voltados para as áreas e economia e administração, iniciou o projeto de expansão do espaço físico para a criação da nova faculdade Engenharia. Segundo Liks (2014), os cursos serão voltados a formação de engenheiros dotados de competências em empreendedorismo e <i>design</i> . Em 2015, foram iniciados os cursos de Engenharia de Computação,

	Engenharia Mecatrônica e Engenharia de Produção. A estruturação do currículo inédito, recentemente aprovado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), teve colaboração de profissionais do <i>Franklin Olin College of Engineering</i> , instituição de ensino norte-americana reconhecida pela abordagem inovadora no ensino de engenharia. Desta colaboração, surgiu o reconhecimento do valor existente no projeto simultâneo de espaços e currículo (LICKS, 2014).
Controle de acesso	O uso dos espaços e da oficina de prototipagem é destinado aos alunos matriculados para execução de atividades das disciplinas dos cursos de engenharia. Uma vez por semana, às quintas feiras o <i>FabLab</i> fica aberto para o público geral. Para acessar o edifício é preciso fazer um cadastro na recepção que fica no térreo. Os espaços descritos nesse quadro ficam no quarto andar do edifício.
Mobiliário, infraestrutura e equipamentos	O <i>FabLab</i> Inesper está equipado com Impressoras 3D <i>Ultimaker</i> e <i>Stratasys Objet30 Pro</i> , cortadora <i>laser Epilog Legend Mini 18</i> , fresa CNC de quatro eixos <i>Roland MDX-40A</i> , Router CNC <i>Shopbot Gantry</i> (em local isolado por fechamento de vidro). Há materiais e equipamentos para produção de circuito impresso e cortadora de vinil <i>Roland GX-24</i> . O espaço do <i>FabLab</i> possui oito mesas altas que formam duas grandes superfícies para montagem de protótipos (figura 61), bancos altos com encosto parcial, local para armazenamento de materiais, pia, painel para ferramentas e bancadas para os equipamentos. Há um monitor de TV para a comunicação entre os <i>FabLabs</i> da rede mundial de laboratórios (figura 62). No mesmo pavimento há salas para realização aulas com atividades de aprendizagem centradas no aluno nas quais as mesas e cadeiras possuem rodízios para facilitar a configuração o leiaute (figura 63). Há também laboratórios equipados com instrumentos de precisão para realização de experimentos das aulas de disciplinas teóricas. Na área de circulação há assentos para promover o encontro e integração entre os alunos (figura 64).
Gerenciamento, provisionamento, manutenção, segurança, limpeza	Os espaços são administrados pela coordenação do INSPER, que também é responsável pelos custos com manutenção e fornecimento de materiais destinados aos trabalhos das disciplinas. A limpeza é realizada por empresa contratada pela instituição. Alunos e usuários são incentivados a manter o local limpo e organizado.

Figura 61 – FabLab INSPER (Instituto de Ensino e Pesquisa – São Paulo – Brasil)

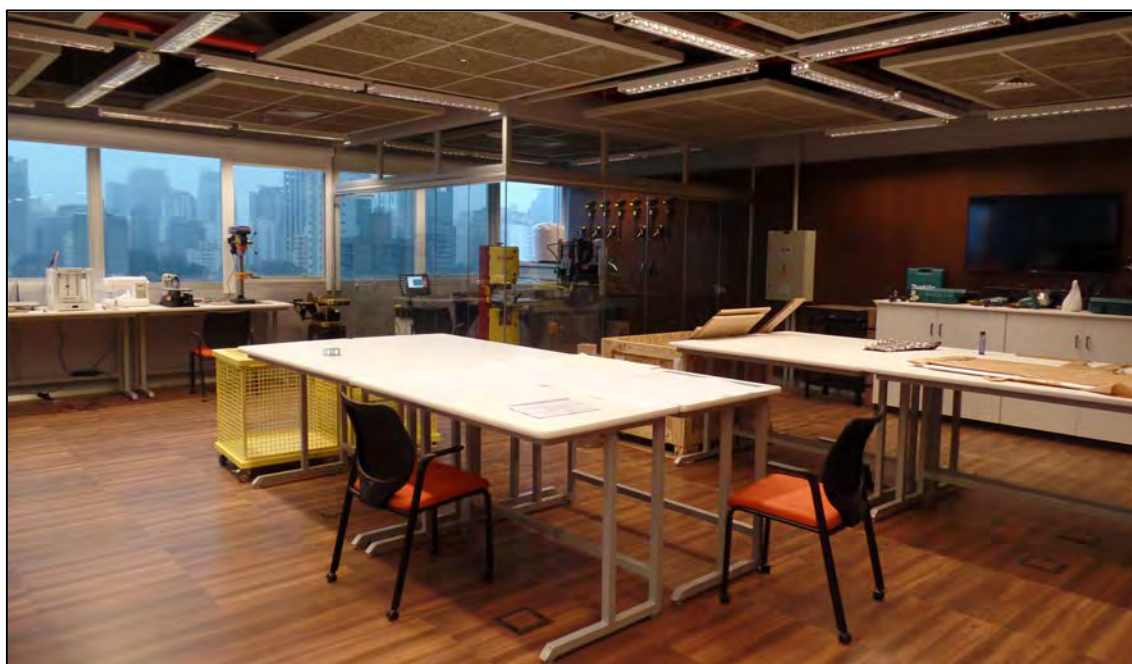
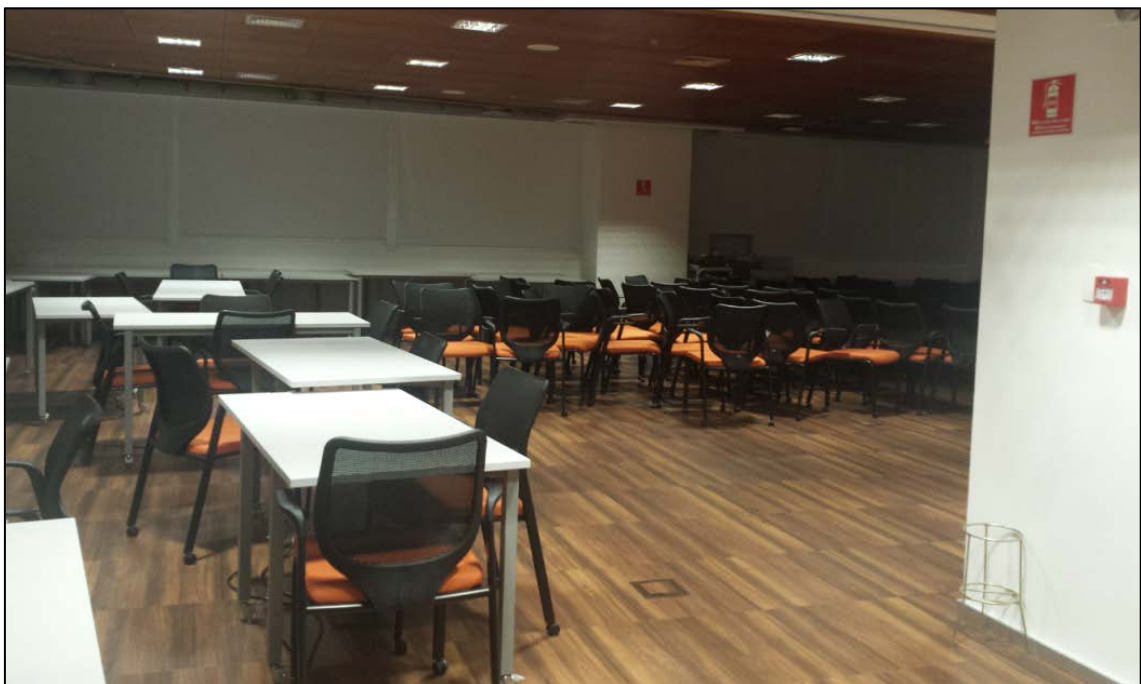


Figura 62 – FabLab INSPER (Instituto de Ensino e Pesquisa – São Paulo – Brasil)

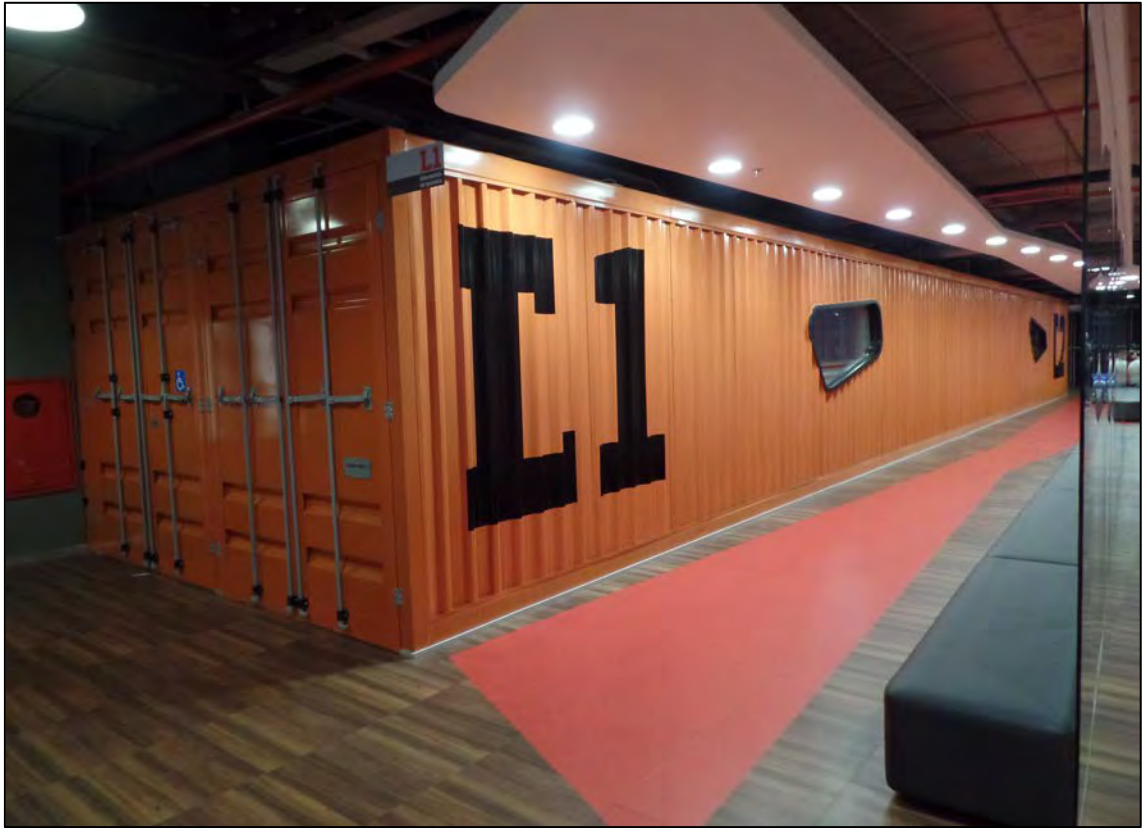


Figura 63 – Sala de aula para abordagens de aprendizagem centrada no aluno paredes-lousa e protótipo de mobiliário INSPER – Instituto de Ensino e Pesquisa (São Paulo – Brasil)



Fonte: Eduardo Toledo

Figura 64 – Área de circulação com mobiliário para integração e laboratório de ensaios (INSAPER – Instituto e Ensino e Pesquisa – São Paulo – Brasil)



4.4.7 Conjunto de salas da ESPM – Escola Superior de Propaganda e Marketing (São Paulo – Brasil)

O conjunto de salas pertence à Escola Superior de Propaganda e Marketing. O quadro 14 apresenta as informações sobre os espaços da Escola.

Quadro 14 – Informações sobre os espaços da ESPM

Nome	Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM)
Tipologia definida	Salas de aula para abordagens de aprendizagem centrada no aluno
Localização	São Paulo – Brasil Endereço: Rua Dr. Álvaro Alvim, 123 Vila Mariana São Paulo
Instituição	Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM)
Descrição	A instituição iniciou no primeiro semestre de 2014 a reforma para adequação de uma área antes ocupada por salas dos cursos de línguas para instalação de um conjunto formado por duas salas que serão ocupadas por alunos dos novos cursos de Sistemas de Informação.
Propósito de uso	Os espaços têm características inovadoras, tanto nos aspectos físicos, como no mobiliário e na forma de utilização. Os ambientes foram criados para atender às estratégias de aprendizagem centrada no aluno. O conjunto de ambientes é formado por duas salas.
Mobiliário, infraestrutura e equipamentos	Na sala de aula painéis de vidro serigrafado substituem lousas convencionais. Há um totem a partir do qual o professor tem acesso a todos os monitores dos <i>desktops</i> dos alunos, e também pode controlar o conteúdo das telas que ficam ao lado das mesas, as quais agrupam equipes de nove alunos cada (figuras 65 e 66). Em uma outra sala não há mesas ou cadeiras; os alunos sentam-se em almofadas no chão e em uma arquibancada, de onde podem visualizar um conjunto de telas LCD de alta resolução para as atividades do curso de criação de <i>games</i> (figura 67).

Figura 65 – Salas de aula dos cursos de Sistema de Informação da ESPM
(Escola Superior de Propaganda e Marketing – São Paulo – Brasil)



Figura 66 – Salas de aula dos cursos de Sistema de Informação da ESPM
(Escola Superior de Propaganda e Marketing – São Paulo – Brasil)

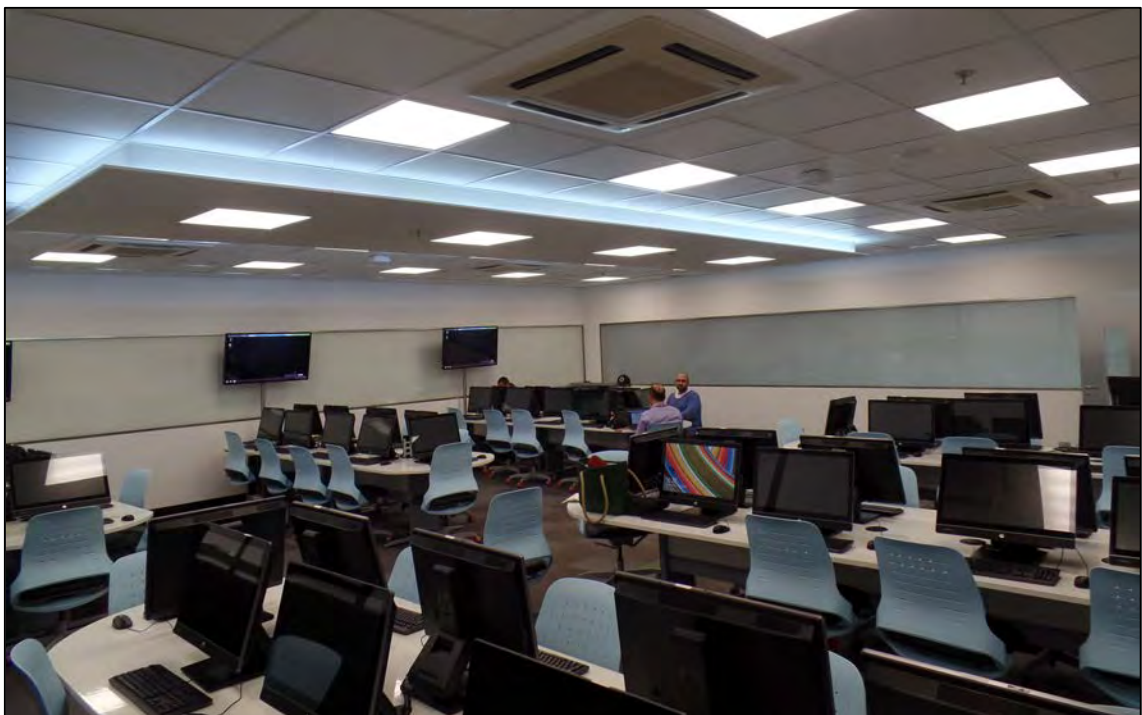


Figura 67 – Salas de aula com arquibancada, curso de criação de *Games* da ESPM (Escola Superior de Propaganda e Marketing – São Paulo – Brasil)



4.5 INICIATIVAS EM INSTITUIÇÕES CORPORATIVAS BRASILEIRAS

No Brasil há alguns exemplos de iniciativas de transformação de espaços em instituições corporativas para criação de ambientes considerados mais propícios para atividades associadas aos conceitos de criação e inovação. Essa pesquisa apresenta a iniciativa da Inovateca do Itaú, na cidade de São Paulo.

4.5.1 Inovateca – Itaú

A administração do setor de investimentos do Banco Itaú criou em 2009 um ambiente apropriado para o desenvolvimento de atividades centradas no usuário, com uso de *Design Thinking*, atividades de ideação, prototipagem e trabalho colaborativo entre equipes. O local, chamado de Inovateca, é composto por uma sala multiuso reconfigurável, que pode ser transformada em dois ambientes com paredes divisórias, revestidas com laminado melamínico³⁹ podem ser utilizadas como lousas, além de uma sala para prototipagem, sala de leitura, sala de projetos e café. Os espaços são equipados

³⁹ Produto para revestimento à base de resina melamínica

com mesas e cadeiras dobráveis e com rodízios, os quais permitem a reconfiguração dos ambientes, que podem ser utilizados por funcionários de outros setores, com agendamento prévio. O uso dos espaços para realização de reuniões convencionais é evitado, sendo priorizadas atividades diversas de integração, criação e desenvolvimento de projetos (figura 68 a e b).

Figura 68 - Inovateca Itaú (Banco Itaú - São Paulo - Brasil)
a) Sala multiuso b) Sala para desenvolvimento de projetos



(a)



(b)

4.6 COMENTÁRIOS

Com esse capítulo atinge-se um dos objetivos secundários da pesquisa, o estudo de espaços para levantamento de referenciais sobre as características e utilização de ambientes adequados às novas estratégias de ensino-aprendizagem. Ele, juntamente com os aprendizados do capítulo 2, embasam o desenvolvimento da ferramenta buscada, que é apresentada a seguir.

É preciso salientar que importantes referenciais que não fizeram parte desse estudo presencial ou não foram documentados merecem destaque, como por exemplo as instituições de ensino norte-americanas *Massachusetts Institute of Technology* (MIT)⁴⁰ e *Olin College of Engineering*⁴¹ e os espaços utilizados pelo laboratório coordenado pela professora Renate Fruchter, P⁵BLLAB⁴², onde foi possível presenciar a utilização de uma das salas equipada com múltiplos *smartboards* funcionando simultaneamente em uma apresentação (figura 69a) e conhecer umas das salas multiuso (figura 69b) no edifício dos

40 ver: <http://web.mit.edu/>

41 ver: <http://www.olin.edu/>

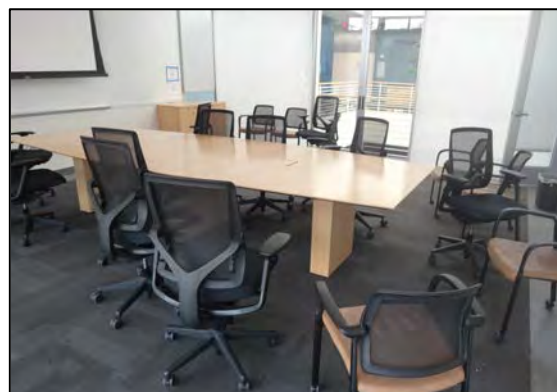
42 <http://pbl.stanford.edu/>

curso de Engenharia da *Stanford University* (EUA) – equipadas com sistemas para videoconferência.

Figura 69 – *Engineering Building – Stanford University*
a) sala com múltiplos *smartboards* | b) sala multiuso



(a)



(b)

No Brasil há outras iniciativas relevantes que utilizam práticas pedagógicas nas quais o aluno tem papel ativo no processo de aprendizagem, como os cursos da Faculdade de Engenharia da Universidade de São Paulo, *campus* Lorena, a Universidade Federal de Minas Gerais e o curso de Engenharia de Inovação do ISITEC; e espaços não vinculados a instituições de ensino como o *makerspace* Garagem *FabLab* e o *hackerspace* Garoa *Hacker Clube*.

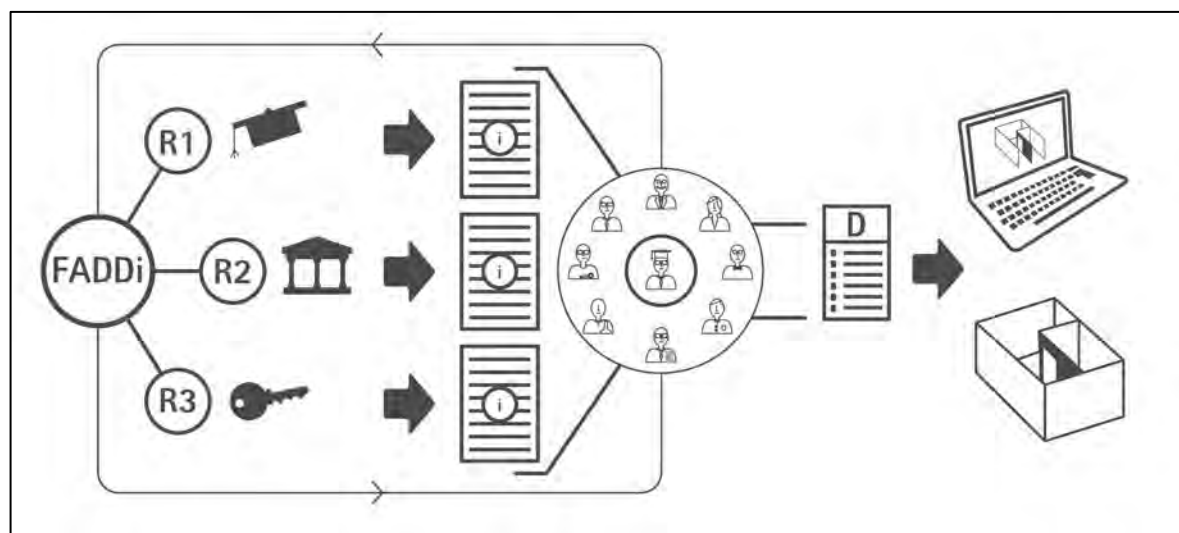
5 FERRAMENTA PARA ANÁLISE E DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES

Neste capítulo apresenta-se um dos resultados do trabalho: a partir das informações obtidas com a pesquisa realizada foi concebida uma ferramenta de auxílio para tomadas de decisão sobre a concepção, o projeto e a operação de ambientes novos e de alterações nos espaços físicos existentes para ensino-aprendizagem que incentivem a formação de profissionais com habilidades em criatividade e inovação e o desenvolvimento de trabalho colaborativo associados a mudanças curriculares, com ênfase para cursos de engenharia. Como apresentado na introdução do trabalho, a utilização dessa ferramenta envolve a produção de um conjunto de instrumentos contendo informações organizadas como referenciais para formulação de diretrizes, a serem consultados pelas partes envolvidas no planejamento, execução e operação dos espaços, nas fases de desenvolvimento de programas e projetos de novos ambientes destinados ao ensino de engenharia ou adaptação de espaços já existentes, e na fase de operação dos mesmos.

Como está representado na figura 70, as partes interessadas filtram as informações e se necessário retomam o processo (esta possibilidade de volta à aplicação dos roteiros da ferramenta está indicada pelas setas). As partes interessadas são, para essa pesquisa: professores, gestores, investidores, funcionários, alunos e outros profissionais envolvidos; na ilustração estão posicionados entre o conjunto de informações levantadas e as diretrizes concebidas, que serão base para as intervenções.

A função da ferramenta para análise e definição de diretrizes (FADDi) é possibilitar o levantamento de demandas associadas a estruturas curriculares para concepção ou adaptação de ambientes de ensino, e tem como principal característica a aplicação em diferentes contextos que envolvam espaços de ensino-aprendizagem, com abordagens definidas em três diferentes roteiros (R1, R2 e R3), descritos a seguir.

Figura 70 – Ferramenta para análise e definição de diretrizes



A ferramenta é formada por um conjunto de roteiros e sugestões de procedimentos para visitas e modelos de questionários para levantamento de informações com profissionais envolvidos (*stakeholders*). Sua característica modular faz com que não seja obrigatório seguir um procedimento sequencial. Pode ser aplicada parcialmente, de acordo com as demandas e oportunidades.

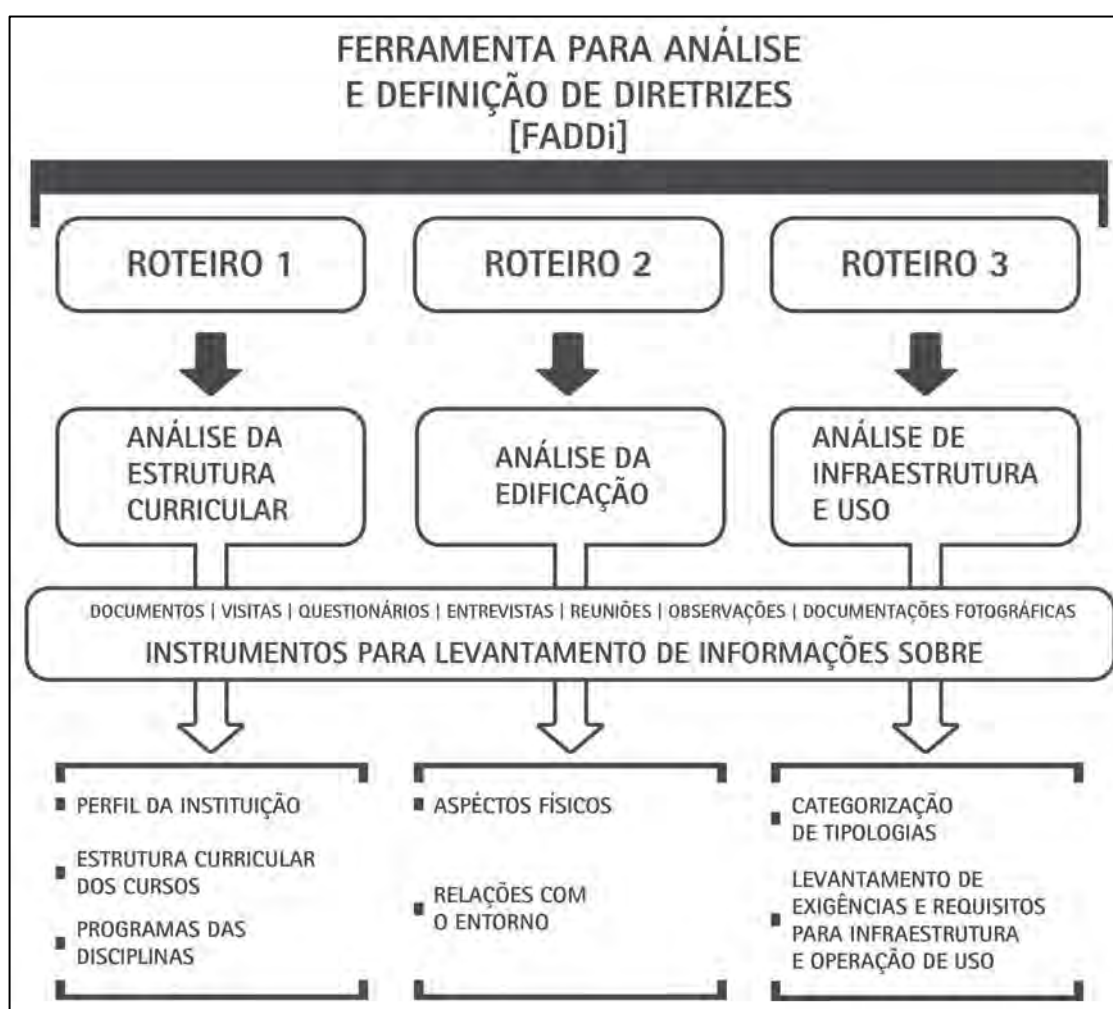
São três os roteiros de avaliação que podem estar associados aos resultados obtidos em questionários para definição das diretrizes, conforme ilustrado na figura 71. Cada roteiro é destinado a um aspecto a ser analisado:

- Roteiro 1 - Análise de estrutura curricular
Para levantamento e análise de demandas associadas à estrutura curricular. Informações sobre a instituição e seus cursos, disciplinas, alunos, docentes, funcionários.
- Roteiro 2 – Análise da edificação
Para levantamento e análise das características da edificação que abriga o curso. Informações pertinentes para processos de reforma e adaptação de edificação existente ou para projeto de nova edificação.

- Roteiro 3 – Análise de infraestrutura e operação e uso

Para levantamento e análise de exigências e requisitos considerando-se como tipologia de espaços de aprendizagem: sala de aula para PBL, sala de projetos, oficina, sala de estudos e espaço para exposição e fatores associados a infraestrutura e uso: aspectos físicos, sistemas prediais, mobiliário, equipamentos e operação.

Figura 71 – Esquema da ferramenta para análise e definição de diretrizes



Este capítulo descreve os três roteiros e sugere quais podem ser as partes envolvidas para participação no desenvolvimento de cada temática. No apêndice 4 é apresentado um documento com sugestão de formatação de roteiros, sugestões de procedimento e um conjunto de perguntas modelo para questionários.

5.1 ROTEIRO 1 - ANÁLISE DE ESTRUTURA CURRICULAR

Para que a construção de novos espaços ou adequação de espaços de ensino-aprendizagem existentes em uma instituição de ensino traga resultados positivos é importante a caracterização das atividades, tanto as que já estão em andamento como das que venham ser desenvolvidas em novos espaços. Esse roteiro tem a função de organizar as informações existentes e, se necessário, provocar discussões sobre indefinições para (de modo a) eliminá-las.

5.1.1 Levantamento do perfil da instituição

Descrição: documentos sobre a história da instituição e com respostas a questionamentos sobre número de alunos, professores e funcionários, perfis dos alunos e profissionais que frequentam os cursos, processo de ingresso dos alunos, modelos de contratação de funcionários, recursos disponíveis, planos de ampliação, de estrutura física ou de grade curricular, perfis dos alunos e funcionários almejados para planos futuros.

Interessados: dirigentes, coordenadores de curso e disciplina, membros de conselhos.

5.1.2 Levantamento da estrutura curricular do(s) curso(s) da instituição

Descrição: documentos com respostas a questionamentos sobre a estrutura curricular do(s) curso(s) da instituição, listagem e descrição dos tipos de disciplinas, se são eletivas ou optativas, como é feita a distribuição de horários e quantos créditos representam para o curso.

Interessados: coordenadores de curso e disciplina, professores, secretárias de curso, assistência acadêmica.

5.1.3 Levantamento dos programas das disciplinas

Descrição: documento que agrupa informações sobre ementas de cada disciplina, números de créditos-aula e trabalho, seus objetivos e processos de avaliação.

O documento deve ter a descrição detalhada das atividades a serem realizadas em classe, das atividades de avaliação e processo de cálculo das notas, mostrando como será feita a distribuição de pesos para as atividades. Também deve apresentar informações sobre atividades multidisciplinares e se a disciplina pretende envolver alunos em atividades que envolvam participantes externos à universidade como estágios ou desenvolvimento de projetos a partir de problemas reais. Deve identificar o número de créditos-aula e de

créditos-trabalho. Outras informações importantes que também devem constar no documento gerado são a bibliografia a ser indicada e descrição do método de gestão de materiais didáticos e informações acadêmicas dos alunos em ambientes virtuais de aprendizagem.

Interessados: coordenadores de disciplinas, professores, monitores.

5.2 ROTEIRO 2 - ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

Esse roteiro tem a função de identificar e organizar informações sobre a edificação existente que abriga o curso ou as características das áreas disponibilizadas para novas construções, como interferências externas com meio urbano ou de *campi* universitários. São considerados para discussão casos de reformas e processos de adequação de edificações existentes, em diferentes escalas de intervenções, e projetos de novas edificações, incluindo processos de demolições e escolhas de áreas para implantação.

5.2.1 Levantamento de aspectos físicos

Descrição: documento com informações sobre a situação do espaço físico da instituição como dimensões e condições de áreas para intervenções. Em caso de intervenções em edificações já existentes o documento deve conter dados associados a conforto térmico e acústico, iluminação e circulação e informações sobre as instalações disponíveis (elétrica, rede de dados, hidráulica, sistemas de climatização) e as interferências entre as mesmas.

5.2.2 Levantamento das relações da instituição com seu entorno

Descrição: documento com informações sobre implantação e outros aspectos relacionados à interferência do espaço físico da instituição com seu entorno. São abordadas informações relevantes como facilidade de acesso, proximidade de outras instituições, etc.

5.3 ROTEIRO 3 - ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA E OPERAÇÃO E USO

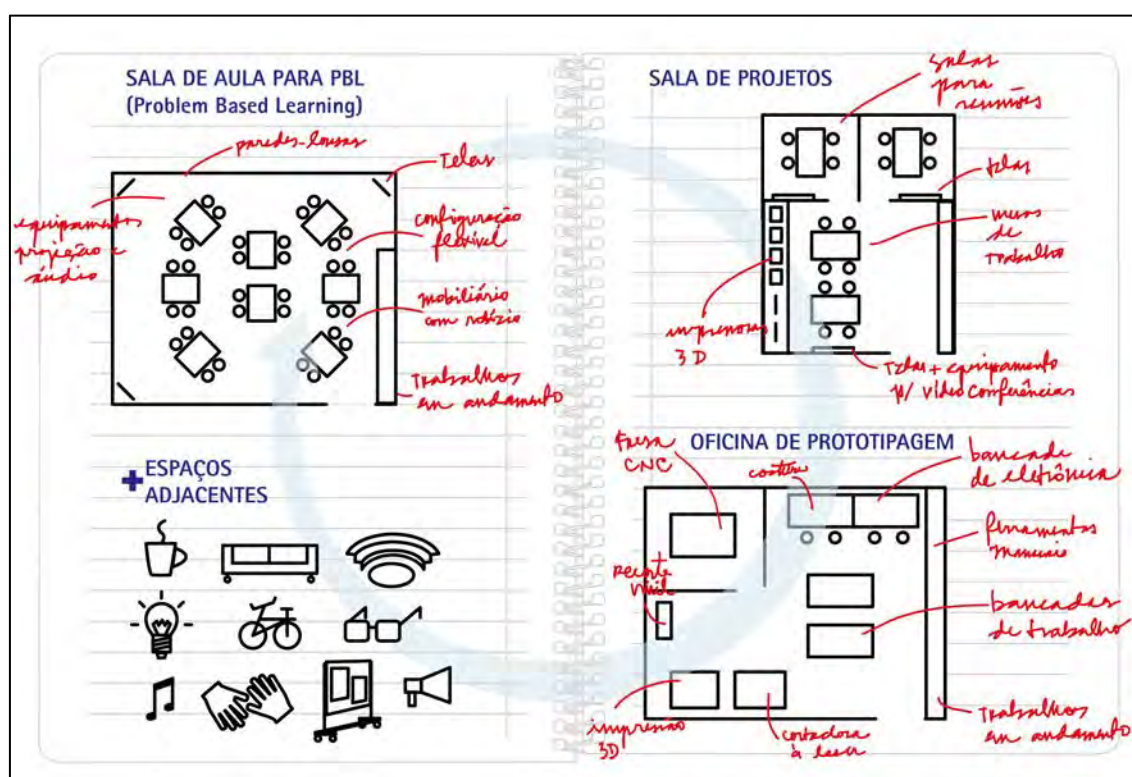
Esse roteiro tem a função de coletar, identificar e organizar informações sobre uso e operação dos ambientes existentes e provocar discussões sobre concepção de regras para novos ambientes. Cada tipologia de espaço deve ser analisada sob os aspectos das características de sua infraestrutura e de funcionamento de operação e uso, para que as informações sejam distribuídas quanto ao seu desempenho frente a exigências e requisitos, conceitos usados pelo conjunto de normas de desempenho ABNT NBR 15575: 2013 e aplicados em outro contexto nesta pesquisa. As definições de tipologia devem ter como referencial a categorização determinada neste capítulo.

5.3.1 Categorização de tipologia de ambientes de ensino-aprendizagem

Descrição: documento com informações sobre quais tipos de ambientes terão sua infraestrutura e operação de uso analisados. As informações valem para espaços existentes que serão ou não modificados e novos espaços a serem projetados. Para realização deste documento, os ambientes são categorizados a partir de reflexões das partes envolvidas sobre como os espaços poderão interferir nas atividades a serem realizadas e nos resultados esperados de ensino-aprendizagem.

A partir das visitas e estudos de espaços realizadas nessa pesquisa (capítulo 4), foi definida uma tipologia como síntese dos espaços visitados, definindo ambientes de ensino-aprendizagem, combinados a ambientes adjacentes, para compor um conjunto considerado ideal para intervenções, como esquematizado na figura 72.

Figura 72 – Síntese da tipologia definida pela pesquisa



Fonte: adaptado da autora

As principais características dos quatro categorias de ambientes de ensino-aprendizagem e sugestões de equipamentos para compô-los são:

- a) Sala de projetos - espaços destinados a atividades de desenvolvimento de projetos, equipados com tipos de *hardware* e *software* para atividades de prototipagem digital, mobiliário para arquivar materiais e trabalhos em andamento e para realização de reuniões de trabalho em equipe, presenciais ou por videoconferência.
- b) Sala de aula para PBL - salas de aula com mobiliário apropriado para atividades em equipes, nas quais os modelos e arranjo de mesas e cadeiras possibilitem a integração entre os membros das equipes. Lousas e telas de projeção ou monitores de vídeo distribuídos em três ou mais pontos para possibilitar a visualização em todos os postos, bem como cadeiras e flip charts com rodízios, mesas dobráveis, instalações elétricas e de rede suspensas, são características encontradas em espaços desse tipo.
- c) Oficina - espaços com infraestrutura e tecnologia para produção automatizada de protótipos das ideias desenvolvidas por alunos, pesquisadores, professores e demais usuários. Assim como na sala de projetos, as oficinas devem estar equipadas com tipos de *hardware* e *software* adequados para atividades de prototipagem digital. Os tipos de equipamentos variam de acordo com a área disponível, necessidades e possibilidades de operação de uso.

Utilizando como referências as visitas realizadas e a literatura consultada para esta pesquisa, são consideradas três categorias de equipamentos para as oficinas:

1. equipamentos de comando numérico para prototipagem e fabricação digital, os quais possibilitam a produção de protótipos físicos a partir de modelos geométricos gerados em sistemas CAD. Interpretam os arquivos CAD (*Computer Aided Design*), traduzindo as coordenadas X, Y, e Z do modelo ou desenho digital em comandos de posição, velocidade, corte ou extrusão (NEVES, 2014);
2. equipamentos convencionais que incluem ferramentas e máquinas para marcenaria, serralheria, moldagem e costura;
3. equipamentos para produção de sistemas eletrônicos.

Para a primeira categoria de equipamentos estão incluídos:

- fresadoras de precisão e de grandes formatos controladas por computador (CNC) para usinagem, corte e acabamento de materiais rígidos como madeira, MDF e materiais menos densos como RPU e espuma;
- cortadoras a laser para corte de materiais rígidos como MDF, acrílico, papelão, madeira, papel cortadoras de vinil.

Na segunda categoria estão equipamentos que não utilizam sistemas digitais, como:

- serras (de bancada, serras de fita, serra circular);
- lixadeiras;
- tornos;
- micro retíficas;
- ferramentas manuais;
- capelas para pintura;
- *vacuum forming*;
- máquinas de costura para montagem e acabamento de protótipos que utilizem tecidos, couro ou outros materiais maleáveis.

A terceira categoria inclui bancada equipada para realização de atividades que envolvam eletrônica, com:

- estações de solda;
- osciloscópios;
- fontes de alimentação.

Além dos equipamentos, os suprimentos consumíveis são necessários para o funcionamento pleno de uma oficina. Materiais como parafusos, porcas, pregos, lixas, chapas de materiais rígidos como MDF, compensado, fórmica, incluem-se nessa categoria.

d) Espaços adjacentes

Nesses locais não há necessariamente atividades didáticas, mas complementam o conjunto de ambientes da tipologia, pois possibilitam a extensão das ações de ensino-aprendizagem em atividades informais. Constituem os espaços adjacentes:

- sala de estudos - ambientes destinados a leitura, estudo em equipe;
- espaços para exposições - espaços para arquivamento e exposição de trabalhos;
- espaços para descanso;
- espaços para lazer;
- espaços para alimentação;
- espaços para encontros.

Interessados: coordenadores de curso e de disciplinas, professores, funcionários, monitores e alunos.

5.3.2 Levantamento de exigências e requisitos para infraestrutura, operação e uso

Descrição: documento com informações sobre as exigências e requisitos para funcionamento dos ambientes definidos no levantamento usando a tipologia. O documento considera questões sobre infraestrutura necessária e regras para operação e uso dos espaços.

Exigências são as necessidades dos usuários [partes envolvidas] em condição de exposição em uma edificação.

Requisitos são as condições que expressam qualitativamente os atributos que a edificação e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam atender os requisitos do usuário (CBIC, 2013).

São consideradas informações sobre:

- Mobiliário - tipos de mobiliário disponíveis, sistema de manutenção, estocagem, interferências entre mobiliário e características da arquitetura (exemplos: problemas com movimentação, geração de ruídos, fragilidade de revestimentos, peso, falta de pessoal para movimentação).
- Equipamentos - tipos de equipamentos, características físicas, especificações técnicas, previsão de custos devido a necessidade de intervenções na arquitetura para instalações (sistemas prediais).

- Infraestrutura - requisitos para instalação e funcionamento de equipamentos. Sistemas prediais: elétrica, rede de dados, hidráulica, sistemas de climatização, sistemas de exaustão, ar comprimido, armazenamento e evacuação de resíduos.
- Operação - horários de funcionamento, segurança, limpeza, interferências entre usos de equipamentos, frequência de uso, funções de monitoria, supervisão, provisionamento.

Interessados: coordenadores de curso e de disciplinas, professores, funcionários, monitores e alunos.

5.4 COMENTÁRIOS

Este capítulo apresentou a ferramenta produzida e a descrição de cada um de seus roteiros, como um dos resultados do trabalho. A avaliação da ferramenta proposta como método de análise e definição de diretrizes será apresentada no próximo capítulo.

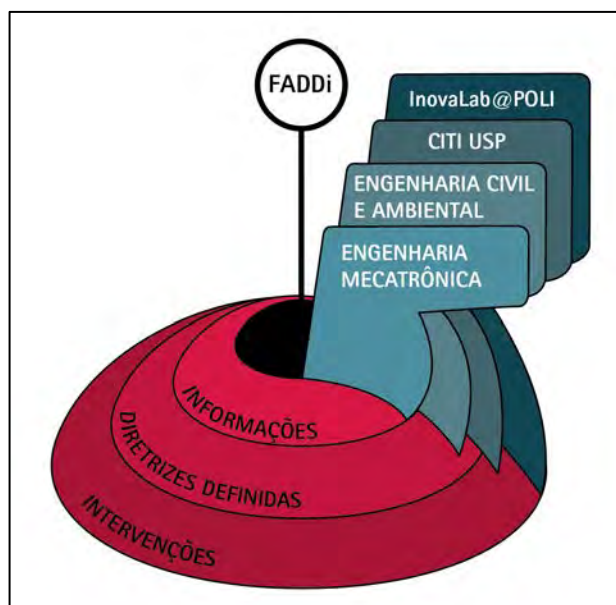
6 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA PROPOSTA

Para avaliação da proposta da pesquisa, a FADDi - ferramenta para análise e definição de diretrizes foi aplicada para situações em cursos de engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, campus da Capital, descritas a seguir. Como mencionado no capítulo 3, as aplicações nos espaços de ensino-aprendizagem da Escola Politécnica e seus resultados foram:

- INOVALAB@POLI: Adaptação de sala de aula convencional, concepção de projeto básico para reforma da oficina, concepção do projeto básico da sala de projetos e concepção das propostas de operação e uso dos espaços do InovaLab@POLI, no Edifício José Otávio Monteiro de Camargo (Engenharia de Produção).
- CITI USP: Concepção e projeto básico para reforma da oficina de eletrônica do InovaLab@POLI, concepção de sala de aula para PBL e propostas para operação e uso de espaços do Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas da Universidade de São Paulo - CITI USP.
- ENGENHARIA MECATRÔNICA: Concepção de estudo preliminar para reforma da sala de projetos do curso de engenharia mecatrônica (Prédio de Engenharia Mecânica e Naval).
- ENGENHARIAS CIVIL E AMBIENTAL: Concepção de estudos preliminares para ambientes do Edifício Paula Souza para os cursos de engenharia civil e de engenharia ambiental, resultando propostas para salas de aula para PBL, sala de projetos, oficina e espaço para estudos e exposições de trabalhos de alunos; também resultaram em propostas para operação e uso dos ambientes.

Como explicado no Capítulo 5, a ferramenta disponibiliza roteiros para levantamento de informações, com questionários, entrevistas, visitas, reuniões e outras ações que sejam necessárias. A característica modular da ferramenta representa a não obrigatoriedade de aplicação de todos os roteiros ou que sejam utilizados de forma sequencial para uma determinada proposta de intervenção. Sendo assim, os quatro processos para aplicação da ferramenta da pesquisa na Escola Politécnica da USP descritos nesse capítulo não apresentam o mesmo padrão de abordagens e resultados. A figura 73 procura representar essas diferenças (associadas a diferentes fatores) entre os processos de aplicação da ferramenta na Escola Politécnica da USP.

Figura 73 – Diferenças entre processos de aplicação da FADDi na Escola Politécnica da USP



6.1 INOVALAB@POLI

O InovaLab@POLI é um conjunto de laboratórios associado a estratégias pedagógicas inovadoras aplicadas a disciplina optativa 030-3410 - Desenvolvimento Integrado de Produtos. Sua forma de gestão e operação e a pluralidade de atividades realizadas nos diferentes espaços, os *hubs*⁴³ do InovaLab@POLI proporcionam a integração de alunos da Escola Politécnica, monitores, pesquisadores, funcionários e professores e também possibilitam o engajamento entre alunos e profissionais do mercado e entre alunos da Escola e alunos de outras unidades e outras instituições. São oferecidos recursos avançados como software e hardware para realização de projetos, equipamentos de prototipagem como impressoras 3D, cortadoras a laser e espaços como oficinas de prototipagem e eletrônica. O acesso é livre para alunos de graduação e pós-graduação da Escola Politécnica e de outras unidades da Universidade de São Paulo.

Para atender as necessidades dos usuários do InovaLab@POLI e possibilitar o aproveitamento dos recursos oferecidos, foram necessárias adaptações nos locais disponibilizados pela Escola para implantação dos diferentes ambientes e revisão dos processos de operação e uso dos mesmos. Durante as etapas do processo de tomada de decisão e projeto para adaptações dos espaços destinados ao InovaLab@POLI a ferramenta desenvolvida por esta pesquisa foi aplicada. Este processo é apresentado a seguir.

⁴³ O termo *hub* significa um nó ligado a outros, formando uma rede.

6.1.1 A aplicação da ferramenta no InovaLab@POLI

A aplicação dos instrumentos dos roteiros da ferramenta (FADDi) para análise e definição de diretrizes aconteceu entre fevereiro de 2014 e julho de 2015, em períodos distintos que antecederam as alterações nos espaços e as definições de operação e uso para três ambientes, categorizados pela tipologia estabelecida nessa pesquisa como: sala de aula para PBL, sala de projetos e oficina de prototipagem.

As partes envolvidas no processo de trabalho, além da pesquisadora (que atuou com o papel do “facilitador”), foram:

- membros da coordenação do InovaLab@POLI;
- alunos de mestrado e doutorado ligados à equipe de monitoria da disciplina 030-3410 - Desenvolvimento Integrado de Produtos;
- monitores dos hubs do InovaLab@POLI e bolsistas (alunos do programa de iniciação científica da Pró-reitoria de graduação da USP);
- engenheiros do serviço de manutenção e obras da Escola Politécnica;
- alunos da disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos (030-3410), das turmas do primeiro e segundo semestres de 2014 e primeiro semestre de 2015.

A disciplina 030-3410 - Desenvolvimento Integrado de Produtos foi um ponto importante para o início das discussões sobre os espaços. Foram realizadas reuniões com coordenadores e membros da equipe de monitoria sobre as atividades pedagógicas envolvendo os espaços do InovaLab@POLI. Nestas reuniões foram apresentados documentos como ementa e programa da disciplina, conteúdo teórico das aulas, cartas de intenção dos alunos, processos de avaliação, entre outros, que foram base para discussões das características da disciplina e das atividades que seriam realizadas nos espaços, e a definição de que também poderiam ser utilizados por outras disciplinas na universidade..

Visitas técnicas, levantamentos fotográficos e reuniões com os responsáveis técnicos do Serviço de Manutenção e Obras da Escola Politécnica foram realizadas para avaliação das condições dos locais. Também foram analisados documentos, como plantas, memoriais descritivos e planilhas para avaliação e reflexão sobre custos.

O quadro 15 apresenta as estratégias adotadas para levantamento de informações para concepção das diretrizes que nortearam as ações realizadas no InovaLab@POLI. Ele aponta quais as estratégias associadas aos roteiros foram aplicadas para obter dados sobre aspectos curriculares, a edificação e sua infraestrutura e uso dos espaços.

Quadro 15 – Estratégias adotadas para levantamento de informações no InovaLab@POLI

	Análise de documentos	Visitas	Questionários	Entrevistas / reuniões	Observação
ROTEIRO 1 Análise de estrutura curricular				X	
ROTEIRO 2 Análise da Edificação	X	X		X	X
ROTEIRO 3 Análise de infraestrutura e uso	X	X	X	X	X

6.1.2 InovaLab@POLI - Informações obtidas, diretrizes concebidas para tomadas de decisão e resultados

A aplicação da ferramenta possibilitou o agrupamento de informações para tomadas de decisão na definição de regras para o funcionamento dos espaços e para as alterações realizadas nos espaços físicos do conjunto de espaços do InovaLab@POLI (sala de aula para PBL, sala de projetos e oficina de prototipagem). As informações e as diretrizes são apresentadas a seguir considerando-se:

- Roteiro 1: Programa da disciplina e repercussões nos ambientes
- Roteiro 2: Características do edifício e ambientes a serem criados ou adequados
- Roteiro 3: Exigências e requisitos para operação e uso para os ambientes

Na disciplina 030-3410 - Desenvolvimento Integrado de Produtos, os alunos trabalham em grupos multidisciplinares com ênfase na prototipação física das propostas de soluções, resultando em forte caráter prático-aplicado. A disciplina é optativa eletiva, contempla quatro créditos-aula e um crédito-trabalho. (GONZALES, *et al*, 2014). A participação da pesquisadora como monitora dessa disciplina possibilitou a proximidade com os alunos e a observação da relação entre as atividades didáticas e o uso dos espaços do InovaLab@POLI. Como já descrito no capítulo sobre métodos de pesquisa, além da observação, durante o período da primeira turma da disciplina, entre os meses de fevereiro e junho de 2014, foi realizada coleta de dados sobre a utilização dos espaços pelos alunos com o uso do protocolo quinzenal (apêndice 1- diário de bordo da disciplina 030-3410).

A disciplina 030-3410 Desenvolvimento Integrado de Produtos é ligada aos cursos de engenharia da Universidade de São Paulo, *campus* da capital, por isso tem essa sigla e não está associada diretamente a nenhum dos Departamentos (o início por 030 indica uma disciplina “da Escola Politécnica da USP”). Tem caráter multidisciplinar, é oferecida

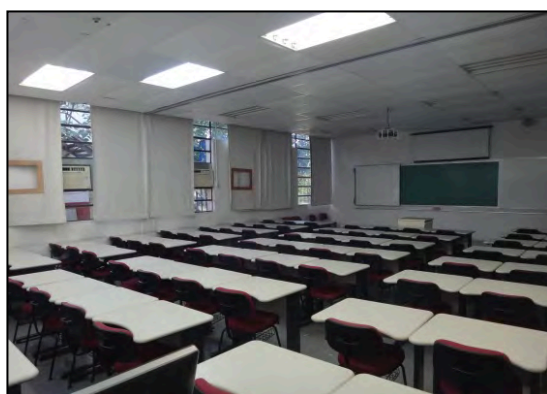
para alunos de graduação, e as turmas de aproximadamente sessenta estudantes são divididas em equipes de seis ou sete alunos. O requisito para a formação das equipes é que possuam três alunos de engenharia, um de *design* ou arquitetura e urbanismo da FAU USP, um de bacharelado em administração ou ciências econômicas ou contabilidade da FEA USP, e um de qualquer um dos cursos das demais unidades da USP na capital.

Com a aplicação do Roteiro 1 algumas das informações coletadas, que resultaram em ações para alterações do espaço físico da sala de aula, foram: disciplina de caráter multidisciplinar, baseada para solução de problemas com abordagem de *Design Thinking*; e trabalho em equipe para desenvolver projetos de processos e produtos para demandas apresentados por interlocutores, empresas públicas ou privadas, majoritariamente externos à Universidade mas também interlocutores de unidades ou órgãos da USP.

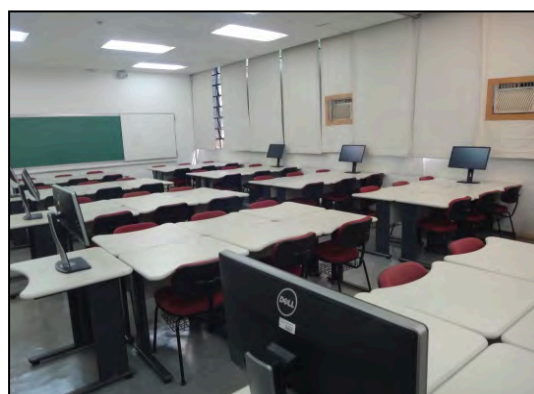
A sala de aula para PBL do Edifício José Otávio Monteiro de Camargo, da Engenharia de Produção, onde é ministrada a disciplina, é uma sala convencional para cem alunos e em outros horários é utilizada por outras disciplinas, o que faz com que a posição das mesas e cadeiras seja alterada por alunos e equipe de professores e monitores antes e no final de cada aula da disciplina 030-3410. A distribuição das mesas é feita para manter os alunos posicionados frente a frente com seus colegas de equipe com a intenção de aumentar a produtividade durante as atividades em classe. Antes do início das aulas da primeira turma, em fevereiro de 2014, foi realizado um teste para decidir como seria a configuração dos móveis. Esse teste foi feito com a presença de um dos professores da equipe e dois monitores (entre eles a autora da pesquisa). A figura 74 mostra como a sala era originalmente (a), e como ficou no teste realizado (b).

Antes do início das aulas da primeira turma, para estar adequada ao trabalho realizado em equipes, a sala sofreu adaptações em suas instalações elétricas para instalação de dois sistemas de projeção em paredes opostas, possibilitando a visualização do conteúdo apresentado por todos os integrantes das equipes. Também foram realizadas alterações nos pontos de energia e no sistema de som.

Figura 74 – Alterações previstas para sala de aula para PBL do InovaLab@POLI
 a) configuração original da sala | b) teste de configuração dos móveis



(a)



(b)

Como é possível verificar no registro fotográfico (figura 74b), estavam previstos *displays* de 19” para cada equipe. Esta foi uma decisão a partir da diretriz de que neste tipo de disciplina há necessidade dos alunos em compartilhar com os outros integrantes da equipe os resultados registrados em meio digital. Porém, com o início das aulas, foi possível constatar que o trabalho de instalação dos *displays* para cada equipe antes de cada aula era dispensável, já que computadores portáteis ou outros equipamentos eletrônicos de uso pessoal dos alunos como *smartphones* ou *tablets* substituíam as telas. Os equipamentos passaram a estar disponíveis para os alunos que os solicitassem.

Outra decisão para a sala foi a oferta de um *flip chart* para cada mesa de seis pessoas. Estes elementos seriam retirados e devolvidos em um depósito de aproximadamente 10m² que fica ao lado da sala de aula. Mesmo sendo próximo ao local de armazenamento, foi possível notar, durante o período de acompanhamento da disciplina, que a característica dos *flip charts*, relativamente pesados e sem rodízio, dificulta a transferência e algumas equipes preferiam trabalhar sem os elementos para não ter que pegá-los e devolvê-los. Para evitar que isso acontecesse, os integrantes da equipe de monitores já os colocavam na sala antes do início de cada aula, assim como as caixas contendo materiais de apoio para trabalho em classe (figura 75, a e b).

A dinâmica da disciplina prevê a entrega de protótipos em diferentes etapas e demanda a existência de espaços para construção dos mesmos. No caso do InovaLab@POLI há um espaço categorizado nesta pesquisa como sala de projetos. Este ambiente está equipado com mobiliário, equipamentos e *software* para trabalho em equipe para discussão de ideias, criação de modelos e execução de protótipos iniciais, que podem ser feitos com diversos materiais, para soluções mais simples como objetos feitos com papel, papelão,

palitos de madeira, massa de modelar ou montagens com objetos impressos em impressoras 3D.

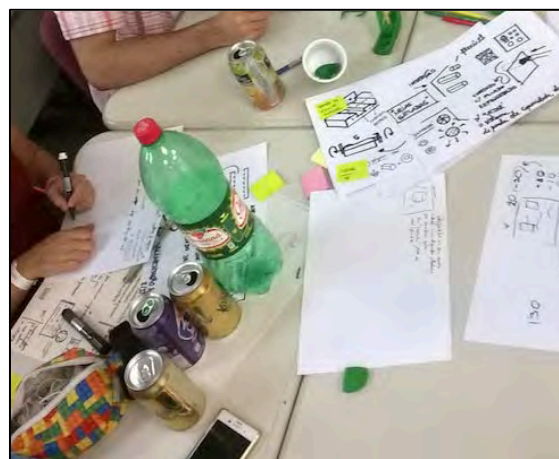
Figura 75 – Materiais para prototipagem e trabalho de equipe em sala de aula para PBL do InovaLab@POLI

a) Materiais diversos como massa de modelar, marcadores, papéis e lápis coloridos, papel Kraft

b) Mesa de trabalho de uma das equipes durante a aula da disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos



(a)



(b)

Para execução de protótipos funcionais ou peças com acabamento mais elaborado são necessários espaços e equipamentos adequados. Para esse tipo de confecção o InovaLab@POLI oferece o espaço denominado oficina, onde há mobiliário, equipamentos e ferramentas para execução e montagens de peças de dimensões maiores (as bancadas possuem 1,60 x 0,80m).

Na oficina os alunos podem tornar palpáveis as ideias concebidas ao construir protótipos em acrílico, MDF, papelão ou compensado, utilizando a máquina de corte a *laser*. Para execução de peças metálicas foi necessário disponibilizar (inicialmente uma vez por semana) a presença de um técnico para operar dois equipamentos de controle numérico, uma fresadora e um torno, já que são equipamentos que requerem formação específica. Para dar acabamento às peças os alunos têm à disposição furadeiras, serra tico-tico e lixadeira de bancada. A oficina também é utilizada para manipulação de objetos já existentes, como fontes de informação para novas criações, e que, em alguns casos precisam ser desconstruídos e necessitam de espaço e ferramentas para estas atividades (figura 76).

Figura 76 - Aluno em atividade na oficina InovaLab@POLI



Para permanência na oficina é obrigatória a utilização de equipamento de proteção individual (EPI). Foi necessária a compra e instalação de armários e sinalização para informar aos alunos a importância da utilização dos EPI. A oficina tem o acesso permitido durante e fora dos horários de aula da Escola Politécnica da USP e também aos finais de semana e feriados, desde que os alunos solicitem com antecedência o cadastro de seus nomes na secretaria do Departamento de Engenharia de Produção.

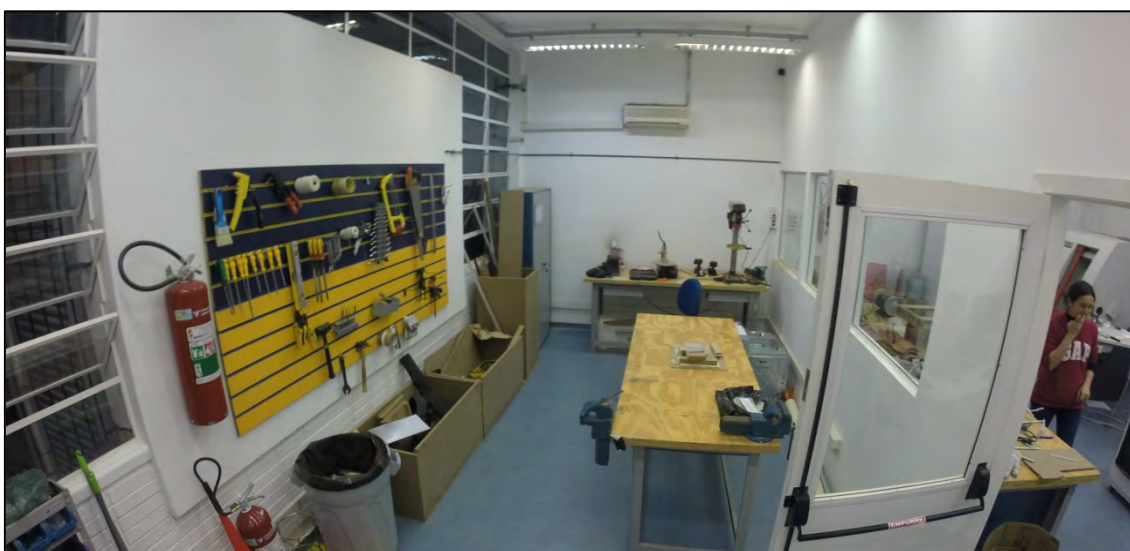
As decisões para o projeto básico da reforma da oficina foram resultado da aplicação da ferramenta para levantamento de informações e concepção de diretrizes aplicada ao InovaLab@POLI. Foi necessária a reforma para adequar o espaço à dinâmica de trabalho das equipes e melhorar as condições da infraestrutura para funcionamento dos equipamentos.

O ambiente da oficina InovaLab@POLI foi reformado durante o primeiro trimestre de 2015. Como um dos resultados da aplicação desta pesquisa foram definidas diretrizes para reforma da oficina e a equipe do Inovalab@POLI, contou com a colaboração de um aluno de graduação para execução do projeto básico para a reforma. Os desenhos técnicos do projeto foram desenvolvidos pelo aluno que contou com orientações da autora da pesquisa. Com base no projeto básico e com apoio da direção da Escola Politécnica a equipe de serviço de manutenção e obras da Escola Politécnica fez o projeto executivo e fiscalizou a obra depois de efetivado o processo de licitação e contratação da empresa executora. As figuras 77 e 78 mostram o espaço após a reforma.

Figura 77 – Oficina de prototipagem do InovaLab@POLI depois da reforma



Figura 78 – Setor de marcenaria da oficina de prototipagem do InovaLab@POLI, depois da reforma



Em uma segunda etapa da aplicação da ferramenta da pesquisa, com a concepção das diretrizes estabelecidas após o agrupamento e a reflexão sobre as informações adquiridas pelos instrumentos dos roteiros, a equipe de coordenação do InovaLab@POLI tomou a decisão de fazer um projeto para uma reforma da sala de projetos para otimizar o espaço e garantir conforto térmico e acústico, com a instalação de divisórias do piso ao teto e de novos aparelhos de ar-condicionado, além de outras melhorias. A figura 79 apresenta a situação da sala de projetos em dois momentos (a) 2013 e (b) 2016 e as figuras 80 e 81 apresentam as imagens do modelo de representação 3D do novo projeto.

Figura 79 – Hub Sala de projetos Inovalab@POLI em diferentes momentos
a) 2013 | b) 2016



(a)



(b)

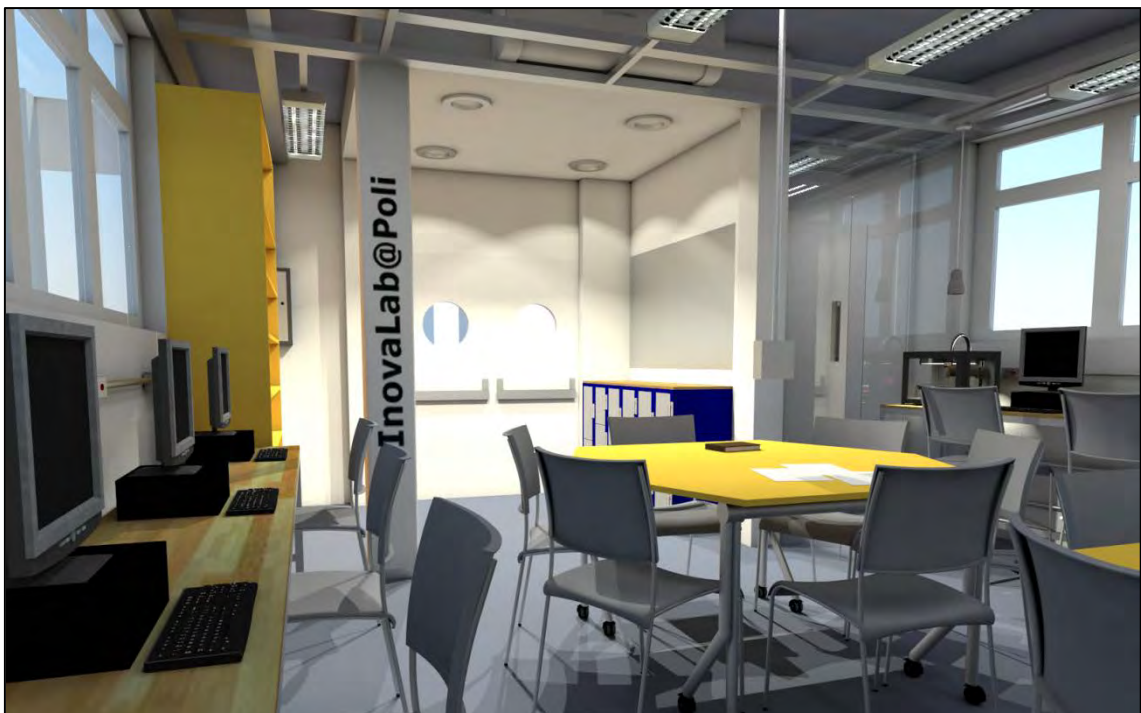
Fonte: foto montagem Marcos Petri

Figura 80 – Modelagem 3D do projeto básico para *hub* Sala de projetos InovaLab@POLI vista geral



Fonte: a autora contou com a colaboração da aluna de graduação Belisa Godoy

Figura 81 – Modelagem 3D do projeto básico para *Hub* Sala de Projetos InovaLab@POLI – entrada



Fonte: a autora contou com a colaboração da aluna de graduação Belisa Godoy

Para realização do projeto básico, a equipe do InovaLab@POLI e a autora da pesquisa contaram com a colaboração da aluna de graduação do curso de arquitetura e urbanismo, que foi contratada para fazer os desenhos técnicos e a modelagem 3D do ambiente e colaborar com as decisões sobre especificação de mobiliário. Também foi importante a participação da aluna como fonte de informação para a concepção das diretrizes para a reforma, já que a mesma participou da terceira turma da disciplina Desenvolvimento Integrado do Produto e participa do NEU, Núcleo de Empreendedorismo da USP, que utiliza o espaço na sala de projetos destinado a projetos especiais. Além dos desenhos e representação 3D do projeto a autora da pesquisa gerou documentos como memoriais descritivos e planilhas quantitativas para os itens da reforma civil e para os itens de mobiliário, considerando-se a decisão de que a execução da reforma acontecerá em duas etapas.

As alterações no mobiliário incluem bancadas altas para os equipamentos de impressão 3D, cadeiras empilháveis e mesas de trabalho com tampos trapezoidais e dobráveis para garantir a flexibilização do espaço central para realização de atividades que necessitem mudança de configuração como palestras ou apresentações. A tela de projeção retrátil será instalada na parede de vidro que divide a área central das duas salas fechadas, usadas para reuniões e para hospedar projetos especiais.

Diferentes tipos de armários fazem parte do projeto para evitar a exposição de suprimentos para equipamentos e outros materiais de consumo e garantir que os volumes de materiais de uso pessoal de alunos não fiquem sobre as mesas, garantindo organização visual para o ambiente e valorizando a exposição dos trabalhos em andamento, em vitrines apropriadas.

A iluminação será alterada aproveitando-se as luminárias em bom estado e acrescentando-se luminárias pendentes com bocais de concreto na bancada das impressoras 3D e luminárias direcionais para a entrada do espaço.

As instalações elétricas serão refeitas para possibilitar a existência de pontos de energia vindos do teto para atender as mesas centrais. Esses pontos poderão ser suspensos nos casos de configuração da sala com sua parte central livre ou ocupada apenas por cadeiras.

As paredes serão revestidas com placas de revestimento melamínico branco para que os usuários do espaço as tenham como superfícies para se escrever e desenhar (a sala atual foi instalada em um espaço onde funcionava a lanchonete do curso da Engenharia de Produção). O apêndice 6 apresenta uma seleção de desenhos técnicos dos projetos básicos

de reforma da oficina e da sala de projetos do InovaLab@POLI do Edifício José Otávio Monteiro de Camargo.

No quadro 16 estão relacionadas as informações obtidas, as diretrizes concebidas e os resultados definidos para intervenção nos espaços do InovaLab@POLI com a aplicação da FADDi.

Quadro 16 – InovaLab@POLI: síntese da aplicação da ferramenta

InovaLab@POLI			
	INFORMAÇÕES [Levantamento]	DIRETRIZES DEFINIDAS [Demandas]	RESULTADOS [Para espaços, operação e uso]
ROTEIRO 1	<ul style="list-style-type: none"> disciplina optativa eletiva; baseada em soluções de problemas; periodicidade 2x por semana; equipe 4 professores e 4 a 6 monitores; atividades em equipes de 6 alunos; turma de aproximadamente 60 alunos; construção de protótipos desde o início das atividades da disciplina; conteúdo teórico na primeira meia hora da aula; conteúdo em ambiente virtual de aprendizagem; processo de avaliação diversificado, sem provas. 	<ul style="list-style-type: none"> requer mobiliário adequado para trabalho em equipes; requer material de apoio para atividades em classe (flipcharts, blocos de papel, massa de modelar, canetas coloridas); requer local próximo à sala para armazenar trabalhos em andamento; requer espaço e material para desenvolvimento de projetos e construção de protótipos. 	<ul style="list-style-type: none"> monitores, alunos e professores alteram as posições das mesas e cadeiras da sala de aula antes de cada aula; proposta de novos modelos de mobiliário e divisórias para otimizar os trabalhos em equipe na sala de projetos; compra de bancadas e equipamentos para oficina; compra de caixas plásticas para organizar materiais; prateleiras metálicas para armazenar caixas de materiais e trabalhos em andamento; reforma nas instalações elétricas e pintura da sala de aula; projeto básico para reforma da oficina; execução de reforma da oficina; projeto básico para reforma da sala de projetos; instalação de sistemas de alarme e anti-incêndio; duplicação do sistema de projeção para visualização do conteúdo por todos os alunos; adaptações nas instalações elétricas da sala D1-010A, pontos de energia para cada mesa das equipes; sistema de assinatura em caderno para retirada e devolução de chaves em local apropriado na secretaria do departamento onde estão localizadas a sala de projetos e a oficina; regras sobre armazenamento de sobras de materiais na oficina.
ROTEIRO 2	<ul style="list-style-type: none"> fechadura da porta da sala de projetos quebrada; fosso de elevador sem uso ocupa área da sala de projetos; espaços utilizados pela disciplina: sala de aula, sala de projetos, oficina; pé direito baixo na sala de projetos e forro danificado; ar condicionado ruidoso. 	<ul style="list-style-type: none"> adequar infraestrutura da sala de aula para PBL; reformatar oficina mecânica PRO; reformatar sala de projetos. 	
ROTEIRO 3	<ul style="list-style-type: none"> necessidade de equipamentos para prototipagem; necessidade dos alunos por horários flexíveis para uso dos espaços de desenvolvimento de projetos e execução de protótipos; alunos precisam trabalhar nos projetos fora dos horários de aula e durante finais de semana e feriados; equipamentos caros - segurança dos espaços; mobiliário para equipamentos de impressão 3D precisam ficar em bancadas mais altas quantidade máxima de pessoas simultaneamente na sala de projetos e oficina 	<ul style="list-style-type: none"> equipamento de som na sala de aula para professores e para apresentações dos alunos; regras de controle de acesso em finais de semana e feriados; definição de regras para compras e recebimento de materiais; definição de regras para abertura e fechamento da sala de projetos e oficina; limite máximo de pessoas simultaneamente na sala de projetos e na oficina 	

6.2 CITI USP

O Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas - CITI USP é um NAP - Núcleo de Apoio à Pesquisa, ligado à Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade de São Paulo. É uma plataforma para projetos multidisciplinares com foco em inovação e tem suas instalações na área da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, *campus* Capital.

Os principais objetivos do CITI-USP são promover a investigação científica multidisciplinar e experimentar vários desenvolvimentos tecnológicos de impacto no humano em áreas de grande relevância, como educação, saúde, acessibilidade, comunicação, energia, artes dentre outros. Dois conceitos importantes estão associados a este centro: o conceito de Usina de Idéias (“*Think-tank*”) e o conceito de *FabLab* Fábrica-Laboratório⁴⁴.

Cada profissional do CITI-USP contribui com suas habilidades em projetos multidisciplinares e publicações acadêmicas nas diversas áreas de aplicação, conforme descrições disponibilizadas no *site*⁴⁵ do Centro: saúde digital, engenharia multimídia, tecnologias para educação, tecnologias imersivas (realidade virtual e realidade aumentada), segurança digital e tecnologias avançadas de áudio.

As equipes de pesquisa desenvolvem soluções tecnológicas com foco em temas de “Interação Humano-Computador” (IHC) e “Meios Eletrônicos Interativos” (MEI). Os projetos valorizam o baixo custo e alto desempenho, e abrangem diversas áreas do conhecimento. Os resultados são de grande relevância socioeconômica, importantes para o cenário tecnológico nacional, como inclusão digital e social, consultoria estratégica na validação de produtos e sistemas voltados à tecnologia da informação, pesquisa inovadora em tecnologias interativas para áudio e música entre outros resultados que possam prover subsídios para decisões governamentais com grande impacto na sociedade⁴⁶.

A equipe de coordenação acadêmica do CITI é formada por nove professores doutores da Universidade de São Paulo, sendo sete da Escola Politécnica, um da Faculdade de Medicina e um do Departamento de Música da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto.

44 ver: www.lsi.usp.br/citi

45 idem

46 ibidem

O Centro conta com a cooperação internacional de um conselho consultivo composto por Jon "Maddog" Hall, diretor executivo da *Linux International* - Estados Unidos, especialista em Tecnologias Livres, e Koji Suginuma Conferencista da Universidade de *Nihon* - Japão, que trabalha com projetos de Tecnologias Emergentes.

6.2.1 A aplicação da ferramenta no CITI USP

A aplicação dos instrumentos dos roteiros da FADDi no CITI USP aconteceu durante a implantação inicial da oficina de eletrônica, *hub* do Inovalab@POLI USP, e se estendeu a seus primeiros meses de operação.

É importante ressaltar que apesar de abordar outros espaços, descritos a seguir, além da oficina de eletrônica, a aplicação da ferramenta não incluiu todos os ambientes do CITI USP.

As partes envolvidas no processo de trabalho de aplicação da FADDi no CITI USP, além da pesquisadora (que atuou com o papel do "facilitador"), foram:

- membros da coordenação do CITI USP e arquiteto;
- usuários do local: pesquisadores, funcionários e alunos bolsistas;
- monitores da oficina de eletrônica (*hub* do InovaLab@POLI no CITI);
- engenheiros do serviço de manutenção e obras da Escola Politécnica.

No laboratório de pesquisa CITI USP a aplicação da ferramenta da pesquisa seguiu as estratégias conforme apresenta o quadro 17.

Quadro 17 - Estratégias adotadas para levantamento de informações para CITI USP

	Análise de documentos	Visitas	Questionários	Entrevistas Reuniões	Observação Doc. fotográfica
ROTEIRO 1 Análise de estrutura curricular				X	X
ROTEIRO 2 Análise da Edificação	X			X	X
ROTEIRO 3 Análise de infraestrutura e uso	X			X	X

As informações associadas a estrutura curricular consideradas pelo Roteiro 1 foram levantadas por conversas com os professores coordenadores do Centro para reflexão sobre o tema, leitura dos relatórios de dados das disciplinas, disponíveis no site do departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos (PSI) e observação do ambiente

durante as aulas das disciplinas PSI-2654 - Meios Eletrônicos Interativos II (optativa de graduação) e PSI-5120 – Tópicos em Computação em Nuvem (pós-graduação).

Com relação a aspectos considerados pelo Roteiro 2, as informações sobre a edificação foram obtidas em reuniões com as partes envolvidas, documentação fotográfica e observação *in loco*, facilitadas pela possibilidade de, como pesquisadora do CITI, a autora ter acesso diário ao local.

As informações sobre operação e uso dos espaços elencados para intervenção e categorizados de acordo com a tipologia estabelecida nessa pesquisa, conforme Roteiro 3, foram coletadas durante o contato com os processos de trabalhos de alunos.

Outras fontes de informações sobre operação e uso dos espaços foram obtidas pelo atendimento de solicitações para uso dos equipamentos multiusuário⁴⁷, na operação das máquinas de corte a *laser* e impressão 3D, descritas no capítulo 4 desta pesquisa.

6.2.2 CITI USP - informações obtidas e diretrizes concebidas para tomadas de decisão e resultados

A aplicação da ferramenta possibilitou o agrupamento de informações para tomadas de decisão na definição de regras para o funcionamento de atividades de ensino-aprendizagem no CITI USP. Também possibilitou a concepção de diretrizes que nortearam o projeto básico para ampliação da oficina de eletrônica, no pavimento térreo, e para alterações realizadas em alguns dos espaços físicos selecionados, como a sala de projetos e os espaços adjacentes: sala multiuso, “*open tables*” e café, no primeiro pavimento, e a criação da sala para *workshops* e para PBL, no segundo pavimento. As informações e as diretrizes são apresentadas a seguir, considerando-se:

- Roteiro 1: atividades ligadas a ensino/aprendizagem
- Roteiro 2: características do edifício e ambientes que sofreram intervenção
- Roteiro 3: análise de infraestrutura e uso

O CITI é um ambiente voltado para pesquisa científica e tecnológica com foco em inovação e está aberto a atividades dos cursos de graduação e pós-graduação da Universidade de São Paulo. A ocupação do Centro é de aproximadamente sessenta postos de trabalho, sendo estes utilizados por docentes, de pós-doutorandos, doutores,

47 “Que atendam às necessidades de vários grupos de pesquisa, na instituição que os sedia e de fora delas, desde que haja contrapartida institucional proporcional em infraestrutura, material, pessoal e em suporte institucional”, disponível em <http://www.fapesp.br/1566.html#1565>

doutorandos, mestres, mestrandos, bolsistas de iniciação científica e colaboradores que concluíram a graduação.

O coordenador Marcelo Knörich Zuffo, livre docente na especialidade Meios Eletrônicos Interativos e professor Titular, e a vice-coordenadora Roseli de Deus Lopes, livre docente em Engenharia Elétrica e *professora* associada 3, ambos do Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, frequentam o local diariamente e têm salas privativas. Os outros sete membros da equipe de professores utilizam as instalações do Centro com menor frequência e por isso não possuem um posto de fixo de trabalho. Um exemplo de informação que resultou em uma diretriz para intervenção no espaço físico foi a constatação da necessidade de postos de trabalho para professores visitantes.

Além das duas disciplinas ministradas no edifício, a optativa de graduação PSI-2654 - Meios Eletrônicos Interativos II e a de pós-graduação PSI-5120 - Tópicos em Computação em Nuvem, os alunos realizam atividades de estágios em equipes de projetos de pesquisa científica e tecnológica (figuras 82 e 83), atividades como bolsistas de iniciação científica, monitoria e atividades de prototipagem digital com operação de equipamentos da oficina de eletrônica *hub* InovaLab@POLI como impressora 3D e do CITI USP, como cortadora a *laser* (figura 84). Para operação do equipamento de corte a *laser* foi necessária a realização de uma obra civil para instalação do sistema de exaustão.

Figura 82 – Espaço adjacente 'open tables' sendo usado para projeto de pesquisa no CITI USP



Figura 83 – Espaço adjacente "open tables" do CITI USP sendo usado para testes



Figura 84 – Equipamentos para prototipagem do CITI USP



Nas figuras 85 a 88 são apresentadas diferentes possibilidades de configurações do espaço adjacente denominado 'sala multiuso', a qual, após a aplicação da FADDi, foi adequada para atividades como videoconferências com instalação de equipamento de som, apresentações de protótipos, reuniões semanais de grupos de pesquisa, treinamentos, workshops, gravações em vídeo de aulas e entrevistas, apresentações de trabalhos de pós-graduação, reuniões com visitantes estrangeiros, entre outras atividades.

Figura 85 – Espaço adjacente sala multiuso do CITI USP – leiaute para defesa de tese de doutoramento



Figura 86 – Espaço adjacente sala multiuso do CITI USP – videoconferência com plateia

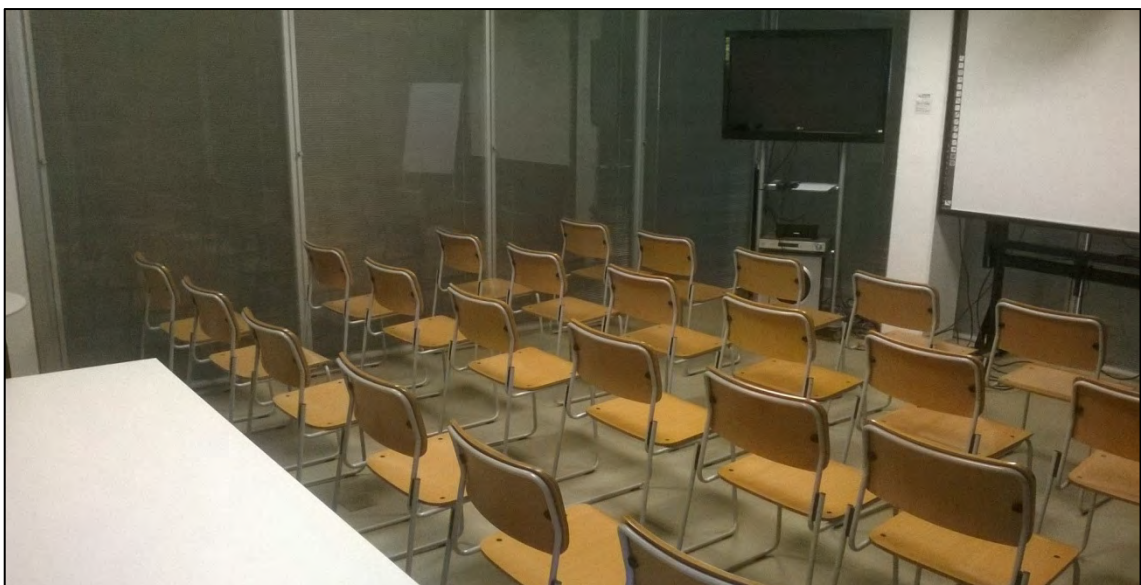


Figura 87 – Espaço adjacente sala multiuso do CITI USP – preparação para gravação de entrevista



Figura 88 – Espaço adjacente sala multiuso do CITI USP – treinamento equipamento scanner 3D



O segundo pavimento do edifício possui trezentos e vinte metros quadrados, nos quais estão distribuídos dezoito postos de trabalho, três postos para secretárias, uma mesa para reuniões e doze carteiras escolares com braço. Há uma área destinada a montagem e testes de projetos, como por exemplo uma instalação interativa que simula duas situações de vôo: em um dirigível e em um *paraglider*, que ocupa o local temporariamente. Nesse pavimento, em uma área disponível de aproximadamente 42m², está implantada a sala de aula para *workshops* e para a realização de atividades didáticas centradas no aluno e baseadas na resolução de problemas (PBL), como mostra a figura 89, também uma demanda resultante da aplicação dos roteiros da FADDi.

Como pode ser visto na figura 90, não há divisões físicas delimitando a sala. Os problemas relacionados a acústica estão inicialmente sendo solucionados como agendamento de atividades em horários não coincidentes com as atividades de desenvolvimento de pesquisa que ocorrem no local. Para o funcionamento desse ambiente de ensino-aprendizagem foram acrescentadas ao mobiliário do andar quatro mesas com tampos dobráveis (figura 91) e dez cadeiras giratórias com rodízio. No quadro 18 estão descritas as informações obtidas, as diretrizes concebidas e os resultados definidos para intervenção. O apêndice 7 apresenta uma seleção de desenhos técnicos dos projetos básicos de reforma da oficina de eletrônica e da sala multiuso do CITI USP.

Figura 89 – Sala para abordagens de aprendizagem centrada no aluno e para *workshops* – CITI USP



Figura 90 – *Workshop* de arduino em espaço de ensino-aprendizagem – CITI USP

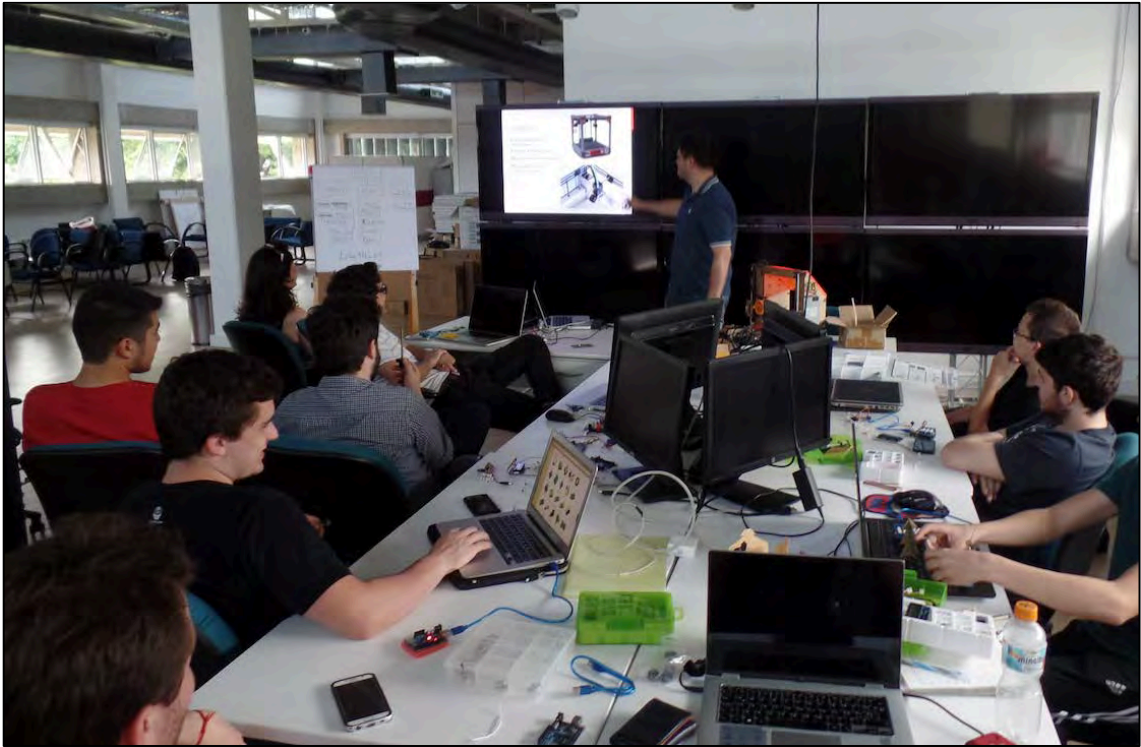


Figura 91 – Mesas com tampos dobráveis – CITI USP



Quadro 18 – CITI-USP: síntese da aplicação da ferramenta

CITI-USP			
	INFORMAÇÕES [Levantamento]	DIRETRIZES DEFINIDAS [Demandas]	RESULTADOS [Para espaços, operação e uso]
ROTEIRO 1	<ul style="list-style-type: none"> centro de pesquisa científica e tecnológica; projetos CNPq; projetos Finep; projetos Fapesp; projetos em parceria com instituições internacionais; projetos em parceria iniciativa privada; pesquisadores alunos de graduação e pós-graduação (mestrandos, doutorandos e pós-doc); bolsistas de iniciação científica; disciplinas de graduação e pós-graduação. 	<ul style="list-style-type: none"> requer espaço, mobiliário e equipamento para videoconferências; requer espaço e mobiliário para trabalhos em equipe; requer espaço e mobiliário para reuniões para concepção e formatação de projetos; requer espaço e material para desenvolvimento de projetos e construção de protótipos; requer espaço (com privacidade), mobiliário e instalações elétricas e de rede de dados; para montagem e testes de protótipos. 	<ul style="list-style-type: none"> mobiliário adequado para configurações flexíveis; projeto e especificação de divisórias para térreo; propostas de novos leiautes na sala multiuso utilizando os próprios móveis; bancadas e equipamentos para oficina de eletrônica; reforma nas instalações elétricas para instalação de sistemas de exaustão e evacuação de resíduos; projeto básico para reforma da oficina de eletrônica; projeto de reforma para instalação de elevador; instalação de sistemas de câmeras de segurança com reconhecimento facial; criação de formulário para agendamento de uso de equipamentos; treinamento de alunos monitores para operação de equipamentos e atendimento aos alunos; regras sobre armazenamento de sobras e descarte de materiais.
ROTEIRO 2	<ul style="list-style-type: none"> área de encontro no café; não há local para pequenas refeições; sala de projetos ocupou espaço de sala para reunião; espaço insuficiente para oficina de eletrônica; espaço insuficiente para montagem de protótipos; acesso ao primeiro e segundo pavimentos; fios em espiral das tomadas de teto da sala multiuso. 	<ul style="list-style-type: none"> reformatar instalações elétricas; ampliar área para oficina de eletrônica; criar locais para armazenamento de trabalhos em andamento; criar local para descarte de lixo oriundo da oficina (aparos de madeira, acrílico e MDF); ampliar áreas para desenvolvimento de projetos que requeiram montagens de protótipos. 	
ROTEIRO 3	<ul style="list-style-type: none"> abertura de portão externo depende da presença de secretária para acioná-lo eletronicamente; equipamentos caros - segurança dos espaços; equipamento de corte a laser precisa ficar próximo de bancada para montagem; agendamento para uso de equipamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> tornar sistema de controle de acesso prático; melhorar segurança pessoal e patrimonial; criar regras para agendamento e uso de equipamentos. 	

6.3 ENGENHARIA MECATRÔNICA

A aplicação da FADDi no curso de Engenharia Mecatrônica na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo teve início durante o desenvolvimento da pesquisa. O local para intervenção já estava definido, a sala de projetos do departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos (PMR), a qual será reformulada como InovaLab@POLI_Hub Sala de Projetos | PRM.

As partes envolvidas no processo de trabalho de aplicação da FADDi na Engenharia Mecatrônica, além da pesquisadora (que atuou com o papel do “facilitador”), foram:

- professor doutor Marcos Ribeiro Pereira Barretto, do Departamento de Engenharia Mecatrônica e Sistemas Mecânicos;
- usuários do local: alunos das disciplinas (descritas a seguir)
- monitores do InovaLab@POLI.

Na sala de projetos da Engenharia Mecatrônica a aplicação da ferramenta da pesquisa seguiu as estratégias conforme apresenta o quadro 19.

Quadro 19 – Estratégias adotadas para levantamento de informações no estudo preliminar para reforma da sala de projetos do curso de engenharia mecatrônica

	Análise de documentos	Visitas	Questionários	Entrevistas Reuniões	Observação Doc. fotográfica
ROTEIRO 1 Análise de estrutura curricular				X	
ROTEIRO 2 Análise da Edificação	X	X		X	X
ROTEIRO 3 Análise de infraestrutura e uso	X			X	X

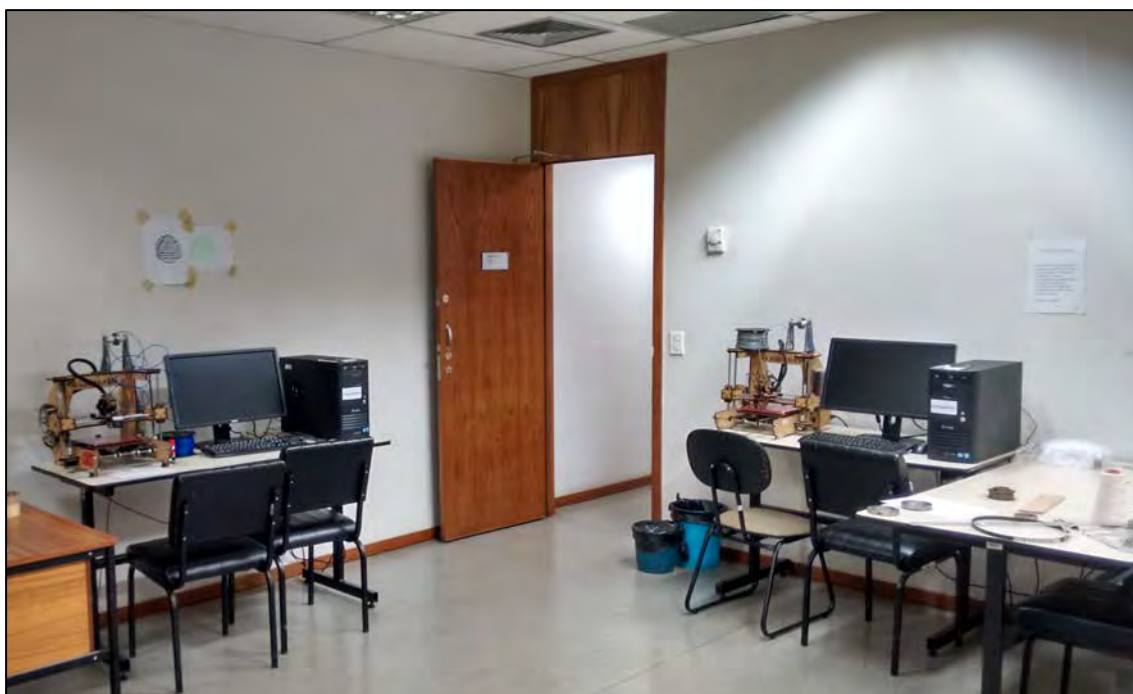
6.3.1 Sala de projetos da Mecatrônica - informações obtidas e diretrizes concebidas para tomadas de decisão e resultados

A sala de projetos do curso de Engenharia Mecatrônica (figuras 92 e 93) é utilizada principalmente pelos alunos das disciplinas PME 2433 - Projeto de máquinas, do segundo semestre do 1º ano e alunos do Projeto Integrado do sétimo semestre (4º ano), que integra cinco disciplinas do curso de Engenharia Mecatrônica para criação de braços robóticos executados pelos alunos utilizando aço e alumínio como principais materiais.

Figura 92 – Sala de Projetos PMR



Figura 93 – Impressoras 3D Sala de Projetos PMR



Inicialmente foi realizado levantamento de medidas do local e catalogação de mobiliário existente como parte dos instrumentos para definição de diretrizes. Foi estabelecido que será produzido um estudo preliminar e posterior projeto para a reforma da sala e readequação dos móveis, os quais têm dimensões inadequadas para o espaço disponível. O apêndice 8 apresenta o desenho do levantamento de medidas e mobiliário atuais.

6.4 ENGENHARIAS CIVIL E AMBIENTAL

A aplicação da ferramenta para os cursos de engenharia civil e ambiental, ministrados no Edifício Paula Souza, utilizou estratégias dos três roteiros desenvolvidos, conforme apresenta o quadro 20. Os processos de abordagem e os resultados são apresentados a seguir.

Quadro 20 – Estratégias adotadas para levantamento de informações dos cursos de engenharia civil e ambiental

	Análise de documentos	Visitas	Questionários	Entrevistas Reuniões	Observação Doc. fotográfica
ROTEIRO 1 Análise de estrutura curricular	X	X	X	X	
ROTEIRO 2 Análise da Edificação	X	X	X	X	X
ROTEIRO 3 Análise de infraestrutura e uso	X	X	X	X	X

6.4.1 A aplicação da ferramenta nos cursos de Engenharia Civil e Ambiental do Edifício Paula Souza

As informações para análise da estrutura curricular consideradas pelo Roteiro 1 foram levantadas por leitura de documentos, participação em reuniões com professores e entrevistas com coordenador do curso de engenharia civil.

Sobre demandas associadas à edificação, aspectos considerados pelo Roteiro 2, as informações foram obtidas com análise de documentos, entrevistas e participação de reuniões e visitas com equipes de professores envolvidos no processo de intervenção nos espaços de ensino-aprendizagem.

Informações sobre a infraestrutura e uso dos espaços, aspectos físicos, mobiliário, equipamentos e operação, associadas ao Roteiro 3, foram resultantes da aplicação de sondagem não-probabilística (*survey*) aplicada por meio de questionários *online* (*Google Forms*), com *link* eletrônico enviado por *e-mail* para docentes, funcionários e alunos dos dois cursos, além de reuniões e visitas com professores envolvidos para reflexão e discussões sobre as tipologias de espaços de ensino-aprendizagem. O apêndice 5 apresenta a tabulação dessa *survey*. Antes da aplicação da ferramenta não havia uma escolha definida dos ambientes disponibilizados para intervenção. Essa escolha fez parte da tomada de decisões para diretrizes.

6.4.2 Cursos de Engenharia Civil e Ambiental do Edifício Paula Souza - informações obtidas e diretrizes concebidas para tomadas de decisão e resultados

Foram formulados três modelos de questionários com dezesseis perguntas cada conforme apresentado no apêndice 5. Um dos questionários foi enviado para trinta e dois docentes do departamento de Engenharia de Construção Civil - PCC e dezoito docentes do departamento de Engenharia de Transportes - PTR; um segundo questionário foi enviado para quatro funcionários do PCC e cinco do PTR, selecionados por terem envolvimento com o ensino de graduação⁴⁸. O terceiro questionário foi direcionado para alunos do curso de engenharia civil e do curso de engenharia ambiental. Todos os docentes, funcionários e alunos para os quais os questionários foram enviados frequentam o Edifício Paula Souza. Os e-mails foram enviados entre os dias 18/12/15 e 21/12/15 e os questionários ficaram disponíveis para respostas entre 18/12/2015 e 25/01/2016.

No questionário enviado aos professores, as três primeiras questões foram formuladas com a intenção de coletar dados sobre o cargo do professor com as opções apresentadas: doutor 1, doutor 2, associado 1, 2 ou 3 e professor titular, e as características da disciplina que ministra, entre os tipos núcleo básico, ciências da engenharia ou profissionalizante, e se são de caráter obrigatório ou se são eletivas/optativas.

Professores que ministram mais de uma disciplina foram orientados a responder mais de uma vez o questionário. Esta informação era indicada em uma pergunta inicial não contabilizada entre as dezesseis, assim como um espaço para comentários no final do questionário.

As dez questões seguintes foram formuladas com a intenção de obter opiniões sobre as características físicas dos espaços de ensino-aprendizagem, sua infraestrutura (ar-condicionado, elétrica, controles de acesso), seus itens de mobiliário (mesas, cadeiras, armários, carteiras, lousas, etc.) e equipamentos (aparelhos de projeção, computadores e periféricos, *smart boards*, ferramentas, equipamentos eletrônicos, etc.). Também foi solicitado aos docentes a análise dos problemas encontrados nos espaços físicos de ensino sob os aspectos manutenção, limpeza, conforto térmico, conforto acústico, controle de acesso, disponibilidade de horários e falta de material de consumo.

Dos cinquenta professores que receberam a convocação para responder o questionário, quinze participaram da pesquisa, sendo que cinco deles responderam mais de uma vez o

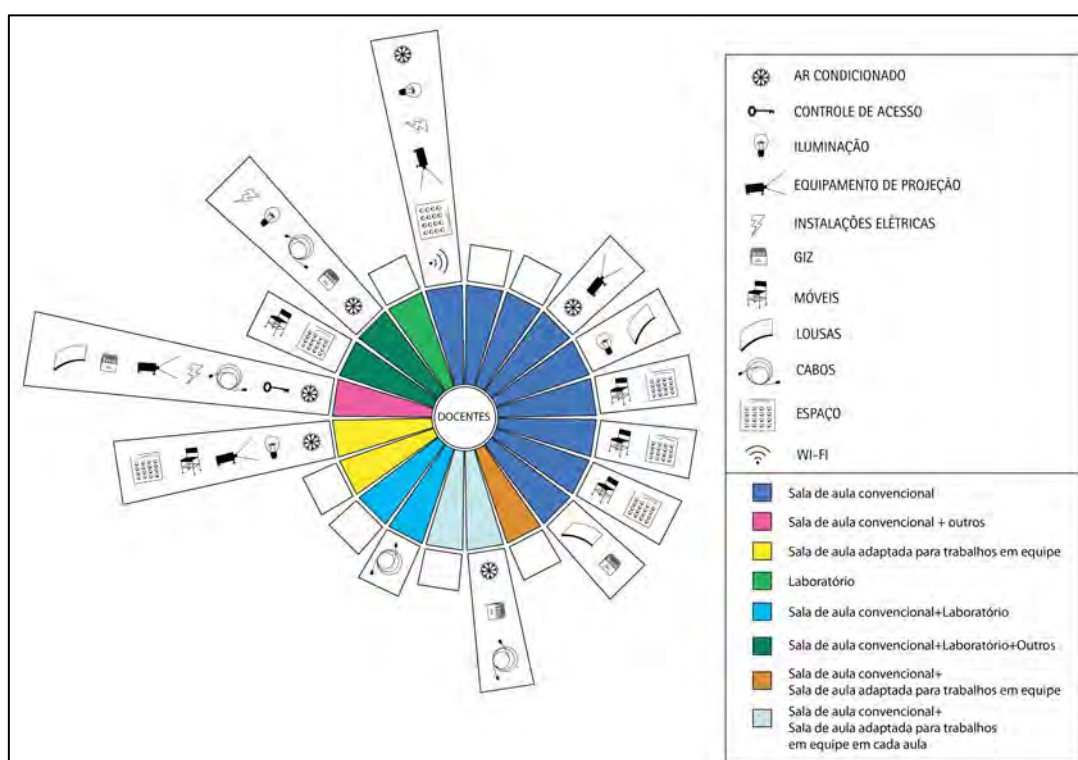
⁴⁸ Dois outros departamentos compartilham a responsabilidade pelo curso de engenharia civil: Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotecnia – PEF e Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – PHA, sendo esse o principal responsável pelo curso de engenharia ambiental.

questionário, pois ministram mais de uma disciplina, o que resultou em uma amostra de vinte respostas.

A partir das repostas recebidas pelos docentes, pode-se verificar que nove ministram suas aulas em salas convencionais; um ministra as aulas integralmente em laboratório; um combina parte das aulas em salas de aula convencional e parte em salas de aula adaptadas para trabalho em equipe; um combina parte das aulas em salas de aula convencional e parte em outros tipos de espaços; dois combinam aulas parte em salas de aula convencional e parte e laboratório; dois em salas de aula adaptadas para trabalho em equipe; dois combinam aulas em salas de aula convencional e parte e laboratório; dois combinam parte das aulas em salas de aula convencional e parte das aulas em sala adaptadas a cada aula para trabalho em equipe.

A figura 94 apresenta a relação entre as respostas sobre as reclamações feitas pelos docentes sobre os problemas associados aos espaços de ensino-aprendizagem e os espaços que estes professores ministram suas aulas. Houve reclamações sobre instabilidade no sistema elétrico, falta de cabos para transmissão de dados dos projetores, sistema de climatização (controles remotos de aparelhos de ar-condicionado que não funcionam, falta de controle sobre resfriamento dos ambientes), controle de acesso às salas (chaves que ficam sob a responsabilidade da equipe da faxina).

Figura 94 - Cruzamento de informações: tipos de espaços de ensino-aprendizagem x reclamações docentes - cursos de engenharia civil e ambiental



A pesquisa realizada com alunos, 80% alunos de terceiro a quinto anos ou acima, mostrou que, baseado nos espaços que utilizam no Edifício Paula Sousa, dos sessenta alunos respondentes, mais de 60% preferem ter aulas em salas convencionais.

Mais da metade dos alunos acha que os espaços oferecidos, infraestrutura e mobiliário estão adequados, e para os que responderam que os espaços estão pouco ou nada adequados, a maioria das reclamações está relacionada a instalações elétricas, principalmente falta de tomadas e conforto térmico e a problemas com sistema de ar-condicionado e falta de espaços para estudo, com características acústicas adequadas a situações de estudo individual, que demandem concentração, ou em equipes, para as quais o mobiliário adequado pode interferir na produtividade do grupo. Ainda para os alunos, problemas apontados sobre mobiliário estão na maioria dos casos associados a ergonomia; há comentários sobre a falta de compatibilidade dos mesmos com dispositivos tecnológicos portáteis dos alunos (*notebooks* e celulares). Também há reclamações sobre os equipamentos disponíveis nas salas como projetores e computadores e reclamação sobre a qualidade da internet sem fio.

É possível constatar a demanda por espaços e mobiliário adaptados a trabalhos em grupo já que as respostas da sondagem apontam que as aulas práticas são caracterizadas por atividades individuais em combinação com atividades em equipes

Mais da metade dos alunos responderam que preferem salas convencionais, o que pode apontar algumas hipóteses para reflexão como por exemplo:

- talvez os alunos não apontem a necessidade de ambientes apropriados para trabalhos em equipe por não terem conhecimento prévio de como poderiam ser esses espaços;
- talvez os alunos prefiram salas e aulas convencionais porque nessas configurações a participação ativa durante o período de atividades em classe é menor do que nas aulas essencialmente expositivas.

Também é importante relatar as opiniões tanto de alunos quanto funcionários e docentes sobre a questão da utilização dos espaços de ensino-aprendizagem fora dos horários das aulas, e para atividades não necessariamente vinculadas às disciplinas. Sobre essa questão, quase 70% dos alunos têm opinião favorável tanto pelo uso dos espaços fora dos horários da grade de aulas, quanto pela utilização dos mesmos para realização de projetos extracurriculares (pessoais ou profissionais) e participação de alunos de outras unidades da USP nos espaços da Escola Politécnica. Os docentes e funcionários

consultados também são favoráveis quanto a essa opinião, mas enfatizam que o uso deve ser voltado para o desenvolvimento de projetos de Engenharia.

A aplicação da ferramenta da pesquisa para ambientes do Edifício Paula Souza para os cursos de *Engenharia Civil e Ambiental* possibilitou a reflexão sobre a definição de mudanças em espaços relacionados às atividades didáticas de seis disciplinas, sendo que duas delas serão ministradas a partir do primeiro semestre de 2017:

- PCC-3100 - Representação Gráfica para Projeto - 3 créditos aula e 1 crédito trabalho - 870 alunos (oferecida a todos os alunos da Escola Politécnica)
- 031-3101 - Introdução a Engenharia Civil - 2 créditos aula e 1 crédito trabalho - 135 alunos
- PHA-3101 - Introdução a Engenharia Ambiental - 2 créditos aula e 1 crédito trabalho - 55 alunos
- 031-3102 - Introdução ao Projeto de Engenharia - 4 créditos aula e 1 crédito trabalho - 190 alunos (oferecida aos alunos das Engenharias Civil e Ambiental)
- 031-3401 - Projeto de Edifício - 2 créditos aula e 1 crédito trabalho (início em 2017) - 135 alunos (oferecida apenas aos alunos da Engenharias Civil)
- 031-3402 - Projeto de Infraestrutura - 2 créditos aula e 1 crédito trabalho (início em 2017) - 135 alunos (oferecida apenas aos alunos da Engenharias Civil)

Nas reuniões realizadas com professores das disciplinas, e nas entrevistas com o coordenador de curso (inicialmente foram realizadas duas entrevistas com o coordenador de curso, professor doutor Francisco Ferreira Cardoso e três reuniões com os professores da disciplina PCC-3100 - Representação Gráfica para Projeto), foram obtidas informações sobre: número de alunos e de turmas, número de créditos-aula e créditos-trabalho, frequência das aulas, localização dos espaços da atividades em anos anteriores e indicação de outros espaços disponíveis para intervenções. Além das informações específicas sobre as disciplinas, foram transmitidas considerações sobre o que os docentes esperam dos espaços. Aspectos como, iluminação, conforto térmico e acústico, transparência (relação entre espaço interno e externo), segurança, armazenamento de materiais e trabalhos em andamento, mobiliário, reaproveitamento de materiais e descarte de resíduos, entre outros. Transversalmente, as questões associadas a manutenção, tecnologia, e sustentabilidade estavam presentes em todos os temas. Também foram abordados assuntos relacionados aos resultados esperados da formação dos alunos. As atividades iniciais resultaram nas diretrizes para as intervenções:

- Concepção de estudo preliminar para salas de aula para PBL nas atuais salas S08 (figura 95), S20 e S24 e S30A;
- Concepção de estudo preliminar para sala de projetos para sala S30B;

- Concepção de estudo preliminar para oficina de prototipagem;
- Levantamento de áreas e planejamento para espaços adjacentes como local para estudos, descanso, café, encontros e exposições de trabalhos de alunos;
- Concepção de regras para operação e uso dos ambientes a serem alterados e novos espaços.

Figura 95 – Sala S08 Edifício Paula Souza – cursos de engenharia civil e ambiental



Os alunos da disciplina de graduação PCC-3100 - Representação Gráfica para Projeto, a qual representa três créditos aula e um crédito trabalho no currículo, e acontece durante o primeiro semestre de todos os cursos de Engenharia da Escola Politécnica, incluindo dos cursos de Engenharia Civil e Ambiental, realizam um exercício de representação 3D de um projeto. Ao final do semestre alguns dos modelos gerados virtualmente pelos alunos são produzidos fisicamente, a partir dos modelos geométricos concebidos em *software* de modelagem e produzidos de maneira automatizada (CELANI, 2015) com uso de corte e impressão 3D. A escolha de alguns modelos para serem materializados se dá atualmente devido ao grande número de alunos que cursam a disciplina (são treze turmas, totalizando oitocentos e setenta alunos) e a falta de condições espaciais e de pessoal para o suporte aos alunos na realização dessas tarefas.

O departamento responsável pela disciplina adquiriu em 2013 uma cortadora a *laser* de 120W (figura 96). Inicialmente o equipamento foi instalado em uma sala com acesso restrito. A instalação desse e outros equipamentos adquiridos pela Escola para o Edifício Paula Souza, assim como as resoluções sobre operação e uso dos equipamentos, são demandas presentes nas informações levantadas pela pesquisa e são referenciais para os

estudos preliminares dos espaços relacionados, como a Sala de Projetos e a Oficina de Prototipagem.

Figura 96 – Equipamento multiusuário – cortadora a *laser* – cursos de Engenharia Civil e Ambiental (e demais cursos da Escola Politécnica)



No quadro 21 estão descritas as informações obtidas, as diretrizes concebidas e os resultados definidos para intervenção. O apêndice 9 apresenta alguns desenhos de estudos preliminares para salas para PBL, sala de projetos e oficina. Há duas opções de leiaute para a sala S08, uma com mesas trapezoidais de tampos dobráveis e outra considerando-se mesas retangulares. Durante as reuniões com os professores da disciplina PCC-3100 - Representação Gráfica para Projeto foi decidido que as mesas retangulares existentes deveriam ser utilizadas, sendo que uma parte delas na sala e o restante no espaço adjacente ao lado da sala. Os outros desenhos do apêndice 9 apresentam as ideias iniciais sobre a implantação da oficina.

Quadro 21 – Engenharias Civil e Ambiental: síntese da aplicação da ferramenta

ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL POLI USP – EDIFÍCIO PAULA SOUZA			
	INFORMAÇÕES [Levantamento]	DIRETRIZES DEFINIDAS [Demandas]	RESULTADOS [Para espaços, operação e uso]
ROTEIRO 1	<ul style="list-style-type: none"> disciplinas de graduação obrigatórias; disciplinas interdepartamentais; disciplina PCC 3100 Representação Gráfica para Projeto 3 créditos aula e 1 crédito trabalho (870 alunos); disciplina 031-3101 Introdução a Engenharia Civil 2 créditos aula e 1 crédito trabalho (135 alunos) disciplina PHA-3101 Introdução a Engenharia Ambiental 2 créditos aula e 1 crédito trabalho (55 alunos) disciplina 031-3102 Introdução ao Projeto de Engenharia 4 créditos aula e 1 crédito trabalho (190 alunos); disciplina 031-3401 Projeto do Edifício 2 créditos aula e 1 crédito trabalho (135 alunos) início 2017 disciplina 031-3402 Infraestrutura do Edifício 2 créditos aula e 1 crédito trabalho (135 alunos) início 2017 	<ul style="list-style-type: none"> requer salas amplas; requer espaço e mobiliário adequado para trabalho em equipe; requer material de apoio para atividades em classe; requer local próximo à sala para armazenar trabalhos em andamento; requer espaço e material para desenvolvimento de projetos e construção de protótipos. 	<ul style="list-style-type: none"> reflexão sobre as práticas pedagógicas proposta de novos modelos de mobiliário adequado para configurações flexíveis; estudo preliminar de 4 salas para PBL; estudo preliminar para sala de projetos; estudo preliminar para oficina de prototipagem as mesas da sala 08 serão aproveitadas mas parte será colocada no espaço anexo à sala; proposta de projeto para oficina de prototipagem na área externa do edifício.
ROTEIRO 2	<ul style="list-style-type: none"> falta controle de entrada de luz natural na sala S08; não há espaço e mobiliário para montagem de protótipos; faltam locais para guardar trabalhos em andamento. não há instalações adequadas para equipamentos de corte a laser (sistema de exaustão); faltam espaços para discussão de ideias e desenvolvimento de projetos 	<ul style="list-style-type: none"> sala S08 deve ser adequada para melhor atender atividades didáticas com trabalhos em equipe; trabalhos em andamento poderão ficar na sala necessidade de uma oficina para prototipagem; necessidade de espaços para encontros informais diversificar mobiliário para salas de aula e espaços de circulação criando espaços informais para troca de informações e conhecimento. 	
ROTEIRO 3	<ul style="list-style-type: none"> abertura das salas depende de retirada de chaves na secretaria; faltam adaptadores para equipamentos eletrônicos; roteiros para uso dos equipamentos para prototipagem; preocupação com desaparecimento de materiais, ferramentas e equipamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> elaborar roteiros e manuais de boas práticas; definir opções de sistemas de controle de acesso aos espaços; providenciar a especificação para compra de sistema de monitoria dos ambientes com câmeras de vídeo. 	

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como constatado na literatura consultada para essa pesquisa, espaços de ensino-aprendizagem em instituições de ensino superior estão sendo reformulados e em sua maioria têm seus projetos embasados em conceitos que valorizam o papel do aluno no processo de aprendizagem, atendendo simultaneamente questões relativas a estruturas curriculares, aspectos arquitetônicos e definições de seus usos.

Instituições estrangeiras possuem espaços adaptados ou já projetados e construídos para práticas pedagógicas de aprendizagem centrada no aluno, e podem ser referenciais para implantação e gestão de espaços no Brasil, desde que sejam ponderadas as diferenças culturais. Foi igualmente verificado que há iniciativas de instituições brasileiras com intuito de valorizar o projeto e a implantação desses tipos de espaços, de modo alinhado como iniciativas pedagógicas.

Os estudos dos espaços visitados contribuíram para obtenção dos resultados esperados por esse trabalho, na medida em que ajudaram a construir o arcabouço de variáveis responsáveis por influenciar as práticas educacionais e os próprios espaços, como características associadas à estrutura curricular e às propostas pedagógicas dos cursos, características associadas às edificações que abrigam os espaços e a infraestrutura, características associadas aos equipamentos e mobiliário, características relacionadas a frequência de uso e, igualmente relevantes, características associadas aos usuários.

Ainda como resultados obtidos, e respeitadas as premissas da proposta inicial, esse trabalho apresenta uma ferramenta não prescritiva, a FADDi - Ferramenta para Análise e Definição de Diretrizes, que agrupa em um conjunto de roteiros os instrumentos para análise e definição de diretrizes para intervenções em espaços de ensino-aprendizagem de engenharia.

Os processos de aplicação da FADDi nas diferentes situações da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (apresentados no capítulo 6) proporcionaram momentos de avaliação e retroalimentação dos questionamentos associados aos objetivos propostos por essa pesquisa. Dessa forma, foi possível testá-la em diferentes contextos do ensino de Engenharia, e verificar, mesmo que parcialmente, como a mesma pode auxiliar a concepção, projeto e operação de novos ambientes ou adaptação de ambientes existentes.

É importante apontar que não foi possível, dentro do escopo do trabalho, definir quais as vantagens e desvantagens resultantes da utilização parcial ou total dos instrumentos

presentes nos roteiros e das sugestões de procedimentos da FADDi, o que não impede que seja analisado em pesquisas futuras.

Entretanto, é possível afirmar que, ainda que voltada para Engenharia, a FADDi, resultante dessa pesquisa (detalhada no apêndice 4) pode ser aplicada a outros cursos, em todos os níveis escolares e também em instituições não acadêmicas, desde que adaptada às diferentes peculiaridades de cada contexto.

Os resultados da pesquisa permitem supor que mudanças de comportamento das partes interessadas são necessárias para que mudanças e inovações curriculares possam ser acompanhadas por transformações nos espaços físicos. Gestores de instituições, coordenadores de cursos, docentes, funcionários, monitores e alunos, entre outras partes integrantes do processo, devem estar dispostos a enfrentar, em um futuro próximo, mudanças que extrapolam as fases de planejamento, projeto e construção, por vezes alterações estratégicas e operacionais na estrutura de gestão dos ambientes de ensino-aprendizagem. Além disso, esses processos de mudança podem sofrer interferências de aspectos sociais (culturais e éticos, por exemplo), e para que as interferências não se transformem em obstáculos para tomada de decisões, conflitos deverão ser superados com reflexões, conversas e discussões construtivas.

Os resultados sugerem fortemente também que o espaço físico é um dos elementos que atuam sobre a produtividade das atividades nele desenvolvidas, que é a relação de quanto se obtém de resultados em uma atividade que tem como objetivo produzir algo, em um determinado espaço de tempo, e sobre a qualidade dos produtos e dos processos dessas atividades, nesse caso, atividades de ensino. Essa relação é tanto mais marcante quanto as propostas pedagógicas de ensino e avaliação incentivem a criatividade e a inovação.

A imersão no tema proposto, possível pelas oportunidades de participação nos processos de intervenção nos espaços da Escola Politécnica e de uso dos mesmos (como pesquisadora, monitora de disciplinas e acompanhando a execução de projetos de alunos), entre outros aprendizados, colaborou para a reflexão sobre o papel do profissional de projeto, que deve contribuir com suas habilidades para o sucesso dos processos de intervenção em espaços de ensino-aprendizagem sendo parte de uma rede de relações, na qual uma parte interfere e depende diretamente da outra. E o apoio institucional para mudanças desse tipo é essencial. Em situações nas quais os profissionais de projeto não estejam presentes em todas as fases de transformação, é importante que o restante das partes interessadas saiba como agir, não com a intenção de eliminar a demanda por profissional, mas para saber quais as reais necessidades e o momento para acioná-lo; e também, pensando nas duas partes, para que não esperem e não obtenham soluções prontas.

No que se refere aos objetivos do Programa de Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil – ConstruInova, a pesquisa tratou de tema que, além de inovador em si, interessa aos processos de inovação em diferentes agentes do setor, e não apenas nas instituições de ensino ligadas à engenharia ou à construção em particular. Não obstante esse foco, seu alcance vai além do setor e do contexto brasileiro.

Considerando-se a continuidade do estudo nessa seara, vê-se como importante a criação de critérios de avaliação dos resultados da aplicação da ferramenta para que possa ser constantemente melhorada. Também se espera que, a partir das contribuições dessa pesquisa, sejam criadas novas oportunidades de intervenções em espaços de ensino-aprendizagem de engenharia, tanto da Universidade de São Paulo como em outras instituições brasileiras. Para tal, será necessário promover a conscientização da importância desse tema e desenvolver estratégias [provocativas] de comunicação para convencimento dessa relevância. Os resultados positivos das intervenções realizadas durante essa pesquisa já são parte dessa estratégia.

Os produtos do processo da pesquisa poderão servir de base para trabalhos futuros que envolvam reflexões tais como discussão sobre a interferência dos espaços no aprendizado da engenharia; influência do espaço na dinâmica e produtividade das aulas; relação entre a utilização dos espaços e as competências dos alunos nas atividades acadêmicas realizadas e referências para criação de espaços colaborativos em ambientes corporativos.

Finalmente, vale registrar o interesse em também estudar futuramente a figura de um profissional que atue também nas fases de operação dos espaços, com papel diferente do desempenhado por professores, monitores ou técnicos administrativos e de laboratório. Alguém que possa fazer a interface entre todos, como interlocutor dos interesses das partes, não só sobre aspectos técnicos, mas também pedagógicos. Como seria o processo de formação desse profissional e quais os impactos nas organizações acadêmicas para sua contratação?

REFERÊNCIAS

BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention. In: J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), **FabLabs: of machines, makerspaces and inventors**. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013, 262 p.

____ Using Exploratory Tangible User Interfaces for Supporting Collaborative Learning of Probability. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, 2015. p 1-14.

____ **Meaningful Making: Projects and Inspirations for Fab Labs + Makerspace**
Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2016, 158 p.

BOYS, J. **Towards creative learning spaces: re-thinking the architecture of post-compulsory education**. New York: Routledge, 2011, 194 p.

____ **Building better universities: strategies, spaces, technologies**. New York: Thaylor & Francis, 2015, 247 p.

BURD, L. Desenvolvimento de software para atividades educacionais. 1999. 241 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, 1999. p 30.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013./**.—Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013, 300 p.

CARLETON, T., LEIFER, L. Stanford's ME310 course as an evolution of engineering design. **CIRP DESIGN CONFERENCE - COMPETITIVE DESIGN**, 19., 2009. **Proceedings**. Cranfield University, 2009. p 30 -31.

CELANI, G., PUPO, R. Introducing digital fabrication laboratories in architecture schools. Planing and operating. In: **CAAD - CITIES - SUSTAINABILITY**, 5., 2010. **Proceedings**. Marrocos, The Arab Society for Computer Aided Architectural Design, 2010. p. 65-74.

CELANI, G. **LAPAC 2006-2013 Laboratório de automação e prototipagem para arquitetura e construção**. Campinas: Biblioteca Central Cesar Lattes, 2013. 90 p.

____ Espaços para a prática da interdisciplinaridade: laboratórios de fabricação digital na pesquisa, ensino e extensão. In: Arlindo Philippi Jr, Valdir Fernandes (Org.) **Práticas da interdisciplinaridade no ensino e pesquisa**, São Paulo: Manole, 2015, p. 747-764.

COLEGROVE, T. Editorial board thoughts: libraries as makerspace? *Information Technology and Libraries*. 2013, 32.1.

DAVIS, D. Design Principles, creating a more effective teaching facility. In: ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION, 10., 2005. *Proceedings*. American Society for Engineering Education, 2005.

DOORLEY, S., WITTHOFT, S. *Make space: how to set the stage for creative collaboration*, New Jersey: John Wiley & Sons, 2012, 272 p.

EYCHENNE, F., NEVES, H. *Fab Lab: a vanguarda da nova revolução industrial*. São Paulo: Fab Lab Brasil, 2013, 72 p.

FLIPPED LEARNING NETWORK (FLN) *The Four Pillars of F-L-I-P™*, 2014

GATTI, B. A., *Habilidades cognitivas e competências sociais*. Laboratório Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. UNESCO, 1997 15 p.

GERSHENFELD, N. *Fab: The coming revolution on your desktop - from personal computers to personal fabrication*. New York: Basic Books, 2005, 278 p.

GIANNOTTI, M., NERI, A. C., NAKAO, O. S., GRIMONI, J. A. B. Proposta de aplicação de PBL nos cursos de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 26., 2008, São Paulo. *Anais*. São Paulo, 2008. v. 1.

GONZALES, M. A., YANASE, L. K. H., ZANCUL, E. S., LOPES, R. Estudo da utilização de espaços físicos não convencionais no ensino de desenvolvimento de produtos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 42., 2014, *Anais*. Juiz de Fora, 2014.

GROVES, K. *I wish I worked there! A look inside the most creative spaces in business*. Wiley, 2010, 256 p.

HATCH, M. *Maker movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers and tinkerers*. Mc Graw Hill Education, 2014, 213 p.

HOLM, J. E. What are Makerspaces, Hackerspaces, and Fab Labs? *Hackerspaces, and Fab Labs*. 2014.

KNIGHT, S. *Designing spaces for effective learning - A guide to 21st century learning*. JISC Development Group, University of Bristol, 2006.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino*, São Paulo: Oficina de Textos, 2011, 272 p.

LITTS, B. K. *Making learning: Makerspaces as learning environments* Diss. University of Wisconsin-Madison, 2014.

LESTER, C.Y. Advancing the multidisciplinary nature of human computer interaction in a newly developed undergraduate course. *Advances in computer-human interaction*, 2008. First International Conference pp.177-182, 10-15, Feb. 2008.

MASETTO, M. T. *Ensino de engenharia: técnicas para otimização das aulas*. São Paulo. Avercamp, 2007. 206 p.

MARTINEZ, S. L., STAGER, G. *Invent to learn: making, tinkering, and engineering in the classroom*. Constructing Modern Knowledge Press. p.11-56, 2013, 237 p.

MAZUR, E. *Peer instruction: a revolução da aprendizagem centrada no aluno*. Porto Alegre, Penso, 2015, 252 p.

MILLS, J. E. TREAGUST, D. F. *Engineering Education: is PBL or project based learning the answer?*, Australasian Journal of Engineering Education, 2003.

NAIR, P. *Blueprint for tomorrow: redesigning schools for student-centered learning*. Harvard Education Press, 2014, 206 p.

NEVES, H. M. D. *Maker innovation. Do open design e fab labs... às estratégias inspiradas no movimento maker*, 2014. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. 261 p.

OBLINGER, D. et al. *Learning spaces*. Washington: Educause, 2006. 446p.

PAPERT, S., Harel, I. *Situating constructionism*. In: S. Papert & I. Harel (Eds.), *Constructionism*. Westport: Ablex Publishing Corporation, 1991, 518 p.

PUPPO, R. *Insertion of digital prototyping and fabrication in design process: a new challenge for architecture learning*. Theses (Doctorate) State University of Campinas, São Paulo, 2009.

RIBEIRO, L. R. C. *Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores*. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, 2005.

ROZENDO, C. A. et al. Uma análise das práticas docentes de professores universitários da área de saúde. *Revista Latino Americana de Enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 7, n. 2, p. 15-23, 1999.

SCHMIDT, H. G. Problem based learning: rationale and description, *Medical Education*, v. 17, n. 1, p. 11-16, 1983.

SCHNEIDER, B., BLIKSTEIN, P. Flipping the flipped classroom: a study of the effectiveness of video lectures versus constructivist exploration using tangible user interfaces. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2015.

SIMON, H. *The sciences of the artificial*, Massachusetts Institute of Technology, 1996, 241 p.

SINGH, H. *Building effective blended learning programs issue of educational technology*, Volume 43, Number 6, p. 51-54, 2003.

TEIXEIRA, C. The entrepreneurial design curriculum: design-based learning for knowledge-based economies, *Design Management Journal* v. 31, n. p. 411 – 418, 2002.

TZOUANAS, V., *The teamwork conundrum: what should be taught and how can we assess team learning in engineering technology?* In: DOWNTOWN AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION ANUAL CONFERENCE (ASEE), 2011. University of Houston, 2011.

VOSSOUGH, S., BEVAN, B. *Making and tinkering: A review of the literature*. National Research Council Committee on Out-of-School Time STEM, p. 1- 55, 2014.

WILKINSON, K., PETRICH, M. *The art of tinkering: Meet 150+ makers working at the intersection of art, science & technology*. Weldon Owen, 2013.

YANAZE, L. K., *Tecno-pedagogia: os games na formação dos nativos digitais*. São Paulo: Annablume, 2012. 235 p.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2005, 212 p.

ZANCUL, E., LOPES, R. D. *InovaLab@POLI – Inovação na educação em engenharia*, In: SIMPÓSIO TEMÁTICO DA PRG – INOVAÇÕES EM LABORATÓRIOS DE ENSINO, 1., 2014. São Paulo, Universidade de São Paulo, 2014.

ZANCUL, E. S., LOPES, R. D., PAULA, I. C., et al Laboratórios e espaços físicos inovadores para o ensino multidisciplinar de engenharia. In: Vanderli Fava de Moraes; Frederico Souzalima Caldoncelli Franco; Marcos José Tozzi. (Org.). **Desafios da educação em engenharia: formação em engenharia, abordagens pedagógicas, multidisciplinaridade, aprendizagem baseada em problemas e proposições**. 1 ed. Brasília: Abenge, 2015, v. 1, p. 91-118.

ZEMKE, R. et al. **Generations at Work: managing the clash of veterans, boomers, xers, and nexters in your workplace**. New York: Amacom, 2000. 288p.

SITES

BLIKSTEIN, P. Em 5 anos ou 10 anos, toda sala de aula será um FabLab. Disponível em: <http://porvir.org/porpensar/em-5-ou-10-anos-toda-sala-de-aula-sera-um-FabLab/20131119>, acesso em 18 de agosto de 2014.

CAMPOS, P. E. F., NEVES, H. M. D., ANGELO, A. G. S. FabLab Kids: oficina experimental de fabricação digital de brinquedos educativos. *V!RUS*, São Carlos, n. 7, julho 2012. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus07/?sec=4&titem=4&tlang=pt>. Acesso em 14 de setembro de 2015.

CAVALCANTI, G. Is it a Hackerspace, Makerspace Techshop ou FabLab? Disponível em: <http://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs>. Acesso em 15 de setembro de 2015.

CENTER OF TEACHING: Flipping the Classroom. Disponível em: <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/flipping-the-classroom>. Acesso em 13 de setembro de 2015.

CITRIS INVENTION LAB. Disponível em: <http://invent.citris-uc.org>. Acesso em 19 de setembro de 2014.

EDUCAUSE: Seven things you should know about flipped classrooms. Disponível em: <https://library.educause.edu/resources/2012/2/7-things-you-should-know-about-flipped-classrooms>. Acesso em 13 de setembro de 2015.

FABLAB@SCHOOL: Transformative Learning Technologies Lab. Disponível em: <https://tltl.stanford.edu/>. Acesso em 08 de setembro de 2014.






IABELBERG, C. Currículo oculto. Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/gestao-escolar/orientador-educacional/curriculo-oculto-448775.shtml>. Acesso em 14 de setembro de 2015.

MAXIGAS Hacklabs and hackerspaces – tracing two genealogies *Journal of Peer Production*. Disponível em: <http://peerproduction.net/issues/issue-2/peer-reviewed-papers/hacklabs-and-hackerspaces>. Acesso em 6 de agosto de 2016.

NOISEBRIDGE San Francisco. Disponível em: <https://www.noisebridge.net/>. Acesso em 19 de setembro de 2014.

.

APÊNDICE 1 – Documento “Diário de bordo do curso” para acompanhamento da disciplina Desenvolvimento Integrado de Produto

PROJETOS EQUIPES	Durante a semana										Observações	
	Presença		Usou Sala Projetos?			Usou Oficinas?			Contatos do grupo extra-classe			
	Parcial	Total	Sim	Não	Quantas Vezes?	Sim	Não	Quantas Vezes?	Sim	Não Descrição		
① 3M LIMPEZA 	BRUNO RIBEIRO [ENG. MECÂNICA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	CAMILA BARSOTI [ENG. ELÉT. TELECO.]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	JACQUELINE CORREIA [ENG. QUÍMICA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	LUCAS OTSUKA [DESIGN]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	NARA CORREIA [TÊXTIL E MODA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PEDRO TEBERGA [ADMINISTRAÇÃO]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
② 3M SEGURANÇA EMBALAGENS 	ELOI PATTARO [FÍSICA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	HENRY GANDELMAN [ENG. QUÍMICA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	KETNA KHUSAL [ADMINISTRAÇÃO]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PEDRO MEDEIROS [FARMÁCIA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
③ EMBRAER SERVIÇO DE BORDO 	BRUNO RODRIGUES [ENG. MECÂNICA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	FERNANDA SILVA [MARKETING]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PABLO NAZE [CIÊNCIAS ECON.]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	RAPHAEL STRAATMANN [ENG. PRODUÇÃO]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	RODOLFO SOUZA [ADMINISTRAÇÃO]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	YASMIM TORRES [DESIGN]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
④ DEFESA CIVIL PLUVIÔMETRO AUTOMÁTICO 	ALEXANDER ROQUE [ENG. MECATRÔNICA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIEGO PETRELLA [ENG. CIVIL]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	JÉSSICA DE OLIVEIRA [RELAÇÕES PÚBLICAS]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	LUCAS PRADO [ENG. MECATRÔNICA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	RODOLFO CHAPCHAP [DESIGN]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
⑤ DEFESA CIVIL BORNAL 	ANDRÉ JOHN LEE [ENG. ELÉTRICA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DANIELA MOREIRA [TÊXTIL E MODA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	MARIANA PEREIRA [ENG. PRODUÇÃO]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	MUCHED NASSIF [ENG. ELÉTRICA]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	VINÍCIUS LADIVEZ [DESIGN]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

DIÁRIO DE BORDO DO CURSO
FEV - JUN 2014

/ /2014 [] SEG [] QUI AULA # []

0303410

DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS

APÊNDICE 2 – Ficha de apoio para entrevistas e visitas aos espaços em instituições

“O que perguntar”

_SOBRE IMPLANTAÇÃO

Como foi processo de projeto do espaço?

Já estava previsto no projeto original do edifício ou tinha outro uso e foi adaptado?

Foi consultada alguma bibliografia para concepção do espaço?

Quais os nomes dos profissionais envolvidos?

O espaço foi concebido para ser usado apenas para cursos de engenharia ou outros?

Há quanto tempo o espaço está em operação ?

_SOBRE FLUXO

Quantas pessoas usam o espaço por dia?

Qual o horário de funcionamento? É aberto para uso durante o final de semana e feriados?

É aberto para uso sem a presença de professores ou funcionários? Se sim, como é o acesso? Como? Chaves, cartão?

É necessário passar por treinamento prévio para uso de equipamentos?

É liberado o uso do espaço para atividades extracurriculares?

Não alunos podem usar?

Como os usuários indicam que um trabalho está em andamento? Se há avisos, os mesmos são respeitados?

É permitido o uso de telefones ou outro equipamento não associado ao trabalho?

É permitida a presença de acompanhantes durante o uso do espaço?



_SOBRE MANUTENÇÃO E LIMPEZA

Como funciona a manutenção de equipamentos? Existe manutenção preventiva periódica?

Quando alguém quebra um equipamento por uso indevido qual é o procedimento?

Os usuários fazem algum tipo de limpeza ou organização do local após o uso ou há equipe de apoio e limpeza frequentemente no espaço?

_SOBRE SEGURANÇA

Alguém já ficou ferido em alguma atividade na oficina?

_OUTRAS

Quais são as reclamações frequentes?

Quais são os elogios frequentes?

As pessoas que já deixaram a universidade voltam para visitar ou usar o espaço?

_SOBRE GESTÃO

Como é a relação entre o Laboratório e as empresas? O que é oferecido pelo laboratório e o que a empresa recebe em troca? (como se dá o patrocínio?)

Como são as regras sobre propriedade intelectual do que é desenvolvido nos espaços da universidade

APÊNDICE 3 – Ficha de apoio para entrevistas e visitas aos espaços em instituições

“O que observar”

INFRAESTRUTURA

Metragem

Acessos

Distância das salas de aula

Distância de lanchonetes, banheiros e outros serviços

Iluminação (natural ou artificial, tipo de luminárias, lâmpadas, temperatura de cor)

Ventilação

Sistema de ar-condicionado

Sistema de exaustão

Sistema de ar comprimido

Área para pintura

INFRAESTRUTURA USO

Quais os equipamentos para uso

Há sinalização de limitações para uso de equipamentos ou ferramentas?

Quais as ferramentas para uso

Como são organizadas as ferramentas e equipamentos

Dimensões máximas de materiais (chapas de madeira, etc)

Há reaproveitamento de restos de materiais (aparas de madeira, etc)

Há local para armazenamento de trabalhos em andamento?



LIMPEZA/ORGANIZAÇÃO

O local é organizado? Após o uso, os alunos/usuários guardam equipamentos?

Limpeza – ver quantidades de recipientes, se há reciclagem

Área para limpeza (tanques, torneiras, como é o acionamento)

SEGURANÇA

Primeiros socorros estão em local visível?

Há telefone fixo no local?

Há números úteis em local visível (ex.: emergência)

Há indicação de rota de fuga

Há extintor de incêndio? De quais tipos?

Há pia com torneira para lavagem em caso de urgência

APÊNDICE 4 – Ferramenta para análise e definição de diretrizes (FADDi): roteiros e sugestões de procedimentos para projeto de intervenção em espaços de ensino-aprendizagem

Esse apêndice apresenta um conjunto de roteiros e sugestões de procedimentos para levantamento e organização de informações necessárias para que o processo de intervenção em ambientes seja mais eficiente. O documento é destinado a facilitadores de processos de intervenção em instituições de ensino de Engenharia, mas com devidas adaptações pode ter seu uso ajustado e ampliado para outros cursos.

Os roteiros e as sugestões podem ser utilizados parcialmente, conforme as necessidades da equipe e da instituição.

1 ROTEIROS

1.1 AÇÕES ROTEIRO 1 – ANÁLISE DE ESTRUTURA CURRICULAR

Exemplos de informações que devem ser obtidas pela consulta a documentos e em reuniões com dirigentes da instituição e profissionais ligados à coordenação do(s) curso(s) e das disciplinas, professores, assistentes acadêmicos, secretário(s) de curso(s) e monitores para obtenção de informações sobre:

- Levantamento do perfil da instituição;
- Levantamento da estrutura curricular do(s) curso(s) da instituição;
- Levantamento dos programas das disciplinas.

1.1.1 Sugestões de temas para pesquisa e questionamentos para levantamento de informações sobre o perfil da instituição:

- Dados sobre a fundação da instituição de ensino (local, data, fundadores), sua missão e visão;
- Vínculos com outras instituições, relações políticas, professores ilustres, entre outros fatores históricos, e impactos na organização acadêmico-administrativa e na proposta educacional da instituição;
- Organização acadêmico-administrativa e sistemas de informação acadêmico e administrativo;

- Formas de disponibilização das estruturas curriculares dos cursos e das ementas das disciplinas;
- Proposta educacional e formas de difusão para professores, funcionários e alunos;
- Renovação, atualização e utilização de novas metodologias de ensino;
- Existência de assessoria pedagógica para apoiar o trabalho dos professores;
- Perfil de competências comuns almejado para os alunos formados;
- Existência de metas acadêmicas, seus indicadores e formas de gestão;
- Existência de outros cursos de graduação que o(s) estudado(s) e interfaces com o(s) mesmo(s);
- Realização de outras atividades fins – pós-graduação *lato* e *stricto sensu*, pesquisa e extensão universitária – e interfaces com o(s) curso(s) estudado(s);
- Atividades da internacionalização da graduação e impactos;
- Processo de ingresso e modelo de contratação de professores e de funcionários que atuem com interface com a graduação;
- Indicadores individuais da qualidade do trabalho de professores e funcionários;
- Política de incentivo ao desenvolvimento de professores e funcionários;
- Política de incentivo à produção e utilização de material didático (livros, filmes, vídeos, material *on-line*, *software*, protótipos, simuladores e outros);
- Processo de ingresso de alunos (vestibular e outras eventuais formas);
- Relação candidato/vaga no vestibular do(s) curso(s) objeto de estudo;
- Características socioeconômicas dos alunos ingressantes;
- Perfil de competências almejado dos alunos ingressantes;
- Existência de serviço de apoio psicológico ou de outro tipo de apoio oferecido aos alunos (por exemplo, programas de monitorias e tutorias);
- Fontes de recursos (mensalidades, outros, políticas de bolsas de estudo, etc.);
- Existência de planos de ampliação ou intervenção anteriores, tanto da infraestrutura física quanto da estrutura curricular;
- Mecanismo de relacionamento formal com ex-estudantes e sistema de acompanhamento de formados.

1.1.2 Sugestões de temas para pesquisa e questionamentos para levantamento de informações sobre a estrutura curricular de cada curso da instituição objeto de estudo:

- Objetivos do curso;
- Fundamentos da estrutura curricular;
- Data de início de funcionamento da estrutura curricular;
- Composição da Comissão de Coordenação de Curso e recursos da secretaria de curso;
- Grau de participação dos alunos da formulação, condução e avaliação do curso (participação na comissão de coordenação, representantes de classe, etc.);
- Perfil de competências específicas almejado para os alunos formados;
- Distribuição das disciplinas e seus créditos ao longo do curso, considerando:
 - disciplinas de formação básica e de formação profissionalizante;
 - disciplinas de laboratório;
 - disciplinas obrigatórias e eletivas / optativas;
 - disciplinas com projetos específicos e projetos interdisciplinares;
 - estágios curriculares obrigatórios supervisionados;
 - trabalho final de curso;
- Grade de distribuição de horários de aulas na semana;
- Número de vagas e número de alunos nos diferentes anos;
- Distribuição de alunos por ano e por turma / classe;
- Grau de flexibilidade da estrutura curricular quanto a definição do itinerário formativo dos alunos (optativas, ênfases, etc.);
- Ações de incentivo para a formação dos alunos em Iniciação Científica;
- Ações de incentivo para a formação dos alunos em atividades acadêmicas complementares (atividades esportivas, seminários e palestras, cursos extracurriculares, empresa júnior, estágios não obrigatórios, estágio voluntário, monitoria, organizações que promovam ações sociais, representação discente em colegiados, representação em entidades estudantis, semana estudantil, visitas técnicas, etc.);
- Grau de consistência entre o perfil de competências almejado para os alunos formados, a estrutura curricular e as ementas das disciplinas;
- Corpo de professores e sua evolução (formação, titulação acadêmica, regime de trabalho, etc.);

- Processos de ensino e aprendizagem, incluindo os meios e técnicas de ensino, e coerência com a proposta educacional;
- Sistema de acompanhamento do processo formativo dos alunos;
- Formas de avaliação acadêmica do curso;
- Principais avanços no ensino nos últimos anos (relacionados a professores, novas disciplinas, infraestrutura, metodologias de ensino, produção e utilização de material didático, etc.);
- Tempo médio de formação e ações para sua redução;
- Taxa de evasão e ações para sua redução;
- Programas de intercâmbio internacional;
- Programa de estímulo a inovação tecnológica, empreendedorismo, empresa júnior, etc.;
- Convênios acadêmicos, programas de estágio e convênios com os setores público e privado;
- Disciplinas do curso que serão impactadas com as intervenções em estudo;
- Alunos que serão impactados com as intervenções em estudo.

1.1.3 Sugestões de temas para pesquisa e questionamentos para levantamento de informações sobre cada disciplina de interesse:

- Objetivos da disciplina;
- Perfil de competências específicas almejado para os alunos da disciplina;
- Créditos aula e créditos trabalho e frequência semanal de aulas;
- Programa e distribuição de aulas para os diferentes tópicos;
- Método e critério de avaliação (pesos para a formação da nota final);
- Bibliografia;
- Infraestrutura necessária disponível: bancadas de laboratório, mesas de projeto, computadores, *datashow*, *softwares*, redes de informação, etc.;
- Participação de agentes externos à instituição nas atividades das disciplinas (em especial as envolvendo demandas para desenvolvimento de projetos a partir de problemas reais);
- Uso de método de gestão de materiais didáticos e informações acadêmicas dos alunos em ambientes virtuais de aprendizagem e características operacionais do método;

- **Painel com tipos de atividades realizadas na disciplina, envolvendo, por exemplo:**
 - aulas expositivas;
 - leituras;
 - debates;
 - projeções de vídeos;
 - experimentos com instruções prescritivas;
 - experimentos sem instruções prévias;
 - construções de protótipos;
 - exercícios em equipe;
 - exercícios em pares;
 - apresentações de projetos para toda classe;
 - apresentações de projetos para público externo;
 - exposições de trabalhos;
 - projetos de longa duração em equipes;
 - provas individuais sem uso de computadores;
 - provas individuais com uso de computadores;
 - consultas a livros e publicações científicas;
 - pesquisa com uso de internet.

- Frequência da atualização da ementa da disciplina.

1.1.4 .Listar características das disciplinas relacionadas aos espaços:

- Necessidade de espaços alternativos para atividades pedagógicas;
- Grau de preocupação com a sustentabilidade ambiental (racionalização do uso de bens de consumo e de recursos naturais - água e energia -, e gerenciamento e tratamento de efluentes e resíduos);
- Uso futuro dos espaços em estudo para atividades multidisciplinares;
- Uso futuro dos espaços em estudo para atividades extradisciplinares.

1.2 AÇÕES ROTEIRO 2 - ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES

Exemplos de informações que devem ser obtidas em reuniões e visitas e consultas a documentos para obtenção de informações sobre:

- Levantamento de aspectos físicos das edificações da instituição
- Levantamento das relações das edificações com seu entorno

1.2.1 Sugestões de ações para levantamento das características das edificações:

- Análise de documentos existentes com foco nos ambientes de interesse das partes envolvidas (desenhos de projetos, memoriais descritivos, desenhos e registros fotográficos);
- Levantamento e conferências de medidas in loco das áreas dos ambientes de interesse;
- Croquis de plantas baixas dos ambientes de interesse;
- Medidas de pé direito dos ambientes de interesse;
- Verificação de adequação às normas de acessibilidade dos ambientes de interesse;
- Verificação de adequação às normas sobre saídas de emergência/rotas de fuga dos ambientes de interesse;
- Verificação sobre regularização de documentação sistema de segurança contra incêndio dos ambientes de interesse;
- Distâncias entre os espaços e ambientes se serviço como alimentação, banheiros aos ambientes de interesse;
- Relações de distâncias entre espaços disponibilizados para o projeto.

1.2.2 Sugestões de temas para pesquisa e questionamentos para levantamento das relações relevantes das edificações com seu entorno:

- Localização geográfica da instituição na cidade;
- Relações de distância com outras instituições de ensino ou unidades de ensino da mesma instituição;
- Facilidades de acesso por transporte urbano;
- Segurança quanto a violência urbana;
- Segurança quanto a acidentes naturais;
- Impacto do trânsito no acesso ao local da instituição.

1.3 AÇÕES ROTEIRO 3 - ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA E USO

As abordagens descritas a seguir devem ser realizadas em módulos e podem ser utilizadas parcialmente, de acordo com as demandas do processo de intervenção. Exemplos de informações que devem ser obtidas em reuniões e visitas e consultas a documentos para obtenção de informações sobre:

- 1.3.1 Categorização de tipologia de ambientes de ensino-aprendizagem que serão ou não modificados e novos espaços a serem projetados, conforme os listados a seguir:
 - a. Sala de projetos - espaços destinados a atividades de desenvolvimento de projetos, equipados com diversos tipos de *hardware* e *software* para atividades de prototipagem digital, mobiliário para arquivar materiais e trabalhos em andamento e para realização de reuniões de trabalho em equipe, presenciais ou por videoconferência.
 - b. Sala de aula para PBL - salas de aula com mobiliário apropriado para atividades em equipes, nas quais os modelos e arranjo de mesas e cadeiras possibilitem a integração entre os membros das equipes. Lousas e telas de projeção ou monitores de vídeo distribuídos em três ou mais pontos para possibilitar a visualização em todos os postos. Cadeiras e *flip charts* com rodízios, mesas dobráveis, instalações elétricas e de rede suspensas são características encontradas em espaços desse tipo.
 - c. Oficina - espaços com infraestrutura e tecnologia para produção automatizada de protótipos das ideias desenvolvidas por alunos, pesquisadores, professores e demais usuários. Assim como na sala de projetos, as oficinas devem estar equipadas com tipos de *hardware* e *software* adequados para atividades de prototipagem digital. Os tipos de equipamentos para oficina variam de acordo com a área disponível, necessidades e possibilidades de operação de uso.
 - equipamentos de comando numérico para prototipagem e fabricação digital, os quais possibilitam a produção de protótipos físicos a partir de modelos geométricos gerados em sistemas CAD. São máquinas de comando numérico que interpretam os arquivos CAD (*Computer Aided Design*), traduzindo as coordenadas X, Y, e Z do modelo ou desenho digital em comandos de posição, velocidade, corte ou extrusão. Exemplos:
 - fresadoras de precisão e de grandes formatos controladas por computador (CNC) para usinagem, corte e acabamento de materiais

rígidos como madeira, MDF e materiais menos densos como RPU e espuma;

- cortadoras a *laser* para corte de materiais rígidos como MDF, acrílico, papelão, madeira, papel cortadoras de vinil.
- equipamentos convencionais que não utilizam sistemas digitais, e incluem ferramentas e máquinas para marcenaria, serralheria, moldagem e costura. Exemplos:
 - serras (de bancada, serras de fita, serra circular);
 - lixadeiras;
 - tornos;
 - micro retíficas;
 - ferramentas manuais;
 - capelas para pintura;
 - vacuum forming;
 - máquinas de costura para montagem e acabamento de protótipos que utilizem tecidos, couro ou outros materiais maleáveis.
- equipamentos para produção sistemas eletrônicos em bancadas. Exemplos:
 - estações de solda;
 - osciloscópio;
 - fonte de alimentação.

Além dos equipamentos os suprimentos são necessários para o funcionamento pleno de uma oficina. Materiais como parafusos, porcas, pregos, lixas, chapas de materiais rígidos como MDF, compensado, laminado melamínico (fórmica).

- d. Espaços adjacentes- locais onde não há necessariamente atividades didáticas, mas complementam o conjunto de ambientes da tipologia, pois possibilitam a extensão das ações de ensino-aprendizagem em atividades informais. Exemplos:
- sala de estudos - ambientes destinados a leitura, estudo em equipe;
 - espaço para exposições - espaços para arquivamento e exposição de trabalhos;
 - espaço para descanso;

- espaço para lazer;
- espaço para alimentação;
- espaço para encontros.

1.3.2 Levantamento de exigências e requisitos para infraestrutura e operação de uso. Sugestões de temas para pesquisa e questionamentos para levantamento das características das edificações sobre:

- Horários de funcionamento das instalações da instituição durante os dias úteis;
- Horários de funcionamento das instalações da instituição em finais de semana e feriados;
- Acessos e segurança das instalações da instituição;
- Política de controles de acesso da instituição (controles nas portarias, portaria de serviço para entrada de materiais);
- Previsão da quantidade de usuários para os ambientes de interesse;
- Previsão da quantidade de funcionários para os ambientes de interesse;
- Levantamento de infraestrutura existente:
 - Mobiliário local (mesas, cadeiras, lousas, armários)
 - Mobiliário em processo de compra ou arquivado
 - Sistemas de instalações elétricas (pontos de energia, voltagem, capacidade)
 - Sistemas de instalações hidráulicas (pontos de água fria, tanques, torneiras)
 - Sistemas de instalações de rede e telefonia
 - Iluminação natural (obstáculos visuais, cortinas, manutenção)
 - Iluminação artificial (tipos de luminárias, lâmpadas, temperatura de cor)
 - Sistema de climatização
 - Sistema de exaustão
 - Sistema de ar comprimido
 - Área para pintura

1.3.3 Levantamento de informações sobre tipos de equipamentos existentes e em processo de aquisição (quantidades, local, onde estão disponíveis):

- Cortadoras a laser

- Impressão 3D
- Cortadora de vinil
- Fresadora CNC
- Torno CNC
- Computadores
- Ferramentas - como é a organização
- Equipamentos para videoconferência
- Sistema de projeção
- Sistema de áudio

1.3.4 Levantamento de informações detalhadas sobre equipamentos existentes: coletar e tabelar informações sobre especificações para montagem de inventário dos equipamentos. Por exemplo:

- marca;
- modelo;
- potência;
- voltagem;
- dimensões;
- número de patrimônio;
- numero do processo de compra;
- data de compra;
- informações sobre garantia;
- manuais de funcionamento.

1.3.5 Sobre limpeza, verificar:

- Regras sobre sistema de descarte de lixo/reciclagem (local/horário);
- Frequência da limpeza dos espaços;
- Regras para os usuários para manter o local limpo;
- Materiais de limpeza disponíveis;
- Tipo de armazenamento para materiais limpeza;
- Responsáveis pela limpeza de equipamentos (aparar);
- Frequência da limpeza dos equipamentos.

1.3.6 Sobre organização em geral, verificar:

- Armazenamento de materiais (informações sobre valores máximos para dimensões, pesos e quantidades para materiais como chapas e perfis);
- Verificar se há reaproveitamento de materiais e quais são as regras para considerar um produto utilizado como aproveitável ou descartável;
- Verificar se há local para armazenamento de trabalhos em andamento;
- Verificar se há local para exposição de trabalhos.

1.3.7 Sobre manutenção, verificar:

- Aspectos visuais associados a manutenção dos equipamentos (verificar se há equipamentos quebrados, como é feita a indicação de um equipamento fora de uso);
- Documentação sobre periodicidade de manutenção preventiva (horários fixos estabelecidos, como é documentada a manutenção);
- Registros de manutenção corretiva (como é feito registro de um incidente com equipamento);
- Informações sobre equipes de manutenção (funcionários/alunos).

1.3.8 Sobre provisionamento e gestão, verificar:

- Informações sobre fontes de recursos para pagamentos de custos de operação;
- Informações sobre gestão dos recursos;
- Informações sobre processos para compras de materiais permanentes;
- Informações sobre processos para compras de materiais de consumo;
- Informações sobre o controle de estoque de materiais de consumo
- Possibilidade de implementação de sistemas de agendamento para uso de equipamentos.

2 SUGESTÕES DE PROCEDIMENTOS

2.1 SUGESTÃO DE PROCEDIMENTOS PRÉVIOS PARA VISITAS AOS ESPAÇOS DE ENSINO/APRENDIZAGEM

Essa sugestão de procedimentos prévios são aplicáveis para todas as atividades descritas nos roteiros da ferramenta para análise e definição de diretrizes (FADDi) que necessitem da presença física do facilitador.

A sugestão de procedimentos prévios para visitas aos espaços é escrita e direcionada a ao facilitador, ou equipe responsável por liderar as intervenções. Pressupõe-se a definição clara de um ou mais responsáveis pela Instituição.

Pressupõe-se que antes do agendamento da primeira visita, tenha sido feito um estudo com maior ou menor profundidade dos itens do roteiro 1, sobre levantamento do perfil da instituição, levantamento da estrutura curricular do(s) curso(s) da instituição e levantamento dos programas das disciplinas.

2.1.1 Antes do agendamento de uma visita:

- Enviar email para o(s) responsável(is) da instituição solicitante:
- Definição dos profissionais que estarão envolvidos no processo e breve descrição sobre as tarefas de cada um;
- Pesquisar sobre partes envolvidas:
- Antes da reunião ou visita técnica com os agentes envolvidos pesquisar se são autores de publicações ou se fizeram declarações públicas sobre o tema de espaços de ensino, as quais possam desenhar uma prévia sobre as opiniões dos mesmos.
- Estudar uma estratégia de abordagem:
- Verificar a necessidade do acompanhamento simultâneo de equipe de professores e técnicos ou agendamento de visitas em horários ou datas diferentes para coletar separadamente informações de natureza estratégica e de natureza operacional;
- Encaminhar solicitação para registro fotográfico, gravações de áudio e filmagens:
- Devem ser autorizados previamente por contato pessoal ou telefônico e documentados por email para evitar situações constrangedoras;
- Verificar se há restrições para entrada de equipamentos:

- Para cumprimento de regras que incluem procedimentos de segurança, há instituições que não permitem uso de aparelhos com determinadas características técnicas ou que solicitam a análise prévia de equipamentos, o que pode impactar na logística de visitas.

2.1.2 Preparação de material de apoio:

Durante uma visita, o tempo destinado por interlocutores e responsáveis pelos espaços para atendimento deve ser valorizado. Por motivos como custos para deslocamento, incompatibilidade de agenda, entre outros, deve-se considerar que há casos nos quais não será possível estar acompanhado do mesmo interlocutor ao voltar ao local. O contato posterior para solicitação de informações não registradas adequadamente pode demonstrar desorganização de trabalho.

Materiais organizados previamente podem otimizar a coleta de informações:

- Caderno, prancheta e materiais para escrita ou equipamento eletrônico para anotação das informações (testar antes se os materiais e os equipamentos eletrônicos estão funcionando para evitar falhas como falta de grafite ou de bateria durante uma visita);
- Documentos-base preparados previamente para os registros gráficos e de dados quantitativos. Por exemplo plantas pré-desenhadas (quando há informação prévia) e planilhas em branco com dados a serem coletados e campos vazios para novos itens;
- Trens (eletrônica e convencional);
- Câmera fotográfica;
- Filmadora ou gravador de áudio;
- Relógio, para controlar o tempo de permanência nos espaços
- Termos de cessão de uso de imagem para o caso de documentação fotográfica ou de vídeo de pessoas nos espaços visitados

2.2 SUGESTÃO DE PROCEDIMENTOS DURANTE VISITAS AOS ESPAÇOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

O texto com a sugestão de procedimento durante as visitas considera a hipótese de mais de uma visita ao mesmo local, com condições diferentes de permanência. Para o caso de espaços nos quais não seja possível proceder dessa maneira, o conteúdo dos itens 2.2.1 e 2.2.2 deve ser considerado para uma única oportunidade.

2.2.1 Visita 1

- Visita guiada com tempo determinado - análise visual acompanhada de um interlocutor
- Fazer a confirmação ou questionamento no início da visita sobre quantos e quais espaços serão visitados e qual o tempo destinado para permanência nisso. (Para que o tempo de permanência em cada local seja dividido uniformemente);
- Ficar atento ao tempo gasto pelo interlocutor ao descrever espaços e atividades pedagógicas;
- Identificar quais os espaços disponíveis para intervenções de projeto;
- Observar os espaços para perceber elementos tangíveis que permitam caracterizar atividades relacionadas a uso e operação dos cursos em questão;
- Fazer questionamentos iniciais e documentar os elementos transmitidos oralmente pelo interlocutor sobre o ambiente. Documentar o que mais agrada e o que menos agrada o interlocutor;
- Anotar nomes de responsáveis e contatos que podem ser úteis posteriormente;
- Fotografar ou anotar marcas e modelos de equipamentos observados na visita e os citados oralmente;
- Fotografar detalhes de equipamentos e suas instalações - aproveitar o acompanhamento de interlocutor para acessar locais restritos;
- Fotografar espaços internos e circulação entre os ambientes.

2.2.2 Visita 2 e posteriores

Segunda visita e visitas posteriores na instituição, sem acompanhamento permanente/direto de interlocutor

- Estar atento a eventuais problemas ou eventos associados à operação de uso dos espaços que podem ocorrer durante a permanência no espaço;
- Ficar no local o tempo mínimo necessário para não atrapalhar a dinâmica do local;
- Se possível, escolher horários com atividades de alunos para poder analisar a dinâmica do espaço em uso;
- Não movimentar móveis ou objetos sem autorização;
- Não abrir armários ou gavetas sem autorização;
- Não acionar equipamentos sem autorização;
- Não fotografar diretamente trabalhos em andamento sem autorização; para esses casos pode ser necessário solicitar a assinatura de um termo de sigilo e confidencialidade, preparado previamente;
- Dar preferência por registrar imagens sem a possibilidade de identificar pessoas.

2.3 SUGESTÃO DE PROCEDIMENTOS POSTERIORES ÀS VISITAS AOS ESPAÇOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

As informações obtidas em visitas, reuniões e entrevistas devem ser consolidadas o mais rápido possível para que o registros fiquem o mais completo possível, visto que com a passagem dos dias após os eventos as informações complementares registradas na memória podem se perder.

- Consolidar todas as informações obtidas nas visitas:
 - Montar planilhas com os dados quantitativos e analisar informações qualitativas em software específicos;
 - Criar mapas visuais com as informações obtidas;
 - Passar a limpo croquis de plantas e outros desenhos;
 - Uniformizar informações como unidades de medidas;
 - Transcrever gravações de áudio;
 - Editar gravações de vídeo;
 - Editar e organizar material fotográfico.

- Agrupar dúvidas técnicas;
- Encaminhar email para responsáveis identificados nas visitas, para solucionar dúvidas técnicas e de operação.

3 SONDAGEM NÃO PROBABILÍSTICA

Para auxiliar o levantamento de informações sobre a instituição pode ser realizada a aplicação de sondagem não probabilística, separadamente para as diferentes partes envolvidas: alunos, professores, coordenadores, funcionários e direção. Esta pesquisa será útil para as resoluções de projeto associadas a gestão e operação dos espaços.

A seguir as exemplos de questões para elaboração dos questionários. Essas questões gerais podem ser adaptadas para a formulação de sondagens para as diferentes partes envolvidas para obtenção de informações específicas:

- Em sua opinião, faltam espaços para realização de atividades pedagógicas? Quais?
- Em sua opinião, o que poderia ser melhorado na arquitetura dos espaços de aprendizagem existentes?
- Nos espaços existentes falta infraestrutura de apoio para as atividades?
- Nos espaços existentes faltam mobiliários específicos? Quais? Dê exemplos.
- Há problemas com manutenção de equipamentos e infraestrutura?
- Os espaços devem ter uso liberado para os alunos sem a presença de professores ou funcionários?
- Em sua opinião os alunos podem ter livre acesso aos espaços sem limite de horários
- Em sua opinião, os alunos devem passar por treinamento prévio para uso de equipamentos?
- Em sua opinião, os alunos deve haver uso restrito de equipamentos com categorização para equipamentos mais ou menos perigosos?
- Em sua opinião, o espaço deve ser utilizado também para atividades acadêmicas multidisciplinares?
- Há alguma objeção em que pessoas que não possuam ligação formal com a instituição realizem atividades não acadêmicas ou frequentem os espaços acompanhados por alunos?
- Há alguma objeção em que alunos realizem atividades não acadêmicas nos espaços?
- Existe a intenção de que a instituição disponibilize o uso dos espaços periodicamente para realização de atividades abertas para o público em geral?
- A manutenção dos espaços de aprendizagem da instituição é realizada de forma satisfatória?

- Liste dois pontos positivos sobre os ambientes de aprendizagem disponíveis na instituição
- Liste dois pontos negativos sobre os ambientes de aprendizagem disponíveis na instituição
- Em sua opinião, as características das áreas de circulação entre os ambientes de ensino colaboram ou atrapalham as atividades pedagógicas?
- Em sua opinião, os trabalhos de turmas anteriores devem ser expostos?
- Faltam locais para armazenamento de materiais?
- Faltam recursos para aquisição de materiais de consumo para atividades pedagógicas?
- Em sua opinião, os alunos desta instituição deveriam arcar com custos de suprimentos para atividades curriculares?
- Em sua opinião os alunos que realizarem atividades não acadêmicas utilizando equipamentos e espaços da instituição devem arcar com custos de materiais?
- Se algum aluno se ferir durante uma atividade pedagógica que esteja acompanhando, qual será sua primeira ação?
- Em sua opinião, deve haver apoio financeiro de instituições privadas para financiamento e manutenção de espaços de aprendizagem?
- Em sua opinião os alunos devem realizar atividades pedagógicas associadas a problemas reais?

APÊNDICE 5 – Questionários e tabulação de respostas

Modelos dos questionários da sondagem não-probabilística (*survey*) aplicada para alunos, docentes e funcionários dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental do Edifício Paula Souza e tabulação de respostas recebidas entre 18/12/2015 e 25/01/2016.

1. Pesquisa com alunos

[PESQUISA COM ALUNOS]
1) Qual seu curso na EPUSP? Engenharia Civil Engenharia ambiental Other :
2) Qual período cursará em 2016? Primeiro ano Segundo ano Terceiro ano Quarto ano Quinto ano Other :
3) Sobre os espaços de ensino: em que tipo de espaço físico você prefere ter aulas? * Assinale todas as respostas que se aplicam Sala de aula convencional Sala de aula adaptada para trabalhos em equipe Laboratório Auditório Sala multiuso Outros
4) Sobre o espaço físico: em sua opinião os espaços e sua infraestrutura (ar-condicionado, elétrica, controles de acesso) estão perfeitamente adequados para realização das atividades do curso? 1 para nada adequados 2 para pouco adequados 3 para adequados 4 para perfeitamente adequados
5) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o espaço físico e infraestrutura que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 6. Your answer
6) Sobre o mobiliário dos espaços de ensino: em sua opinião os itens de mobiliário (mesas, cadeiras, armários, carteiras, lousas, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades do curso? 1 para nada adequados 2 para pouco adequados 3 para adequados 4 para perfeitamente adequados
7) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o mobiliário que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 8. Your answer
8) Sobre os equipamentos dos espaços de ensino: em sua opinião os equipamentos (aparelhos de projeção, computadores e periféricos, smart boards, impressoras, ferramentas, equipamentos de segurança individual, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades do curso? 1 para nada adequados 2 para pouco adequados 3 para adequados 4 para perfeitamente adequados
continua

[PESQUISA COM ALUNOS]
continuação

9) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com os equipamentos dos espaços de ensino que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 10.
Your answer

10) Sua opinião: quais outros tipos de espaços físicos, mobiliários e equipamentos você sente falta para realização das atividades como aluno da EPUSP?

11) Sobre a dinâmica das aulas de seu curso, classifique as aulas como:

- 1 para essencialmente expositivas (90 a 100% do tempo da aula é expositivo)
- 2 para aula com 30% do tempo expositiva e 70% do tempo com atividades práticas
- 3 para aula com 50% do tempo expositiva e 50% com atividades práticas
- 4 para aula com 70% do tempo expositiva e 30% com atividades práticas
- 5 para aulas predominantemente práticas (90 a 100% do tempo da aula tem atividades práticas)

12) Sobre as atividades das aulas práticas de seu curso:

Assinale todas as respostas que se aplicam
As aulas do meu curso são essencialmente expositivas
São essencialmente atividades individuais
São atividades individuais em combinação com atividades em equipes
São essencialmente atividades em equipes
Other:

13) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranquee os itens abaixo
Ranquee os itens abaixo de acordo com o que acha problemático nos espaços de ensino da EPUSP, sendo 1º - mais problemático e 6º - menos problemático

[Manutenção]

[Limpeza]

[Conforto térmico]

[Conforto acústico]

[Controle de acesso]

[Disponibilidade de horários]

[Falta de material de consumo]

14) Sua opinião: os alunos deveriam ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário das aulas? Responda sim, não ou depende e justifique sua resposta.

15) Sua opinião: os alunos podem desenvolver projetos extracurriculares (pessoais ou profissionais) em espaços de ensino da EPUSP?

Sim, os alunos podem desenvolver projetos extracurriculares de qualquer tema em espaços de ensino da EPUSP

Sim, desde que sejam projetos de engenharia

Sim, desde que utilizem um local específico para estas atividades

Não, alunos não devem usar a infraestrutura da EPUSP para desenvolver projetos extracurriculares nos espaços de ensino da EPUSP

Other:

continua

[PESQUISA COM ALUNOS]
continuação-final

16) Sua opinião: os alunos de outras unidades da USP podem desenvolver projetos em espaços de ensino da EPUSP? *

Sim, alunos de outras unidades da USP podem utilizar a infraestrutura para realização de projetos

Alunos de outras unidades da USP podem utilizar a infraestrutura para realização de projetos desde que acompanhados por alunos da EPUSP

Não, apenas alunos da EPUSP devem utilizar a infraestrutura para realização de projetos

Other :

Espaço para comentário

Pesquisa com docentes

[PESQUISA COM DOCENTES]

1) Sobre você: qual seu cargo na EPUSP?

professor doutor 1
professor doutor 2
professor associado 1
professor associado 2
professor associado 3
professor titular

2) Sobre a disciplina que ministra: qual o tipo?

Núcleo Básico
Ciências da Engenharia
Profissionalizante

3) Sobre a disciplina que ministra: qual o caráter?

Obrigatória
Eletiva

4) Sobre o ambiente: em que tipo de espaço físico você realiza as aulas dessa disciplina?

Assinale todas as respostas que se aplicam
Sala de aula convencional
Sala de aula adaptada para trabalhos em equipe
Laboratório
Sala de aula convencional, mas com alterações no layout em cada aula
Auditório
Sala multiuso
Outros

5) Sobre o espaço físico: em sua opinião os espaços e sua infraestrutura (ar-condicionado, elétrica, controles de acesso) estão perfeitamente adequados para realização das atividades em suas aulas? *

1 para nada adequados
2 para pouco adequados
3 para adequados
4 para perfeitamente adequados

6) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com os espaços que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 7.

7) Sobre o mobiliário dos espaços de ensino: em sua opinião os itens de mobiliário (mesas, cadeiras, armários, carteiras, lousas, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades em suas aulas?

1 para nada adequados
2 para pouco adequados
3 para adequados
4 para perfeitamente adequados

8) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o mobiliário que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 9.

continua

[PESQUISA COM DOCENTES]
continuação

9) Sobre os equipamentos dos espaços de ensino: em sua opinião os equipamentos (aparelhos de projeção, computadores e periféricos, smart boards, ferramentas, equipamentos eletrônicos, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades em suas aulas?
1 para nada adequados
2 para pouco adequados
3 para adequados
4 para perfeitamente adequados

10) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com os equipamentos que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 11.

11) Sua opinião: quais outros tipos de espaços, mobiliários e equipamentos você sente falta para realização de suas aulas?

12) Sobre a dinâmica: classifique sua aula (período de 50 minutos) conforme as descrições abaixo
Assinale todas as respostas que se aplicam
Expositiva durante todo período da aula
Parcialmente expositiva, em combinação com atividades práticas individuais
Parcialmente expositiva, em combinação com atividades práticas em equipe
Atividades práticas individuais durante todo período da aula
Atividades práticas em grupo durante todo período da aula
Other:

13) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo *
Ranqueie os itens abaixo de acordo com o que mais lhe causa problemas nos espaços de ensino, sendo 1º - mais problemático e 6º - menos problemático

[Manutenção]

[Limpeza]

[Conforto térmico]

[Conforto acústico]

[Controle de acesso]

[Disponibilidade de horários]

[Falta de material de consumo]

14) Sua opinião: os alunos deveriam ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário das aulas? Responda sim, não ou depende e justifique sua resposta.

15) Sua opinião: os alunos podem desenvolver projetos extracurriculares (pessoais ou profissionais) em espaços de ensino da EPUSP?
Escolher apenas uma opção
Sim, os alunos podem desenvolver projetos extracurriculares de qualquer tema em espaços de ensino da EPUSP
Sim, desde que sejam projetos de engenharia
Sim, desde que sejam cadastrados para uso dos espaços, alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP
Não, alunos não devem usar a infraestrutura da EPUSP para desenvolver projetos extracurriculares nos espaços de ensino da EPUSP
Other:

continua

[PESQUISA COM DOCENTES]
continuação-final

16) Sua opinião: os alunos de outras unidades da USP podem desenvolver projetos em espaços de ensino da EPUSP?

Sim, alunos de outras unidades da USP podem utilizar a infraestrutura para realização de projetos

Alunos de outras unidades da USP podem utilizar a infraestrutura para realização de projetos desde que acompanhados por alunos da EPUSP

Não, apenas alunos da EPUSP devem utilizar a infraestrutura para realização de projetos

Other:

Espaço para comentário

2. Pesquisa com funcionários

[PESQUISA COM FUNCIONÁRIOS]	
<p>1) Sobre você: qual sua função na EPUSP?</p> <p>Auxiliar de laboratório Técnico de laboratório Especialista em laboratório</p>	
<p>2) Sobre os espaços físicos da EPUSP: em que tipo de espaço você apoia atividades de ensino voltadas aos alunos de graduação?</p> <p>Não apoio atividades de ensino de graduação Sala de aula convencional Sala de aula adaptada para trabalhos em equipe Laboratório Sala de aula convencional, mas com alterações no layout em cada aula Auditório Sala multiuso</p>	
<p>3) Sobre os espaços físicos da EPUSP: em sua opinião os espaços da EPUSP e sua infraestrutura (ar-condicionado, elétrica, controles de acesso) estão perfeitamente adequados para realização das atividades dos alunos de graduação?</p> <p>1 nada adequados 2 pouco adequados 3 adequados 4 perfeitamente adequados</p>	
<p>4) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o espaço físico e infraestrutura."</p>	
<p>5) Sobre o mobiliário dos espaços físicos de ensino: em sua opinião os itens de mobiliário (mesas, cadeiras, armários, carteiras, lousas, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades dos alunos de graduação?</p> <p>1 nada adequados 2 pouco adequados 3 adequados 4 perfeitamente adequados</p>	
<p>6) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o mobiliário.</p>	
<p>7) Sobre os equipamentos dos espaços físicos de ensino: em sua opinião os equipamentos dos espaços (aparelhos de projeção, computadores e periféricos, smart boards, impressoras, ferramentas, equipamentos de segurança individual, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades dos alunos de graduação?</p>	
<p>8) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com os equipamentos dos espaços de ensino que os alunos de graduação utilizam atualmente.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">continua</div>

[PESQUISA COM FUNCIONÁRIOS]
continuação

9) Sua opinião: quais espaços físicos, mobiliários e equipamentos você acha que faltam para realização do trabalho dos alunos de graduação?

10) Sua opinião: quais espaços físicos, mobiliários e equipamentos você sente falta para realização do seu trabalho?

11) Sobre a dinâmica: em quais tipos de aula (período de 50 minutos) você colabora com seu trabalho?
Assinale todas as respostas que se aplicam
Expositiva durante todo período da aula
Parcialmente expositiva, em combinação com atividades práticas individuais
Parcialmente expositiva, em combinação com atividades práticas em equipe
Atividades práticas individuais durante todo período da aula
Atividades práticas em grupo durante todo período da aula
Other:

12) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo

[Manutenção]

[Limpeza]

[Conforto térmico]

[Conforto acústico]

[Controle de acesso]

[Disponibilidade de horários]

[Falta de material de consumo]

13) Sua opinião: os alunos de graduação deveriam ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário das aulas?
Responda sim, não ou depende e justifique sua resposta."

14) Sua opinião: os alunos de graduação podem desenvolver projetos extracurriculares (pessoais ou profissionais) em espaços de ensino da EPUSP?
Escolher apenas uma opção

Sim, os alunos podem desenvolver projetos extracurriculares de qualquer tema em espaços de ensino da EPUSP

Sim, desde que sejam projetos de engenharia

Não, alunos não devem usar a infraestrutura da EPUSP para desenvolver projetos extracurriculares nos espaços de ensino da EPUSP

Other:

15) Sua opinião: os alunos de graduação podem manusear equipamentos sem supervisão de um técnico nos espaços de ensino da EPUSP? *
Escolher apenas uma opção

Sim, os alunos podem manusear equipamentos sem supervisão de um técnico nos espaços de ensino da EPUSP

Sim, desde que seja para realizar projetos de engenharia

Não, alunos não devem manusear equipamentos sem supervisão de um técnico nos espaços de ensino da EPUSP

Other:

continua

[PESQUISA COM FUNCIONÁRIOS]

continuação - final

16) Sua opinião: os alunos de graduação de outras unidades da USP podem desenvolver projetos em espaços de ensino da EPUSP?

Sim, alunos de outras unidades da USP podem utilizar a infraestrutura para realização de projetos

Alunos de outras unidades da USP podem utilizar a infraestrutura para realização de projetos desde que acompanhados por alunos da EPUSP

Não, apenas alunos da EPUSP devem utilizar a infraestrutura para realização de projetos

Other:

Espaço para comentário

ALUNOS [1 a 20 de 60]		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
1) Qual seu curso na EPUSP?	Engenharia Civil	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20	
	Engenharia Ambiental																						0
2) Qual período cursará em 2016?	Primeiro ano																					0	
	Segundo ano																						0
	Terceiro ano			X																			1
	Quarto ano		X				X			X						X	X						5
	Quinto ano	X			X								X	X				X	X		X		7
Outros				X	X	X			X	X									X			6	
3) Sobre os espaços de ensino: em que tipo de espaço físico você prefere ter aulas?	Sala de aula convencional	X	X	X	X	X			X	X	X				X			X	X	X		12	
	Sala de aula adaptada para trabalhos em equipe						X					X						X					3
	Laboratório																						0
	Sala de aula convencional com alterações no layout em cada aula																						0
	Auditório													X			X						2
Sala multiuso							X	X						X								3	
4) Sobre o espaço físico: em sua opinião os espaços e sua infraestrutura (ar-condicionado, elétrica, controles de acesso) estão perfeitamente adequados para realização das atividades do curso?	Espaços físicos e infraestrutura nada adequados			X			X						X								X	4	
	Espaços físicos e infraestrutura pouco adequados	X					X			X			X			X		X		X		6	
	Espaços físicos e infraestrutura adequados		X	X	X			X	X	X		X			X	X		X		X			10
	Espaços físicos e infraestrutura perfeitamente adequados																						0
5) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o espaço físico e infraestrutura que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 6.	Ar condicionado e instalação elétrica	X									X											2	
	Ar condicionado e banheiros					X																	1
	Ar condicionado			X														X	X				3
	Ar condicionado, instalação elétrica e Wi Fi																				X		1
Instalação elétrica e manutenção						X						X	X									3	
6) Sobre o mobiliário dos espaços de ensino: em sua opinião os itens de mobiliário (mesas, cadeiras, armários, carteiras, lousas, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades do curso?	Itens de mobiliário nada adequados																					0	
	Itens de mobiliário pouco adequados				X				X				X	X			X						5
	Itens de mobiliário adequados		X	X		X	X				X				X				X		X		8
	Itens de mobiliário perfeitamente adequados	X			X			X	X		X					X				X			7
7) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o mobiliário que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 8.	Mesas																	X				1	
	Carteiras e cadeiras					X								X									2
	Lousa												X										1
8) Sobre os equipamentos dos espaços de ensino: em sua opinião os equipamentos (aparelhos de projeção, computadores e periféricos, smart boards, impressoras, ferramentas, equipamentos de segurança individual, etc)	Equipamentos dos espaços de ensino nada adequados																					0	
	Equipamentos dos espaços de ensino pouco adequados						X	X		X		X	X			X	X	X					8
	Equipamentos dos espaços de ensino adequados	X	X	X	X	X		X	X		X			X	X					X	X		12
	Equipamentos dos espaços de ensino perfeitamente adequados																						0

ALUNOS [1 a 20 de 60]		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
9) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com os equipamentos dos espaços de ensino que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 10.	Projetores					X								X								2	
	Computadores																		X				1
	Wi Fi																						0
	Impressoras						X					X											2
	Projetor e impressora																						0
	Computador e impressora																X					1	
10) Sua opinião: quais outros tipos de espaços físicos, mobiliários e equipamentos você sente falta para realização das atividades como aluno da EPUSP?	Sala de estudo					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X		10	
	Laboratório							X					X					X				3	
	Computadores			X	X	X															X		4
	Internet e Wi Fi		X															X					2
	Impressora 3D																						0
	Banheiro																						0
	Espaços para convivência	X																				1	
11) Sobre a dinâmica das aulas de seu curso, classifique as aulas como:	Essencialmente expositivas (90 a 100% do tempo expositiva)		X			X								X		X		X				5	
	Aulas com 30% do tempo expositivas e 70% do tempo com atividades práticas				X				X			X	X					X			X		6
	Aulas com 50% do tempo expositivas e 50% do tempo com atividades práticas	X				X	X		X														4
	Aulas com 70% do tempo expositivas e 30% do tempo com atividades práticas										X					X					X		3
	Aulas predominantemente práticas (90 a 100% do tempo da aula tematividades práticas)			X																			1
12) Sobre as atividades das aulas práticas de seu curso:	Aulas práticas essencialmente expositiva				X			X												X		3	
	Aulas práticas essencialmente atividades individuais																	X	X				3
	Aulas práticas com atividades individuais em combinação com atividades em equipe	X	X			X			X	X	X	X	X	X	X					X	X		11
	Aulas práticas essencialmente atividades em equipe	X	X	X		X					X												4
	Outros																						0
13) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo [Manutenção]	Manutenção																						
	Grau 1			X			X		X		X									X		X	6
	Grau 2		X	X					X					X			X						5
	Grau 3												X						X				2
	Grau 4		X			X				X	X												4
	Grau 5						X													X			2
	Grau 6															X							1
	Limpeza																						
	Grau 1						X															X	2
	Grau 2			X	X		X																3
	Grau 3		X												X								2
	Grau 4													X					X				2
	Grau 5	X						X	X	X	X					X				X			7
Grau 6					X			X								X				X		4	

ALUNOS [1 a 20 de 60]		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
13) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo	Conforto Térmico																						
	Grau 1		X	X		X				X			X	X				X				X	8
	Grau 2						X			X	X		X										4
	Grau 3	X			X	X																	3
	Grau 4							X								X	X		X	X			5
	Grau 5																						0
	Grau 6																						0
	Conforto Acústico																						
	Grau 1																	X				X	2
	Grau 2	X			X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			9
	Grau 3			X					X	X										X			4
	Grau 4											X											1
	Grau 5		X				X							X									3
	Grau 6				X																		1
	Controle de acesso																						
	Grau 1					X				X						X						X	4
	Grau 2	X	X					X															3
	Grau 3			X								X	X								X		4
	Grau 4						X	X															2
	Grau 5				X												X						2
	Grau 6		X								X	X						X	X				5
	Disponibilidade de Horário																						
	Grau 1																				X	X	2
	Grau 2		X	X																X			3
	Grau 3	X			X					X	X				X	X							6
	Grau 4			X										X									2
	Grau 5						X	X				X						X					4
Grau 6					X	X				X												3	
14) Sua opinião: os alunos deveriam ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário das aulas? Responda sim, não ou depende e justifique sua resposta.	Responderam que alunos podem ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	18	
	Responderam que alunos não podem ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula					X														X			2
	Responderam que depende sobre os alunos terem acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula																						0

ALUNOS [1 a 20 de 60]		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
15) Sua opinião: os alunos podem desenvolver projetos extracurriculares (pessoais ou profissionais) em espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares de qualquer tema em espaços de ensino da EPUSP				X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	14	
	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que sejam projetos de engenharia		X																			1	
	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que utilizem um espaço específico para estas atividades	X	X			X						X											4
	Responderam que alunos não podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP				X																		1
	Outros																						0
16) Sua opinião: os alunos de graduação de outras unidades da USP podem desenvolver projetos em espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos de outras unidades podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14	
	Responderam que alunos de outras unidades podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que estejam acompanhados por alunos da EPUSP	X	X																			X	3
	Responderam que apenas alunos da EPUSP devem utilizar a infraestrutura para realizar projetos					X					X												2
	Outras respostas																		X				1

ALUNOS [21 a 40 de 60]		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL	
1) Qual seu curso na EPUSP?	Engenharia Civil	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20	
	Engenharia Ambiental																					0	
2) Qual período cursará em 2016?	Primeiro ano																					0	
	Segundo ano																					0	
	Terceiro ano																					0	
	Quarto ano			X		X		X	X				X	X					X		X	X	9
	Quinto ano	X	X				X				X	X	X			X	X	X		X		10	
Outros				X																		1	
3) Sobre os espaços de ensino: em que tipo de espaço físico você prefere ter aulas?	Sala de aula convencional	X				X		X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	14	
	Sala de aula adaptada para trabalhos em equipe		X		X																	2	
	Laboratório				X					X												2	
	Sala de aula convencional com alterações no layout em cada aula																					0	
	Auditório																					0	
Sala multiuso			X				X								X						3		
4) Sobre o espaço físico: em sua opinião os espaços e sua infraestrutura (ar-condicionado, elétrica, controles de acesso) estão perfeitamente adequados para realização das atividades do curso?	Espaços físicos e infraestrutura nada adequados																					0	
	Espaços físicos e infraestrutura pouco adequados			X	X					X	X	X			X	X	X				X	9	
	Espaços físicos e infraestrutura adequados	X	X			X	X	X	X				X	X					X	X	X	11	
	Espaços físicos e infraestrutura perfeitamente adequados																					0	
5) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o espaço físico e infraestrutura que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 6.	Ar condicionado e instalação elétrica			X						X	X			X	X	X						6	
	Ar condicionado e banheiros																					0	
	Ar condicionado				X																X	2	
	Ar condicionado, instalação elétrica e Wi Fi																					0	
Instalação elétrica e manutenção																					0		
6) Sobre o mobiliário dos espaços de ensino: em sua opinião os itens de mobiliário (mesas, cadeiras, armários, carteiras, lousas, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades do curso?	Itens de mobiliário nada adequados																					0	
	Itens de mobiliário pouco adequados							X	X			X					X					4	
	Itens de mobiliário adequados	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X			X	X		X	13	
	Itens de mobiliário perfeitamente adequados									X	X										X	3	
7) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o mobiliário que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 8.	Mesas																					0	
	Carteiras e cadeiras							X			X						X					3	
	Lousa							X														1	
8) Sobre os equipamentos dos espaços de ensino: em sua opinião os equipamentos (aparelhos de projeção, computadores e periféricos, smart boards, impressoras, ferramentas, equipamentos de segurança individual, etc)	Equipamentos dos espaços de ensino nada adequados															X						1	
	Equipamentos dos espaços de ensino pouco adequados	X												X	X				X			4	
	Equipamentos dos espaços de ensino adequados		X	X	X	X	X	X		X	X		X				X	X		X	X	13	
	Equipamentos dos espaços de ensino perfeitamente adequados							X			X											2	

ALUNOS [21 a 40 de 60]		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL	
9) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com os equipamentos dos espaços de ensino que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 10.	Projetores																		X			1	
	Computadores																						0
	Wi Fi	X																					1
	Impressoras														X								1
	Projetor e impressora																						0
	Computador e impressora												X										1
10) Sua opinião: quais outros tipos de espaços físicos, mobiliários e equipamentos você sente falta para realização das atividades como aluno da EPUSP?	Sala de estudo		X	X													X	X					4
	Laboratório																						0
	Computadores										X										X	X	3
	Internet e Wi Fi							X	X					X					X	X			5
	Impressora 3D																						0
	Banheiro																						0
	Espaços para convivência	X			X	X	X	X			X	X				X							8
11) Sobre a dinâmica das aulas de seu curso, classifique as aulas como:	Essencialmente expositivas (90 a 100% do tempo expositiva)	X	X	X	X	X			X			X	X			X							8
	Aulas com 30% do tempo expositivas e 70% do tempo com atividades práticas						X				X		X	X	X		X				X	X	8
	Aulas com 50% do tempo expositivas e 50% do tempo com atividades práticas																						0
	Aulas com 70% do tempo expositivas e 30% do tempo com atividades práticas								X												X		2
	Aulas predominantemente práticas (90 a 100% do tempo da aula temáticas práticas)						X																1
12) Sobre as atividades das aulas práticas de seu curso:	Aulas práticas essencialmente expositiva				X	X						X											3
	Aulas práticas essencialmente atividades individuais																	X					1
	Aulas práticas com atividades individuais em combinação com atividades em equipe	X	X				X	X	X			X		X	X					X	X	X	10
	Aulas práticas essencialmente atividades em equipe	X	X			X					X		X						X				6
	Outros																						0
13) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo [Manutenção]	Manutenção																						
	Grau 1					X		X		X													4
	Grau 2			X			X									X						X	4
	Grau 3								X								X			X	X		4
	Grau 4										X	X		X	X								4
	Grau 5																	X					1
	Grau 6	X	X		X																		3
	Limpeza																						
	Grau 1				X		X	X	X		X												5
	Grau 2													X									1
	Grau 3											X											1
	Grau 4	X	X																		X	X	4
	Grau 5				X				X			X		X	X	X	X						7
	Grau 6																		X				X

ALUNOS [21 a 40 de 60]		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL	
13) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo	Conforto Térmico																						
	Grau 1	X			X			X	X		X					X						X	7
	Grau 2									X		X		X	X		X			X			6
	Grau 3			X									X						X				3
	Grau 4						X												X				2
	Grau 5		X			X																	2
	Grau 6																						0
	Conforto Acústico																						
	Grau 1							X									X		X	X			4
	Grau 2	X							X		X							X					4
	Grau 3		X		X		X			X		X		X									6
	Grau 4			X									X										2
	Grau 5					X																X	2
	Grau 6														X	X							2
	Controle de acesso																						
	Grau 1							X						X									2
	Grau 2		X		X																		2
	Grau 3					X													X			X	3
	Grau 4																X						1
	Grau 5	X					X				X									X			4
	Grau 6			X					X	X		X	X		X		X				X		8
	Disponibilidade de Horário																						
	Grau 1		X					X				X							X				4
	Grau 2																						0
	Grau 3	X															X						2
	Grau 4				X				X						X		X					X	5
	Grau 5			X									X								X		3
	Grau 6					X	X			X	X			X							X		6
	14) Sua opinião: os alunos deveriam ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário das aulas? Responda sim, não ou depende e justifique sua resposta.	Responderam que alunos podem ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	17
		Responderam que alunos não podem ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula																			X		
Responderam que depende sobre os alunos terem acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula				X											X								2

ALUNOS [21 a 40 [de 60]		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL	
15) Sua opinião: os alunos podem desenvolver projetos extracurriculares (pessoais ou profissionais) em espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares de qualquer tema em espaços de ensino da EPUSP	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		18	
	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que sejam projetos de engenharia																					0	
	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que utilizem um espaço específico para estas atividades									X											X	2	
	Responderam que alunos não podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP																						0
	Outros																						0
16) Sua opinião: os alunos de graduação de outras unidades da USP podem desenvolver projetos em espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos de outras unidades podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	16	
	Responderam que alunos de outras unidades podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que estejam acompanhados por alunos da EPUSP				X											X						2	
	Responderam que apenas alunos da EPUSP devem utilizar a infraestrutura para realizar projetos													X	X							2	
	Outras respostas																					0	

ALUNOS [41 a 60]		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	TOTAL	
1) Qual seu curso na EPUSP?	Engenharia Civil	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	18	
	Engenharia Ambiental				X										X							2	
2) Qual período cursará em 2016?	Primeiro ano																					0	
	Segundo ano																					0	
	Terceiro ano		X	X				X								X					X	5	
	Quarto ano				X	X					X	X	X				X	X				7	
	Quinto ano						X		X	X									X	X		5	
	Outros	X												X	X							8	
3) Sobre os espaços de ensino: em que tipo de espaço físico você prefere ter aulas?	Sala de aula convencional	X		X	X			X		X	X		X	X		X	X			X	11		
	Sala de aula adaptada para trabalhos em equipe		X				X	X							X				X			5	
	Laboratório																					0	
	Sala de aula convencional com alterações no layout em cada aula																					0	
	Auditório																					0	
	Sala multiuso				X				X		X									X		4	
4) Sobre o espaço físico: em sua opinião os espaços e sua infraestrutura (ar-condicionado, elétrica, controles de acesso) estão perfeitamente adequados para realização das atividades do curso?	Espaços físicos e infraestrutura nada adequados							X														1	
	Espaços físicos e infraestrutura pouco adequados	X		X					X								X		X			5	
	Espaços físicos e infraestrutura adequados		X			X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	13	
	Espaços físicos e infraestrutura perfeitamente adequados				X																	1	
5) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o espaço físico e infraestrutura que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 6.	Ar condicionado e instalação elétrica			X				X	X													3	
	Ar condicionado e banheiros	X																X				2	
	Ar condicionado																					0	
	Ar condicionado, instalação elétrica e Wi Fi																					0	
	Instalação elétrica e manutenção																			X		1	
6) Sobre o mobiliário dos espaços de ensino: em sua opinião os itens de mobiliário (mesas, cadeiras, armários, carteiras, lousas, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades do curso?	Itens de mobiliário nada adequados																					0	
	Itens de mobiliário pouco adequados			X									X						X			3	
	Itens de mobiliário adequados	X	X			X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	16	
	Itens de mobiliário perfeitamente adequados				X																	1	
7) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o mobiliário que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 6.	Mesas																					0	
	Carteiras e cadeiras			X									X						X			3	
	Lousa																					0	
8) Sobre os equipamentos dos espaços de ensino: em sua opinião os equipamentos (aparelhos de projeção, computadores e periféricos, smart boards, impressoras, ferramentas, equipamentos de segurança individual, etc)	Equipamentos dos espaços de ensino nada adequados																			X		1	
	Equipamentos dos espaços de ensino pouco adequados		X			X	X															X	4
	Equipamentos dos espaços de ensino adequados	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14	
	Equipamentos dos espaços de ensino perfeitamente adequados				X																		1

ALUNOS [41 a 60]		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	TOTAL	
9) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com os equipamentos dos espaços de ensino que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 10.	Projetores		X			X															X	3	
	Computadores																						0
	Wi Fi																						0
	Impressoras																						0
	Projetor e impressora																						0
	Computador e impressora						X												X			2	
10) Sua opinião: quais outros tipos de espaços físicos, mobiliários e equipamentos você sente falta para realização das atividades como aluno da EPUSP?	Sala de estudo							X	X												X	3	
	Laboratório												X	X		X					X	4	
	Computadores																					0	
	Internet e Wi Fi					X																1	
	Impressora 3D										X	X					X					3	
	Banheiro		X																			1	
	Espaços para convivência	X		X	X		X			X					X				X		X	8	
11) Sobre a dinâmica das aulas de seu curso, classifique as aulas como:	Essencialmente expositivas (90 a 100% do tempo expositiva)	X	X			X	X							X	X				X			7	
	Aulas com 30% do tempo expositivas e 70% do tempo com atividades práticas			X	X			X		X			X	X		X			X	X		9	
	Aulas com 50% do tempo expositivas e 50% do tempo com atividades práticas										X	X										2	
	Aulas com 70% do tempo expositivas e 30% do tempo com atividades práticas							X											X			2	
	Aulas predominantemente práticas (90 a 100% do tempo da aula temáticas práticas)																						0
12) Sobre as atividades das aulas práticas de seu curso:	Aulas práticas essencialmente expositiva		X													X			X			3	
	Aulas práticas essencialmente atividades individuais				X	X		X														3	
	Aulas práticas com atividades individuais em combinação com atividades em equipe			X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11	
	Aulas práticas essencialmente atividades em equipe	X							X				X									3	
	Outros																					0	
13) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo [Manutenção]	Manutenção																						
	Grau 1						X						X									2	
	Grau 2										X	X				X		X				4	
	Grau 3				X	X		X	X				X							X		6	
	Grau 4		X	X	X									X	X		X			X		7	
	Grau 5																					0	
	Grau 6	X																				1	
	Limpeza																						
	Grau 1													X								0	
	Grau 2			X			X						X									3	
	Grau 3										X	X				X		X				4	
	Grau 4	X			X	X									X							4	
Grau 5		X			X								X			X			X		5		
Grau 6							X	X			X								X		4		

ALUNOS [41 a 60]		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	TOTAL		
13) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo	Conforto Térmico																							
	Grau 1	X		X					X														3	
	Grau 2				X			X				X		X									4	
	Grau 3			X			X				X	X					X					X	6	
	Grau 4		X											X					X	X			4	
	Grau 5															X		X					2	
	Grau 6						X																1	
	Conforto Acústico																							
	Grau 1						X		X														X	3
	Grau 2	X	X									X	X					X						5
	Grau 3				X									X	X							X		4
	Grau 4							X		X														2
	Grau 5			X		X							X			X		X	X					6
	Grau 6																							0
	Controle de acesso																							
	Grau 1																					X		1
	Grau 2																						X	1
	Grau 3									X										X				2
	Grau 4					X	X				X	X	X					X						6
	Grau 5	X						X	X								X							4
	Grau 6		X	X	X									X	X					X				6
	Disponibilidade de Horário																							
	Grau 1		X										X		X					X				4
	Grau 2						X														X			2
	Grau 3	X		X								X	X						X	X				6
	Grau 4									X														1
	Grau 5									X					X		X							3
	Grau 6				X	X		X															X	4
	14) Sua opinião: os alunos deveriam ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário das aulas? Responda sim, não ou depende e justifique sua resposta.	Responderam que alunos podem ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19
		Responderam que alunos não podem ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula																						0
Responderam que depende sobre os alunos terem acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula																						X	1	

ALUNOS [de 41 a 60]		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL		
15) Sua opinião: os alunos podem desenvolver projetos extracurriculares (pessoais ou profissionais) em espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares de qualquer tema em espaços de ensino da EPUSP	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			16	
	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que sejam projetos de engenharia						X										X	X					3	
	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que utilizem um espaço específico para estas atividades																							0
	Responderam que alunos não podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP																					X		1
	Outros																							0
16) Sua opinião: os alunos de graduação de outras unidades da USP podem desenvolver projetos em espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos de outras unidades podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	17	
	Responderam que alunos de outras unidades podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que estejam acompanhados por alunos da EPUSP			X			X									X							3	
	Responderam que apenas alunos da EPUSP devem utilizar a infraestrutura para realizar projetos																						0	
	Outras respostas																						0	

DOCENTES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
1) Sobre você: qual seu cargo na EPUSP?	Professor associado 1	X	X					X														3	
	Professor associado 2									X												1	
	Professor associado 3				X																X	X	1
	Professor doutor 1							X			X		X	X							X	X	6
	Professor doutor 2				X		X					X			X								4
	Professor titular			X												X	X	X	X				5
2) Sobre a disciplina que ministra: qual o tipo?	Ciências da Engenharia				X	X	X							X						X	X	6	
	Núcleo Básico														X							1	
	Profissionalizante	X	X	X				X	X	X	X	X	X			X	X	X	X			13	
3) Sobre a disciplina que ministra: qual o caráter?	Eletiva											X							X			2	
	Obrigatória	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	18	
4) Sobre o ambiente: em que tipo de espaço físico você realiza as aulas dessa disciplina?	Sala de aula convencional	X		X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	
	Sala de aula adaptada para trabalhos em equipe					X					X				X							3	
	Laboratório		X																			1	
	Sala multiuso																					0	
	Outros																					0	
5) Sobre o espaço físico: em sua opinião os espaços e sua infraestrutura (ar-condicionado, elétrica, controles de acesso) estão perfeitamente adequados para realização das atividades em suas aulas?	Espaços físicos e infraestrutura nada adequados					X																1	
	Espaços físicos e infraestrutura pouco adequados	X			X	X		X					X							X	X	7	
	Espaços físicos e infraestrutura adequados			X					X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			9	
	Espaços físicos e infraestrutura perfeitamente adequados	X					X			X												3	
6) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com os espaços que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 7.	Iluminação													X								3	
	Ar condicionado e instalação elétrica	X							X											X	X	4	
	Controle de acesso				X																	1	
	Espaços inadequados				X	X																2	
7) Sobre o mobiliário dos espaços de ensino: em sua opinião os itens de mobiliário (mesas, cadeiras, armários, carteiras, lousas, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades em suas aulas?	Itens de mobiliário nada adequados															X						1	
	Itens de mobiliário pouco adequados				X	X											X	X			X	5	
	Itens de mobiliário adequados	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	11	
	Itens de mobiliário perfeitamente adequados		X				X						X									3	
8) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o mobiliário que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 9.	Lousa				X																X	2	
	Layout da sala														X	X						2	
	Mobiliário				X														X			2	
	Bancadas																					0	

DOCENTES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
9) Sobre os equipamentos dos espaços de ensino: em sua opinião os equipamentos (aparelhos de projeção, computadores e periféricos, smart boards, ferramentas, equipamentos eletrônicos, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades em suas aulas?	Equipamentos dos espaços de ensino nada adequados																						0
	Equipamentos dos espaços de ensino pouco adequados				X	X	X		X				X			X	X	X		X			9
	Equipamentos dos espaços de ensino adequados	X		X						X	X	X			X					X			7
	Equipamentos dos espaços de ensino perfeitamente adequados		X					X						X								X	4
10) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com os equipamentos que utiliza atualmente. Se sua resposta foi 3 ou 4, passe direto para a questão 11.	WI Fi								X				X										2
	Computadores															X				X			2
	Computadores e equipamentos				X	X												X					3
	Equipamentos						X														X		2
11) Sua opinião: quais outros tipos de espaços, mobiliários e equipamentos você sente falta para realização de suas aulas?	Computadores														X	X	X						3
	Lousa								X			X									X		3
	Infraestrutura laboratório	X		X	X																		3
	Mesas																	X	X				2
	Vídeo									X													1
	Falta de equipamentos		X				X	X					X	X								X	6
12) Sobre a dinâmica: classifique sua aula (período de 50 minutos) conforme as descrições abaixo	Expositivas durante todo período			X			X	X				X	X										5
	Parcialmente expositiva em combinação com atividades práticas individuais				X																	X	2
	Parcialmente expositiva em combinação com atividades práticas em equipe	X				X	X			X	X	X			X	X	X	X	X	X	X		12
	Atividades práticas individuais																						0
	Atividades práticas em equipe		X																				1
	Outrs																						0
13) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo	Manutenção																						
	Grau 1		X				X																2
	Grau 2					X				X												X	3
	Grau 3				X																		1
	Grau 4	X						X	X			X										X	5
	Grau 5												X			X	X	X	X	X			5
	Grau 6			X							X			X	X								4
	Limpeza																						
	Grau 1																						0
	Grau 2						X																1
	Grau 3									X		X											2
	Grau 4				X			X					X										3
	Grau 5		X								X				X	X	X	X	X	X	X		8
	Grau 6	X		X		X			X					X								X	6

DOCENTES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
13) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranquee os itens abaixo	Conforto Térmico																						
	Grau 1						X		X				X								X		4
	Grau 2	X	X																			X	3
	Grau 3				X	X		X		X				X									5
	Grau 4											X			X	X	X	X	X	X			6
	Grau 5											X											1
	Grau 6			X																			1
	Conforto Acústico																						
	Grau 1						X			X			X		X								4
	Grau 2		X									X										X	3
	Grau 3	X			X				X	X					X		X	X	X	X	X		10
	Grau 4											X											1
	Grau 5			X		X																	2
	Grau 6																						0
	Controle de Acesso																						
	Grau 1					X								X	X								3
	Grau 2						X			X												X	3
	Grau 3				X						X					X							3
	Grau 4								X				X										2
	Grau 5	X															X	X	X	X	X		6
	Grau 6		X	X						X													3
	Disponibilidade de Horário																						
	Grau 1	X																					1
	Grau 2				X		X					X				X							4
	Grau 3								X				X	X								X	4
	Grau 4		X							X	X												3
	Grau 5					X											X	X	X				4
	Grau 6			X											X		X					X	4
	Material de Consumo																						
	Grau 1									X												X	2
Grau 2				X		X					X	X										4	
Grau 3		X						X									X	X	X		X	6	
Grau 4					X				X				X									3	
Grau 5														X		X						2	
Grau 6	X		X												X							3	
14) Sua opinião: os alunos deveriam ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário das aulas? Responda sim, não ou depende e justifique sua resposta.	Responderam que alunos podem ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		16	
	Responderam que alunos não podem ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula								X	X											X	X	4
	Responderam que depende sobre os alunos terem acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula																						0

DOCENTES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
15) Sua opinião: os alunos podem desenvolver projetos extracurriculares (pessoais ou profissionais) em espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP	X	X	X	X	X	X		X	X					X	X	X	X	X	X		14
	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que sejam projetos de engenharia										X	X	X									3
	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que estejam cadastrados																					0
	Responderam que alunos não podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP							X						X							X	3
16) Sua opinião: os alunos de outras unidades da USP podem desenvolver projetos em espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos de outras unidades podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP	X	X	X	X				X	X	X					X	X	X	X			12
	Responderam que alunos de outras unidades podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que sejam projetos de engenharia																					0
	Responderam que apenas alunos da EPUSP devem utilizar a infraestrutura para realizar projetos							X							X	X					X	4
	Outras respostas				X	X						X	X									4

FUNCIONÁRIOS		A	B	C	D	E	F	TOTAL
1) Sobre você: qual sua função na EPUSP?	Auxiliar de laboratório						X	1
	Técnico de laboratório			X	X			2
	Especialista em laboratório	X	X				X	3
2) Sobre os espaços físicos da EPUSP: em que tipo de espaço você apoia atividades de ensino voltadas aos alunos de graduação?	Não apoiam atividades de ensino para ensino de graduação							0
	Sala de aula convencional						X	1
	Sala de aula adaptada para trabalhos em equipe							0
	Laboratório	X	X	X	X	X		5
	Sala de aula convencional com alterações no layout em cada aula							0
	Auditório							0
Sala multiuso							0	
3) Sobre os espaços físicos da EPUSP: em sua opinião os espaços da EPUSP e sua infraestrutura (ar-condicionado, elétrica, controles de acesso) estão perfeitamente adequados para realização das atividades dos alunos de graduação?	Espaços físicos e infraestrutura nada adequados			X			X	2
	Espaços físicos e infraestrutura pouco adequados					X		1
	Espaços físicos e infraestrutura adequados	X	X		X			3
	Espaços físicos e infraestrutura perfeitamente adequados							
4) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o espaço físico e infraestrutura.								0
5) Sobre o mobiliário dos espaços físicos de ensino: em sua opinião os itens de mobiliário (mesas, cadeiras, armários, carteiras, lousas, etc) estão perfeitamente adequados para realização das atividades dos alunos de graduação?	Itens de mobiliário nada adequados						X	1
	Itens de mobiliário pouco adequados			X		X		2
	Itens de mobiliário adequados	X						1
	Itens de mobiliário perfeitamente adequados		X		X			2
6) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com o mobiliário.								0
7) Sobre os equipamentos dos espaços físicos de ensino: em sua opinião os equipamentos dos espaços (aparelhos de projeção, computadores e periféricos, smart boards, impressoras, ferramentas, equipamentos de segurança individual, etc) estão perfeitamente adequados para	Equipamentos dos espaços de ensino nada adequados			X			X	2
	Equipamentos dos espaços de ensino pouco adequados					X		1
	Equipamentos dos espaços de ensino adequados	X	X		X			3
	Equipamentos dos espaços de ensino perfeitamente adequados							0

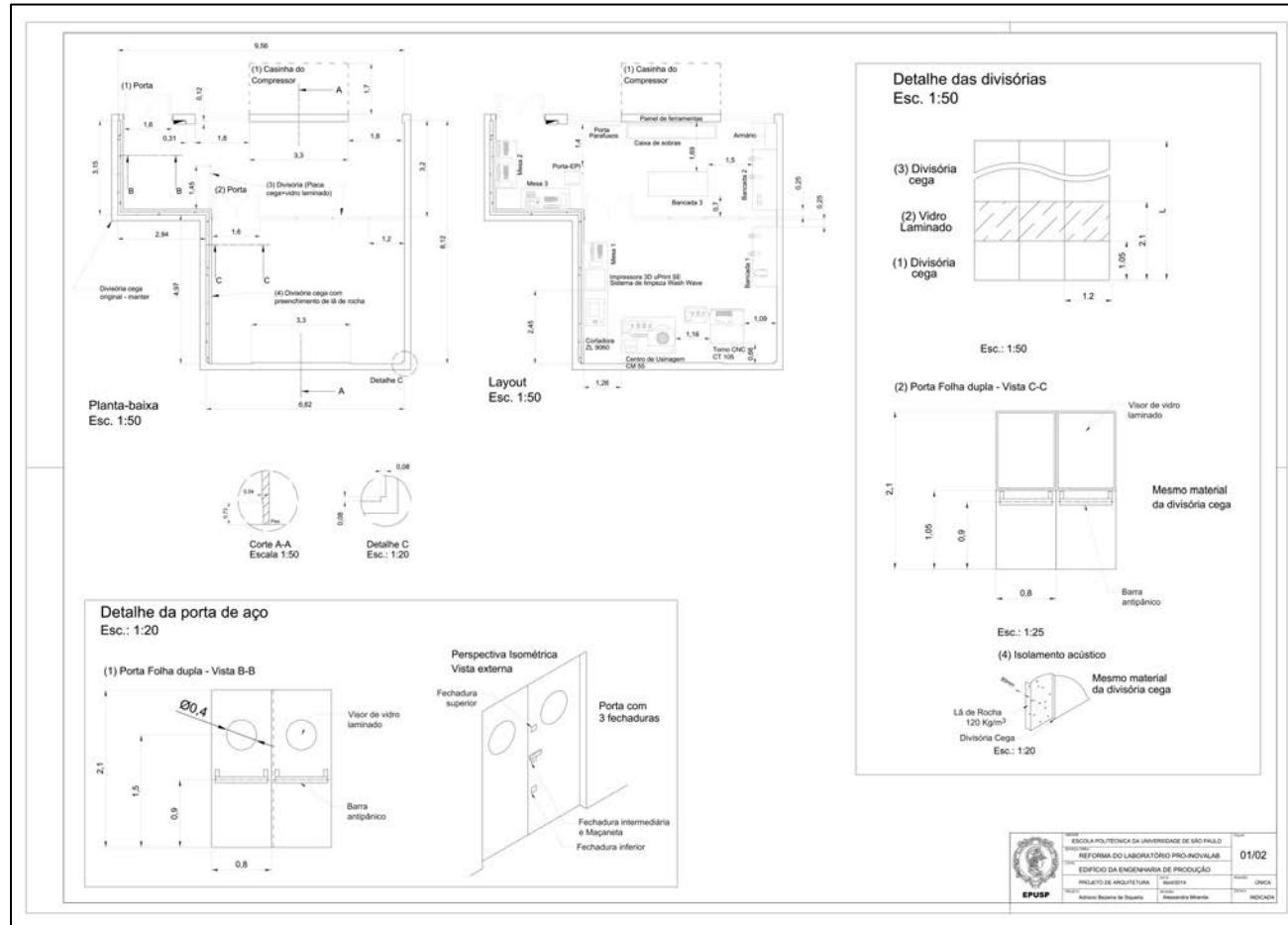
FUNCIONÁRIOS		A	B	C	D	E	F	TOTAL
8) Sua opinião: se sua resposta para a pergunta anterior foi 1 ou 2, por favor descreva o que não está adequado com os equipamentos dos espaços de ensino que os alunos de graduação utilizam atualmente.								0
9) Sua opinião: quais espaços físicos, mobiliários e equipamentos você acha que faltam para realização do trabalho dos alunos de graduação?	Ar condicionado e computadores					X	X	2
	Impresoras e computadores			X	X			2
	não falta nada	X	X					2
10) Sua opinião: quais espaços físicos, mobiliários e equipamentos você sente falta para realização do seu trabalho?	Ar condicionado				X			1
	Mesas e cadeiras	X		X			X	3
	Não falta nada		X					1
	Bancadas equipadas					X		1
11) Sobre a dinâmica: em quais tipos de aula (período de 50 minutos) você colabora com seu trabalho?	Expositiva durante todo período						X	1
	Não participa de atividades de aula		X					1
	Parcialmente expositiva em combinação com atividades práticas em equipe				X			1
	Atividades práticas em grupo durante todo período	X		X		X		3
	Atividades práticas em equipe							0
12) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo [Manutenção]	Manutenção							
	Grau 1		X	X			X	3
	Grau 2	X				X		2
	Grau 3				X			1
	Grau 4							0
	Grau 5							0
	Grau 6							0
	Limpeza							
	Grau 1	X	X					2
	Grau 2							0
	Grau 3							0
	Grau 4			X	X			2
	Grau 5					X		1
	Grau 6						X	1
	Conforto Térmico							
	Grau 1					X		1
	Grau 2						X	1
	Grau 3	X			X			2
	Grau 4			X				1
	Grau 5							0
	Grau 6							0

FUNCIONÁRIOS		A	B	C	D	E	F	TOTAL	
12) Sobre o funcionamento dos espaços de ensino: ranqueie os itens abaixo	Conforto Acústico								
	Grau 1							0	
	Grau 2					X	X	2	
	Grau 3	X						1	
	Grau 4		X		X			2	
	Grau 5							0	
	Grau 6			X				1	
	Controle de Acesso								
	Grau 1							0	
	Grau 2			X				1	
	Grau 3							0	
	Grau 4						X	1	
	Grau 5		X		X	X		3	
	Grau 6	X						1	
	Disponibilidade de Horário								
	Grau 1							0	
	Grau 2							0	
	Grau 3		X				X	2	
	Grau 4							0	
	Grau 5				X	X		2	
	Grau 6	X		X				2	
	Material de Consumo								
	Grau 1			X				1	
	Grau 2					X		1	
	Grau 3						X	1	
	Grau 4				X			1	
	Grau 5	X						1	
	Grau 6		X					1	
	13) Sua opinião: os alunos de graduação deveriam ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário das aulas? Responda sim, não ou depende e justifique sua resposta.	Responderam que alunos podem ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula	X	X			X	X	4
		Responderam que alunos não podem ter acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula				X			1
Responderam que depende sobre os alunos terem acesso aos espaços de ensino da EPUSP fora do horário de aula				X				1	

FUNCIONÁRIOS		A	B	C	D	E	F	TOTAL
14) Sua opinião: os alunos de graduação podem desenvolver projetos extracurriculares (pessoais ou profissionais) em espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que sejam projetos de engenharia		X					1
	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que utilizem um espaço específico para estas atividades							0
	Responderam que alunos podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP				X		X	2
	Responderam que alunos não podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP	X		X		X		3
15) Sua opinião: os alunos de graduação podem manusear equipamentos sem supervisão de um técnico nos espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos da graduação podem manusear equipamentos sem supervisão de um técnico em espaços de ensino da EPUSP				X			1
	Responderam que alunos da graduação podem manusear equipamentos sem supervisão de um técnico desde que sejam projetos de engenharia							0
	Responderam que alunos da graduação não podem manusear equipamentos sem supervisão de um técnico em espaços de ensino da EPUSP	X	X			X	X	4
	Outras respostas			X				1
16) Sua opinião: os alunos de graduação de outras unidades da USP podem desenvolver projetos em espaços de ensino da EPUSP?	Responderam que alunos de outras unidades podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP	X		X	X	X	X	5
	Responderam que alunos de outras unidades podem desenvolver projetos extracurriculares em espaços de ensino da EPUSP desde que estejam acompanhados por alunos da EPUSP		X					1
	Responderam que apenas alunos da EPUSP devem utilizar a infraestrutura para realizar projetos							0
	Outras respostas							0

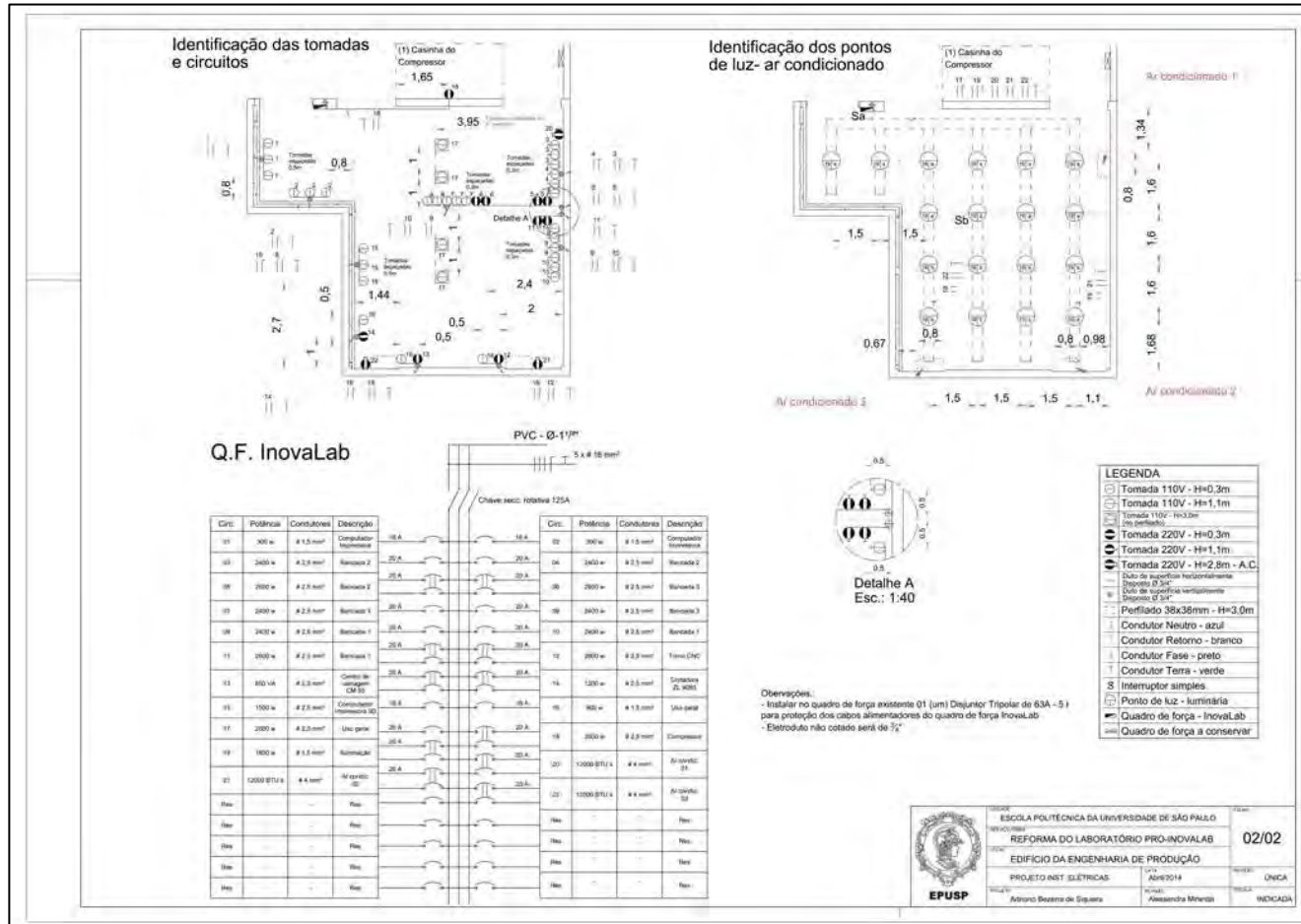
APÊNDICE 6

Desenhos técnicos do projeto básico do hub oficina de prototipagem do InovaLab@POLI Edifício José Otávio Monteiro de Camargo



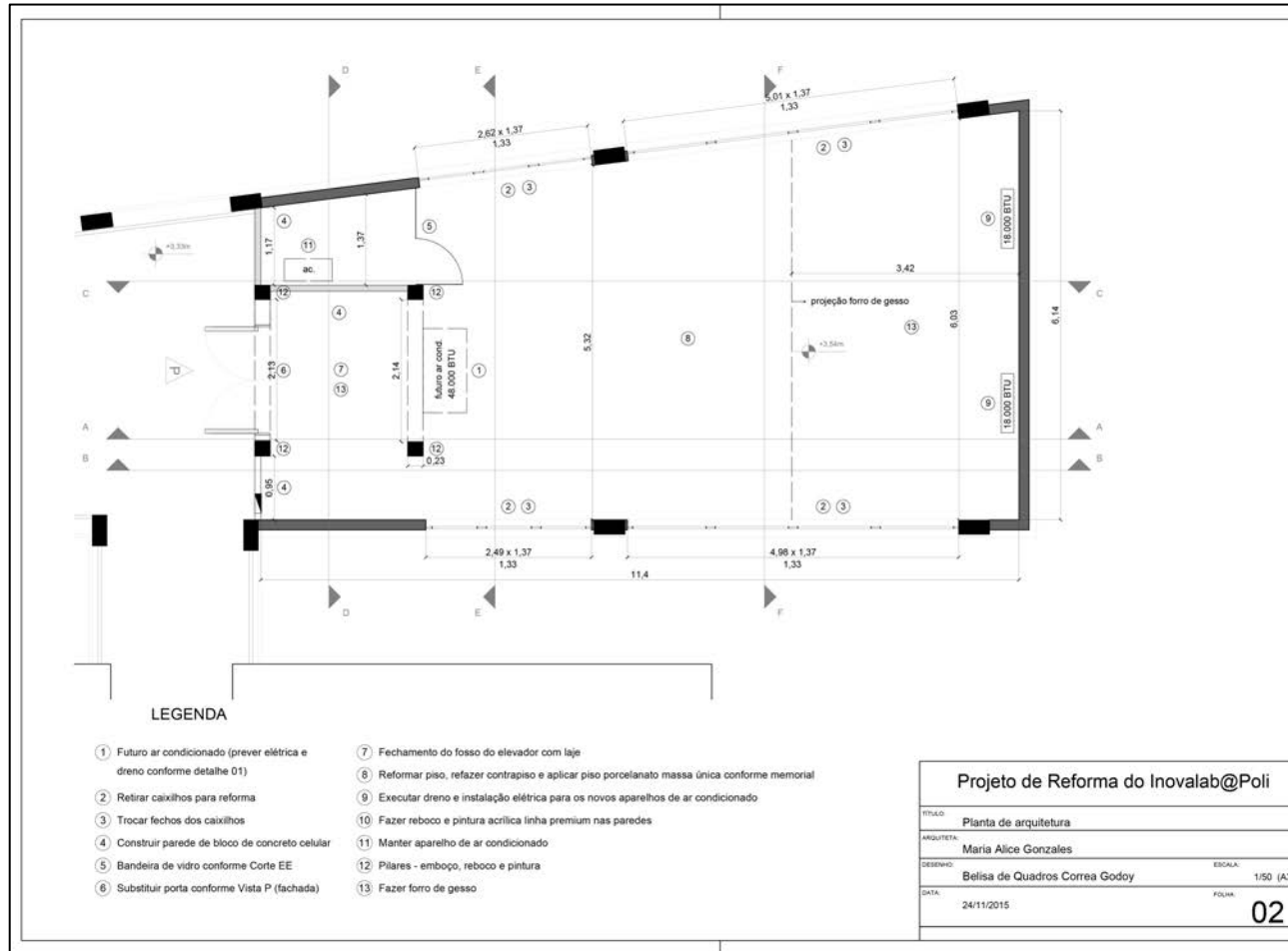
APÊNDICE 6

Desenhos técnicos do projeto básico do hub oficina de prototipagem do InovaLab@POLI Edifício José Otávio Monteiro de Camargo



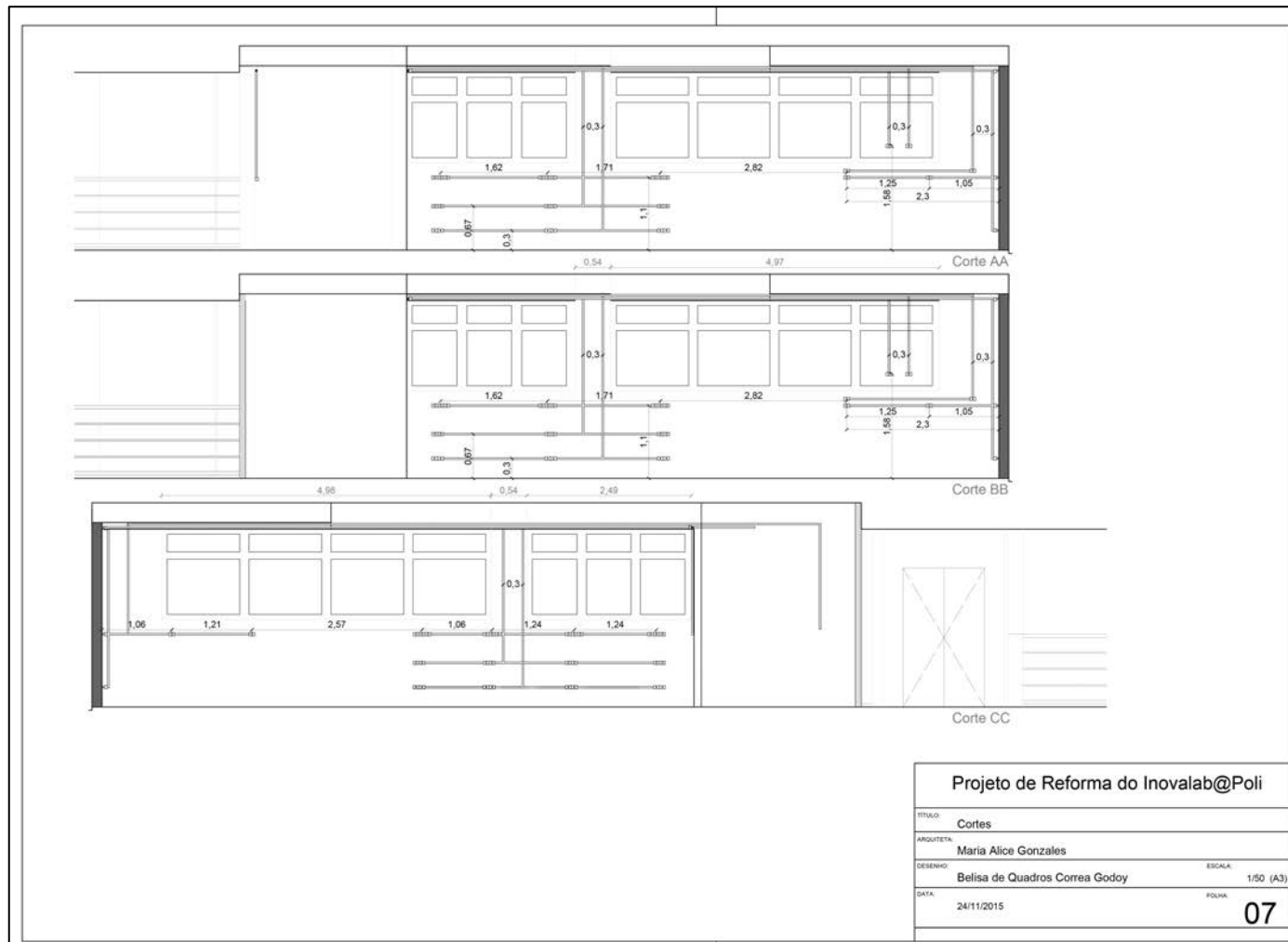
APÊNDICE 6

Exemplos de desenhos técnicos do projeto básico do *hub* sala de projetos do InovaLab@POLI



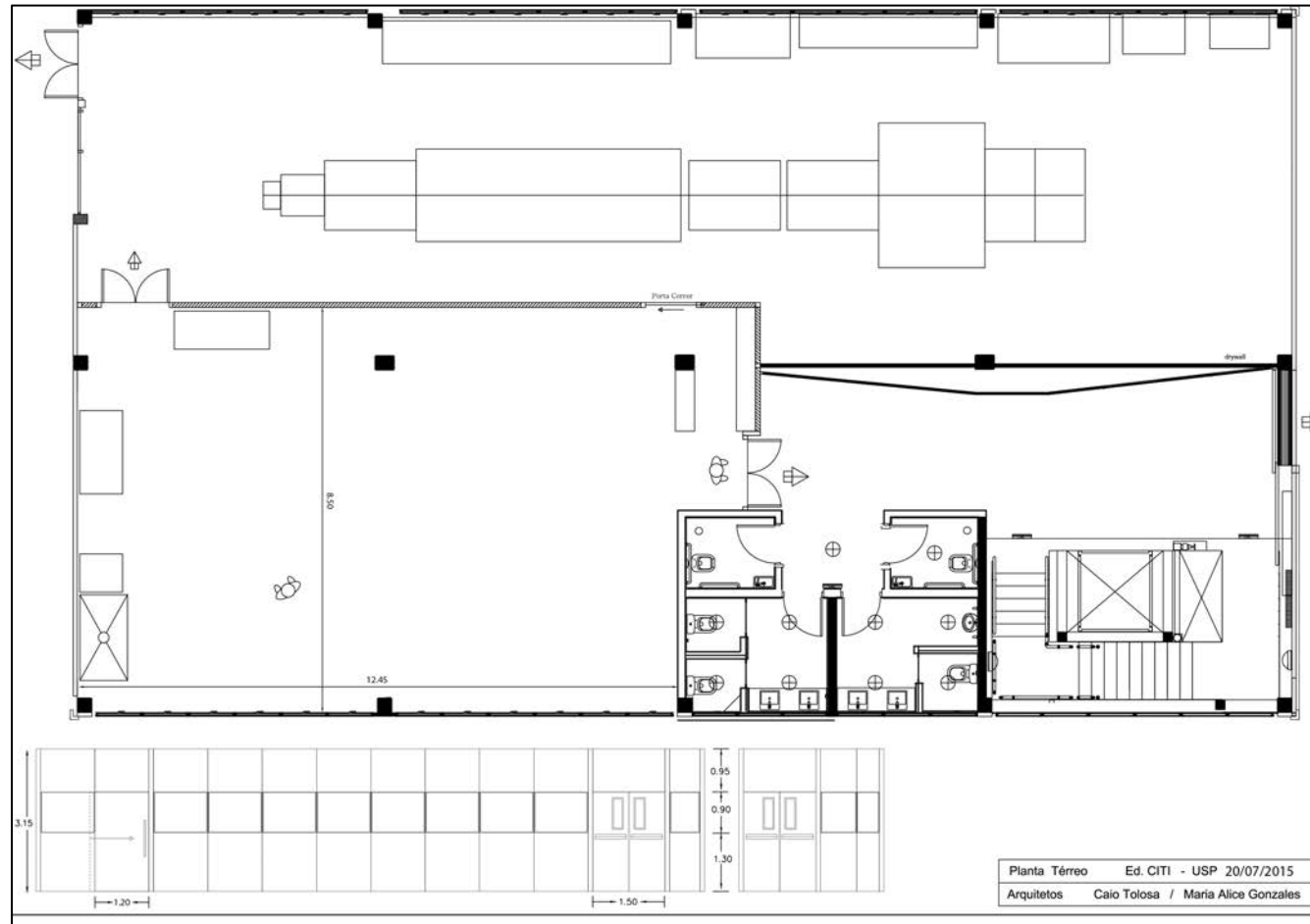
APÊNDICE 6

Exemplos de desenhos técnicos do projeto básico do *hub* sala de projetos do InovaLab@POLI



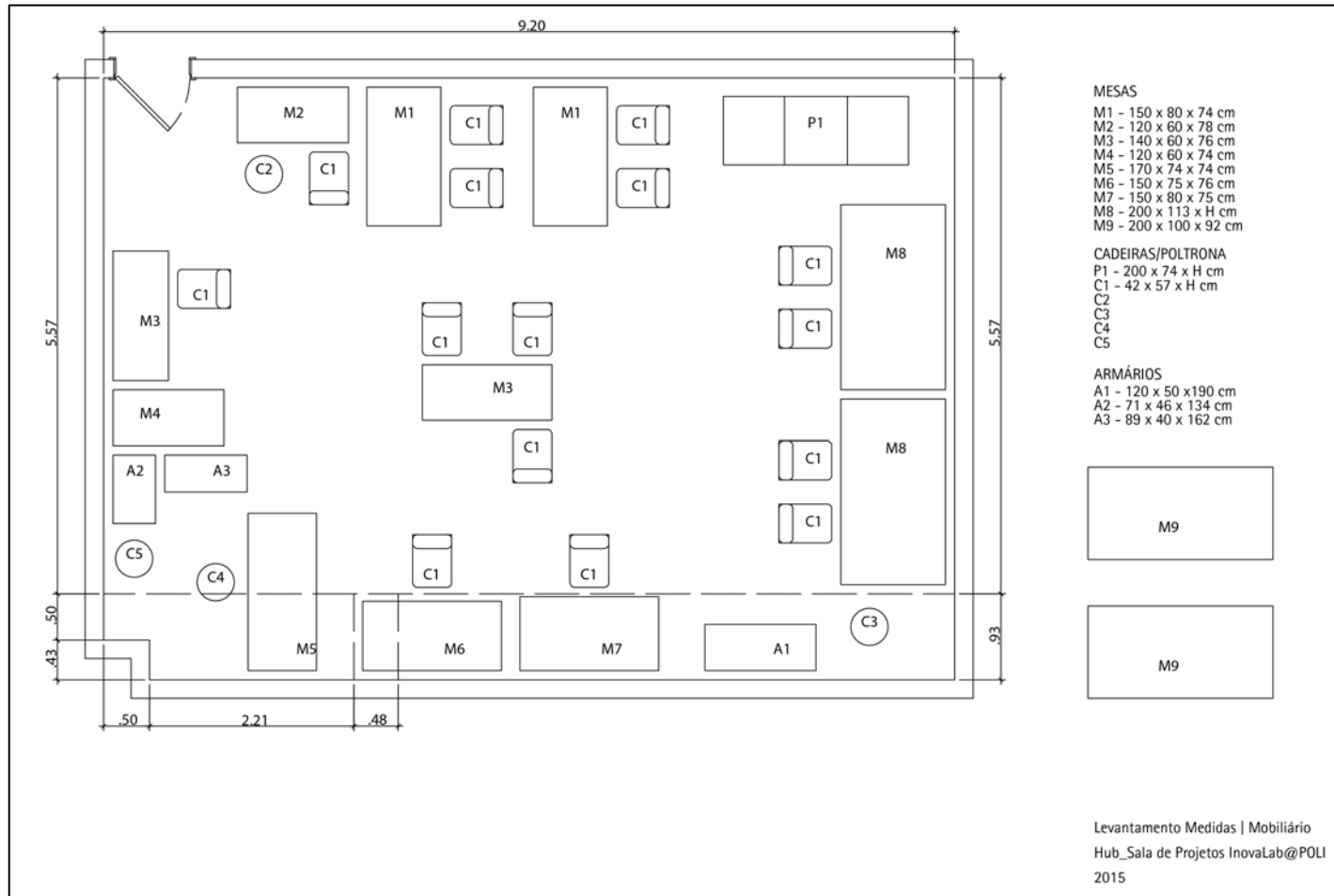
APÊNDICE 7

Desenhos do projeto básico do hub oficina de eletrônica e área para prototipagem do InovaLab@POLI no CITI USP



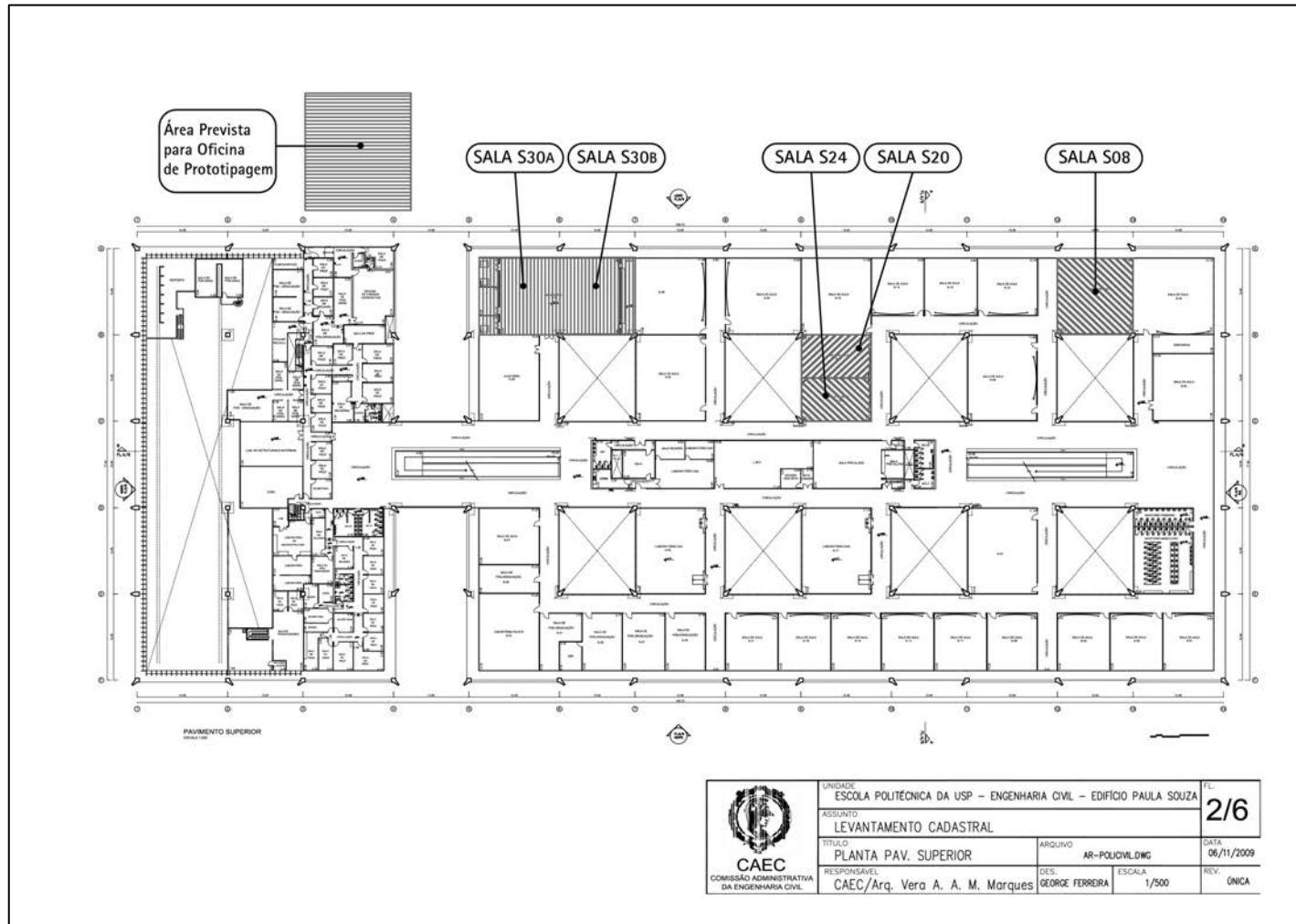
APÊNDICE 8

Desenhos do levantamento de medidas e mobiliário do *hub* sala de projetos do InovaLab@POLI do curso de Engenharia Mecatrônica



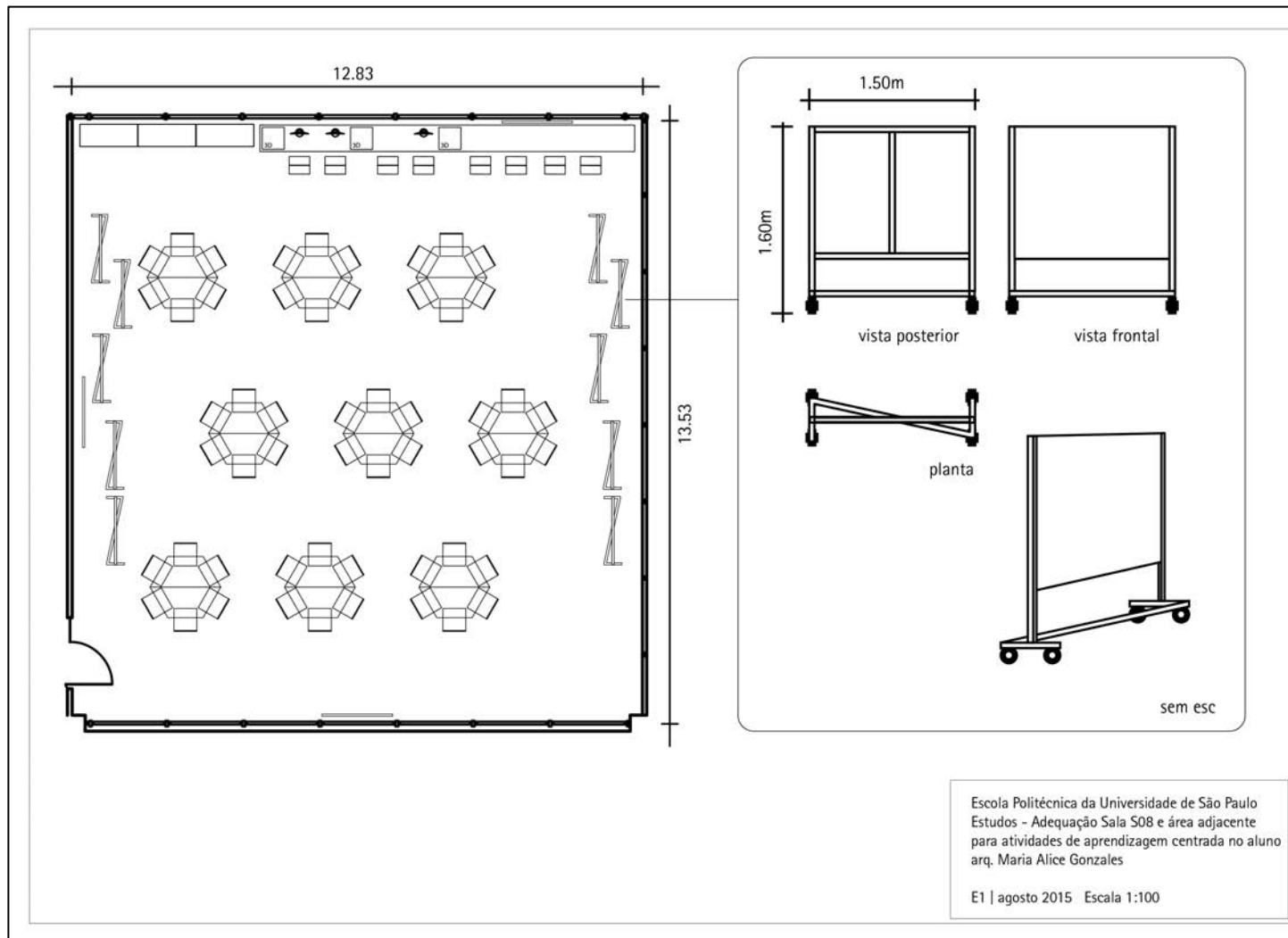
APÊNDICE 9

Estudos para oficina de prototipagem, sala de projetos e salas para aprendizagem centrada no aluno do Edifício Paula Souza



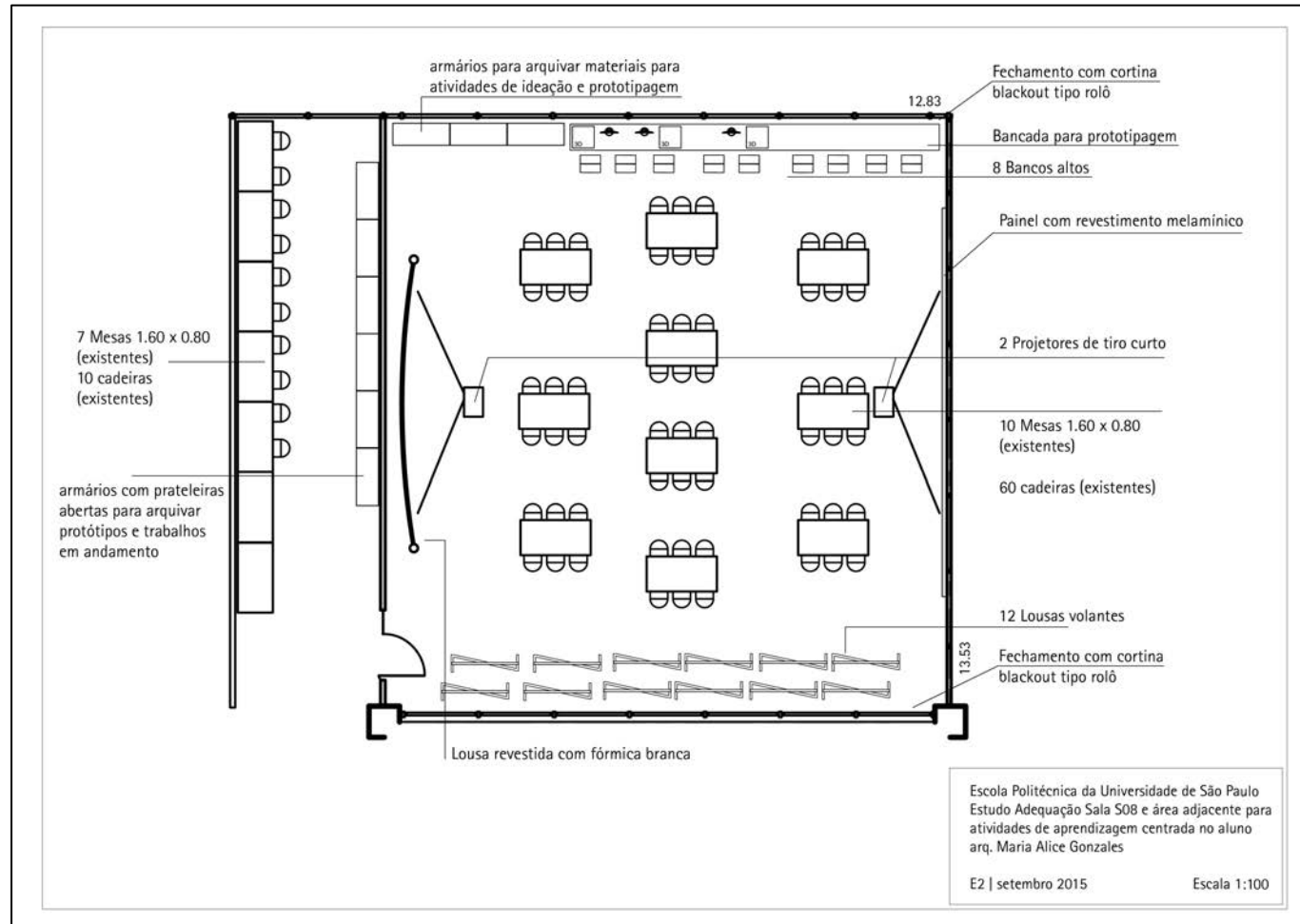
APÊNDICE 9

Estudos para oficina de prototipagem, sala de projetos e salas para aprendizagem centrada no aluno do Edifício Paula Souza



APÊNDICE 9

Estudos para oficina de prototipagem, sala de projetos e salas para aprendizagem centrada no aluno do Edifício Paula Souza



APÊNDICE 9

Estudos para oficina de prototipagem, sala de projetos e salas para aprendizagem centrada no aluno do Edifício Paula Souza

