

JHONNES ALBERTO VAZ

**Os Caminhos do Ensino de Geomática no Curso de Engenharia Civil da Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo: O Ensino Híbrido como possibilidade em
um Mundo Pós-Pandemia COVID-19**

São Paulo

2022

JHONNES ALBERTO VAZ

**Os Caminhos do Ensino de Geomática no Curso de Engenharia Civil da Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo: O Ensino Híbrido como Possibilidade em
um Mundo Pós-Pandemia COVID-19**

Versão Corrigida

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

Área de Concentração: Engenharia de
Transportes

Orientador: Prof. Dr. Jorge Pimentel Cintra

Coorientador: Prof. Dr. Flavio Guilherme Vaz
de Almeida Filho

São Paulo

2022

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

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

São Paulo, 16 de novembro de 2022.

Assinatura do autor:



Assinatura do orientador:



Catlogação-na-publicação

Vaz, Jhonnes Alberto

Os Caminhos do Ensino de Geomática no Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: O Ensino Híbrido como Possibilidade em um Mundo Pós-Pandemia COVID-19 / J. A. Vaz -- versão corr. -- São Paulo, 2022.

284 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1.Topografia 2.COVID-19 3.Ensino Superior 4.Ensino Híbrido
5.Tecnologia na Educação I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II.t.

Nome: VAZ, Jhonnes Alberto

Título: Os Caminhos do Ensino de Geomática no Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: O Ensino Híbrido como Possibilidade em um Mundo Pós-Pandemia COVID-19

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

Aprovado em: 30 de setembro de 2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Jorge Pimentel Cintra (Presidente)

Instituição: Escola Politécnica – Universidade de São Paulo – USP

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Dedico esta tese a minha avó Hermínia Amélia de Sá (*in memoriam*) e ao meu avô José Natalino Basso por todos os ensinamentos, por serem inspiração e por estarem comigo sempre, rompendo as barreiras do tempo e do espaço.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus.

À minha esposa, Luize Fabrega Juskevicius, pelo amor, companheirismo, parceria, compreensão e incentivo na nossa jornada de realização das nossas teses. Mulher incrivelmente forte, que por muitas e muitas vezes foi o alicerce que sustenta a vida, mesmo quando tudo parecia ruir.

À minha família, especialmente minha mãe, Isabel Cristina Basso Vaz, meu pai, Alfredo Alberto Vaz, e meu irmão, Rennan Vaz, por serem a base de tudo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Pimentel Cintra e coorientador, Prof. Dr. Flávio Guilherme Vaz de Almeida Filho, pelas orientações, correções e paciência nessa jornada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e todos que dele fazem parte, corpo técnico, discente e docente.

Ao colega de PPGET, Rodrigo Pissardini, e a minha orientadora do mestrado, Profa. Dra. Irene Jeanete Lemos Gilberto, que em conjunto com minha esposa e família, foram os grandes incentivadores para a realização do Doutorado no PPGET.

Aos bons colegas de Universidade Católica de Santos que, apesar de todas as adversidades, me incentivaram e apoiaram durante este processo.

A todos os estudantes que foram meus alunos nesses pouco mais de 10 anos de docência, vocês são o motivo e a força propulsora para a realização desta pesquisa.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus pares de tênis e à minha bicicleta que me acompanharam em corridas e pedaladas, companheiros em momentos solitários em que, muitas vezes, organizei ideias e pensei em soluções para problemas que pareciam insolúveis, tanto para a tese como para a vida. Agradeço também aos meus óculos de natação que me possibilitaram momentos em que pude esquecer de tudo, inclusive desta tese, e me conectar comigo mesmo, me permitindo regenerar e seguir em frente.

Resumo

A Topografia é uma Ciência que existe desde civilizações antigas. Na Engenharia Civil é uma área importante pois pode estar inserida em diversas fases de um projeto de engenharia, do início ao fim. No final do Século XX, diante das evoluções da Engenharia surgiu uma nova área do conhecimento atualmente chamada de Geomática, na qual a Topografia, em conjunto com outras ciências afins, está inserida. O Ensino da Topografia (atualmente Geomática) está presente em cursos de Engenharia Civil, e na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo aparece desde a sua fundação, e passou por diversas mudanças ao longo do tempo. No ano de 2020 o mundo se viu frente a um novo desafio provocado pela pandemia COVID-19. Na área do ensino, diversas instituições migraram para o Ensino Remoto Emergencial (ERE), utilizando plataformas e recursos para continuar as aulas de forma remota. Este trabalho tem como objetivo apresentar os referenciais históricos marcantes ao longo da evolução do ensino de Topografia no curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP e avaliar o Ensino Remoto de Geomática como uma possibilidade de ruptura pedagógica positiva para a formação de Engenheiros no Século XXI. Para isso lançou-se um olhar para o passado, investigando e compreendendo como uma das mais antigas e tradicionais Escolas de Engenharia do País trabalhou e incorporou as mudanças no âmbito científico, tecnológico e pedagógico no Ensino de Topografia. Para isso também se realizou um levantamento sobre a percepção sobre o ERE de docentes que lecionam Geomática para Engenharia Civil na EPUSP e em outras IES. A partir deste olhar para o passado, sobre Ensino de Geomática na EPUSP e da atual experiência com o ERE, pretende-se discutir como o Ensino Remoto pode potencializar a aprendizagem de Geomática.

Palavras-chave: Evolução Tecnológica e Científica. Ensino de Topografia e Geomática. Ensino Remoto Emergencial. Tecnologias Imersivas. Metodologias Ativas de Aprendizagem.

Abstract

Topography is a science that has existed since ancient civilizations. In Civil Engineering it is an important area because it can be inserted in several phases of an engineering project, from the beginning to the end. At the end of the 20th century, due to developments in Engineering a new area of knowledge emerged, currently called Geomatics, in which Topography, together with other related sciences, is inserted. The Teaching of Surveying (now Geomatics) is present in Civil Engineering courses, and at Escola Politécnica da Universidade de São Paulo it appears since its foundation and has undergone several changes over time. In the year 2020 the world was faced with a new challenge caused by the COVID-19 pandemic. In the area of education, several institutions have migrated to Emergency Remote Learning (ERE), using platforms and resources to continue classes remotely. This work aims to present the historical landmarks throughout the evolution of the teaching of Topography in the Civil Engineering course of the Polytechnic School of USP and evaluate the remote teaching of Geomatics as a possibility of positive pedagogical rupture for the formation of Engineers in the XXI Century. For this, a look at the past was launched, investigating, and understanding how one of the oldest and most traditional Engineering Schools in the country worked and incorporated the changes in the scientific, technological, and pedagogical scope in the teaching Topography. To this end, a survey on the perception about the ERE of professors who teach Geomatics for Civil Engineering at EPUSP and in other HEIs was also carried out. From this look to the past, about Geomatics Teaching at EPUSP and the current experience with the ERE, it is intended to discuss how Remote Learning can enhance Geomatics Learning.

Keywords: Technological and Scientific Evolution. Teaching of Surveying and Geomatics. Emergency Remote Learning. Immersive Technologies. Active Learning Methodologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	As nove tecnologias habilitadoras (pilares) da Indústria 4.0	33
Figura 2.2	Atuação da Geomática nas diversas fases do Projeto de Engenharia Civil	35
Figura 2.3	Instrumentos e Tipos de Dados Gerados	36
Figura 2.4	Categorias do Domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom Original e Atualizada	38
Figura 3.1	Expansão da Formação em Engenharia na modalidade EaD de 2007 a 2013	45
Figura 3.2	Evolução dos sistemas de aprendizagem virtual (AV) e convergência com a aprendizagem presencial (AP), gerando a educação híbrida (EH), que deverá predominar no futuro	47
Figura 5.1	Acampamento da Missão Cruls, para a demarcação do quadrilátero do DF, com um teodolito ao centro da fotografia. Finais do século XIX	68
Figura 5.2	Teodolito para medições Astronômicas para determinações precisas da latitude, longitude e azimute	69
Figura 5.3	Nivelamento Composto apresentado nas notas de aula do Prof. Lucio Rodrigues de 1923	73
Figura 5.4	Equipamento no Saguão de Entrada do Museu do Laboratório de Topografia e Geodésia (LTG) da EPUSP	75
Figura 5.5	Teodolito Salmoiraghi n° 13924	76
Figura 5.6	Nível Salmoiraghi de alta precisão n° 11565	76
Figura 5.7	Teodolito Cooke, Troughton & Simms	77
Figura 5.8	Nível W & L E Gurley, Troy NY sem número de série	78
Figura 5.9	Teodolito Keuffel & Esser Co. – Fabricado em Nova York no ano de 1944	79
Figura 5.10	Tripé e Dumpy Level em nivelamento as margens do Rio Hudson em 1856	80
Figura 5.11	Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 1893 – 1934	81
Figura 5.12	Medição noturna com Geodímetro AGA NASM-2	83
Figura 5.13	Levantamento com o Teodolito Wild T-3	83
Figura 5.14	Teodolito Kern DKM 2 – Fabricação Kern	88
Figura 5.15	Teodolito Wild T2 – Fabricação Heinrich Wild	89
Figura 5.16	Teodolito Zeiss Th III – Fabricação Carl Zeiss Jena	89
Figura 5.17	Teodolito D.F. Vasconcellos	90
Figura 5.18	Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 1934 – 1960	92
Figura 5.19	Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 1961 – 1972	93
Figura 5.20	Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 1972 - 1989	99
Figura 5.21	EDM Distomat Wild 5 S	116
Figura 5.22	Teodolito Eletrônico Nikon NE-20S	117
Figura 5.23	Estação Total ZEISS Elta R50	118
Figura 5.24	Nível Digital ZEISS DiNi 11	118
Figura 5.25	Estação Total Leica TS02	119
Figura 5.26	Nível Automático FOIF NAL 324	120
Figura 5.27	Estação Total Leica TS09 <i>plus</i>	120

Figura 5.28	LaserScanner Leica Scan Station 2	121
Figura 5.29	Receptores GNSS Topcon Legacy-HiPer GD	122
Figura 5.30	Prisma em base nivelante	123
Figura 5.31	Prisma 360°	123
Figura 5.32	Mira estadimétrica convencional e em código de barras	124
Figura 5.33	Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 1989 - 2000	126
Figura 5.34	Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 2000 - 2020	127
Figura 6.1	Perfil de utilização de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	130
Figura 6.2	Perfil de utilização de plataformas de videoconferência pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	131
Figura 6.3	Perfil de utilização de apresentação de slides pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	132
Figura 6.4	Perfil de utilização de vídeos e plataformas de streaming de vídeos pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	132
Figura 6.5	Perfil de utilização de reprodução de áudios e plataformas de streaming de áudios e podcasts pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	133
Figura 6.6	Perfil de utilização de textos em formato digital (apostilas e e-books) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	133
Figura 6.7	Perfil de utilização de games e quiz educacionais pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	134
Figura 6.8	Perfil de utilização de plataformas de questionários online (Google Forms, Survey Monkey etc.) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	134
Figura 6.9	Perfil de utilização de instrumentos de Geomática eram utilizados para aulas de campo antes da pandemia pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	135
Figura 6.10	Perfil de utilização de software de CAD pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	136
Figura 6.11	Perfil de utilização de software de Processamento de dados de Levantamentos Topográficos (TopoGRAPH, DataGeosis etc.) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	136
Figura 6.12	Perfil de utilização de software de Pós-Processamento de dados GNSS pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	137
Figura 6.13	Perfil de utilização de plataformas de processamento de dados GNSS online pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	137
Figura 6.14	Perfil de utilização de software ou plataformas de processamento e/ou visualização de Modelos Digitais de Terreno pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	138

Figura 6.15	Perfil de utilização de software de planilhas de cálculo pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	139
Figura 6.16	Perfil de utilização de software de cálculos científicos (MatLab) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	139
Figura 6.17	Perfil de utilização de software de BIM (Modelagem da Informação da Construção) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	140
Figura 6.18	Perfil de utilização de aplicativo de simulação de receptor GNSS de navegação em smartphones pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	141
Figura 6.19	Perfil de utilização de softwares e aplicativos de simulação de instrumentos topográficos pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	141
Figura 6.20	Perfil de utilização de softwares e plataformas de realidade virtual e/ou aumentada pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	142
Figura 6.21	Perfil de utilização de aplicativos e plataformas de navegação e webmaps pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	143
Figura 6.22	Perfil de utilização de serviços online de cálculo de transformação de coordenadas pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	143
Figura 6.23	Perfil de utilização de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	144
Figura 6.24	Perfil de utilização de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	145
Figura 6.25	Levantamento da mudança de opinião sobre o Ensino Remoto durante o ERE dos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP	146
Figura 6.26	Opinião dos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP sobre a qualidade de um ensino remoto de Geomática	146
Figura 6.27	Opinião dos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP sobre as aulas práticas de campo em um ensino remoto de Geomática	147
Figura 6.28	Ano de Ingresso no curso de Engenharia Civil da EPUSP dos discentes respondentes ingressantes em 2020	151
Figura 6.29	Ano de Ingresso no curso de Engenharia Civil da EPUSP dos discentes respondentes ingressantes em 2020	152
Figura 6.30	Faixa Etária dos Grupos 2 e 3 de respondentes	152
Figura 6.31	Ano em que cursou Geomática I - discentes respondentes veteranos em 2020	153
Figura 6.32	Com que residem os estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3	154
Figura 6.33	Dispositivos (hardwares) que os estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3 utilizaram para acessar às aulas síncronas durante o ERE	154

Figura 6.34	Dispositivos (hardwares) que os estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3 utilizaram para acessar o e-disciplinas e o material disponibilizado durante o ERE	155
Figura 6.35	Classificação da qualidade da rede de acesso à internet pelos estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3	156
Figura 6.36	Perfil do compartilhamento de computadores utilizados pelos estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3 durante o ERE para acesso às aulas e estudos	157
Figura 6.37	Dificuldade de acesso e uso de softwares utilizados pelos estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3 durante o ERE	157
Figura 6.38	Dificuldade de adaptação dos estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3 durante o ERE	158
Figura 6.39	Dificuldade gerada pelo ERE aos estudantes do grupo 2 para a aprendizagem em Geomática I	159
Figura 6.40	Opinião do grupo 3 sobre a possível dificuldade gerada pelo ERE aos estudantes do grupo 2 para a aprendizagem em Geomática I	159
Figura 6.41	Opinião do grupo 2 sobre como seria a sua a aprendizagem em Geomática I caso não houvesse a pandemia e o ensino tivesse sido presencial	160
Figura 6.42	Opinião do grupo 2 sobre como seria a sua a aprendizagem em Geomática I caso não houvesse a pandemia e o ensino tivesse sido presencial	161
Figura 6.43	Opinião dos estudantes sobre a dificuldade gerada pela falta de aulas e trabalhos práticos dura o ERE de Geomática I	162
Figura 6.44	Opinião dos estudantes do grupo 3 sobre a importância da Geomática I para sua formação em Engenharia Civil	162
Figura 6.45	Tempo de Experiência na carreira docente no Ensino Superior dos respondentes do Grupo 4	167
Figura 6.46	Migração para o ERE nas IES que os respondentes do Grupo 4 atuam	168
Figura 6.47	Perfil de utilização de tecnologias educacionais e TIC dos docentes do Grupo 4	169
Figura 6.48	Perfil de utilização de tecnologias educacionais e TIC dos docentes do Grupo 4	170
Figura 6.49	Perfil de utilização de recursos tecnológicos e softwares de Geomática pelos docentes do Grupo 4	171
Figura 7.1	Dimensões de Influência no Ensino de Geomática	176
Figura 7.2	Exemplos de telas de dados do aplicativo GPS Test	182
Figura 7.3	Captura de Tela do VLE, Simulador de Topografia desenvolvido na Universidade de Purdue – E.U.A – Escolha de instrumentos e medições com trena	183
Figura 7.4	Captura de Tela do VLE, Simulador de Topografia desenvolvido na Universidade de Purdue – E.U.A – Nivelamento Geométrico: medição de distâncias aproximadas, nivelamento do instrumento, leitura da mira estadimétrica e caderneta de campo	184
Figura 7.5	Captura de Tela do VLE, Simulador de Topografia desenvolvido na Universidade de Purdue – E.U.A – sinalizações para comunicação entre membros da equipe de levantamento de campo em Nivelamento Geométrico	184

Figura 7.6	Captura de Tela do SimuSurvey, Simulador de Topografia desenvolvido na Universidade Nacional de Taiwan – Desenvolvimento do ambiente virtual	185
------------	--	-----

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1	Produção científica do LTG – PPGET.....	103
Tabela 5.2	Produção científica por temas ao longo do tempo (intervalos de 5 anos)	104
Tabela 5.3	Mestres e Doutores formados no LTG – PPGET com experiência em docência	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Principais temas da Geomática a serem abordados em cursos de Graduação em Engenharia Civil	36
Quadro 2.2	Categorias da Taxonomia de Bloom Revisada e suas respectivas subcategorias	38
Quadro 3.1	Principais marcos históricos do EaD no mundo	41
Quadro 3.2	Principais marcos históricos do EaD no Brasil	42

LISTA DE SIGLAS

3D	Três Dimensões / Tridimensional
AR	Realidade Aumentada (<i>Augmented Reality</i>)
BIM	<i>Building Information Model</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBERS	Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
CCD	<i>Charge-Coupled Device</i>
CES	Câmara de Educação Superior
CGG	Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNPq	Conselho nacional de Pesquisas
COCAR	Comissão de Cartografia
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DCN	Diretrizes Curriculares Nacional
DER-SP	Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo
DGPS	<i>Differential GPS</i>
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
DSG	Diretoria do Serviço Geográfico
EaD	Ensino a Distância ou Educação a Distância
EDM	Distanciômetros Eletrônicos
EdTech	<i>Educational Technology</i>
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
ERE	Ensino Remoto Emergencial
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
E.U.A.	Estados Unidos da América
GALILEO	Sistema de Navegação por Satélite da União Europeia
GLONASS	Acrônimo para Sistema de Navegação Global por Satélites em idioma russo
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
HIRAN	<i>High Range Navigation</i>
HP	<i>Hawlett Packard</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
IC	Iniciação Científica
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IES	Instituição de Ensino Superior
IF	Instituto Federal
IGS	<i>International GNSS Service</i>
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISO	<i>International Standards Organization</i>
ISPRS	<i>International Society of Photogrammetry and Remote Sensing</i>
IUGG	<i>International Union of Geophysics and Geodesy</i>
LAGEOS	<i>Laser Geometric Environmental Observation Survey</i>

LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira
LiDAR	<i>Light Detection and Ranging</i>
LTG	Laboratório de Topografia e Geodésia
MAPGEO	Modelo de Ondulação Geoidal do Brasil
MEC	Ministério da Educação
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital de Terreno
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NBR	Norma Brasileira
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NNSS	<i>Navy Navigation Satellite System</i>
PAE	Programa de Aperfeiçoamento do Ensino
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PDI	Processamento Digital de Imagens
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
PPGCG	Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
PPGET	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes
PPP	Posicionamento por Ponto Preciso
RBC	Revista Brasileira de Cartografia
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
RBMC-IP	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS em tempo real
REM	Radiação Eletromagnética
RINEX	<i>Receiver Independent Exchange Format</i>
RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft System</i>
RTK	<i>Real Time Kinematic</i>
SA	<i>Selective Availability</i>
SAD-69	<i>South American Datum 1969</i>
SAR	<i>Synthetic Aperture Radar</i>
SBC	Sociedade Brasileira de Cartografia
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SHORAN	<i>Short Range Navigation</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
TCP/IP	<i>Internet Protocol Suite</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TOPODATA	Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil
UEG	Universidade Estadual da Guanabara
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
USP	Universidade de São Paulo
UTM	Universal Transversa de Mercator
WGS-84	<i>World Geodetic System 1984</i>
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

VR

Realidade Virtual (*Virtual Reality*)

SUMÁRIO

1.	Introdução	21
1.1.	Problema de Pesquisa e Escopo do Trabalho	21
1.2.	Objetivos	23
1.3.	Justificativa	23
2.	Geomática: Uma Discussão Conceitual	27
2.1.	Conceitos e Definições de Geomática	27
2.2.	A Geomática como Área de Atuação	30
2.3.	A Geomática na Formação Inicial (Graduação) em Engenharia Civil	31
3.	Ensino Remoto e Tecnologias Interativas: Caminhos e Possibilidades	41
3.1.	Breve Histórico do Ensino a Distância	41
3.2.	Ensino Remoto, Ensino a Distância, Ensino Síncrono e Assíncrono: uma discussão conceitual	46
3.3.	Ensino Remoto Emergencial (ERE)	48
3.4.	Tecnologia na Educação	49
3.4.1.	Tecnologias Interativas e Imersivas, Ensino Remoto e Metodologias Ativas	50
4.	Material e Métodos	60
5.	Evolução do Ensino de Topografia (Geomática) na Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP	65
5.1.	1893 – 1934: Da criação da Escola Politécnica de São Paulo a Fundação da Universidade de São Paulo.....	66
5.1.1.	A Topografia na Fundação da Escola Politécnica de São Paulo	66
5.1.2.	Estado da Arte da Topografia no Final do Século XIX e Início do Século XX	67
5.1.3.	O Ensino de Topografia na Escola Politécnica antes da Fundação da USP.	70
5.1.3.1.	Os Instrumentos de Topografia utilizados na EPUSP até 1934	74
5.2.	1934 – 1972: Da fundação da USP até a criação do Departamento de Engenharia de Transportes	82
5.2.1.	Evoluções Científicas e Tecnológicas na área da Topografia de 1934 a 1972	82
5.2.2.	Mudanças e Evoluções no Ensino de Topografia na Escola Politécnica da USP	85
5.2.2.1.	Os instrumentos de Topografia utilizados na EPUSP de 1934 até 1972	88
5.3.	1972 – 1989: Da criação do Departamento de Engenharia de Transportes à introdução de Equipamentos Eletrônicos no Ensino de Topografia da EPUSP	94
5.3.1.	Evoluções Científica e Tecnológicas na área da Topografia de 1972 – 1989	94
5.3.2.	A Reforma Universitária e a criação dos departamentos da EPUSP	95
5.3.3.	Mudanças e Evoluções no Ensino de Topografia na Escola Politécnica da USP	96
5.4.	1989 – 2020: Da introdução de equipamentos eletrônicos à pandemia COVID-19 e o Ensino Remoto Emergencial	100
5.4.1.	O surgimento da Geomática	100
5.4.2.	As contribuições do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes para o Ensino de Geomática na EPUSP	102
5.4.2.1.	A Pós-Graduação e os Avanços no Ensino de Geomática	103
5.4.2.2.	A Pós-Graduação como Espaço de Formação Docente	108

5.4.3	O Ensino de Geomática na EPUSP na era da Transformação Digital	110
5.4.3.1	Os Instrumentos de Topografia utilizados na EPUSP a partir de 1989	116
6.	Percepção de Docentes e Discentes sobre o ERE de Geomática durante a Pandemia COVID-19	128
6.1.	Grupo 1 – Docentes da Disciplina Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP no ano de 2020	129
6.2.	Grupo 2 - Discentes Ingressantes no curso de Engenharia Civil da EPUSP no ano de 2020; e Grupo 3 - Discentes Veteranos no curso de Engenharia Civil da EPUSP no ano de 2020	150
6.3.	Grupo 4 - Docentes de Geomática (Topografia e Geodesia) para cursos de Engenharia Civil em outras IES	166
7.	O Ensino de Geomática (Topografia) em mundo Pós-COVID-19: um momento oportuno para reflexões	174
7.1.	Aprendizagem por Competências	175
7.2.	Aplicações das TICs para potencializar o Ensino de Geomática	177
8.	Considerações Finais – Pandemia Covid-19 e Ensino Remoto Emergencial: Momento Disruptivo para o Ensino de Geomática?	188
	Referências	192
	ANEXO I	216
	ANEXO II	228
	ANEXO III	241
	ANEXO IV	248
	ANEXO V	255
	ANEXO VI	267
	ANEXO VII	268
	ANEXO VIII	272
	ANEXO IX	274
	ANEXO X	281
	ANEXO XI	283

“Hoje, até mesmo uma pessoa de 30 anos pode dizer honestamente a adolescentes incrédulos: ‘Quando eu era jovem o mundo era completamente diferente’. A internet, por exemplo, só se disseminou no início dos anos 1990, há um pouco mais de 20 anos. Hoje não podemos imaginar o mundo sem ela. Daí que qualquer tentativa de definir as características da sociedade atual é como tentar definir a cor de um camaleão. A única característica da qual podemos ter certeza é a mudança incessante”.

(HARARI, 2015)

1. Introdução

Este capítulo apresenta e discute o problema e escopo do trabalho, delimitando a questão central da tese, bem como seus objetivos. Também serão apresentados a justificativa para a escolha da temática e abordagem propostas e os aspectos metodológicos. Por fim apresenta-se um breve resumo dos capítulos seguintes.

1.1. Problema de Pesquisa e Escopo do Trabalho

A evolução tecnológica em todas as áreas da ciência e da vida cotidiana e profissional, da discussão sobre o ensino remoto e a distância que não é assunto novo, mas que ficou em evidência e ganhou força com as medidas de distanciamento social devido a Pandemia COVID-19 e a migração, quase que global, do ensino presencial para o ensino emergencial remoto nos primeiros meses do ano de 2020, suscitam algumas perguntas: O ensino remoto emergencial, em decorrência do distanciamento social imposto pela Pandemia COVID-19, provocará mudanças substanciais a ponto de ser considerada uma ruptura no ensino de Geomática? Quais os desafios e possibilidades se apresentam para o ensino remoto de Geomática? Esse momento de ensino remoto emergencial poderá deixar algum legado para o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Geomática? As tecnologias imersivas aplicadas a Educação podem ser uma tendência para o Ensino de Geomática? As tecnologias e metodologias de aulas trabalhadas no ensino remoto poderão ser agregadas ao ensino presencial?

Este trabalho pretende discutir essas questões partindo de uma perspectiva histórica do ensino de Geomática na EPUSP, desde a sua fundação em 1894 nas aulas de Topografia, Geodésia e Astronomia até o ensino remoto emergencial de Geomática a partir de 2020. Nesse estudo histórico do ensino da área na Escola, busca-se apresentar e analisar as mudanças e evoluções científicas, metodológicas e tecnológicas que impulsionaram mudanças e caracterizaram rupturas no ensino de Geomática na EPUSP.

Este olhar para o passado permite compreender como esses momentos foram absorvidos e entender como o ensino da área evoluiu na EPUSP, embasando a discussão sobre essa nova possibilidade de ruptura e de mudança na forma de ensinar Geomática na Escola.

Portanto esta pesquisa tem como problema central a questão: Como o ensino remoto, suas metodologias e tecnologias, pode ser trabalhado como uma possibilidade no Ensino de Geomática no curso de Engenharia Civil na EPUSP mantendo a qualidade e a identidade do ensino da área na Escola?

Desta maneira, este trabalho trata de algumas questões teóricas e práticas ocasionadas pela evolução tecnológica e científica no ensino e formação de novos engenheiros, com foco principalmente nos engenheiros civis, na área da Geomática, mais especificamente na área da Topografia, lançando um olhar ao passado dos mais de 125

anos de ensino de Topografia e ciências afins na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para buscar o entendimento de como a Escola absorveu e trabalhou as mudanças e evoluções ao longo deste período na área em estudo. Com este embasamento, do olhar para a experiência passada, pretende-se fomentar a discussão sobre os desafios e perspectivas para a aplicação de metodologias e tecnologias do ensino remoto para a formação em Geomática, mais especificamente na área da Topografia.

O ensino de Geomática compreende Topografia, Geodesia, Cartografia, Sensoriamento Remoto, Modelagem digital de terrenos, Geoprocessamento, Projeções Cartográficas, Sistema de Informação Geográfica, Aerofotogrametria, entre outras. O presente trabalho focaliza a discussão do ensino da Topografia, tal como aconteceu na Escola Politécnica, permitindo-se trazer para a discussão, quando pertinente, outras ciências afins.

O recorte temporal do estudo histórico deste trabalho coincide com o limite geográfico deste estudo: A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, fundada no final do Século XIX como Escola Politécnica de São Paulo e posteriormente integrada a Universidade de São Paulo no ato de sua fundação (1934).

Outro importante recorte é o curso escolhido para ser estudado: o ensino da Topografia e a possibilidade de seu ensino remoto na Engenharia Civil. O ensino da Topografia está presente em outras áreas da Engenharia como Minas e Petróleo, Agrimensura, Cartográfica, Florestal e Ambiental; e em outras ciências e profissões como Arquitetura e Geologia.

Dessa forma, este trabalho, apesar de focar na discussão sobre a possibilidade do ensino remoto de Geomática para a Engenharia Civil na EPUSP, pode ser expandido para fomentar discussões sobre o ensino remoto da área em outras Instituições de Ensino Superior (IES) e em outros cursos que tem o componente Geomática na sua grade.

Outro ponto a destacar é a compreensão da distinção que existe entre a atuação do profissional da Topografia e o ensino e formação dos profissionais para atuarem nesta área. Adiantando uma consideração, o estudante em processo de formação na área da Topografia deve desenvolver conhecimentos e estar próximo do que encontrará no ambiente profissional no quesito de práticas, técnicas, métodos e instrumentos. No entanto, em alguns momentos do processo de formação, por questões didáticas, pode-se fazer necessário utilizar abordagens diferentes do que existe de mais moderno e é o mais utilizado pelos profissionais da área no exercício da profissão. Essa troca deve ser realizada para privilegiar o aprendizado, pois mais que a operação em campo de determinados equipamentos, que possuem diversas funções automatizadas, é importante compreender os métodos, as técnicas e o funcionamento do equipamento.

Com este trabalho espera-se contribuir para que o ensino da Geomática em nível superior, principalmente nos cursos de Engenharia Civil, possa se adequar ainda melhor às metodologias e tecnologias de ensino disponíveis na atualidade, podendo então se preparar para a possibilidade de implementação do ensino remoto na área, seja ele totalmente remoto, híbrido ou trazendo elementos do ensino remoto para potencializar o ensino presencial, levando em consideração a realidade brasileira das áreas da Educação e da Topografia.

Para isso este trabalho tem como discussão central as metodologias e tecnologias inerentes ao ensino remoto como uma possibilidade potencializadora para o ensino de Geomática na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, podendo ser um aliado para enfrentar os desafios dos avanços tecnológicos e da automação de processos da área.

No entanto, tanto os avanços tecnológicos da Geomática e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), como o ensino remoto devem ser trabalhados com a premissa de privilegiar os conceitos frente as técnicas e equipamentos. O ensino remoto deve ser visto e trabalhado como um meio, o aprendizado e desenvolvimento do conhecimento em Geomática é o fim. A tecnologia é a ferramenta, o que forma o engenheiro é o conceito.

Para tal, esta tese foi desenvolvida apoiando-se apoio na literatura existente sobre o ensino de Geomática e sobre o ensino remoto; na história da evolução do ensino de Topografia para Engenharia Civil na EPUSP; e na coleta de dados sobre a visão de docentes e discentes sobre este assunto. A partir deste material faz-se a discussão sobre a utilização das ferramentas do Ensino Remoto para a potencialização do Ensino de Geomática para a Engenharia Civil na EPUSP.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral analisar os referenciais históricos marcantes ao longo da evolução do ensino de Topografia no curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP e analisar o Ensino Híbrido como modelo de ensino para a Topografia a partir da análise histórica e da experiência vivenciada no Ensino Remoto Emergencial devido a pandemia COVID-19, no sentido de promover a adoção de metodologias e tecnologias características ao ensino remoto, no ensino presencial de Geomática, marcando uma inovação pedagógica, caminhando para o ensino híbrido, formação por competências e adequação às novas DCNs para Engenharia.

Como forma de subsidiar o cumprimento do objetivo geral, lançaram-se os seguintes objetivos específicos:

- Reconstruir e sintetizar a evolução do ensino da Topografia no curso de Engenharia Civil da EPUSP desde a sua fundação, identificando momentos disruptivos dentro dessa história;
- Analisar como transformações no campo científico, tecnológico e metodológico influenciaram no ensino de Topografia na EPUSP;
- Apresentar o cenário atual do ensino de Topografia de forma geral no Brasil, e especificamente apresentar e analisar uma descrição do ensino Geomática para Engenharia Civil da EPUSP;
- Analisar e propor um modelo de ensino híbrido, a partir do uso de metodologias ativas de aprendizagem, TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) e da combinação do ensino presencial com momentos de ensino remoto, como potencializador do ensino de Geomática na EPUSP.

1.3. Justificativa

O ensino da Topografia e das ciências afins é tema abordado, ininterruptamente, nas cadeiras da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) desde a sua criação em 1894. Ao longo desse mais de um século de história, a formação de engenheiros e o ensino de Topografia e áreas afins evoluíram muito, tanto nos aspectos científicos e metodológicos como nos aspectos instrumentais e tecnológicos. Essas evoluções que implicaram em mudanças no cotidiano do trabalho do profissional da Topografia, também exerceram influência sobre o ensino e a formação de profissionais para atuarem na área.

Há de se destacar que as evoluções e mudanças políticas, regulamentares e estruturais impactaram em carga horária e em alterações no currículo das disciplinas. Durante a sua história, a Escola Politécnica teve diversos diretores, foi regida por diferentes regimentos, foi uma das escolas fundadoras da Universidade de São Paulo, passou das cátedras e catedráticos para o sistema departamental, criou e extinguiu cursos de graduação e pós-graduação, teve diversos professores de diferentes culturas, formações e posições políticas, e da mesma forma passaram por ela diversos funcionários que compuseram e continuam compondo corpo técnico e administrativo da Escola.

Da mesma forma, durante os anos de sua história, estudaram e se formaram, e continuarão estudando e se formando, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo milhares de alunos, que nela se formam engenheiros, mestres e doutores, que carregam consigo todas as influências, aprendizados e culturas de ser um engenheiro politécnico, ao mesmo tempo que também influenciam, agregam valor, cultura e deixam a sua marca na Escola.

Todos esses fatores proporcionam um constante processo de evolução e mudança em uma Instituição de Ensino Superior (IES). Na maior parte do tempo as mudanças ocorrem de forma mais vagarosa, orgânica e processual, entretanto, há alguns momentos que são marcantes e que impulsionam mudanças mais significativas em uma IES. São os momentos disruptivos, que no ensino de Geomática muitas vezes são gerados pela consolidação e introdução de novas metodologias; novas tecnologias, tanto de equipamentos quanto de ensino, por mudanças regimentais, de política institucional e de política pedagógica, pela chegada ou saída de um membro do corpo docente, ou por demandas externas.

Diante desse cenário de mudança e evolução, a formação de engenheiros, não apenas na Escola Politécnica da USP, mas em qualquer IES, não é, e não continuará sendo, sempre a mesma. No entanto, o ritmo dessas mudanças, avanços tecnológicos e evoluções metodológicas e do conhecimento passaram a acontecer de forma mais acelerada e com maior frequência nas últimas décadas, muitas vezes podendo-se confundir o que foi uma mudança orgânica para uma mudança disruptiva.

A evolução tecnológica de equipamentos e de informática, em ritmo acelerado, permite otimizar e agilizar a realização do trabalho topográfico, medições com mais facilidade em locais de difícil acesso e maior rapidez nos cálculos, desenhos e relatórios. Permite também melhorar a qualidade e precisão dos dados obtidos, proporcionando, portanto, uma melhora nas condições de trabalho e na qualidade dos serviços de Topografia.

Outro aspecto possibilitado pelos avanços tecnológicos foi a ampliação de áreas de atuação e de aplicação das informações espaciais, ou seja, cada vez mais diferentes áreas do conhecimento passaram a utilizar a informação espacial como uma ferramenta potencializadora no exercício e aplicações profissionais tendo, portanto, uma maior demanda e procura pela Geomática.

As informações espaciais também estão mais presentes no cotidiano da humanidade no Século XXI. *Smartphones* dotados de sensores, dentre eles câmeras e o GNSS permitem o uso da localização em tempo real por aplicativos para diversas finalidades, do jogo e diversão (Pokémon GO) à navegação viária (Waze) por exemplo.

Os *smartphones* e seus aplicativos juntos com *softwares* que contribuíram para a automação de processos na produção da informação espacial, permitem também que seus usuários possam gerar conteúdo e informação georreferenciada, o que pode ser um

problema, pois nem sempre esses usuários possuem o conhecimento mínimo necessário para produzir conteúdo e trabalhar com esse tipo de dado e informação.

Do ponto de vista da Educação o uso da lousa e giz, dos livros impressos e das anotações em caderno são complementados, e algumas vezes substituídos, por apresentações visuais que utilizam recursos computacionais, apresentações e vídeos interativos, videoaulas, aulas a distância por videoconferência, seminários online (*webinar*), ferramentas de simulação, de realidade virtual e de realidade aumentada. Estudantes com seus *smartphones* capturam imagens da lousa ou de anotações em folhas e as guardam na memória do celular ou na nuvem, além de poder compartilhá-las com diversos colegas ao mesmo tempo em poucos segundos. Os livros estão na biblioteca física, mas também estão na biblioteca virtual, consultas à sites do mundo todo na internet, podem ser realizadas com um simples clique, assim como acessar vídeos didáticos em plataformas de *streaming*.

No final do mês de março do ano de 2020 no Brasil, com a imposição do distanciamento social causado pela Pandemia COVID-19, as aulas presenciais nos diversos níveis de Educação foram suspensas pelo Ministério da Educação (MEC) e proibidas de ocorrerem em modo presencial. O MEC também possibilitou que as Instituições de Ensino utilizassem ambientes virtuais para realização das aulas remotas (assistidas por TIC) (MEC, 2020). Essa metodologia de ensino, neste trabalho, será denominada de Ensino Remoto Emergencial (ERE).

Muitas instituições migraram imediatamente para o ERE, enquanto outras precisaram de um tempo para se adaptarem e realizarem essa migração, algumas suspenderam um semestre, podendo chegar até a suspensão do ano letivo.

Em muitas IES a migração para o ERE foi uma necessidade urgente imposta pela pandemia, necessidade para a qual não estavam preparadas. Docentes e discentes com pouco conhecimento sobre a Educação a Distância (EaD) e preparação para atuar nesse universo migraram para um ambiente novo e tiveram que se adaptar à nova realidade durante o processo. É preciso ter em conta que o processo de interação e aprendizagem mediada pela tecnologia ocorre de forma diferente quando comparada com a presencial (HODGES *et al.*, 2020).

Os atores (gestores, docentes, discentes, corpo técnico-administrativo, familiares dos estudantes) envolvidos no ERE tiveram que se adaptar a essa nova realidade em pouco tempo, muitas vezes com o curso em andamento. Na Educação, o processo de repensar e de se adaptar e adequar às novas realidades é inerente e deve acontecer sempre, porém esse é um exercício que deve ocorrer de forma processual, quase que orgânica; entretanto, a mudança provocada pela Pandemia COVID-19 e o ERE impulsionou um momento disruptivo no Ensino Superior (HODGES *et al.*, 2020).

Diante dessa realidade posta, é necessário discutir e analisar se o ERE será um momento disruptivo com consequências permanentes ou apenas temporárias. As experiências vividas neste período podem impulsionar mudanças substanciais no Ensino de Geomática? É importante discutir também as diversas possibilidades que estão abertas para o uso de TIC e do Ensino Remoto, e compreender quais são as suas implicações e como estas podem ser trabalhadas e desenvolvidas a fim de potencializar o seu uso no ensino da área na formação de engenheiros civis.

Surgiram, e continuarão surgindo, novas possibilidades de aplicação de recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem; no entanto, o objetivo da Educação continua sendo o mesmo: a construção do conhecimento, o estímulo a criatividade, o

desenvolvimento da sabedoria tecnológica e a formação do indivíduo. Os avanços tecnológicos trazem consigo diversos pontos positivos, mas é preciso também estar atento aos desafios e fragilidades que estes podem apresentar tanto para a área da Geomática, como também para a área da Educação e Ensino.

Quanto à estrutura, este trabalho apresenta no capítulo 2 uma discussão conceitual de Geomática, apresentando e discutindo conceitos, termos e definições, as áreas que compõem a Geomática, aplicações em Engenharia Civil, o estado da arte e perspectivas futuras.

O terceiro capítulo traz uma abordagem conceitual sobre os caminhos e possibilidades do Ensino Remoto, com uma breve contextualização histórica do Ensino Remoto seguida por uma apresentação dos conceitos de Ensino Remoto e discussão sobre o Ensino Remoto Emergencial. O capítulo é finalizado com uma discussão sobre os conceitos de tecnologias imersivas e sua inserção na Educação.

O capítulo quarto discorre sobre a metodologia de trabalho, descrevendo materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

O quinto capítulo aborda uma discussão da evolução histórica do Ensino de Topografia na EPUSP, desde a sua fundação, apresentando e discutindo as mudanças que ocorreram ao longo desse período, buscando identificar os momentos disruptivos e verificar como as mudanças foram absorvidas e incorporadas no ensino da área.

No sexto Capítulo são apresentadas e discutidas as respostas dos questionários sobre o Ensino Remoto Emergencial de Geomática para docentes da disciplina Geomática I da EPUSP, docentes de Topografia e Geodésia de outras IES e os discentes do curso de Engenharia Civil da EPUSP.

Segue o Capítulo sétimo onde são discutidos e defendidos o uso de tecnologias interativas imersivas, das metodologias ativas de ensino e do próprio ensino remoto da Geomática, caracterizando seus desafios e possibilidades, e apontando possíveis propostas de adoção de tecnologias e de metodologias ativas no Ensino de Geomática da EPUSP.

Por fim, no oitavo e último Capítulo deste trabalho são tecidas algumas considerações e conclusões acerca do processo de trabalho.

2. Geomática: Uma Discussão Conceitual

Este capítulo apresenta uma abordagem conceitual sobre um dos objetos deste trabalho: a Geomática. O termo Geomática é um neologismo que tem origem no idioma francês (*géomatique*) e foi utilizado pela primeira vez na década de 1960 pelo cientista (geodesta e cartógrafo) francês Bernard Dubuisson, tornando-se uma palavra reconhecida pelo Comitê Internacional da Língua Francesa em 1977, e tendo sua definição publicada na edição de 1983 na Enciclopédia Larousse (*Grand dictionnaire encyclopédique Larousse*) (GAGNON; COLEMAN, 1990).

No entanto, foi no Canadá, na década de 1980, que o termo Geomática ganhou força, passando a ser utilizado em maior escala e representando a interface das diversas áreas das informações espaciais com a área da informática. Foi na Universidade de Laval, no Québec, que surgiu o primeiro curso de bacharelado em Ciências Aplicadas e Geomática, substituindo o antigo curso de Bacharelado em Geodésia (BÉDARD; GAGNON; GAGNON, 1988; GAGNON; COLEMAN, 1990; GOMARASCA, 2009).

A Geomática surgiu no idioma francês, teve sua difusão no Canadá onde o termo foi traduzido e utilizado também em inglês (*geomatics*), para posteriormente ganhar o mundo. Há diversas discussões sobre a utilização do termo Geomática. Há aqueles que são favoráveis e os contrários.

No Brasil não há a habilitação de profissional em Geomática, os cursos de formação superior da área no Brasil são a Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. No entanto, diversas IES, nos cursos de Engenharia, utilizam o termo Geomática para representar componentes curriculares (disciplinas) que trabalham com as diversas áreas das informações espaciais, como: Topografia, Geodésia, Cartografia, Sistema de Informação Geográfica, Fotogrametria, Sensoriamento Remoto etc.

Sem ter a pretensão de encerrar a discussão sobre ser correto (ou não) utilizar a palavra Geomática, nesta tese o uso da terminologia será adotado, pois apesar de focar no ensino da Topografia, este, atualmente, acontece no âmbito do componente curricular Geomática I da EPUSP.

Diante das distintas visões e opiniões sobre o uso da terminologia, por se tratar de um nome e área relativamente novas e das possíveis sobreposições e dúvidas que o uso do termo Geomática pode suscitar, a continuação deste capítulo irá apresentar e discutir seus conceitos e definições, apresentar as áreas de atuação que estão englobadas na Geomática, as suas possíveis aplicações na área da Engenharia Civil e discutir sobre o atual momento e as perspectivas futuras da Geomática.

2.1. Conceitos e Definições de Geomática

O uso da palavra Geomática foi defendido durante a década de 1970 por uma força tarefa criada pelo Departamento de Minas e Energia (*Department of Energy, Mines and Resources*) do governo canadense sobre uma reformulação e adaptação da formação e do exercício profissional da área das informações espaciais, sendo esse termo utilizado em universidades canadenses, a partir da década de 1980. A motivação e justificativa para tal uso se deve ao fato de que, com o desenvolvimento da informática e das telecomunicações, passou-se a ter cada vez mais sobreposição entre as diversas ciências e áreas que compõem o arcabouço das informações espaciais, ficando cada vez mais difícil definir os limites de atuação de cada uma das áreas, sendo, portanto, necessário pensar a área das informações espaciais, aliada a informática e telecomunicações, como

uma grande área unificada (BÉDARD; GAGNON; GAGNON, 1988; GAGNON; COLEMAN, 1990).

Com a crescente importância dos sistemas de informação espacial, as disciplinas individuais como geodésia, fotogrametria, topografia, cartografia e sensoriamento remoto, para citar algumas, são cada vez mais integradas e consideradas como parte de uma disciplina mais global: informação espacial. Embora ainda se possa fazer fotogrametria por causa da fotogrametria, geodésia por causa da geodésia, ou qualquer outra disciplina como um fim em si, este é cada vez menos o caso, e um currículo de nível universitário deve considerar este fato (BÉDARD; GAGNON; GAGNON, 1988, tradução nossa).

O surgimento e uso da Geomática ocorreu frente às mudanças e evoluções tecnológicas, científicas e sociais, que possibilitou e induziu a integração das áreas, a automação de processos e a otimização do trabalho. Desta forma, em 1988, Bédard, Gagnon e Gagnon, já mostravam que as definições e atribuições na área das informações espaciais seriam cada vez mais transitórias. Rever as definições, o exercício profissional e os currículos de formação passaram a ser necessárias em intervalos de tempo cada vez mais curtos. O mundo é cada vez mais dinâmico, e a Geomática (como área que une e intersecciona todas as áreas da informação espacial) deve acompanhar esse dinamismo global.

A evolução científica levou ao desenvolvimento de especializações ou, mais precisamente, forçou uma "quebra de paradigmas" do conhecimento. Não é mais possível para um indivíduo possuir a competência necessária para trabalhar em todas as áreas relacionadas com a Topografia e Cartografia. A formação de equipes científicas e profissionais multidisciplinares parece ser a única maneira pela qual este desenvolvimento acelerado do conhecimento e da tecnologia pode ser integrado para atender às exigências atuais de informação espacial (GAGNON; COLEMAN, 1990, tradução nossa).

Há diversas definições para o termo Geomática. Sem a pretensão de reunir uma coletânea delas, a seguir serão apresentadas e discutidas algumas definições para Geomática, começando pela definição do governo canadense, local de origem do termo, que através do Departamento de Recursos Naturais define: “A geomática é definida como uma disciplina moderna que integra as tarefas de coleta, armazenamento, processamento, modelagem, análise e entrega de informações espacialmente referenciadas ou de localização” (NRCAN, 2021, tradução nossa).

A definição do governo canadense é bem simples e objetiva, trazendo a Geomática como uma área nova, uma disciplina moderna, que trabalha com informações espaciais. A *International Organization for Standardization* (ISO), através do relatório técnico 19122 de 2004, elaborado pelo comitê técnico 211, segue a mesma linha definindo Geomática como “disciplina relacionada com a coleta, distribuição, armazenamento, análise, processamento, apresentação de Dados Geográficos ou Informações Geográficas” (ISO, 2004, tradução nossa).

Outra definição, que segue a mesma linha, porém um pouco mais completa é de Gomasca (2009):

A Geomática é definida como uma abordagem sistêmica, multidisciplinar e integrada para selecionar os instrumentos e as técnicas apropriadas de coleta, armazenamento, integração, modelagem, análise, busca, transformação, exibição e distribuição de

dados georreferenciados espacialmente de diferentes fontes com propriedades de precisão bem definidas, continuidade e em formato digital (GOMARASCA, 2009, tradução).

Nessa definição, as atribuições e competências trabalhadas na Geomática foram expandidas, trazendo os conceitos de modelagem, recuperação, transformação e exibição de dados. Gomasca (2009) também trabalha as dimensões de multidisciplinaridade que deve ser sistematizada e integrada, trabalhando com diferentes fontes de dados, porém preocupando-se com precisão, exatidão, continuidade, qualidade e padrões de dados digitais.

No Brasil, há uma definição do Ministério da Educação (MEC), porém está num documento elaborado no ano 2000 com os referenciais para a educação profissional de nível técnico.

Geomática é um campo de atividades que, usando uma abordagem sistemática, integra todos os meios utilizados para a aquisição e gerenciamento de dados espaciais necessários como parte de operações científicas, administrativas, legais e técnicas envolvidas no processo de produção e gerenciamento de informação espacial. Trata-se, portanto, da área tecnológica que visa à aquisição, ao armazenamento, a análise, a disseminação e o gerenciamento de dados espaciais (MEC, 2000).

Apesar de se tratar de uma definição para o nível médio com formação técnica, segue a mesma linha conceitual das definições internacionais e mostra que, já nos anos 2000, há um início de uso e adoção oficial do termo no Brasil.

Outra definição é a de Silva e Segantine (2015) que apresentam a Geomática como:

Termo que engloba as ciências, as técnicas e os métodos que tratam da medição, da modelagem matemática, do georreferenciamento, da representação cartográfica e do posicionamento de elementos geométricos espaciais na superfície terrestre, de modo a agrupá-los em uma matéria de estudo coerente com as novas tecnologias e necessidades da engenharia (SILVA; SEGANTINE, 2015).

Os autores justificam a adoção do termo como uma necessidade diante dos avanços tecnológicos, da integração de áreas, multidisciplinaridade e necessidades sociais que demandam da Engenharia uma nova forma de solucionar problemas (SILVA; SEGANTINE, 2015).

Em diversos países, dos Estados Unidos da América à Austrália, passando pela Europa, África e Oriente Médio, há programas de formação de nível superior na área da Geomática, utilizando este termo como um título profissional para os cursos de graduação (bacharelado) e pós-graduação (especializações, mestrado e doutorado).

O termo não é um consenso universal, mas tem sido adotado e utilizado no mundo. Há publicações que discutem o uso do termo Geomática e defendem a importância de sua adoção (TRINDER; FRASER, 1994; HANNAH; BALLANTYNE; KHAN, 2000; IPBUKER, 2010), bem como há a resistência ao seu uso e a defesa de sua substituição por outro (COUTTS, 2017). No Brasil, atualmente, não há programas de nível superior com o uso do termo no seu nome, ou seja, não há a titulação em Geomática; no entanto o termo já é utilizado em algumas IES, em cursos de Engenharia, como nome (ou parte do nome) de disciplinas (componentes curriculares), dá nome a um departamento na Universidade Federal do Paraná, (UFPR), é o título de uma especialização (Pós-

Graduação *Lato Sensu*) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e foi uma área de concentração do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

2.2. A Geomática como Área de Atuação

Em 1988, Bédard, Gagnon e Gagnon, mostraram que o perfil do profissional que atua com as informações espaciais deve ser baseado em 7 principais funções: coleta e aquisição; tratamento e processamento; estruturação e armazenamento; análise e interpretação; representação; divulgação e disseminação; e gerenciamento dos dados espaciais. Isso corresponde ao que na Inglaterra se denominou *Geoprocessing*, que no Brasil passou a ser Geoprocessamento.

Essas são as principais funções e atribuições dos profissionais que atuam na área da Geomática; porém, é importante ressaltar que no Brasil não há a profissão “Geomático” ou “Engenheiro de Geomática”. Como dito anteriormente, no Brasil a formação e atribuição profissional para trabalhar com as informações espaciais de forma mais ampla e completa é em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, sendo as atividades e competências do profissional Engenheiros Agrimensores e Cartógrafos designadas pela Resolução CONFEA n° 1095 de 29 de novembro de 2017 (CONFEA, 2017).

Os artigos 2° da Resolução CONFEA n° 1095 de 29 de novembro de 2017 lista as atividades das quais são competências atribuídas aos profissionais da Engenharia Cartográfica e de Agrimensura: levantamentos topográficos, batimétricos, geodésicos e aerofotogramétricos; sensoriamento remoto; loteamento, desmembramento e remembramento; agrimensura legal; elaboração de cartas geográficas e locações de obras de engenharia. A mesma Resolução continua designando, no artigo 3°, que as atividades de arruamentos, estradas e obras hidráulicas poderão ser atribuídas como competência para tais profissionais, em função do enfoque do projeto pedagógico do curso, a critério das câmaras especializadas (CONFEA, 2017).

Já a Resolução CONFEA n° 1095 de 29 de novembro de 2017 não faz menção ao termo Geomática e não traz à tona algumas áreas das informações espaciais, como, por exemplo, os Sistemas de Informação Geográfica, e não menciona nada relacionado a área da computação e informática aplicadas às áreas das informações espaciais, mesmo que esta esteja implícita e seja inerente, nos dias atuais, ao exercício profissional das atividades atribuídas como competência de tais profissionais.

O profissional de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura é o que possui a formação mais completa no desenvolvimento de competências e que habilita para trabalhar com as informações espaciais, porém, diversos outros profissionais (e cada vez mais profissionais das mais distintas e diversas áreas) utilizam as informações espaciais em seu exercício profissional e tem a Geomática como disciplina (ou disciplinas das áreas que a Geomática agrupa) nos currículos de formação superior, como por exemplo a Engenharia Civil.

As atribuições do Engenheiro Civil são definidas pelo art. 7° da Lei 5194/66, art. 28 e 29 do Decreto 23.569/33 e art 7° da Resolução 218/73 do CONFEA, que estabelece as atividades descritas como competência do Engenheiro Civil: edificações, estradas, pistas de rolamentos e aeroportos; sistema de transportes, de abastecimento de água e de saneamento; portos, rios, canais, barragens e diques; drenagem e irrigação; pontes e grandes estruturas; seus serviços afins e correlatos (CONFEA, 1973).

Apesar da área das informações espaciais, tais como a Topografia, Geodésia, Cartografia, entre outros não aparecerem de forma explícita no artigo 7º da Resolução 218/73 do CONFEA, são conhecimentos inerentes e importantes para a execução e exercício profissional em quase todas as atribuições da Engenharia Civil, podendo ser interpretada como aparecendo de forma implícita no trecho “seus serviços afins e correlatos” do artigo 7º.

No que tange as resoluções do Ministério da Educação (MEC), através do Conselho Nacional de Educação (CNE) e da Câmara de Educação Superior (CES), a Topografia, a Geodesia, o Geoprocessamento e outros temas correlatos a disciplina da Geomática e das Informações espaciais aparecem no parágrafo 3º do artigo 5º da Resolução CNE/CES de 11 de março de 2002 que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia (vigentes até 2019), que, apresenta, de forma global, uma lista das habilidades e competências que devem ser trabalhadas na formação em Engenharia, ficando a critério de cada IES defini-los em PPC - Projeto Pedagógico do Curso (MEC, 2002).

Em 2007, a Resolução CNE/CES Nº 2, de 18 de junho do mesmo ano, definiu a carga horária mínima de 3600 horas para a formação em Engenharia, tendo assim o limite mínimo de 5 anos para integralização do currículo (MEC, 2007).

No ano de 2010 o MEC publicou os Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura, retomando a carga horária mínima de 3600 horas e duração mínima de 5 anos para integralização do currículo, e apresentando (para cada curso): perfil do egresso; temas abordados na formação; ambientes de atuação; e, infraestrutura recomendada. Para a Engenharia Civil são recomendados que seja abordada na formação a Topografia, ficando implícito a Geodésia, além de recomendar que haja laboratórios de Topografia e de Geoprocessamento (MEC, 2010).

Por fim, em 2019, foram apresentadas novas DCN para a Engenharia, sendo este um documento que apresenta uma visão mais holística para a área e que busca quebrar paradigmas na formação do profissional engenheiro. Este documento será debatido com maior profundidade no próximo capítulo desta tese, mas vale destacar neste momento que neste documento não foram apresentadas mudanças nas cargas horárias e tampouco nos temas de formação, mas sim uma extensa discussão sobre como trabalhar todos estes temas no processo formativo dos novos engenheiros e engenheiras (MEC, 2019).

Conforme exposto, a Geomática em si não é uma profissão ou uma área de atuação regulamentada e estabelecida como lei, porém as diversas áreas que a compõem são atribuições profissionais. No entanto, as áreas agrupadas na Geomática devem estar presentes na formação do engenheiro civil. Para compreender a Geomática como uma ferramenta de trabalho e uma possibilidade de atuação para o engenheiro civil, se faz necessário compreender as áreas de atuação da Geomática e suas aplicações e possibilidades na Engenharia Civil.

2.3. A Geomática na Formação Inicial (Graduação) em Engenharia Civil

Assim como um médico conhece a medicina e um bacharel em direito conhece as leis de forma global, tais profissionais se especializam em áreas e funções da medicina e do direito. Aqueles que tem a Geomática como sua ferramenta de trabalho devem conhecer globalmente a área, porém devem se aprofundar nas funções e áreas que são pertinentes e inerentes ao seu exercício profissional, que implica em geral uma especialização.

Dessa forma é importante conhecer quais são as possibilidades de atuação do engenheiro civil na área da Geomática, compreendendo como o profissional desta área pode utilizar as áreas da Geomática como um conhecimento importante para a execução de uma tarefa distinta, ou seja, como as informações espaciais são uma ferramenta (meio) na execução de projetos (fim) de diversas áreas que são competência do profissional da Engenharia Civil, bem como compreender a Geomática como atividade fim, ou seja, a atuação do engenheiro civil como profissional das informações espaciais.

Para a Engenharia Civil o entendimento do espaço terrestre é fundamental e as áreas que compreendem a Geomática um conhecimento necessário. Assim como diversas outras profissões, o engenheiro civil, na maioria das vezes, não será um executor da Topografia, da Geodésia, da Cartografia ou do Sensoriamento Remoto, mas utilizará recursos e produtos das informações espaciais para o exercício de sua profissão, portanto é importante que este profissional conheça a área e compreenda como ela está inserida em sua profissão.

Nesse sentido, Silva e Segantine (2015) elencam algumas das principais atribuições da área da Geomática (considerando a Geomática como uma área que engloba diversas áreas do conhecimento científico):

- Desenvolver teorias, técnicas e métodos que permitam determinar as formas da Terra e estabelecer todas as condições necessárias para definir o tamanho, a posição e os contornos de qualquer parte da superfície terrestre;
- Desenvolver teorias, técnicas e métodos que permitam posicionar objetos no espaço, sobre ou sob a superfície terrestre, e representá-los na forma de plantas, cartas, mapas, arquivos digitais ou qualquer outro tipo de representação gráfica para posterior uso em projetos de engenharia;
- Desenvolver técnicas e métodos que permitam implantar pontos sobre ou sob a superfície terrestre, de acordo com informações predefinidas oriundas de projetos de engenharia;
- Desenvolver técnicas e métodos que permitam coletar e armazenar elementos geométricas espaciais georreferenciados (ou não) e seus atributos, em bancos de dados, para posterior planejamento e administração do uso da terra e do espaço físico cadastral, a partir de um Sistema de Gestão Territorial ou de Sistemas de Informação Geográfica;
- Desenvolver teorias, técnicas, equipamentos, aplicativos informatizados que permitam o avanço da Geomática e/ou facilitem sua aplicação (SILVA e SEGANTINE, 2015).

Gomasca (2009) e Silva e Segantine (2015) apontam diversas áreas do conhecimento científico e tecnológico que um profissional deve conhecer e dominar para trabalhar com a área das informações espaciais (Geomática). A lista a seguir apresenta uma junção das listas apresentadas pelos autores supracitados com incrementos do autor desta tese:

- Topografia;
- Geodésia;
- Teoria dos Erros;
- Estatística e Geoestatística;
- Ciência da Computação;
- Bancos de Dados;

- Internet das Coisas (IoT);
- *Big Data*;
- Inteligência Artificial;
- Cartografia;
- Fotogrametria;
- Sensoriamento Remoto;
- GNSS (Sistemas de Navegação Global por Satélites);
- SIG (Sistema de Informação Geográfica);
- IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) e WebSIG;
- CAD (Desenho Assistido por Computador);
- BIM (Modelagem da Informação da Construção);
- Realidade Virtual e Aumentada;
- Gerenciamento Cadastral;
- Sistema de Suporte a Decisão (DSS);
- Gestão de Projetos;
- Sistemas de Varredura a *laser*;
- RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*)¹;
- Telecomunicações;
- WMS, WMF, bases de mapas na Internet.

Olhando para a lista acima pode-se considerar que um dos objetivos da Geomática é estabelecer uma conexão entre as geociências com indústria 4.0. Sem a pretensão de aprofundar no conceito e discussão sobre este termo, o termo indústria 4.0 surgiu em 2011 na Alemanha, podendo também ser designada como “Quarta Revolução Industrial”, e, basicamente, está baseada no avanço das Tecnologias da Informação e na Automação de Processos (SCHWAB, 2018).

A figura 2.1 apresenta as 9 tecnologias habilitadoras (pilares) da indústria 4.0, e dentre essas tecnologias pode-se verificar que as tecnologias de Geomática compõem a base tecnológica da quarta revolução industrial.

Figura 2.1 – As nove tecnologias habilitadoras (pilares) da Indústria 4.0.



Fonte: adaptado de (Boston Consulting Group)²

¹ <https://ajuda.decea.mil.br/base-de-conhecimento/qual-a-diferenca-entre-drone-vant-e-rpas/>

² [https://www.bcg.com/pt-](https://www.bcg.com/pt-br/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries)

[br/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries](https://www.bcg.com/pt-br/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries)

Assim, a Geomática é um termo que, de certa forma, engloba as diversas áreas das informações espaciais e as traz para o mundo digitalizado, em que as tecnologias da informação e a automação de processos são a tônica. Desta forma, todos os profissionais que utilizam, de forma direta ou indireta, as geociências, devem compreender como as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 impactam e transformam a maneira de trabalhar com as áreas do conhecimento espacial, ou seja, pode-se considerar que a Geomática é a ponte que integra as geociências com as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0.

Os usuários da Geomática, na maioria das vezes, não serão responsáveis por executar um levantamento topográfico, um monitoramento geodésico, um processamento digital de imagens de sensoriamento remoto ou uma análise espacial em um ambiente SIG. Dessa maneira, um usuário das informações espaciais, por exemplo um engenheiro civil, não precisa ser um expert e dominar todas as técnicas da Geomática; no entanto, ele utilizará informações, recursos e produtos especializados para tomada de decisões e execuções de projetos e deve ter um conhecimento profundo dos conceitos envolvidos e das possibilidades e limitações das tecnologias.

Portanto, o engenheiro civil, bem como as demais profissões usuárias, precisa conhecer minimamente as áreas que o conceito de Geomática abrange. Ou seja, deve ter o suficiente de conhecimento sobre a Geomática e sobre cada área que dela faz parte; esse mínimo de conhecimento dependerá da sua atuação profissional concreta e das exigências e demandas que as aplicações exigem.

Pensar a formação desses profissionais usuários, deve-se pensar o que poderá ser importante / necessário saber sobre a Geomática para enfrentar os desafios profissionais. Desta forma, a Engenharia Civil, sendo uma área abrangente, com diversas interfaces e possibilidade, deve constantemente se atualizar e repensar como a Geomática está inserida na área e em seu exercício profissional, bem como a Geomática pode ser utilizada da melhor forma, potencializando a formação dos futuros engenheiros civis.

No caso da Engenharia Civil, a Geomática pode estar presente durante todo o ciclo de um projeto (figura 2.2): plano (planejamento), desenho; execução (construção); e gestão (SILVA, 2018).

Na fase de planejamento de um projeto de Engenharia Civil, é imprescindível conhecer o terreno e materializar pontos de controle no terreno. Para essa fase é necessário que o engenheiro civil conheça as diversas formas como os dados e informações espaciais são apresentadas, e para a fase do desenho (concepção) do projeto é importante saber como analisar e trabalhar a partir dessas informações, extrair dados de geometria, planejar intervenções na área estudada, e para isso ter conhecimentos de Topografia, Sistemas de Coordenadas, Projeções Cartográficas, Sistemas Geodésicos de Referência, diferentes formas de representações da superfície terrestre, de plantas topográficas simples a MDT complexos, Análise Espacial e SIG.

Durante a fase de execução (implantação ou construção) do projeto, uma série de conhecimentos da Geomática são necessários para possibilitar a demarcação de pontos notáveis de um projeto, acompanhar a obra, verificando alinhamentos e posições dos procedimentos durante a execução. Para isso, conhecer instrumentos e técnicas que permitam obter e processar dados em tempo real, pode fazer a diferença no cronograma e no bom andamento do Projeto. A depender da complexidade do projeto, nível de precisão e detalhamento, é importante gerenciar e cadastrar as diversas fases de sua execução e, nesse sentido, além dos levantamentos topográficos e geodésicos, pode ser útil contar com registros de imagens obtidas por RPAS ou por sensores orbitais de alta resolução temporal, levando também em conta a extensão da área de cobertura do projeto.

Figura 2.2 – Atuação da Geomática nas diversas fases do Projeto de Engenharia Civil



Fonte: Adaptado de Silva (2018).

O gerenciamento da obra nem sempre termina com o fim da execução do projeto. Levantamento de *As Built* por exemplo é uma tarefa importante para a qual a Geomática pode contribuir cada vez mais, não só com os levantamentos a partir de Estações Totais, Níveis e GNSS, mas com os sistemas de varredura a *laser*, que permitam obter nuvens de pontos e extrair informações cadastrais do projeto, bem como gerar uma representação gráfica tridimensional do mesmo. Conhecimento de SIG e BIM podem ser importantes e se integrem na fase de gerenciamento.

Para todas essas fases é importante conhecer bem os instrumentos utilizados na disciplina de Geomática e compreender quais suas características, qualidade dos dados e tipos de dados (figura 2.3) que são gerados.

Figura 2.3 – Instrumentos e Tipos de Dados Gerados

Single Point	Point Cloud	Pixel
 <p>Total Station</p>	 <p>Aerial LIDAR</p>	 <p>Terrestrial Photogrammetry</p>
 <p>GNSS</p>	 <p>Terrestrial Scanner</p>	 <p>Aerial Photogrammetry</p>
 <p>Levelling</p>	 <p>Mobile Scanner</p>	 <p>Remote Sensing</p>

Fonte: (SILVA, 2018)

A figura 2.3 é de uma publicação do ano de 2018, e podemos considerá-la desatualizada, pois atualmente há estações totais capazes de coletar nuvem de pontos, ou seja, há estações totais que englobam um laser scanner terrestre. Apenas a título de exemplo pode-se citar os instrumentos SX-10 da Trimble³ e GTL-1000 da Topcon⁴, denominados por suas fabricantes “*Scanning Total Station*” e “*Laser Scanner Total Station*”, respectivamente. Isto mostra o dinamismo da área, que em menos de 5 anos

³ <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-sx10>

⁴ https://www.topcon.co.jp/en/positioning/products/product/3dscanner/GTL-1000_E.html

pode apresentar mudanças significativas, principalmente no que diz respeito ao avanço tecnológico de instrumentos.

Para acompanhar e estar presente nas diversas fases de um projeto é importante para o engenheiro civil conhecer as diferentes fases e possibilidades da Geomática: normas, especificações, regulamentações, padrões, estruturação, propriedades e características da base de dados geoespaciais; planejamento e execução de levantamento de campo e aquisição de dados; sistemas de coordenadas, sistemas geodésicos de referência e processamento e modelagem dos dados; validação, qualidade e precisão dos dados; diversidade de possibilidades de formas de apresentação dos dados e representação das informações espaciais; locação, implantação, controle e acompanhamento de obras; gerenciamento de dados; monitoração geodésica de estruturas e levantamentos cadastrais e *As Built* (SILVA, 2018).

Dessa forma, é preciso pensar os principais temas (grandes áreas) da Geomática que são importantes a serem trabalhadas na formação, em nível de graduação, em cursos de Engenharia Civil (quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Principais temas da Geomática a serem abordados em cursos de graduação em Engenharia Civil.

Temas	Tópicos
Instrumentos Topográficos Clássicos (Estação Total e Nível)	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos, funcionalidades e calibração; • Instrumentos e seus tipos de dados; • Precisão dos dados gerados pelos instrumentos; • Operação dos instrumentos.
Outras Fontes de Aquisição de Dados	<ul style="list-style-type: none"> • Receptores GNSS; • Técnicas de levantamento GNSS, bem como as diferenças entre elas; • <i>Laser scanners</i> terrestres e aéreos; • Aerofotogrametria e Sensoriamento Remoto.
Técnicas de Levantamento Topográfico	<ul style="list-style-type: none"> • Medição de distâncias; • Medição de ângulos e direções; • Nivelamento: geométrico, trigonométrico, a laser e por posicionamento por satélites; • Cálculos Topométricos • Poligonação (levantamento de base e apoio topográfico); • Levantamento de Detalhes;
Referências Geodésicas e Topográficas e Projeções Cartográficas	<ul style="list-style-type: none"> • Plano Topográfico Local; • Forma da Terra e diferentes modelos (Elipsoide e Geoide); • Sistemas de Coordenadas e transformações; • Sistemas Geodésicos de Referência; • Projeções Cartográficas.
Apresentação dos Dados	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas e Cartas analógicas, digitais e em CAD; • Imagens e ortofotos; ortofotocarta • Listas de Coordenadas; • Perfil Topográfico (Perfil Altimétrico); • MDT e MDE; • Mapas Temáticos em ambiente SIG, IDE e WebSIG.

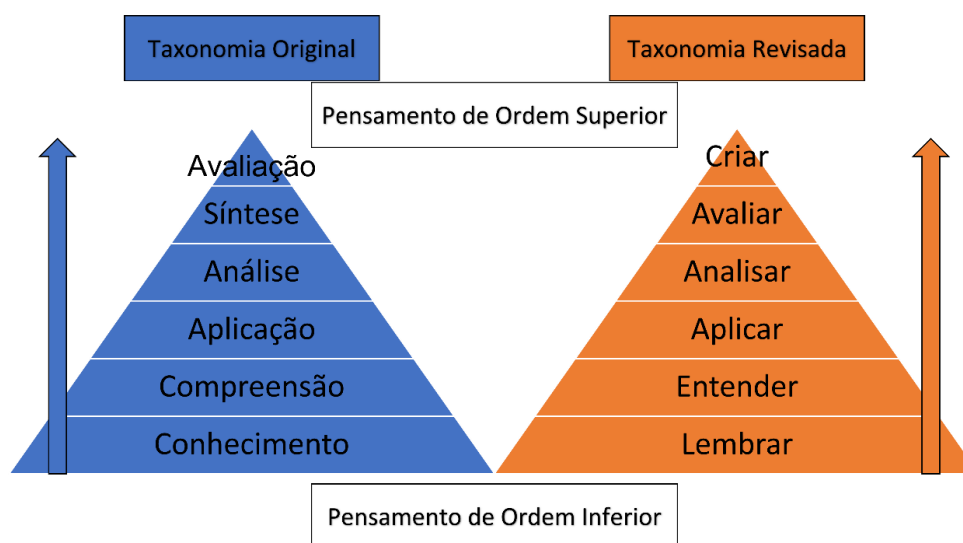
Implantação e Acompanhamento de Projetos	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas e Instrumentos de Locação Topográfica; • Controle Geométrico de Terraplenagem; • Acompanhamento de Obras; • Técnicas e instrumentos de levantamentos de <i>As Built</i>; • Técnicas, instrumentos e métodos de cadastro técnico e multifinalitário.
Monitoramento Geodésico	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de Medição; • Instrumentos disponíveis; • Precisão e nível de detalhamento da informação.
Avaliação da Qualidade de Dados	<ul style="list-style-type: none"> • Teoria dos Erros; • Estatística; • Propagação de erros; • Conceitos Básicos de Ajustamento das Observações e controle de qualidade
SIG	<ul style="list-style-type: none"> • Conceitos de SIG; • Conceitos de Análise Espacial e Geoestatística; • Técnicas, métodos e aplicações de SIG, Análise Espacial e Geoestatística.

Fonte: Adaptado de (SILVA, 2018).

O quadro 2.1 pode ser relacionado com a Taxonomia de Bloom, que é um instrumento metodológico que pode ser utilizado de forma a auxiliar o planejamento didático-pedagógico, baseado no desenvolvimento cognitivo do processo de aprendizagem (BLOOM et al 1956; FERRAZ e BELHOT, 2010). A Taxonomia de Bloom foi atualizada em 2001 por um grupo de especialistas convidados pela Associação de Psicologia Americana (KRATHWOHL, 2002).

Segundo a Taxonomia de Bloom há 6 categorias de domínio cognitivo, sendo que as categorias são dispostas em níveis sequenciais de complexidade. A figura 2.4 apresenta a Taxonomia de Bloom original e Revisada.

Figura 2.4 – Categorias do Domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom Original e Atualizada.



Fonte: elaborado pelo autor com base em (KRATHWOHL, 2002).

Tais categorias são subdivididas em subcategorias, com o objetivo de detalhar a complexidade do desenvolvimento cognitivo da construção do conhecimento, sendo estas subcategorias apresentadas no quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Categorias da Taxonomia de Bloom Revisada e suas respectivas subcategorias.

Recordar	Compreender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Reconhecer	Interpretar	Executar	Diferenciar	Verificar	Gerar
Relembrar	Exemplificar	Implementar	Organizar	Criticar	Planejar
Listar	Classificar	Calcular	Atribuir	Julgar	Produzir
Nomear	Sumarizar	Resolver	Comparar	Recomendar	Criar
Definir	Inferir	Demonstrar	Contrastar	Justificar	Inventar
Escrever	Comparar	Utilizar	Separar	Apreciar	Desenvolver
Apontar	Explicar	Construir	Categorizar	Ponderar	Elaborar hipóteses

Fonte: Adaptado de (KRATHWOHL, 2002).

Os temas apresentados no quadro 2.1 devem ser trabalhados em diferentes níveis de complexidade e aprofundamento, de acordo com o perfil e realidade de cada curso de graduação. As necessidades de informações e produtos da área da Geomática diferem de profissão para profissão.

É diferente também dentro da mesma profissão, ainda mais ao se pensar na Engenharia Civil, que tem como característica uma formação generalista, com possibilidades diversas de área de atuação. A necessidade e o nível de conhecimento da área das informações espaciais de um engenheiro civil especializado em cálculo estrutural são bem diferentes da necessidade e do aprofundamento no conhecimento da Geomática de um engenheiro civil especialista em traçado geométrico de rodovias, apenas para citar um exemplo.

Desta forma, a Taxonomia de Bloom e a aplicação de suas categorias e subcategorias (apresentadas no quadro 2.2) nos temas apresentados no quadro 2.1 tende a auxiliar na construção de um Projeto Pedagógico de Curso e na elaboração das ementas, objetivos e conteúdo das disciplinas da área das informações espaciais em cursos de Engenharia Civil.

Tendo em vista a característica generalista da formação inicial (graduação) em Engenharia Civil, a quantidade de disciplinas da área (geralmente de uma a três disciplinas) e suas respectivas cargas horárias (geralmente disciplinas semestrais com carga horária variando entre 2 e 4 horas aulas semanais), torna-se praticamente impossível trabalhar todos os itens do quadro 2.1 com o mais alto nível de aprofundamento e detalhamento.

Sendo assim, diante desta dificuldade inerente, é preciso olhar para a realidade local e regional em que o curso está inserido, olhar para a realidade institucional, sua história, cultura e tradições, olhar para o presente e o futuro, as tendências da área das informações espaciais e da área da Engenharia Civil e suas possíveis demandas em termos de Geomática, para poder definir o perfil do egresso, suas habilidades e competências

desejadas, para poder exercer quase que um papel de curadoria do conhecimento, selecionando os assuntos da Geomática a serem trabalhados, bem como o nível de complexidade e desenvolvimento cognitivo.

Esta atividade de curadoria é um tema bastante complexo e que exige uma discussão contínua, pois a realidade é relativa ao tempo, as necessidades e demandas mudam e evoluem cada vez mais rápido, assim como as tecnologias e equipamentos. É preciso considerar que não existe uma única fórmula ou maneira de realizar essas escolhas e tomadas de decisões, e que essas elas não são permanentes. Trata-se de um processo contínuo de revisão, aperfeiçoamento e revisão da curadoria, que deve ser sempre balizada pelas legislações e regulamentos, pela realidade do mundo, pela vocação local e institucional e, principalmente, deve se balizar e ter como norte a melhor formação possível de pessoas que estão se tornando novos profissionais.

Sendo assim, este não é um tema que se encerra aqui. Ele é apenas trazido à tona para contribuir com a discussão e com os objetivos desta tese. Serão retomados neste documento nos Capítulos 6 e 7 permeando os resultados e discussões; e da mesma forma, não se encerra nesta tese, pois, como mencionado, as discussões e revisões são contínuas e coletivas.

3. Ensino Remoto e Tecnologias Interativas: Caminhos e Possibilidades

As novas DCNs para os cursos de Engenharia propõem

um novo estímulo à diversidade das formas de aprendizado; a superação da sala de aula e das práticas conservadoras de ensino com ela relacionada; a interação de conteúdos com metodologias de pesquisa e de extensão como forma de aprendizado; a busca de novas metodologias ativas; a ampliação das atividades práticas e novos formatos de avaliação, sempre priorizando o reforço ao aprendizado (OLIVEIRA, 2019a).

Conforme já mencionado anteriormente, as novas DCNs são um convite e um estímulo a se repensar o ensino e formação em Engenharia, a inovar nas práticas educacionais, ampliar o conceito de sala de aula e expandir as possibilidades de atuação, de ambientes e metodologias de ensino, visando o aprendizado significativo dos estudantes.

Nesse sentido é que o Ensino Remoto aparece como uma oportunidade, não necessariamente de substituição do ensino presencial, mas sim como mais um espaço onde o ensino e a aprendizagem podem acontecer, em ambientes diversos que, devido as suas características e particularidades, exigem discussão para avançar no conhecimento sobre como o ensino e a aprendizagem podem ocorrer nesses espaços, permitindo que seja utilizado como potencializador da formação em Engenharia.

Dessa forma, esse capítulo tem como propósito fundamentar o conhecimento sobre o Ensino Remoto para as discussões que se seguirão nos capítulos seguintes. Para tal, está dividido em 4 partes: a primeira que busca fazer um breve resgate histórico do desenvolvimento do Ensino Remoto no Brasil e de sua inserção nos cursos de Engenharia. Na segunda parte são apresentados os conceitos e modalidades de Ensino Remoto. A terceira parte apresenta uma breve revisão da literatura sobre a tecnologia na Educação e suas relações com as técnicas e metodologias de ensino, para subsidiar uma apresentação de tecnologias interativas na Educação, finalizando o capítulo com a última parte que apresenta uma discussão sobre o Ensino Remoto Emergencial (ERE) durante a pandemia COVID-19.

3.1. Breve Histórico do Ensino a Distância

Devido ao distanciamento social da Pandemia COVID-19 passou-se a utilizar o termo Ensino Remoto como definidor do ensino realizado de forma não presencial e com mediação de TIC. Essa é uma tendência para se referir a uma modalidade de ensino bastante conhecida como Educação a Distância (EaD).

Há um consenso entre as publicações sobre a história do EaD (SARAIVA, 1996; MAIA; MATTAR, 2007; BELLONI, 2009; LITTO; FORMIGA, 2009; TORI, 2017; ALVES, 2011) considerando como primeiro marco dessa metodologia de ensino o anúncio publicado pelo professor de taquigrafia Cauleb Phillips na Gazeta de Boston, em 20 de março de 1728, que dizia: “toda pessoa da região, desejosa de aprender esta arte, pode receber em sua casa várias lições semanalmente e ser perfeitamente instruída, como as pessoas que vivem em Boston”.

Essa iniciativa de Cauleb Phillips é, portanto, o marco inicial do EaD e desde então vem se desenvolvendo, mudando e evoluindo com as transformações do mundo. O quadro

3.1 visa apresentar os principais marcos históricos da evolução do EaD no mundo e o quadro 3.2 faz o mesmo em cenário nacional. Esses quadros foram elaborados a partir de publicações que abordam e tratam da EaD e de seu histórico.

Quadro 3.1 – Principais marcos históricos do EaD no mundo.

Ano	Marcos Históricos
1728	• Publicação do anúncio do professor de Taquigrafia Cauleb Phillips na Gazeta de Boston oferecendo ensino da profissão por correspondências.
1829	• Inauguração do Instituto Líber Hermondes (Suécia) que formou mais de 150 mil pessoas através de cursos a distância.
1840	• Inauguração da primeira Escola por correspondência da Europa na Faculdade <i>Sir</i> Isaac Pitman (Reino Unido).
1856	• Ensino de francês por correspondência em Berlim (Alemanha) com incentivo e patrocínio da Sociedade de Línguas Modernas.
1892	• Na Universidade de Chicago (E.U.A.) é criada a Divisão de Ensino por Correspondência para preparação de docentes.
1935	• No Japão teve início a transmissão de programas escolares pelo rádio para complemento e enriquecimento da escola oficial.
1947	• Transmissão, via Rádio Sorbonne, de quase todas as aulas da Faculdade de Letras e Ciências Humanas de Paris (França).
1948	• Na Noruega é criada a primeira legislação para escolas por correspondências.
1956	• Criação da <i>Chicago TV College</i> que inicia a transmissão de programas educativos pela televisão, que foi prontamente replicado por outras Universidades dos E.U.A.
1960	• Surgimento da Tele Escola Primária na Argentina.
1968	• Criação da Universidade do Pacífico Sul, uma Universidade regional que pertence a 12 países-ilhas da Oceania.
1971	• Fundação da Universidade Aberta Britânica.
1972	• Fundação da Universidade Nacional de Educação à Distância na Espanha.
1977	• Fundação da Universidade Nacional Aberta da Venezuela.
1984	• Implantada a Universidade Aberta da Holanda.
1985	• Fundação da Universidade Nacional Aberta Indira Gandhi na Índia.
1987	• Divulgação do Parlamento Europeu sobre as Universidades Abertas na Comunidade Europeia; • Fundação da Associação Europeia de Universidades de Ensino a Distância.
1988	• Fundação da Universidade Aberta de Portugal.
1990	• Implantada a Rede Europeia de Educação a Distância.

1992	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento das primeiras provedoras de internet e início da criação e migração de cursos EaD para a internet.
2008	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento do termo <i>Massive Open Online Courses</i> (MOOC) na Universidade de Manitoba, Canadá.
2020	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino Remoto Emergencial (ERE) em razão da Pandemia COVID-19.

Fonte: Adaptado de (SARAIVA, 1996; MAIA; MATTAR, 2007; VILAÇA, 2010; ALVES, 2011; SOUZA; CYPRIANO, 2016).

Quadro 3.2 – Principais marcos históricos do EaD no Brasil.

Ano	Marcos Históricos
1904	<ul style="list-style-type: none"> • O Jornal do Brasil registra, na seção de classificados, um anúncio que oferece um curso de datilografia por correspondência.
1923	<ul style="list-style-type: none"> • Henrique Morize e Edgard Roquette-Pinto lideraram a criação do Rádio Sociedade do Rio de Janeiro que ofereciam diversos cursos, começando assim o EaD via rádio no Brasil.
1934	<ul style="list-style-type: none"> • Criação da Rádio-Escola Municipal no Rio de Janeiro
1939	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento em São Paulo do Instituto Monitor, primeiro instituto oficial brasileiro a oferecer sistematicamente cursos profissionalizantes a distância e por correspondência; • A Marinha começa a utilizar a formação por correspondência.
1941	<ul style="list-style-type: none"> • Fundação do Instituto Universal Brasileiro oferecendo cursos profissionalizantes de forma sistemática por correspondência. Formou mais de 4 milhões de pessoas no Brasil; • Surgiu a Universidade do Ar que durou até 1944.
1947	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento de uma nova Universidade do Ar com patrocínio do SENAC e SESC que oferecia cursos através do rádio e durou até 1961. O SENAC possui cursos em EaD até hoje.
1959	<ul style="list-style-type: none"> • A Diocese de Natal (RN) criou algumas escolas via rádio que originaram o Movimento de Educação de Base (MEB).
1967	<ul style="list-style-type: none"> • Fundação Padre Landell de Moura criou um núcleo de EaD para oferecimento de cursos via rádio e por correspondência.
1970	<ul style="list-style-type: none"> • Criação do Projeto Minerva para promover educação e inclusão social de adultos. Oferecido pelas Fundação Padre Landell de Moura e Fundação Padre Anchieta em parceria com o Ministério da Educação.
1974	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento, na TV Ceará, de cursos de ensino fundamental que utilizavam material impresso, televisivo e de monitoria.
1976	<ul style="list-style-type: none"> • Criado o Sistema Nacional de Teleducação.
1977	<ul style="list-style-type: none"> • A Fundação Roberto Marinho cria o Telecurso 2000.

1979	<ul style="list-style-type: none"> • A Universidade de Brasília (UnB) começa a oferecer cursos veiculados por jornais e revistas. É considerada pioneira no EaD de Ensino Superior brasileiro.
1989	<ul style="list-style-type: none"> • Na UnB é criado o Centro de Educação Aberta, Continuada a Distância (CEAD) que lança o Brasil EaD.
1992	<ul style="list-style-type: none"> • Criação da Universidade Aberta de Brasília.
1995	<ul style="list-style-type: none"> • Criação do Centro Nacional de Educação a Distância; • Criação da TV Escola, concebido e coordenado pelo MEC, com alcance nacional.
2004	<ul style="list-style-type: none"> • Publicação da Portaria MEC nº 4.059, que trata da oferta de 20% da carga horária dos cursos superiores presenciais, na modalidade semipresencial; • O MEC cria uma série de programas EaD para a formação inicial e continuada de professores da rede pública de ensino.
2005	<ul style="list-style-type: none"> • Criação da Universidade Aberta do Brasil.
2006	<ul style="list-style-type: none"> • Publicação do Decreto nº 5.773, que dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação e sequenciais no sistema federal de ensino, incluindo os da modalidade a distância.
2012	<ul style="list-style-type: none"> • Criação da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP), que oferece cursos de Engenharia, sendo a primeira Universidade Pública virtual do Brasil; • Criado o Veduca <i>EdTech</i>, primeiro MOOC (Curso Online Aberto e Massivo)⁵ de origem brasileira.
2019	<ul style="list-style-type: none"> • Publicação da Portaria MEC nº 2.117, que dispõe sobre a carga horária na modalidade EaD para cursos de graduação presenciais. Essa portaria alterou de 20% para 40% a carga horária máxima em EaD que um curso de graduação presencial pode utilizar.
2020	<ul style="list-style-type: none"> • Publicação da Portaria MEC nº 343, que dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação da pandemia do Corona Vírus – COVID 19.

Fonte: Adaptado de (SARAIVA, 1996; MAIA; MATTAR, 2007; VILAÇA, 2010; ALVES, 2011; SOUZA; CYPRIANO, 2016).

A partir dos quadros 3.1 e 3.2 pode-se perceber gerações distintas do EaD, que Maia e Mattar (2007) propuseram estar divididas em três gerações: a primeira geração trata do ensino por correspondências que utilizava como recursos instrucionais e tecnológicos apostilas, livros e outros materiais impressos; a segunda geração é definida pelas novas mídias e universidades que utilizam como tecnologia instrucional o rádio, televisão e fitas cassetes; a terceira geração tem como forma o EaD *online* ou diferida, que faz uso da internet, arquivos digitais de som e imagem, ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), plataformas de *streaming* (transmissão) *online* de vídeo e/ou áudio, modelos e ambientes 3D, fóruns e redes sociais.

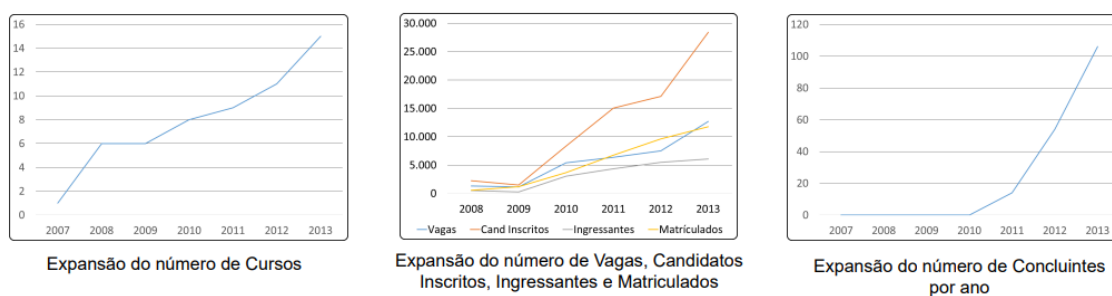
⁵ MOOC – *Massive Open Online Course*

Essa divisão, proposta por Maia e Mattar (2007), não são um consenso, Moore e Kearsley (2008) propõem cinco gerações: 1ª - ensino por correspondência; 2ª - transmissão por rádio e televisão; 3ª - Universidades abertas; 4ª - teleconferências; 5ª - internet.

No campo do Ensino Remoto da Engenharia no Brasil, de acordo com as Sinopses da Educação Superior do INEP⁶, o primeiro curso de Engenharia EaD do Brasil surgiu em 2004, sendo o curso de Engenharia Química da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). O segundo curso foi o curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR).

Depois dessas duas iniciativas pioneiras da PUC-RS e da UFSCAR no início dos anos 2000, outros cursos de Engenharia na modalidade a distância foram criados no Brasil. Um estudo do Observatório da Educação em Engenharia publicou em 2015 uma compilação de dados (figura 3.1) sobre a expansão dos cursos de Engenharia em EaD no Brasil (OLIVEIRA; FAVA, 2015).

Figura 3.1 – Expansão da Formação em Engenharia na Modalidade em EaD de 2007 a 2013.



Fonte: (OLIVEIRA; FAVA, 2015).

Uma atualização desse estudo mostra que no final de 2018, que 91 IES ofereciam um total de 290 cursos de Engenharia em diversas habilitações. Considerando todos os cursos de Engenharia (presenciais e remotos), a modalidade a distância compreende apenas de 5% do total de cursos; no entanto, esses 5% de cursos em modalidade EaD, são responsáveis por cerca de 40% das vagas para cursos de graduação em Engenharia (OLIVEIRA, 2019a).

Em 2004 o MEC permitiu que cursos de graduação presenciais oferecessem 20% da sua carga horária na modalidade semipresencial. Em 6 de dezembro 2019, através da Portaria N° 2.117, o MEC passou a permitir que 40% da carga horária dos cursos de graduação presencial pudessem ser trabalhados em modalidade EaD (MEC, 2019). Também em 2019 “as novas DCNs para os cursos de Engenharia propõem “um novo estímulo à diversidade das formas de aprendizado; a superação da sala de aula e das práticas conservadoras de ensino com ela relacionada” (OLIVEIRA, 2019a). O autor utiliza termos fortes como a superação de práticas conservadoras, e isso tem como objetivo marcar fortemente a posição da ABENGE em consonância com as novas DCNs.

Há um estímulo a se repensar o ensino de Engenharia no Brasil, buscando soluções inovadoras e que estejam alinhadas ao seu tempo. Dessa forma, há condições favoráveis

⁶ <https://www.gov.br/inep/pt-br>

para o desenvolvimento de cursos de Engenharia num formato híbrido, ou seja, que mescle o ensino presencial com o ensino Remoto.

3.2. Ensino Remoto, Ensino a Distância, Ensino Síncrono e Assíncrono: uma discussão conceitual

Pode-se definir EaD como uma modalidade de Educação em que docentes e discentes encontram-se em locais distintos em tempo integral ou quase integral em que estão ensinando e aprendendo. Dessa forma, há uma separação espacial (geográfica), também podendo haver uma separação temporal, entre os diversos atores envolvidos no processo de ensino e aprendizagem (MOORE; KEARSLEY, 2008; TORI, 2017).

Há diversas possibilidades de integração e comunicação entre os docentes e discentes. O aprendizado não ocorre somente via transmissão de conhecimento do docente para o discente, e sim no processo interativo de comunicação efetiva entre docentes e discentes, e que os estudantes aprendem se comunicando com outros estudantes, se comunicando com diversos professores e sozinhos através da significação das novas informações através de seus conhecimentos pré-existentes.

Portanto, o ensino remoto pode ocorrer com um professor a distância e outro presencial em uma sala com os alunos, onde o professor a distância pode interagir síncrona e assincronamente com a turma; também pode acontecer com os estudantes juntos de forma presencial e o professor a distância; pode acontecer com docentes e discentes, todos em locais diferentes, se comunicando em tempo real através de conferência *online* via vídeo ou áudio, ou em tempos assíncronos com a disponibilização de materiais e discussões via fóruns e atividades; pode acontecer com interação direta entre docentes e discentes, onde o professor prepara o material a ser disponibilizado para os estudantes que acessam a esse material, mas não tem acesso ao professor, entre outras formas de viabilizar o ensino e a aprendizagem de forma remota.

A educação à distância só se realiza quando um processo de utilização garante uma verdadeira comunicação bilateral nitidamente educativa. Uma proposta de ensino/educação à distância necessariamente ultrapassa o simples colocar materiais instrucionais a disposição do aluno distante. Exige atendimento pedagógico, superador da distância e que promova a essencial relação professor-aluno, por meios e estratégias institucionalmente garantidos (SARAIVA, 1996).

Independente da forma como o Ensino a Distância acontece, este deve ser pensado e planejado, havendo então o desenho instrucional (*design* educacional) de um curso. Este “deverá se apoiar em uma mistura harmônica de atividades de aprendizagem realizadas em espaços e tempos variados” (TORI, 2017).

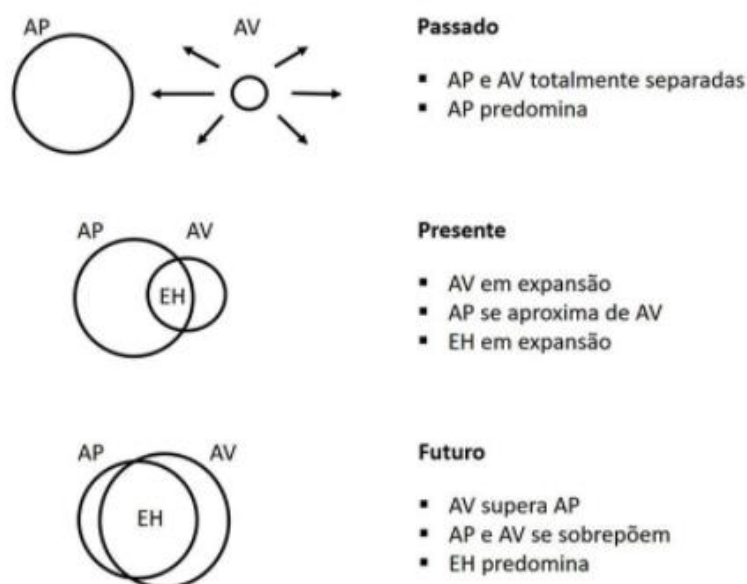
A utilização pedagógica deve ocupar lugar central no processo de planejamento da educação a distância. Respondendo a necessidades educacionais a serem atendidas, as alternativas de efetivação da relação pedagógica são o critério que deve presidir a escolha dos meios, o modo de produzir materiais, a organização da veiculação e dos canais de comunicação à distância entre professores e alunos durante todo o processo (SARAIVA, 1996).

Não há uma fórmula única de desenho instrucional., este deverá ser pensado e planejado considerando os requisitos e objetivos do curso, levando em conta o público-alvo e o perfil da instituição. O desenho instrucional poderá diferir de instituição para

instituição, de curso para curso dentro de uma mesma instituição, e de disciplinas para disciplinas dentro de um mesmo curso. Portanto, deve ser pensado e ocorrer nos diversos âmbitos e níveis de uma IES, dos docentes de uma disciplina e setores departamentais às Reitorias, Pró-Reitorias e Conselhos Universitários (TORI, 2017; BACICH; NETO; TREVISANI, 2015).

Elementos do Ensino a Distância são utilizados e trabalhados no Ensino presencial há bastante tempo, sendo conhecido como *Blended Learning*. Recentemente, através de portarias, o MEC regulamentou e possibilitou a formalização do cômputo da carga horária trabalhada na modalidade remota no total de horas de um curso presencial, possibilitando assim a criação do que se têm chamado de Ensino Híbrido ou Educação Híbrida (figura 3.2).

Figura 3.2 – Evolução dos sistemas de aprendizagem virtual (AV) e convergência com a aprendizagem presencial (AP), gerando a educação híbrida (EH), que deverá predominar no futuro.



Fonte: (TORI, 2017).

O Ensino Híbrido (*Blended Learning*) é uma combinação formal de Ensino Remoto e presencial, que deve ser pensada, planejada e programada de forma a se conhecer as práticas que geram resultados melhores em ambientes virtuais e presenciais, priorizando assim o uso de cada uma delas em seus respectivos ambientes. Portanto, as práticas realizadas no Ensino Híbrido, bem como nas outras modalidades, devem estar em constante processo de avaliação e reorganização do planejamento e do desenho instrucional.

Por fim, há uma discussão, que não é recente (BRANON; ESSEX, 2001; MIRANDA; DIAS, 2003), mas que ganhou evidência devido a Pandemia COVID-19, sobre classificar o ensino quanto a presencialidade temporal, independentemente da presencialidade física, ou seja, uma classificação do ensino quanto a sua sincronicidade (JACQUES *et al.*, 2021; QUINTAIROS; ELISEI; VELLOSO, 2021; RAMOS *et al.*, 2021). Considerando ensino síncrono todas as atividades em que professores e estudantes

interagem em tempo real (geralmente no tempo da aula, mas pode ser o tempo de uma orientação ou de um plantão de dúvidas), seja fisicamente presencial em uma sala de aula, por exemplo, ou “virtualmente presencial” através de uma videoconferência.

E o assíncrono engloba todas as atividades que os estudantes realizam sem a interação em tempo real com professores, ou seja, que o estudante realiza no seu tempo, de acordo com seu planejamento e vontade. Atividades síncronas e assíncronas acontecem há muito tempo na Educação, muito antes do advento da informática e das telecomunicações, no entanto as TIC propiciam mais ambientes e possibilidades de interações síncronas e assíncronas.

3.3. Ensino Remoto Emergencial (ERE)

Entre 2020 e 2022 o Brasil e muitos países do mundo viveram, e em alguns casos específicos, ainda vivem o ERE devido a pandemia COVID-19. Escrever sobre um tema delicado e complexo, recente e que, coexiste com uma volta ao presencial, é um exercício de pensar o fenômeno dentro de seu processo. Dessa forma, o texto está baseado em publicações recentes sobre o assunto e não tem a pretensão de esgotar este assunto.

Em 2020, a pandemia COVID-19 impôs condições de isolamento e distanciamento social. Com a pandemia veio a autorização do MEC para a substituição das aulas presenciais por mediação digital das aulas. Cada IES teve a liberdade e autonomia de decidir como proceder nessa situação. Muitas decidiram suspender inicialmente as aulas para se reorganizarem e após um curto período retomarem as aulas remotamente, outras suspenderam e/ou cancelaram o semestre, enquanto outras migraram imediatamente para o ensino remoto.

Independente do caminho seguido por qualquer IES, é necessário compreender que os caminhos do ensino e da aprendizagem em ambiente virtual é diferente daquele praticado no ensino presencial. Um ensino remoto efetivo exige planejamento, desenho instrucional, padrões e linguagens próprias, onde docentes, discentes e corpo administrativo devem estar preparados para atuar nesse ambiente.

No ERE não houve muito tempo para essa preparação, mesmo as IES que deram uma pausa (de uma semana até 2 meses) e depois retomaram as aulas na modalidade remota não tiveram tempo hábil e desejado para o planejamento, desenvolvimento e preparação de todos os atores envolvidos, daí a justificativa para o emprego do termo emergencial (HODGES *et al.*, 2020)

Esse é um momento em que há uma certa tendência de comparar as práticas, o ensino e a aprendizagem no ERE com o que se praticava no ensino presencial antes da Pandemia. Essa comparação deve ser cuidadosa, não podendo ficar na superficialidade, e deve-se levar em consideração que essa é uma situação de excepcionalidade onde o ensino remoto foi adotado emergencialmente, sem preparação e planejamento, nem um desenho de um projeto para tal (HODGES *et al.*, 2020; ZIMMERMAN, 2020).

Esse é um momento único, que apresenta possibilidades e desafios para o futuro, que devem ser pensados e avaliados sem afobação, verificando o que se pode extrair de lição e ficar como legado para a Educação no mundo pós-pandemia COVID-19.

A Pandemia da COVID-19 apresentou alguns desafios únicos para as Instituições de Ensino Superior. Todas as partes envolvidas - estudantes, professores e funcionários - estão sendo solicitados a fazer coisas extraordinárias em relação à realização de cursos e aprendizagem que não foram vistas nesta escala na vida de ninguém atualmente envolvido. Embora esta situação seja estressante, quando terminar, as

instituições surgirão com uma oportunidade de avaliar o quão bem elas foram capazes de implementar o ERE para manter a continuidade das aulas e da formação. É importante evitar a tentação de equiparar o ERE ao ensino a distância durante essas avaliações. Com planejamento cuidadoso, os funcionários em cada campus podem avaliar seus esforços, permitindo que os envolvidos destaquem os pontos fortes e identifiquem os pontos fracos para estarem mais bem preparados para futuras necessidades de implementação de Ensino Remoto. (HODGES *et al.*, 2020, tradução nossa).

Na EPUSP as aulas logo migraram para o ambiente virtual, utilizando o AVA moodle e disciplinas como um canal de comunicação entre docentes e discentes e utilizando ferramentas de videoconferência *online* como o “Google Meet” e o “Zoom”.

As disciplinas da área da Geomática na EPUSP seguiram o modelo adotado na Escola e migraram para o ensino remoto emergencial mediado por TIC. Houve mudanças nas aulas e nas práticas do ensinar, na forma de avaliar e um grande desafio ficou posto aos docentes dessa área: trabalhar os conteúdos específicos das aulas práticas de campo através do ensino remoto.

3.4. Tecnologia na Educação

A discussão sobre o uso de tecnologia na Educação exige algumas reflexões prévias. É necessário compreender que educar pressupõe um ensinar e um aprender, ou seja, envolve o processo ensino-aprendizagem, onde um conjunto de indivíduos está envolvido no processo de ensinar, enquanto um outro conjunto está envolvido no processo de aprender, podendo haver intersecções entre os dois conjuntos, indivíduos que estão no processo ensinando e aprendendo. Na verdade, no processo ensino-aprendizagem, todos estão aprendendo, o professor aprende para ensinar e enquanto ensina, mas vamos tomar como base e considerar que, nesse processo, alguns indivíduos estão mais envolvidos com a tarefa de ensinar enquanto outros estão para aprender.

Para que haja uma aprendizagem efetiva, ou seja, para que o processo ensino-aprendizagem ocorra e os estudantes passem a ter o domínio cognitivo do tema estudado, desenvolvendo habilidades e competências, é necessário que haja comunicação. Essa comunicação pode ser realizada em combinações de um para um, um para muitos, muitos para um, ou muitos para muitos indivíduos. Para haver comunicação é necessário que haja uma mensagem a ser transmitida de um emissor para um receptor. A forma como essa mensagem é comunicada (transmitida) é o método e o meio pelo qual a mensagem é transmitida é a tecnologia (CASTELLS, 1991).

Qualquer atividade de aprendizagem implica em uma atividade de comunicação, que por sua vez demanda uma ou mais mídias para se efetivar, sendo três os principais canais de comunicação no processo educacional: aluno-professor; aluno-aluno; e aluno-conteúdo. Para que a comunicação seja estabelecida e efetiva nesses canais, ou seja, para que haja aprendizagem, diversas metodologias de ensino e mídias podem e devem ser utilizadas (TORI, 2017).

Para que o processo ensino-aprendizagem ocorra, a mensagem precisa chegar ao receptor de uma forma que este consiga compreender, podendo significá-la, construindo o seu conhecimento e desenvolvendo habilidades e competências. Essa mensagem pode ser emitida de diversas formas, ou seja, há diversos métodos de realizar a comunicação, por exemplo descrevendo um problema e apresentando a solução, descrevendo um problema e estimulando o estudante a buscar a solução, apresentando conceitos e teorias,

entre tantas metodologias de ensino. Da mesma forma, há diversos meios (tecnologias) de realizar essa comunicação, pela fala, que pode ser transmitida diretamente na sala de aula, mas também pode ser transmitida ao vivo via rádio ou gravada e transmitida por alguma mídia de áudio, restringindo apenas a um exemplo dentre tantos possíveis.

O método e a tecnologia sempre estiveram presentes na Educação. No entanto, a partir da década de 1980, devido ao início de uma era de desenvolvimento tecnológico, pode-se dizer que a discussão sobre uso de tecnologia na Educação começou a acontecer de forma intensificada.

Essa discussão ganhou forma com uma discussão estabelecida por dois autores através de suas publicações. Trata-se dos cientistas Richard E. Clark e Robert B. Kozma. Em 1983 Clark publicou no periódico *Review of Educational Research* o artigo intitulado “*Reconsidering research on learning from media*”, onde o autor demonstra sua teoria que a mídia não influenciara na aprendizagem, e propõe que este deve ser um assunto encerrado, e que não se deveria mais produzir estudos sobre a relação da mídia com a aprendizagem, a não ser que alguma teoria diferente da sua fosse sugerida (CLARK, 1983).

Quase uma década depois, em 1991, Kozma publicou no mesmo periódico o artigo “*Learning with media*”, onde o autor responde ao “desafio” de Clark de apresentar uma teoria divergente sobre a influência das mídias na aprendizagem. Essa publicação não é a primeira de Kozma sobre este assunto, no entanto, foi a que causou maior impacto, pois nele o autor apresenta e discorre sobre sua teoria que a mídia é quem influencia na aprendizagem (KOZMA, 1991). Três anos depois Clark faz uma nova publicação em resposta às publicações de Kozma, dessa vez no periódico *Educational Technology Research and Development* intitulado “*Media will never influence learning*”. Nesse artigo Clark responde de forma mais enfática e continua defendendo que o método é que influencia a aprendizagem, independentemente da mídia, e que não se deve mais dispende tempo com este assunto (CLARK, 1994).

Essas não foram as últimas publicações destes autores e de outros sobre este assunto. Há os que defendam uma visão ou outra, no entanto, a comunidade científica caminhou para uma visão menos radical de um lado e de outro, compreendendo que a aprendizagem é influenciada tanto pelo método como pela mídia, sendo o método predominante; desta forma: a efetividade do processo ensino-aprendizagem depende da utilização de métodos eficazes para uma determinada situação, combinando com o uso de uma mídia adequada.

É a metodologia pedagógica, e não a mídia, a responsável por uma aprendizagem bem-sucedida. Há diversos estudos que mostram que não há uma diferença significativa no aprendizado quando se compara o uso de mídias diferentes na educação (RUSSEL, 1999). Ou seja, deve-se ter cautela e evitar chegar à conclusão de que qualquer tecnologia é suficiente para obter bons resultados no processo educacional. Cada mídia tem características distintas que proporcionam funcionalidades e recursos, que podem ou não atender às necessidades do método que irá ser trabalhado, podendo, portanto, a tecnologia ser adequada ou não a metodologia e, conseqüentemente, condicionar o sucesso da aprendizagem (TORI, 2017).

O uso da tecnologia na educação deve ser consciente e escolhido em função dos objetivos educacionais e dos métodos que se pretende utilizar para alcançar a efetividade da aprendizagem. A mídia (tecnologia) deve ser utilizada de forma que potencialize o método e conseqüentemente a aprendizagem. Há de se evitar a escolha da tecnologia apenas porque é a mais moderna, ou porque está na moda. Dependendo do método

utilizado e dos objetivos de aprendizagem, a escolha de uma tecnologia inadequada pode ter um efeito contrário, gerando dificuldades no processo ensino-aprendizagem.

3.4.1. Tecnologias Interativas e Imersivas, Ensino Remoto e Metodologias Ativas

O Ensino de Engenharia “ganhou” novas diretrizes curriculares (DCNs) em 2019 (BRASIL, 2019). As novas DCNs para a formação em Engenharia, desta vez, vão muito além da definição de conteúdo, objetivos dos cursos e perfil do egresso.

As novas diretrizes para o Ensino de Engenharia vão ao encontro das necessidades impostas pelo dinamismo da sociedade nos tempos de hoje, buscando discutir as metodologias de ensino e a maneira como os novos engenheiros são formados, apresentando reflexões e impulsionando quebras de paradigmas ao propor uma reformulação da formação em Engenharia pautada pelo uso de metodologias ativas de aprendizagem, que deve ter os estudantes (futuros engenheiros e engenheiras) como atores centrais e protagonistas da sua aprendizagem e formação.

Oliveira (2019b) apresenta um estudo comparativo entre as novas DCNs e as antigas. Começa estabelecendo que as DCNs tratam a Engenharia como um curso de graduação único, onde as áreas das engenharias (civil, mecânica, química etc.) eram tratadas nas DCNs antigas como modalidades (BRASIL, 2002) e nas novas (BRASIL, 2019) são tratadas como habilitações (OLIVEIRA, 2019b).

Como mencionado anteriormente, as novas DCNs vão além na discussão. Nos artigos 4º de cada uma das DCNs é possível visualizar essa diferença; As DCNs de 2002 estabelece em seu artigo 4º que: “a formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais” (BRASIL, 2002). Já as novas DCNs estabelecem no artigo 4º que: “o curso de graduação em Engenharia de proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais” (BRASIL, 2019).

Comparando os dois artigos fica claro que nas novas diretrizes o objetivo é “desenvolver competências e não apenas fornecer elementos para posterior desenvolvimento” (OLIVEIRA, 2019b), ou seja, o foco que anteriormente era conteudista, dotando o estudante de conteúdos e a partir disso o estudante desenvolve habilidades e competências, deve passar a ter o foco no desenvolvimento das habilidades e competências e estas permitirão ao estudante a desenvolver, compreender e dominar os conteúdos.

As novas diretrizes também trazem em seu artigo 6º um destaque para “atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação” e “o uso de metodologias para aprendizagem ativa” (BRASIL, 2019; OLIVEIRA, 2019b) o que aponta para uma necessidade de articulação e significação da teoria na prática contextualizada, permitindo que grande carga de assuntos a serem trabalhados durante a formação em engenharia possa ser otimizada para a atual realidade de menor carga horária disponível para a formação inicial (graduação) e o dinamismo da modernidade.

Neste artigo 6º das novas diretrizes aparecem, portanto, o uso de metodologias ativas de aprendizagem. Com foco no desenvolvimento de competências, as novas diretrizes preconizam que os currículos devem estar focados em promover a formação por competências, e que para isso se faz necessário a implementação de metodologias adequadas para este objetivo, que são as metodologias ativas.

Outro ponto importante das novas diretrizes é que, ao contrário das antigas DCNs, o docente é considerado, onde o artigo 14 estabelece que o “curso de graduação em Engenharia deve manter um permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo Docente” (BRASIL, 2019).

Diante da necessidade de utilizar novas metodologias de ensino, que muitas vezes virão acompanhadas de novas tecnologias, que estejam em consonância com o mundo atual, se faz necessário o constante aperfeiçoamento do corpo docente através de programas de formação continuada. “O domínio conceitual e pedagógico, imprescindível aos professores, revela-se no conhecimento e na aplicação de estratégias e métodos de aprendizagem ativa, pautadas em práticas interdisciplinares, além da demonstração de compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos” (VILLAS-BOAS; SAUER, 2019).

Há diversas outras mudanças entre as diretrizes antigas e novas, como a substituição do Trabalho de Conclusão de Curso por Projeto Final de Curso, que, assim como todas as demais mudanças vão além de uma mudança de nomenclatura, carregam consigo a mudança do foco e do objetivo da formação do engenheiro, buscando aproximar, cada vez mais, os estudantes da realidade que irão encontrar como engenheiros e preparados para um mundo em constante transformação que exige profissionais e cidadãos com habilidades e competências para atuarem diante dos desafios que irão encontrar.

Tendo, portanto, as metodologias ativas de aprendizagem um destaque nas novas DCNs, ao se pensar nas possibilidades para a formação em engenharia atualmente e no futuro, deve-se considerar e estimular o emprego destas metodologias no Ensino de Engenharia. Moran e Bacich (2017) definem metodologia de ensino como as grandes diretrizes que orientam o processo de ensino-aprendizagem, materializando-se nas estratégias, abordagens e técnicas.

Existem diversas metodologias de aprendizagem classificadas como ativas, dentre as quais, para o ensino de Engenharia, pode-se destacar: instrução por pares (*peer instruction*), Ensino por estudos de casos, aprendizagem baseada em problemas (PBL), aprendizagem baseada em projetos (PjBL), Sala de Aula Invertida (*flipped classroom*), desafios e dinâmicas em grupo, jogos educacionais, aprendizagem cooperativa (*Jigsaw*), aprendizagem baseada em equipes (*Team Based Learning*), exercícios em classe (*In-class Exercises*) e, rotação por estações (BARDINI; SPALDING, 2017; MORAN; BACICH, 2017; VILLAS-BOAS; SAUER, 2019).

Em meio a tantas metodologias disponíveis, mais importante do que conhecer todas, é compreender o que todas elas possuem em comum e que as tornam parte de um mesmo grupo. As metodologias ativas de aprendizagem são “estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida” (MORAN; BACICH, 2017). Uma metodologia de aprendizagem é ativa quando utiliza qualquer “método instrucional que engaje os estudantes no processo de aprendizagem, o que requer, portanto, que eles executem atividades significativas e raciocinem sobre o que estão fazendo” (ELMÔR FILHO, 2019).

“A metodologia ativa caracteriza-se pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem” (MORAN; BACICH, 2017). Portanto, uma metodologia de aprendizagem é ativa quando o estudante

deixa de ser apenas audiência e passa a ser ator principal do próprio processo de aprendizagem (GUDWIN, 2018).

A ideia de uma educação centrada no estudante é mais antiga do que o termo metodologias ativa de aprendizagem. Remonta ao movimento da Escola Nova, liderado por John Dewey, em meados do Século XX, portanto, anterior ao advento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). No entanto, o conceito de aprendizagem centrada no aluno utilizando metodologias ativas de aprendizagem, combinados, de forma adequada, com o uso de TIC podem potencializar o processo de aprendizagem. “Desenvolver metodologias ativas por meio das mídias e das TIC significa reinterpretar concepções e princípios elaborados em um contexto histórico, sociocultural, político e econômico diferente do momento atual” (MORAN; BACICH, 2017).

As novas diretrizes curriculares para as Engenharias propõem que se empregue as metodologias ativas de aprendizagem. Também sugere a formação por um currículo baseado em competências e habilidades, tudo isso com o principal objetivo de tornar a formação de engenheiros adequado ao seu tempo. Dessa forma, é indispensável pensar todas essas mudanças face às tecnologias e aos avanços tecnológicos, bem como olhar para o ensino remoto e híbrido como potencializadores das metodologias ativas e da formação por competências.

A seleção das metodologias utilizadas, dos objetivos educacionais, das competências e habilidades a serem desenvolvidas, dos conteúdos a serem trabalhados e das mídias (tecnologias) que serão empregadas é condição essencial do fazer educação e promover a aprendizagem.

Focando na escolha das tecnologias a serem utilizadas no processo ensino-aprendizagem, “até pouco tempo, essa tarefa era relativamente simples”, pois não havia tantas tecnologias de comunicação disponíveis, e a Educação era mais pautada no ensinar, com uma abordagem geral, de um emissor (seja ele um professor ou um livro, por exemplo) para muitos receptores. “Hoje, entretanto, há uma profusão de tecnologias e possibilidades de composição de mídias. Há também maior atenção em relação às diferenças cognitivas e às características individuais de aprendizagem dos alunos” (TORI, 2017).

Atualmente há um leque extenso de possibilidades de aplicação da tecnologia na educação que vão além (não substituem, extinguem ou tiram o valor) das apresentações digitais (*slides*) e vídeos, mas que possibilitam que haja uma experiência mais interativa e imersiva do estudante, possibilitando que este tenha cada vez mais recursos a sua disposição que possibilitem fazer escolhas e modelar a sua aprendizagem.

Neste trabalho serão apresentados alguns desses recursos que possuem potencial de aplicação na área das informações espaciais: vídeos interativos e plataformas de *streaming*; *quiz* (teste) educacional; videoconferências; *softwares* e aplicativos em *smartphones*; ambientes virtuais colaborativos; simuladores; jogos educacionais (*games*); realidade virtual; realidade aumentada; e ambientes virtuais 3D (metaverso). A seguir, são apresentados alguns desses recursos.

a) Vídeos interativos e plataformas de *streaming*: O vídeo é uma mídia difundida e consolidada na educação. Seu caráter audiovisual permite trabalhar elementos que a escrita, a imagem e som sozinhos não possuem, ao mesmo tempo que tem um poder de romper barreiras da distância temporal e geográfica que uma aula presencial, ou a encenação de teatro, não possuem.

No entanto, o vídeo, por si só, apenas permite a reprodução de seu conteúdo, sem dar a oportunidade do espectador (receptor) interagir com o emissor. Os chamados vídeos interativos passaram a buscar o rompimento dessa barreira de interação receptor-emissor. Há os vídeos que possuem elementos pré configurados, onde não há uma comunicação direta do receptor com o emissor, mas o produtor do conteúdo pode prever algumas situações e dar ao espectador o poder de escolha do rumo que o vídeo irá tomar, ou lançar ao receptor um desafio ou uma pergunta para ser solucionada antes da continuação do vídeo, podendo o receptor interagir com escolhas e reações a situações pré-concebidas (GOSCIOLA, 2003).

Os vídeos em H5P⁷ é um exemplo de recurso que permite a interação reativa do espectador utilizado na Educação e em ambientes virtuais de aprendizagem, onde conteúdos em vídeo podem ser editados para que ocorra interatividade, como por exemplo, uma pergunta com alternativas pode aparecer em determinado trecho do vídeo para que o estudante tenha que refletir e responder sobre o que está sendo apresentado (MOGETTI; BROD; LOPES, 2019).

No entanto, há ainda mais interatividade quando os espectadores podem interagir de forma livre com o emissor, impactando e influenciando o rumo do vídeo. Isso acontece quando há a possibilidade de interação em tempo real. Plataformas de transmissão de vídeos ao vivo, os chamados *streamings*, permitem essa interação, principalmente via texto (*chat*), onde os receptores comentam, respondem a provocações e questionamentos do emissor e podem, de fato, interagir e influenciar no andamento da gravação. A principal plataforma de *streaming* é o Youtube, porém há diversas plataformas com recursos e limitações distintos (BURGEES; GREEN, 2009; NAGUMO; TELES; SILVA, 2020).

b) Quiz (teste) Educacional: Os testes e enquetes já eram utilizados na educação antes mesmo das mídias eletrônicas e digitais estarem presentes na sala de aula. No entanto, em tempos em que o estudante tem acesso a uma gama cada vez maior de opções de entretenimento e distração na palma de sua mão com seu *smartphone*, utilizar esse recurso para promover interação, reflexão e tornar o espaço da aprendizagem mais atrativo tende a ser produtivo.

Há diversos recursos *online* e gratuitos que permitem que testes, *quiz*, enquetes e consulta a opiniões sejam criadas e utilizadas. As plataformas Kahoot! e Mentimeter são dois exemplos de plataformas desse tipo bastante difundidas e utilizadas na Educação. O uso desse recurso permite que docentes e estudantes interajam, que *feedbacks* ocorram de forma instantânea, falhas na aprendizagem sejam identificadas sem a necessidade de esperar uma avaliação formal, como uma prova, por exemplo, aconteça (LEON; PEÑA, 2021; PICHARDO *et al.*, 2021; PEREIRA, 2022).

c) Videoconferências: O uso de recurso de videoconferência na Educação não é uma descoberta ocasionada pela pandemia, há pesquisas sobre este assunto que já mostravam a potencialidade dessa ferramenta para a aprendizagem (MACLAUGHLIN; SUPEMAW; HOWARD, 2004; SEIXAS *et al.*, 2004; DOGGETT, 2008). No entanto, a Pandemia COVID-19 e a necessidade do distanciamento social por ela ocasionado, fizeram com que essa ferramenta fosse rapidamente difundida no meio educacional, sendo a principal ferramenta de substituição da aula presencial (ROCHA *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2021).

⁷ H5P é a sigla de HTML5 *Package* que permite criar, compartilhar e reutilizar conteúdos HTML5 interativo (<https://h5p.org/>)

As videoconferências são uma boa tecnologia que permite transpor barreiras geográficas e conectar de forma interativa diversos indivíduos em tempo real (DOGGETT, 2008).

O uso da videoconferência foi difundido com a pandemia, porém, todas as possibilidades de integração com outras mídias, os recursos que as plataformas de videoconferência possuem nem sempre foram amplamente difundidos e dominados por docentes e discentes, podendo ser subutilizada, ou utilizada como uma ferramenta inadequada a depender da metodologia pensada para a aula.

d) Softwares e aplicativos em smartphones: O Ensino de Engenharia habitualmente utiliza diversos programas específicos durante o processo de aprendizagem, por exemplo os *softwares* de desenho assistido por computador (CAD). Na área das informações essa é uma prática comum e necessária. Seja *software* CAD, de cálculo, tratamento de dados topográficos, processamento de dados GNSS, Sistemas de Informação Geográfica, programas de processamento digital de imagens, até mesmo recursos *online* como o Google Earth e o Google Maps, entre outros podem (e muitas vezes são) utilizados no ambiente de formação na área das informações espaciais. Entretanto, é necessário considerar as restrições impostas pela tela pequena desses dispositivos, que prejudica a visualização e alteração de projetos de engenharia que são, em sua grande maioria, de grande formato.

Atualmente os *smartphones* possuem um grande potencial de aplicação na educação, seja para participar de uma enquete em tempo real, seja para utilizar aplicativos específicos da área das informações espaciais, como, por exemplo, aplicativos que simulam receptores de GNSS de navegação (GPSTest), ou ainda para trabalhar de forma indireta com aplicativos que utilizam a localização para desempenhar suas funcionalidades.

Os *smartphones* estão em franca evolução tecnológica, ampliando a capacidade de armazenamento e processamento de dados, com melhora da qualidade dos sensores embarcados e o desenvolvimento e aprimoramento de aplicativos. Um exemplo dessa evolução com potencial impacto no ensino de Geomática, por exemplo, são as novas gerações de dispositivos móveis com receptores GNSS que permitirão o pós-processamento dos dados coletados no smartphone, integrados com os demais sensores embarcados no dispositivo móvel (AGGREY *et al.*, 2019; ZANGENEHNEJAD; GAO, 2021; BAHADUR, 2022).

e) Ambientes virtuais colaborativos: pode-se definir como ambiente virtual colaborativo todos os recursos digitais conectados em rede que permitam a execução de tarefas por multi-usuários, ou seja, são ambientes virtuais que permitem que um grupo trabalhe em conjunto em um mesmo projeto/documento estando em dispositivos diferentes. A edição do documento ou projeto pode ocorrer de forma simultânea ou não (a depender das características da plataforma utilizada) e os usuários podem ter restrições de visualização e edição a depender do líder do projeto.

O ambiente colaborativo é estimulante para aprendizagem pois permite que estudantes e docentes possam executar projetos de forma ativa fora do ambiente físico da aula, possibilitando a interação entre os grupos, a avaliação e orientação docente, bem como propor ao estudante o protagonismo na busca por soluções de problemas. Como exemplos de ambiente virtual colaborativo pode-se citar as ferramentas do Google de edição de textos e planilhas de cálculo, *softwares* de CAD como o Autodesk AutoCAD, a ferramenta wiki no ambiente virtual de aprendizagem moodle, ou softwares de ensino de matemática como o GeoGebra (ZAMPIERI; JAVARONI, 2018), entre outros.

f) Simuladores: Simuladores são aparelhos e/ou *softwares* que possuem a capacidade de simular comportamentos, fenômenos e o funcionamento de equipamentos, de máquinas, da natureza, de seres humanos e da sociedade, ou seja, os simuladores têm como objetivo reproduzir uma ou mais situações de sistemas naturais ou artificiais, físicos ou virtuais.

O uso de simuladores para ensino e treinamento é uma realidade em diversas áreas. Na área da saúde, a formação em nível de graduação utiliza simuladores para reproduzir situações da vida real em ambientes laboratoriais ou computadorizados com a finalidade de treinar os futuros profissionais da área da saúde para situações que encontraram, ainda em nível de graduação, nos estágios práticos em clínicas e hospitais (TEIXEIRA *et al.*, 2011; OLIVEIRA; PRADO; BEZ, 2013; KEMPFER, 2014; BETTEGA *et al.*, 2019).

Na área das Engenharias, há exemplos de aplicações de simuladores para as áreas de química (OLIVEIRA *et al.*, 2012; ZUMACH; GUIRARDELLO, 2019), meio ambiente (CARVALHO; CARVALHO; SILVA, 2008), elétrica e eletrônica (MOURA *et al.*, 2019; FEITOSA; LAVOR, 2020), mecânica (ALVES; SCHIMIGUEL; ARAÚJO, 2013), transportes e tráfego (DOURADO *et al.*, 2016; DONIN; RUBIO, 2020), entre outros. O próprio uso de um *software* BIM permite a simulação na área da construção civil (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013; VILELA; LIMA; ZANCANELI, 2015).

Há também o uso de simuladores para formação em outros níveis, como por exemplo a formação de pilotos de aeronaves (KORTELING; HELSDINGEN; SLUIMER, 2016; BALDASSARI; PRADO, 2020), e, na última década, o uso de simuladores passou a ser obrigatório para a habilitação de condutores de veículos motorizados no Brasil (CHIANN *et al.*, 2021).

Na Geomática, focando nas áreas da Topografia e da Geodésia há o exercício de utilização dos equipamentos (estações totais, níveis, receptores GNSS) para resolução de exercícios, problemas e projetos que simulam situações com as quais o estudante poderá se deparar no exercício da profissão. Em muitas faculdades, por falta de recursos, os estudantes realizam a atividade prática em campo com equipamentos que, muitas vezes estão defasados (como por exemplo o uso de teodolitos apenas), e que para serem substituídos, são caros, além de demandarem manutenção contínua.

Muitos desses equipamentos são sensíveis e delicados: quedas, esbarrões e trancos podem danificar ou descalibrar o instrumento, por isso, pode ser interessante que o estudante tenha um conhecimento prévio sobre a utilização e operações destes na prática. Para tal, o uso de simuladores virtuais em computadores tende a ser uma ferramenta útil para o ensino da área.

Um exemplo de pesquisa no campo do desenvolvimento de *softwares* de simulação para ensino de Topografia acontece na Universidade de Purdue nos Estados Unidos da América, o VEL^S⁸ (*Virtual Environment for Learning Surveying*) que trabalha no desenvolvimento de um ambiente virtual tridimensional, com a possibilidade de ser acessado online, para simulação de escolha, instalação e operação de equipamentos, leitura de dados, caderneta de campo e escolha de métodos de levantamento, reproduzindo situações que vão de medições simples com trenas a levantamentos mais complexos com estações totais robóticas e receptores GNSS (DIB; ADAMO-VILLANI, 2011; 2016; DIB; ADAMO-VILLANI; GARVER, 2014a; 2014b; LEVIN *et al.*, 2020; HIDALGO-SÁNCHEZ, 2022; IM *et al.*, 2022). Outro exemplo é o SimuSurvey, software

⁸ https://engineering.purdue.edu/IVM/projects.html?_ga=2.148686903.102016618.1653320008-196625003.1653320008#vels

de simulação de Topografia desenvolvido na Universidade Nacional de Taiwan (LU *et al.*, 2009).

g) Jogos educacionais (games): Os jogos, brincadeiras, e o lúdico de forma geral, fazem parte do processo educacional desde o ensino infantil. Também no Ensino Superior, os chamados *games* podem ser bons aliados no desenvolvimento da aprendizagem. Tanto o aproveitamento e a adaptação de *games* desenvolvidos para entretenimento como a utilização de jogos desenvolvidos para serem utilizados na Educação podem ser utilizados.

Há diversas pesquisas e publicações que discutem os *games* na Educação (ALVES, 2005; SHAFFER *et al.*, 2005; GEE, 2006; MATTAR, 2009; DUNN, 2012; PRENSKY 2012). O processo de aprendizagem não deve ser sempre complexo e complicado. Aprender não precisa ser um trabalho pesado se há algum divertimento durante o processo (PRENSKY, 2012).

Em um momento onde a geração de estudantes são nativas do mundo digital, em que os *games* digitais e *online* estiveram presente durante a formação do indivíduo, trabalhar com jogos eletrônicos é uma forma de aproximar estudantes e docentes e de diminuir barreiras geradas pelas distâncias geracionais, além de incentivar o desenvolvimento de habilidades e competências como a liderança, trabalho em grupo, vivenciar situações em papéis distintos e desenvolvimento de raciocínio metodológico ao ter que ir trabalhando por etapas (TORI, 2017).

h) Realidade virtual: “A realidade virtual possibilita que se disponibilizem aos alunos interações realistas com ambientes sintéticos, constituindo-se assim em importante meio para redução de distâncias, principalmente a distância conteúdo-aluno” (TORI, 2017).

A realidade virtual permite que o estudante tenha uma experiência imersiva, experimentando sensações mais próximas da realidade e vivenciando determinadas situações de forma aproximada. A realidade virtual é um tema complexo, a começar pela própria nomenclatura que coloca uma dualidade contraditória do real x virtual em cheque. No entanto, é uma ferramenta que permite a aproximação do usuário a algo que possa estar distante, permitindo vivenciar um ambiente e uma situação real modelada e simulada em um ambiente sintético (TORI; HOUNSSEL; KIRNER, 2020).

i) Realidade aumentada: A realidade aumentada, diferentemente da realidade virtual, tem como principal característica utilizar o ambiente real como pano de fundo para o virtual, ou seja, “tem o objetivo de suplementar o mundo real com objetos virtuais, gerados em ambientes computacionais, de tal forma que aparentem coexistir no espaço real” (TORI, 2017).

Para a Educação, a realidade aumentada é uma ferramenta que permite colocar os estudantes diante de informações reais e virtuais coexistindo, permitindo trabalhar hipóteses de diferentes situações que podem acontecer naquele ambiente, por exemplo. Tanto no campo da realidade aumentada, como no da realidade virtual, existem diversas pesquisas em andamento para o desenvolvimento das tecnologias e aplicações não só na área da educação, mas em diversas áreas da sociedade (TORI; HOUNSSEL, 2020).

Na Geomática há aplicações de realidade aumentada combinadas com o uso de aplicativos em *smartphones* (PÉREZ-MARTÍN *et al.*, 2018), para levantamento cadastral (BEDNARCZYK, 2017). Um exemplo de aplicabilidade da realidade aumentada em conjunto com *games* em um aplicativo em *smartphone* é o uso do jogo Pokémon GO para ensinar habilidades básicas de orientação, leitura de mapas e posicionamento por satélites (CARBONELL CARRERA; SAORÍN; MEDLER, 2018).

O Pokémon GO é um jogo em aplicativo para dispositivo móvel em que os pokémons (uma espécie de animais com superpoderes) podem ser caçados de acordo com a sua localização no mundo, ou seja, utiliza o sistema de posicionamento por satélites e pela rede do celular para localizar os jogadores (mundo real) e os pokémons (mundo virtual), sobrepondo a realidade virtual sobre a real.

Outro exemplo de realidade aumentada de aplicação direta para estudo de Topografia, Geomorfologia e outras áreas correlatas foi desenvolvido na Universidade da Califórnia em Davis (UC Davis). Trata-se do simulador de relevo em realidade aumentada em uma caixa de areia (SARndBox – *Sandbox Augmented Reality*)⁹. O SARndBox é um *software* em código aberto desenvolvido para Sistema Operacional LINUX que ao estar conectado a um projetor e um sensor *Kinectic* do *videogame* XBOX devidamente dispostos e calibrados para uma caixa de areia, calcula e projeta curvas de nível do relevo formado pela areia, permitindo simular chuvas e o escoamento pelo terreno (CARBONELL CARRERA; BERMEJO ASENSIO, 2017; VIRACUCHA QUINGA; SAMY PATRICIO, 2021).

Essa ferramenta de realidade aumentada permite estudos sobre curvas de nível, modelagem tridimensional e modelo numérico e digital de terreno, leitura de pontos e linhas notáveis do relevo, geomorfologia, hidrologia e tantas outras, além de estabelecer conexões com o funcionamento do LiDAR e do processamento de nuvens de pontos. Ao trabalhar com realidade aumentada, utilizando ferramentas tecnológicas que fazem parte do cotidiano dos jovens, quando se realiza a modificação do relevo há o cálculo instantâneo e redesenho e projeção das curvas de nível para o novo modelo do terreno, permite a visualização de características e propriedades das curvas de nível, facilita a compreensão, tornando-a mais significativa (REED *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2018; JACKSON *et al.*, 2019; PRADO; ARAUJO; AMARAL, 2020).

j) Ambientes virtuais 3D (metaverso): são ambientes gráficos computacionais e tridimensionais que permite que pessoas reais possuam “avatares” virtuais e interajam nesse “mundo virtual”. Nesses sistemas, também chamados de metaverso, podem ser simulados ambientes, situações e interações, como uma exposição de trabalhos em formato de pôster ou uma sala de aula, dentre as inúmeras e quase infinitas possibilidades. “Os mundos virtuais multiusuários vão além de metáforas espaciais. Por serem também uma rede social, cada participante sabe que por trás de um avatar há (em geral) uma pessoa real. Isso torna a experiência muito mais envolvente” (TORI, 2017).

Há diversas aplicações e uso de ambientes virtuais tridimensionais para o ensino e aprendizagem, como adaptações do jogo *Second Life* para o Ambiente Virtual de Aprendizagem *Moodle*, o *software* ALICE para ensino de computação, a rede social vTime, e o sistema Virbela *Open Campus*. Esses são alguns exemplos desses ambientes que podem ser utilizados de forma adaptada para uma aplicação na Educação ou desenvolvidos para este fim (COLLINS, 2008; TORI, 2017; GODA; MITSUHARA, 2021).

Todas essas tecnologias apresentadas, combinadas com as metodologias ativas, abrem uma porta para o ensino remoto. Tori (2017) utiliza o termo Educação sem Distância para tratar de um processo educacional em que o ensino não é totalmente presencial e nem totalmente a distância (EaD). Essa “modalidade” é chamada no Brasil como Ensino Híbrido (presencial + remoto), e em inglês de *Blended Learning*. No entanto, pensar a Educação sem Distância, vai além de um hibridismo determinado por

⁹ <https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/>

uma mistura entre ensino remoto e presencial, determinado por legislação sobre máximo e mínimo de carga horária, trata de utilizar os dois “mundos” (presencial e remoto), combinados com as tecnologias educacionais e com as metodologias ativas, de forma a potencializar a aprendizagem (HORN; STAKER, 2015; MORAN, 2015; TORI, 2017).

De fato, muitas das metodologias ativas de aprendizagem, por demandarem dos estudantes um papel de protagonismo, exige que diversas atividades sejam realizadas fora do ambiente da sala de aula. As tecnologias permitem que distâncias geográficas e temporais sejam vencidas, aproximando estudantes, docentes e os conteúdos.

O ensino híbrido e a aprendizagem baseada na competência, bem implementados e em conjunto, formam a base de um sistema de aprendizagem centrado no estudante. Uma característica importante dessa modalidade é que os estudantes desenvolvem um sentido de atuação e propriedade por seu progresso e, subsequentemente, a capacidade de conduzir sua aprendizagem (HORN; STAKER, 2015, p. 35).

De certa forma, no passado, quando se passava uma “lição de casa”, estava-se numa espécie de ensino híbrido, em que o estudante tinha que realizar uma atividade fora do espaço-tempo da aula, buscando nas tecnologias disponíveis o material de apoio e estudo para desenvolvimento da lição. Hoje quando se fala no ensino híbrido, se vai além de uma “lição de casa”, mas olhar para o passado e exercitar essa aproximação pode facilitar a compreensão, aceitação e implementação, desenvolvimento e aprimoramento do hibridismo no processo ensino-aprendizagem.

Nessa linha, Moran (2015) destaca que, por diversas razões, o ensino é híbrido, mas que no mundo atual ele se torna ainda mais híbrido devido ao fato de sermos todos mestres e aprendizes, consumidores e produtores de conteúdo para as mais diversas plataformas para acessar e disponibilizar informações.

São muitas as novas (ou não tão novas assim) tecnologias que podem ser utilizadas e aplicadas no processo educacional. Não se pode desprezar as “antigas” tecnologias, pois há de se ter a visão destas como complementares e não como excludentes. Quando combinadas (as tecnologias) com as diversas metodologias ativas de aprendizagem, apresentam um extenso espectro de opções e combinações possíveis. Essa variedade pode, de alguma forma, um problema para o docente do Ensino Superior. E assim será se for tratado desta maneira, se não for dada a oportunidade de formação e tempo para aquisição do conhecimento e do domínio das técnicas e das tecnologias.

São muitas as questões que impactam o ensino híbrido, o qual não se reduz a metodologias ativas, ao mix de presencial e *online*, de sala de aula e outros espaços, mas que mostra que, por um lado, ensinar e aprender nunca foi tão fascinante, pelas inúmeras oportunidades oferecidas, e, por outro, tão frustrante, pelas dificuldades em conseguir que todos desenvolvam seu potencial e se mobilizem de verdade para evoluir sempre mais (MORAN, 2015, p. 29).

Na verdade, esse extenso leque de combinações possíveis deve ser visto como uma oportunidade e como uma gama de possibilidades, que o docente pode conhecer, compreender, trabalhar, utilizar, dominar e ter como ferramentas disponíveis para serem trabalhadas com as turmas, olhando para as características, potencialidades, dificuldades, necessidades da turma, trabalhando as habilidades, competências e conteúdo que se deseja, potencializando a formação de novos engenheiros.

4. Material e Métodos

Este capítulo tem o propósito de apresentar os aspectos metodológicos, o material e os métodos, bem como os aspectos norteadores que complementam a discussão deste trabalho.

A primeira parte da pesquisa compreende uma revisão da literatura sobre o ERE de Geomática para o curso de Engenharia Civil da EPUSP durante a pandemia COVID e as possibilidades para o uso do ensino remoto e de seus elementos no ensino de Geomática para o referido curso da EPUSP no pós-pandemia.

Como a pesquisa ocorreu concomitantemente com esse período, pretende-se observar como a pandemia COVID-19 e o ERE têm impactado o ensino de Geomática e apresentar projeções para o uso do ensino remoto na área da Geomática, e para isso, recorreu-se a uma metodologia quali-quantitativa (CRESWELL, 2007).

Primeiramente, foi realizada uma revisão da literatura sobre ensino à distância (EaD) e ensino remoto, suas diferentes modalidades, características, potencialidades e fraquezas, bem como uma revisão da literatura sobre o ERE, seus impactos, as condições para sua realização e percepções do corpo docente e administrativo.

Também foi realizado a revisão da literatura e fundamentação teórica sobre a área da Geomática, seu ensino, e sobre as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para as Engenharias, publicada em 2019. A revisão da literatura é um momento importante para compreender o problema e embasar conceitualmente a discussão que se pretende realizar (STAKE, 2011).

O quinto capítulo desta tese representa uma área de transição da fundamentação teórica para a apresentação de resultados e sua discussão. Neste capítulo é realizada uma ampla revisão da história da evolução tecnológica e científica da área das informações espaciais (com ênfase na Topografia e Geodésia), bem como da evolução do ensino desta área na Escola Politécnica da USP. Essa revisão da literatura inclui a apresentação dos resultados da pesquisa histórica, e da compreensão e discussão analítica deste levantamento histórico e pesquisa bibliográfica, fundamentando o olhar para o presente e futuro com apoio do entendimento do passado.

Para tal buscou-se utilizar a metodologia de pesquisa documental, que consiste na análise de documentos em seu estado bruto, ou seja, de material que não foi tratado de forma analítica ou científica. Os objetivos e o problema da pesquisa irão nortear a seleção dos documentos (PIMENTEL, 2001; CELLARD, 2008).

Foram considerados material da pesquisa documental: materiais escritos, como jornais, revistas, decretos, leis, diários, obras literárias, científicas e técnicas, cartas, memorandos e relatórios; documentos estatísticos com registro ordenado e regular; e elementos iconográficos, como signos, grafismos, imagens, fotografias, áudios e vídeos (SILVA; MENDES, 2013). Neste trabalho, efetivamente, os documentos mais utilizados foram decretos, leis, regimentos e regulamentos, obras científicas e técnicas (como por exemplo publicações da Revista Politécnica da época e notas de aulas dos professores), relatórios e documentos estatísticos como os anuários da Escola Politécnica, e fotografias e imagens da época.

Buscando atender aos objetivos e possibilitar a discussão sobre as questões que norteiam este trabalho, estabeleceu-se uma sequência que busca seguir uma linha de raciocínio que possibilite a construção do conhecimento sobre como a EPUSP absorveu

as mudanças provocadas pelas evoluções tecnológicas e científicas no campo do ensino da Topografia.

A sequência priorizada para nortear a apresentação e discussão da análise documental da evolução do Ensino de Topografia na EPUSP foi a linha temporal. Portanto, a discussão tem início na fundação da Escola no final do Século XIX e percorre até o ano de 2020 com a Pandemia COVID-19 e introdução do ERE.

Com o objetivo de proporcionar uma apresentação e discussão mais eficaz, dividiu-se esse período em 4 intervalos de tempo: 1893 – 1934 que compreende o período da criação da Escola Politécnica até a fundação da USP; 1934 – 1972 que compreende o período da fundação da USP até a criação do Departamento de Engenharia de Transportes (PTR); 1972 – 1989, compreendendo o período da criação do PTR até a introdução de equipamentos eletrônicos no ensino de Topografia e Geodésia na EPUSP; 1989 – 2020, que compreende o período que se inicia na introdução de equipamentos eletrônicos no ensino de Topografia e Geodésia na EPUSP até o ERE durante a pandemia COVID-19.

A escolha de realizar a divisão em intervalos temporais tem como objetivo organizar a apresentação dos fatos seguindo uma sequência lógica e temporal, buscando possibilitar uma melhor compreensão sobre estes. O estabelecimento dos intervalos foi realizado através da escolha de fatos marcantes e importantes para a EPUSP e para o ensino da área abordada nesta pesquisa.

Em cada uma dessas partes são discutidos os aspectos gerais sobre a evolução do ensino, como por exemplo, a inserção dos componentes curriculares de Topografia no currículo de Engenharia Civil da EPUSP e os conteúdos trabalhados nestes componentes, corpo docente e suas contribuições, evolução das tecnologias da Educação, evolução dos equipamentos específicos da área da Geomática e os instrumentos utilizados nas aulas na EPUSP, além dos assuntos específicos pertinentes a cada intervalo temporal.

Importante frisar que a seleção dos documentos e a discussão apresentada não tem a pretensão de esgotar a discussão histórica do Ensino de Topografia e Geomática, sim fomentar a discussão dos objetivos e questões desta pesquisa apresentando os pontos disruptivos que geraram mudanças no ensino da área e como essas foram absorvidas e trabalhadas ao longo do tempo.

O material utilizado nesta parte da pesquisa foram documentos de diversas fontes e formatos, por exemplo, documentos históricos digitalizados e analógicos presentes em bases de dados e bibliotecas, cabendo destacar o site “Memória Poli” disponível em <<http://memoria.poli.usp.br/>> e ao acervo da coleção *História Poli* da Biblioteca Central da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Também foram consultados os Anuários da Escola, programas antigos das disciplinas, notas de aula e edições da Revista Politécnica, além de livros, dissertações e teses sobre os temas de interesse.

Quanto aos livros, dissertações, teses e artigos publicados em congressos e periódicos, estes também foram uma boa parte da fonte dos dados e informações coletadas para o levantamento histórico desta parte do trabalho.

Na abordagem sobre a evolução dos equipamentos de Topografia utilizados na EPUSP foram utilizados trabalhos prévios de levantamento do acervo do Museu do Laboratório de Topografia e Geodesia (LTG) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) como fonte de consulta. Estes serviram como ponto de partida para pesquisas posteriores em livros, artigos e *sites* na internet com acervos virtuais de outras Universidades e institutos espalhados pelo mundo.

Também foram feitas pesquisas no Museu LTG EPUSP com a realização de registros escritos e fotográficos, conversas e coleta de informações com Sr. Arildo Fernandes de Moraes, técnico responsável pelo laboratório há mais de 30 anos. Também foram feitas consultas ao setor de patrimônio da EPUSP com a finalidade de obter informações sobre quantidade e datas de aquisição de equipamentos.

Outra fonte importante nesta etapa foi um estudo prévio, não publicado, realizado pelo Engenheiro Mestre Fernando Cesar Dias Ribeiro, gentilmente cedido pelo mesmo como fonte de consulta.

Também foram utilizados como fonte de informações os sítios disponíveis na internet de fabricantes de equipamentos, museus virtuais e Universidades¹⁰; e por fim publicações em periódicos especializados da área e livros que tratam deste assunto também foram consultados.

Cabe ressaltar que este trabalho não é um trabalho que visa realizar uma pesquisa histórica que esgote o tema, abordando pormenores e detalhes, mas sim um trabalho que visa lançar um olhar histórico para a compreensão do processo evolutivo e do impacto das evoluções científicas, metodológicas e tecnológicas no ensino da Topografia.

Com o objetivo de subsidiar a compreensão do momento recém vivenciado (Pandemia COVID-19) foi realizada uma coleta de dados baseada na realização de quatro questionários mistos (Anexos I a IV), contendo questões objetivas (fechadas) e discursivas (abertas), com o objetivo de possibilitar que os participantes da pesquisa possam expressar sua percepção e sua vivência acerca do tema (CRESWELL, 2007). As perguntas dos questionários são sobre o ensino remoto emergencial de Geomática durante a pandemia e perspectivas para utilização de aspectos do ensino remoto pós-pandemia.

Esses questionários foram aplicados a quatro distintos grupos: 1) Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP; 2) Discentes ingressantes no ano de 2020 no curso de Engenharia Civil da EPUSP; 3) Discentes veteranos em 2020 (ingressantes em 2019 ou antes) no curso de Engenharia Civil da EPUSP; 4) Docentes de Geomática (Topografia e Geodesia) para cursos de Engenharia Civil em outras IES.

Os questionários foram aplicados para os grupos 1 e 4 no final do ano de 2020 (entre outubro e dezembro), e para os grupos 2 e 3 no início do primeiro semestre letivo de 2021 (março). O momento de aplicação do questionário do grupo 1 e 4, composto pelos docentes de Geomática da EPUSP e de outras IES no final do ano de 2020, teve o objetivo de aproveitar o período de fim de um ano em que esses professores, entre os meses de março e abril, se depararam com a suspensão das aulas e com a adoção gradativa

¹⁰ Virtual Museum of Surveying disponível no link http://www.surveyhistory.org/how_old_is_my_instrument.htm;

Museu da Ciência e Técnica da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) disponível no link <https://mct.ufop.br/> ;

Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) disponível em <https://igeo.ufrgs.br/ig/index.php/museus/94-museu-de-topografia-prof-laureano-ibrahim-chaffe> ;

Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) disponível no link <http://www.mast.br/pt-br/> ;

Collection of Historical Scientific Instruments da Harvard University disponível no link <https://chsi.harvard.edu/> ;

Surveying Instrument Museum of Surveying and Geospatial Engineering (SAGE) da University of New South Wales disponível no link <http://www.sage.unsw.edu.au/Instrument%20Collection> ;

Museo Galileo – Istituto e Museo di Storia della Scienza disponível no link <https://www.museogalileo.it/en>;

History of Science Museum da University of Oxford disponível no link <https://hsm.ox.ac.uk/> ;

O último acesso realizado em todos esses endereços eletrônicos ocorreu em 26 de setembro de 2019.

do ERE pelas IES. Portanto, se tratava de um instante onde esses docentes possivelmente já haviam experimentado novas tecnologias e técnicas, estando no fim de ano letivo, estabelecendo, portanto, uma oportunidade para repensar os desafios e oportunidades que lhe foram proporcionadas por este ano atípico.

Já para o grupo de discentes o questionário foi aplicado no início do ano letivo de 2021, ou seja, em um momento em que estudantes já haviam experimentado o ERE durante praticamente todo o ano letivo de 2020, tiveram férias entre o ano letivo de 2020 e 2021 e estavam retomando os estudos ainda no formato remoto. Com isso evitou-se período de fim de semestre, onde o estudante tende a estar cansado, em período de avaliações, podendo alterar o padrão de respostas ao questionário acerca de sua percepção sobre o ERE.

Ainda sobre o grupo de estudantes, cabe destacar que as respostas foram procuradas em dois grupos distintos: ingressantes em 2020 (grupo 2) – como a Geomática I está no primeiro semestre da grade curricular de Engenharia Civil da EPUSP, esse grupo entrou na Universidade acostumado com aulas presenciais no Ensino Médio, iniciou o período letivo com aulas presenciais e logo migrou para o ensino remoto, tendo provavelmente seu primeiro contato com essa realidade, tendo como uma de suas disciplinas o objeto de estudo deste trabalho, as aulas de Topografia e Geodésia na Geomática I; veteranos em 2020 (grupo 3) – esses estudantes tiveram Geomática I de forma presencial quando ingressaram no curso (2019 ou antes), e passaram o ano letivo de 2020 estudando de forma remota, ou seja, conhecem a realidade do ensino presencial na EPUSP, inclusive da Geomática, e tiveram a oportunidade de experimentar o ERE durante o ano de 2020. Por serem veteranos, espera-se que este estudante tenha uma melhor percepção e concepção da cultura e da realidade da formação do engenheiro civil na EPUSP e da inserção e aplicação da Topografia e da Geodésia na sua formação. Dessa forma, solicitar a estes que respondessem ao questionário, foi um convite a um exercício de repensarem a formação em Engenharia Civil que cursaram (ou estão cursando) na EPUSP, focando na Geomática, e expressarem onde o ensino remoto poderia potencializar ou atrapalhar essa formação.

Para todos os grupos de respondentes foi enviado um e-mail com um breve texto explicando a pesquisa, com o link de acesso ao formulário disponibilizado pela ferramenta *Google Forms*¹¹ e convidando a acessarem e responderem o questionário contribuindo, de forma gratuita e sem ônus aos respondentes, com essa pesquisa. Em todos os formulários, a primeira página tratava-se do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que explicitava a descrição da pesquisa e do questionário, os possíveis riscos inerentes a participação da pesquisa, os possíveis benefícios ao participante voluntário, além de esclarecer que a escolha de participar da pesquisa foi livre, ou seja, ninguém foi obrigado a responder ao questionário, informar que qualquer participante poderia em qualquer momento solicitar sua desvinculação a pesquisa, bem como assegurar que informações pessoais não serão divulgadas, garantindo sigilo de participação.

Na o capítulo de análise das respostas, estas foram realizadas em três partes: a primeira parte abrange o Grupo 1 (docentes de Geomática I da EPUSP); na segunda parte é realizada uma análise conjunta das respostas dos Grupos 2 e 3 (discentes ingressantes e veteranos de Engenharia Civil da EPUSP); por fim, a terceira parte apresenta e analisa as respostas do Grupo 4 (docentes da área de Topografia e Geodésia de outras IES). Para cada grupo a análise será realizada em três partes: a) caracterização e perfil do grupo de

¹¹ <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>

respondentes; b) análise quantitativa descritiva das respostas do grupo sobre o ERE de Geomática; c) análise quali-quantitativa das respostas do grupo sobre o ERE de Geomática. Com isso busca-se definir o perfil dos grupos de participantes, compreender de forma a geral a opinião dos grupos sobre o ensino de Geomática de forma remota e, por fim, aprofundar a compreensão da percepção destes grupos sobre o assunto (CRESWELL, 2007).

Tudo isso foi feito pensando que se busca apontar caminhos e apresentar possibilidades para adoção do ensino híbrido no ensino de Geomática (Topografia e Geodésia) na EPUSP, discutindo a utilização de metodologias ativas de aprendizagem e de tecnologias educacionais interativas e imersivas, que utilizem de momentos de ensino remoto que, bem planejados para serem utilizados combinados com o ensino presencial, potencializem a aprendizagem e, conseqüentemente, a formação dos nos engenheiros politécnicos.

“Não são as crises que mudam o mundo, e sim nossa reação a elas.”

(ZYGMENT BAUMAN)

5. Evolução do Ensino de Topografia (Geomática) na Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP

O ensino de Topografia acontece desde a fundação da Escola. Teve um papel importante na Engenharia e no desenvolvimento e exploração territorial nacional no final do Século XIX. Desde os anos iniciais da EPUSP a Topografia desempenha esse mesmo papel de importância nos ambientes da Escola.

Este capítulo 5 tem como objeto central a Topografia e seu ensino no ambiente da EPUSP. Para isso inicia-se com o tópico que discorre sobre a fundação da Escola Politécnica de São Paulo e como a Topografia esteve inserida e contribuindo para a criação da escola.

A apresentação deste capítulo segue uma divisão temporal de quatro intervalos distintos e consecutivos percorrendo toda a história do ensino de Topografia no curso de Engenharia Civil da EPUSP. Essa divisão coincide com os 4 subitens diretos deste Capítulo: 5.1 (1893 – 1934: Da criação da Escola Politécnica até a fundação da Universidade de São Paulo); 5.2 (1934 – 1972): Da fundação da USP até a criação do Departamento de Engenharia de Transportes); 5.3 (1972 – 1989: Da criação do Departamento de Engenharia de Transportes à Introdução de Equipamentos Eletrônicos no Ensino de Topografia da EPUSP); e 5.4 (1989 – 2020: Da Introdução de Equipamentos Eletrônicos à Pandemia COVID-19 e o ERE).

A apresentação desses subitens é subdividida de acordo com as especificidades de cada período; entretanto busca discutir de forma geral alguns assuntos pertinentes e importantes para a compreensão das mudanças ocorridas ao longo do tempo no ensino de Topografia, no curso de Engenharia Civil da EPUSP.

As discussões iniciais têm como objetivo contextualizar o cenário daquele intervalo, apresentando as evoluções tecnológica e científica que impulsionaram mudanças no exercício da Topografia, que por sua vez tiveram algum impacto no ensino desta área.

Posteriormente são apresentadas as influências administrativas e normativas, internas e externas à EPUSP, no ensino da Topografia, ou seja, irá olhar para as mudanças de regimentos bem como as influências de reformas universitárias no ensino da disciplina.

Seguindo, ainda sobre o prisma dos aspectos administrativos do ensino se lança o olhar para a inserção da Topografia e disciplinas afins nos currículos de Engenharia Civil. Essa parte do trabalho busca apresentar a quantidade e conteúdo de disciplinas, carga horária, posição no currículo e momento em que é lecionada, para compreender possíveis mudanças que podem ter acontecido no ensino de Topografia e sua relação com as mudanças no curso e na disciplina.

Na sequência, é apresentado e discutido o conteúdo das disciplinas de Topografia e sua evolução ao longo do tempo. Olhar para esse processo evolutivo dos conteúdos lecionados visa permitir estabelecer conexões e verificar a influência das evoluções e mudanças administrativas e na própria área da Topografia e compreender como essas

evoluções foram absorvidas e incorporadas no ensino da disciplina. Esse olhar permite compreender a filosofia do ensino de Topografia na EPUSP.

No último intervalo de tempo são apresentadas e discutidas as contribuições e as relações do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes com o ensino de Topografia na Graduação.

Por fim, são apresentados os equipamentos de Topografia do Museu do Laboratório de Topografia e Geodésia (LTG) da EPUSP. Essa apresentação ocorre de forma cronológica, complementando e enriquecendo a discussão da evolução do ensino da Topografia na Escola.

5.1. 1893 – 1934: Da criação da Escola Politécnica de São Paulo até a fundação da Universidade de São Paulo

Neste primeiro período que tem como início o ano de 1893 quando da criação da Escola Politécnica de São Paulo e percorre um período de 4 décadas até o ano de 1934 quando ocorre a fundação da Universidade de São Paulo (USP).

Este foi um período em que a Escola funcionou como IES independente, antes da fundação da USP, exercendo protagonismo no contexto paulistano, paulista e brasileiro, por influência de seu fundador e primeiro diretor (Antônio Francisco de Paula Souza) e o corpo docente e discente que o compôs.

O início deste item apresenta uma breve discussão sobre a inserção da Topografia no contexto da Fundação da Escola, apresentando, em seguida, o estado da arte da Topografia e de áreas correlatas no final do Século XIX e no início do Século XX.

Posteriormente discute-se o ensino da Topografia na Escola Politécnica antes da fundação da USP, apresentando como este começou no início da Escola e foi evoluindo e se adaptando as mudanças que ocorreram no período. Finaliza-se este item apresentando os equipamentos de Topografia utilizados até o ano de 1934 e uma linha do tempo dos principais marcos históricos que influenciaram o ensino da área neste período.

5.1.1. A Topografia na Fundação da Escola Politécnica de São Paulo

A EPUSP foi fundada poucos anos depois da Proclamação da República no Brasil (1889). O contexto político, econômico e social pelo qual atravessava o Brasil e o Estado de São Paulo favoreceu a criação das Escolas de Engenharia no Brasil. Nesse contexto a Escola Politécnica de São Paulo foi a terceira Escola de Engenharia do Brasil, sendo a primeira a Escola Politécnica do Rio de Janeiro¹² e a segunda a Escola de Minas de Ouro Preto¹³ (LOSCHIAVO DOS SANTOS, 1985; TELLES, 1994).

A EPUSP foi fundada como *Escola Polytechnica de São Paulo* pelas leis estaduais nº 26 e nº 64 do ano de 1893, tendo seu primeiro regulamento publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo pela lei nº 191 do mesmo ano. As leis que implicaram na fundação

¹² Escola Politécnica do Rio de Janeiro: criada em 1792 como Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho e passando ser chamada como Escola Politécnica do Rio de Janeiro em 1874 e se incorporando a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1920 (TELLES, 1994).

¹³ Escola de Minas de Ouro Preto: fundada em 1876 e incorporada à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) em 1969 (TELLES, 1994).

da EPUSP têm em Antonio Francisco de Paula Souza, eleito deputado estadual em 1892, seu principal defensor. (LOSCHIAVO DOS SANTOS, 1985).

O início do funcionamento nas dependências da Escola no Solar do Marquês de Três Rios conhecida como “Poli Velha” (primeira instalação da EPUSP) aconteceu no ano de 1894 (DIAS e CARDOSO, 2014). A fundação da Escola previa os cursos de Engenharia Industrial, Engenharia Agrícola, Engenharia Civil e o curso Anexo de Artes Mecânica. “Francisco de Paula Souza, fundador da Politécnica e seu primeiro Diretor, organizou a Escola tendo como modelo as escolas germânicas “Technische Hochschule”, os institutos superiores de tecnologia, que combinavam o conhecimento matemático e científico com a tecnologia e a inovação” (GOLDEMBERG, 2015).

A EPUSP nunca teve um curso de graduação específico de Engenharia de Agrimensura ou Cartográfica, apesar de durante um período da história conceder o título de Agrimensor (1893-1965) e Engenheiro Geógrafo (1894-1897) para os alunos da Escola que cursassem um elenco mínimo de disciplinas dentro de outros cursos de graduação.

Esse contexto de não ter um curso de graduação de uma Engenharia específica da área das Informações Espaciais é relevante ao estudar a história e a evolução de uma área que está presente na EPUSP desde a sua fundação. Mais do que apenas estar presente, a Topografia e áreas correlatas não foram meros coadjuvantes na fundação e na história da Escola.

Um exemplo da relevância da Topografia para a fundação da Escola é o fato de o próprio Paula Souza, fundador e primeiro diretor da EPUSP, reconhecer e considerar que o Gabinete Topográfico de São Paulo (1835-1849) foi o predecessor da EPUSP, influenciando positivamente e sendo importante para que a Escola fosse criada (BEIER, 2013).

Outro exemplo do protagonismo e importância da Topografia foi a proposta de Paula Souza de introduzir a utilização de um novo instrumento no Brasil que permitia agilizar os levantamentos topográficos na construção de estradas de ferro. Trata-se do taqueômetro CLEPS, sobre o qual escreveu um livro (SOUZA, 1895) e pessoalmente se tornou uma referência para consultas acerca de topografia travando contatos com a CGG, na pessoa de seu diretor, Orville A. Derby e com Luiz Cruz, diretor do Observatório Nacional, e que coordenou os trabalhos para demarcar o quadrilátero para a construção da nova capital do Brasil no planalto central (CAMPOS, 2007).

E assim no final do Século XIX foi criada a Escola Politécnica de São Paulo, que teve na Topografia uma base importante e que permaneceu importante ao longo da história da Escola.

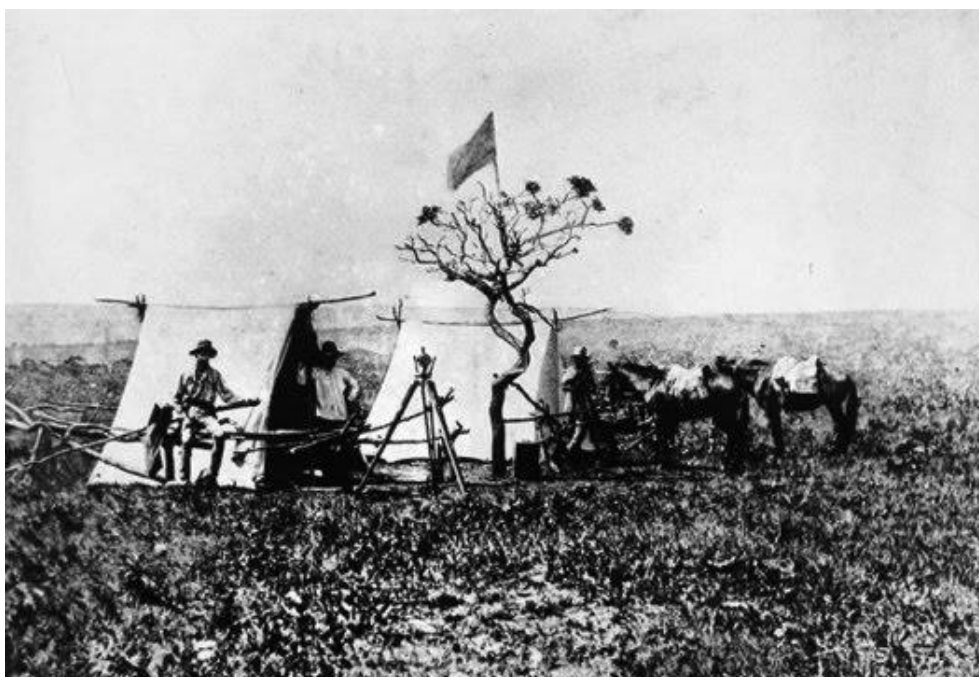
5.1.2. Estado da Arte da Topografia no Final do Século XIX e Início do Século XX

No momento da Fundação da Escola Politécnica a Topografia estava baseada em levantamentos com trena, taqueômetros, trânsitos, teodolitos e níveis óptico-mecânicos. A existência desses equipamentos nesse período só foi possível devido a algumas invenções e evoluções ocorridas anteriormente. No Anexo V é apresentado um quadro com os principais fatos históricos e evoluções tecnológicas da Topografia e de áreas afins, desde o final do Século XIX até o final da segunda década do Século XXI.

No final do Século XIX diversas expedições de desbravamento, mapeamento e expansão da ocupação do território paulista e brasileiro foram realizadas, muitas contando

com observações astronômicas, geodésicas e topográficas (figura 5.1). Obras de infraestrutura, principalmente a construção de estradas de ferro que ligavam o interior de São Paulo à capital e ao Porto de Santos tinham os levantamentos topográficos como base para a sua execução (CGG, 1887; CAMPOS, 2007; CAMPOS & GITAHY, 2009; BEIER, 2013; TIBÚRCIO, 2013; SANTOS & CARLOS, 2017).

Figura 5.1 – Acampamento da Missão Cruls, para a demarcação do quadrilátero do DF, com um teodolito ao centro da fotografia. Finais do século XIX



Fonte: (MORIZE, 1894).

No mundo todo expedições de observações astronômicas e geodésicas eram realizadas para a implantação de redes de triangulação, linhas de base e determinação do elipsoide e do geoide (figura 5.2). Foi um momento em que inclusive Helmert, considerado o pai da Geodesia moderna, propôs a Geodesia como uma ciência própria. Os efeitos do seu trabalho impulsionaram a Geodesia e tem influência até os dias atuais (VANICEK e KRAKIWSKY, 1986; TORGE, 1991; GEMAEL, 1995; IHDE & REINHOLD, 2017).

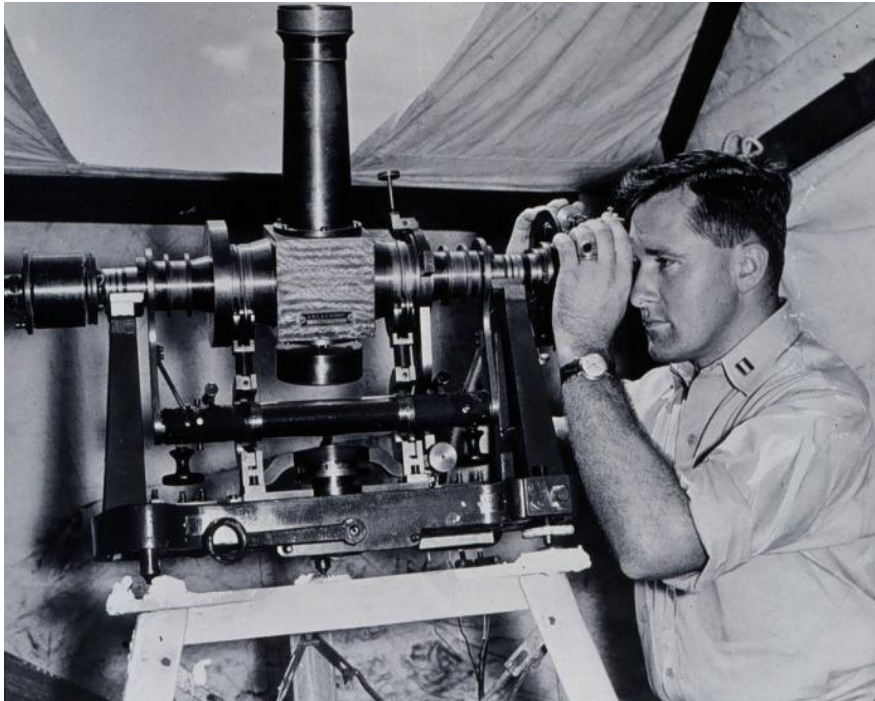
A Topografia era base para obras de infraestrutura sanitária e de estradas no mundo. Também foi base para a expansão da ocupação territorial em diversos países, como por exemplo nos Estados Unidos da América onde George Washington, Thomas Jefferson, Abraham Lincoln e Hebert Hoover antes de se tornarem presidentes dos E.U.A. de alguma forma trabalharam com topografia (*surveyors*) (SPURR, 1951; WOLF, 2002).

Foi nesse cenário que a Escola Politécnica de São Paulo foi fundada. Um momento em que a Topografia e a Geodesia estavam em pleno desenvolvimento e utilização. Era um momento de evolução e consolidação da própria ciência, como também da sua utilização em obras de Engenharia.

E é com essa visão da aplicação prática da Engenharia para impulsionar o desenvolvimento nacional e paulista que a Escola surgiu. Criada com base nas Escolas de

Engenharia alemã, essencialmente práticas, tinha como premissa a formação do engenheiro com uma forte base conceitual e prática para aplicação da Engenharia no desenvolvimento paulista e nacional.

Figura 5.2 - Teodolito para medições Astronômicas para determinações precisas da latitude, longitude e azimute.



Fonte: (NGS, 2019).

O fim do Século XIX e início do Século XX foi um período de grandes evoluções científicas no campo das teorias, conceitos e experimentações que possibilitaram inovações e avanços tecnológicos no futuro. Um exemplo disso são as fotografias aéreas, que antes eram obtidas a bordo de balões, e que com o advento da aviação no início do Século XX, geraram o desenvolvimento da aerofotogrametria (NOVO, 2010).

A ampliação do conhecimento sobre a Radiação Eletromagnética (REM) e suas possíveis aplicações, desenvolvimento também do invar – liga metálica a base de níquel e ferro - que viria a garantir melhor precisão em medições devido ao seu baixo coeficiente de dilatação térmica, sendo material base para a fabricação de miras estadimétricas (GRUNER, 1977; WASSERMANN, 1991; WOLF, 2002). Neste período também aconteceu a I Guerra Mundial, menos tecnológica do que a segunda, porém ocorreram avanços no campo da ciência e da tecnologia impulsionados pelo período beligerante.

Durante o período das duas Guerras Mundiais o desenvolvimento tecnológico e científico praticamente acompanhou o desenvolvimento militar: as invenções, evoluções e melhorias em processos e instrumentos tinham como finalidade o aumento do poderio bélico e militar. Essa relação é mais forte na II Guerra Mundial (HARTCUP, 2000; LAMOREAUX e SOKOLOFF, 2009).

Para a prosperidade dos objetivos de Defesa de uma nação e efetividade em tempos de Guerra o conhecimento territorial e seu mapeamento foi e continua sendo imprescindível. Nesse sentido muitas evoluções do período das duas guerras mundiais e

do período pós-guerra direta e indiretamente impactaram a área da Topografia e de ciências afins. Ocorreu devido a importância do domínio do conhecimento do território para o sucesso no combate, havendo assim grandes investimentos para o desenvolvimento de instrumentos e metodologias que proporcionassem avanços no conhecimento do território, para mapeamento e para o posicionamento e navegação de tropas.

No mundo, a partir do final da década de 1920 e início da década de 1930, fabricantes suíças (Wild e Kern) e alemã (Zeiss) entre outras, começaram a desenvolver e promover melhorias nos instrumentos óticos, no caso da Topografia, nos teodolitos e níveis. Estes instrumentos ganharam em precisão e em recursos que facilitavam as leituras em campo, além de terem seus tamanhos e pesos diminuídos, tornando-os mais fáceis de serem transportados, possibilitando ganho de tempo nos levantamentos de campo. Apesar de começarem a ser desenvolvidos entre 1920 e 1930, esses equipamentos foram utilizados em larga escala no mundo entre as décadas de 1950 e 1980. O Teodolito Wild T-3 é um exemplo disso, desenvolvido em 1925, foi utilizado em larga escala entre 1952 e 1984, sendo fabricado até o ano de 1985¹⁴ (DRACUP, 1997). Foi um equipamento que deu um salto de qualidade de precisão a época e por isso foi utilizado por tanto tempo.

No Brasil, o final do Século XIX e início do Século XX foi um momento de criação de diversas Escolas de Engenharia e de consolidação da Engenharia Nacional, impulsionadas pelo contexto político e econômico brasileiro que havia recentemente se tornado uma República (1889) (TELLES, 1994; SANTOS e SILVA, 2008).

As três primeiras décadas do Século XX no Brasil foram um período político no cenário nacional conhecido como República do café com leite devido ao forte domínio paulista e mineiro no comando político do país.

Em 1930 ascendeu ao poder através de um golpe o gaúcho Getúlio Vargas iniciando um período de 15 anos de governo absolutista no país. Dentro desse contexto houve um movimento para criação de Universidades em território nacional, no entanto não havia consenso sobre o modelo universitário que se pretendia (BRAGGIO, 2019).

Foi neste contexto de início da Era Vargas no cenário nacional e momento pré II Guerra Mundial no cenário internacional que a Escola Politécnica junto a Faculdade de Medicina, Faculdade de Direito, Faculdade de Farmácia e Odontologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) e com a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, fundaram a USP em 1934 (GOLDEMBERG, 2015).

5.1.3. O Ensino de Topografia na Escola Politécnica antes da fundação da USP

A história e a evolução do ensino da Topografia na EPUSP estão permeadas e influenciadas pela evolução estrutural e administrativa da Escola e da Universidade que por sua vez são regulamentadas por legislações e regimentos em nível federal e estadual. É preciso compreender que desde a sua fundação, a Escola Politécnica está situada em um contexto geográfico, político, social e econômico, e que esse ambiente exerceu influência sobre a evolução e os rumos da Escola.

Com o passar do tempo a EPUSP foi se adaptando as mudanças, evoluções e desafios que lhe foram postos. Essas mudanças e necessidades de adaptação geram alterações nos regulamentos e regimentos da instituição. Por fim as mudanças regimentais e administrativas podem ser refletidas em mudanças nos cursos e disciplinas, onde cada

¹⁴ https://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/geodetic_survey_1807.html

área, departamento e docente precisa se adaptar e se moldar de acordo com as novas realidades impostas.

No âmbito geral da EPUSP, as principais mudanças são contempladas nos 15 regulamentos de 1893 a 2020. O Anexo VI apresenta um quadro com as mudanças regimentais da Escola, o ano em que ocorreram, os cursos que têm Topografia no currículo e o tempo de duração do curso. As mudanças regimentais impactam na estrutura e dinâmica da Escola, bem como nos cursos, departamentos e disciplinas.

Durante as primeiras décadas da Escola ocorreram diversas mudanças nos regimentos e nos cursos ofertados, sendo essas mudanças naturais do processo de evolução de uma instituição inovadora, em que o caráter experimental se fez presente, de modo a consolidar o ensino e a formação do engenheiro politécnico.

Até a fundação da USP foram 8 mudanças regimentais da Escola Politécnica. Além da Engenharia Civil, a Topografia também foi cadeira na formação de engenheiros agrônomos, engenheiros arquitetos, agrimensor e engenheiro geógrafo, sendo estes dois últimos, títulos concedidos e não cursos.

O curso de formação de engenheiros geógrafos pouco durou, sendo oferecido apenas entre 1894 e 1897, e o curso de formação de engenheiros agrônomos foi oferecido até 1910, passando a ser oferecido apenas na Escola Agrícola Prática de Piracicaba fundada em 1901 (atual ESALQ). O curso de formação de engenheiros arquitetos teve novas matrículas até o ano de 1947 e sendo extinto na EPUSP no ano de 1954. A formação de Arquitetos e Urbanistas na USP passou a ser realizada na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) fundada em 1948. Na EPUSP também se concedeu o título de mão-de-obra técnica de agrimensor até 1965 àqueles que cursassem uma combinação de matérias integrantes dos cursos superiores de Engenharia (LOSCHIAVO DOS SANTOS, 1895).

O quadro apresentado no Anexo VII evidencia a influência das mudanças regimentais e administrativas e possíveis mudanças nas disciplinas. Apenas pelos nomes das disciplinas não se pode concluir que esta foi alterada substancialmente, mas é um indício de que a necessidade de realizar a adaptação da disciplina para a sua inserção ao currículo do curso é um momento propício para que a disciplina seja revisada e repensada.

No entanto, algumas mudanças são notáveis ao olhar a evolução das disciplinas e da Topografia em particular e sua inserção nos currículos de Engenharia. No início da EPUSP a Topografia era lecionada em conjunto com elementos de física matemática e trigonometria esférica.

Logo no ano seguinte a fundação da Escola, a trigonometria esférica e elementos de física matemática foram retirados dos nomes das disciplinas que passa a se chamar “Topographia, Elementos de Geodesia e Astronomia”. Apesar de a trigonometria esférica não estar mais presente no nome da disciplina, ao analisar os documentos sobre o conteúdo das disciplinas, pode-se verificar que este conteúdo continuou presente no conteúdo da disciplina devido a sua importância para as áreas de cálculos geodésicos e astronômicos.

Entre os anos de 1902 e 1924, apesar de variações nos nomes das disciplinas, há uma permanência na estruturação da divisão das disciplinas da área, em que se verifica a existência de duas cadeiras e algumas aulas (nome dado a disciplinas focadas no desenvolvimento de trabalhos e atividades práticas). A primeira cadeira aborda a parte teórica da Topografia durante o segundo ano do curso de Engenharia Civil e no ano seguinte a outra cadeira aborda a teoria em Geodésia e Astronomia. Nas aulas práticas

são trabalhadas as execuções de exercícios e trabalhos práticos de levantamento de campo, cálculos, desenhos e demais trabalhos de escritório.

Entre os anos de 1925 e 1930 as duas cadeiras foram compactadas em apenas uma que contemplava os conteúdos teóricos de Topografia, Geodésia e Astronomia, sendo que o mesmo aconteceu com as aulas práticas que foram condensadas em apenas uma disciplina. Tanto a cadeira como a aula estiveram inseridas no 3º ano do curso de Engenharia Civil durante esse período. Essa condensação do conteúdo em um ano de curso foi desfeita nos anos seguintes. Não se encontrou registros sobre essa alteração, porém pode-se levantar hipóteses; o mais provável é que essa condensação do conteúdo, na época, não deve ter sido considerada adequada para o ensino da Topografia, Geodésia e Astronomia.

Em 1931 voltou-se a dividir o ensino da área em duas cadeiras, onde a primeira cadeira abordava o ensino teórico de Topografia e a segunda de Geodésia e Astronomia, e ao menos a existência de uma Aula de Desenho Topográfico e Cartográfico. As principais diferenças, neste período, para o período anterior onde havia essa mesma divisão, foi a mudança das cadeiras para o 1º e 2º anos do curso e a diminuição de aulas e de suas cargas horárias.

Neste período, apesar das diversas mudanças de regimento e de nomenclatura nas disciplinas e sua inserção na grade curricular da Engenharia Civil, as principais mudanças no ensino ocorreram quando houve mudança dos docentes responsáveis pelas disciplinas.

O primeiro professor da cadeira de “Topographia e Elementos de Physica Mathematica” foi o Lente Catedrático João Pereira Ferraz, permanecendo na disciplina de 1894 a 1897 (EPUSP, 1907). O Professor João Pereira Ferraz, juntamente com os professores Luiz Gonzaga de Campos, Manoel Ferreira Garcia Redondo, Francisco de Paula Ramos de Azevedo e Luiz de Anhaia Mello, foram os 5 primeiros docentes nomeados da Escola Politécnica (LOSCHIAVO DOS SANTOS, 1985).

Apesar de ter sido o primeiro responsável pela cadeira de Topografia, Geodésia e Astronomia, João Pereira Ferraz tinha como principal área de atuação a hidráulica e saneamento, área em que era muito reconhecido por sua atuação e também foi lente da cadeira desta área.

Poucos anos depois da fundação da Escola, ainda no Século XIX, assumiu como lente da cadeira de Topografia, Astronomia e Geodésia o professor João Duarte Junior. Pouco tempo depois, nos anos iniciais do Século XX esse docente continuou como lente catedrático da cadeira de Topografia, enquanto Rogerio Fajardo assumiu a posição de lente catedrático de Geodésia e Astronomia.

Também no início do Século XX, no ano de 1902, o professor Lúcio Martins Rodrigues, aos 26 anos de idade, se tornou lente substituto da EPUSP. Nesse período ministrou aulas de desenho topográfico e auxiliou Rogerio Fajardo na cadeira de Astronomia e Geodésia.

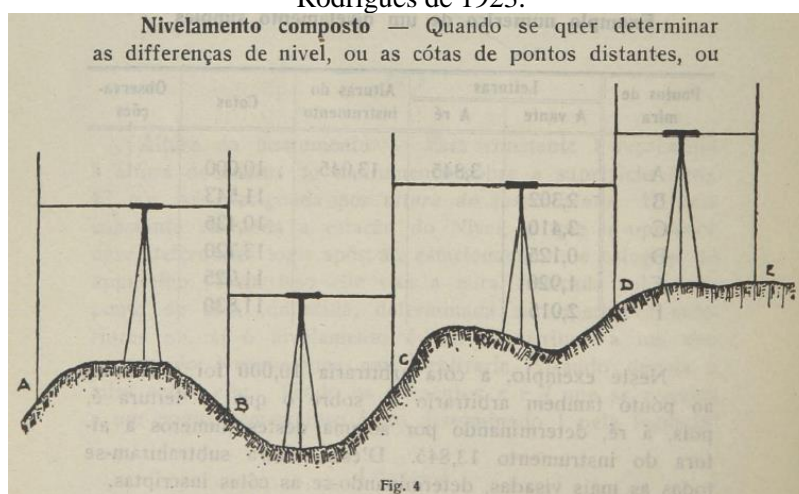
No final da década de 1910 Lúcio M. Rodrigues, devido ao afastamento por motivos de saúde de João Duarte Junior, assumiu interinamente a cadeira de Topografia, continuando como auxiliar de Rogerio Fajardo. Foi na década de 1920 que deixa a posição de interino e assume a posição de lente efetivo e promove as mudanças significativas no ensino de Topografia.

O professor Lúcio Martins Rodrigues, catedrático e depois diretor da Escola e reitor da USP, junto com seus colegas Francisco Behring e Rogério Fajardo, foram

precursores no ensino da Astronomia em São Paulo. Rogério Fajardo publicou, em 1907, na “Revista Polytechnica”, um estudo sobre a evolução da geodésia dividido em 6 partes.

O Professor Lúcio Martins Rodrigues foi responsável pelo projeto do Observatório Astronômico da Escola Politécnica na Praça Buenos Aires construído em 1933 (SANTOS, 2014), local e observatório que foram utilizados para aulas e trabalhos de campo de Topografia. Sobre as aulas de topografia, desenvolveu material impresso com as notas de aula (figura 5.3), promoveu mudanças, inclusão de conteúdo: abordagem da teoria dos erros como um tema independente e importante para a Topografia; abordagem de novas projeções cartográficas; utilização dos teodolitos Keuffel & Esser nas aulas e trabalhos práticos; locação topográfica; e o aprofundamento em Geodesia e Astronomia (RODRIGUES, 1923).

Figura 5.3 – Nivelamento Composto apresentado nas notas de aula do Prof. Lucio Rodrigues de 1923.



Fonte: (RODRIGUES, 1923).

Em 1920, o engenheiro civil formado em 1914 pela EPUSP, Henrique Jorge Guedes assume a posição de lente assistente na área de Topografia, Astronomia, Geodésia e Mecânica. Henrique J. Guedes veio a assumir como lente catedrático das cadeiras de Topografia, Geodesia e Astronomia substituindo os professores Lúcio M. Rodrigues e Rogério Fajardo. No início da década de 1930 o professor Paulo Ferraz de Mesquita passou a fazer parte do quadro de assistentes no ensino da Topografia.

Neste período a realização do exercício em campo era o levantamento topográfico com teodolitos, níveis e taqueômetros na Praça Buenos Aires. A realização dos levantamentos neste local se deve ao fato de ali se situar a sede do Observatório Astronômico da EPUSP e das determinações geodésicas realizadas por Lúcio Martins Rodrigues.

O desenho topográfico e cartográfico era ensinado separadamente da cadeira de Topografia, sendo estes trabalhados de forma prática em aulas específicas sobre o tema, aulas essas que normalmente eram ministradas por professores auxiliares. Essa divisão durou até os anos 70.

Essa evolução e transformação podem ser vistas no quadro presente nos anexos VIII e IX. O Anexo VIII apresenta os temas e conteúdo que compõem o eixo estruturante do Ensino de Topografia na EPUSP, e no Anexo IX é apresentado um quadro com as

principais mudanças e evoluções no conteúdo dos componentes curriculares de Topografia por temas do eixo estruturante do Ensino de Topografia na EPUSP.

5.1.3.1 Os instrumentos de Topografia utilizados na EPUSP até 1934

Outra forma de acompanhar as mudanças na Topografia é através dos instrumentos e suas evoluções. No ensino da Topografia, olhar para os instrumentos utilizados para as aulas também são uma boa forma de compreender como as mudanças nas áreas e evoluções dos instrumentos impactaram e transformaram o ensino.

Ao longo do tempo, modernos instrumentos foram adquiridos pela EPUSP para as aulas de Topografia e podem auxiliar a contar uma parte da história do ensino da Topografia, na Escola e no Brasil. A maioria desses equipamentos são de fabricação europeia, entretanto existem exemplares de fabricação norte americana, italiana, asiática e nacional.

Desde a fundação da Escola Politécnica há um laboratório de Topografia. Inicialmente chamado de Gabinete de Topografia, teve sua primeira instalação, ainda de forma precária, no Solar do Marquês de Três Rios (LOSCHIAVO DOS SANTOS, 1985). Sobre a instalação do Gabinete de Topografia, há um registro do primeiro diretor da Escola:

Alguns instrumentos comprados nesta cidade, formam o início do Gabinete de Topographia, que ainda não pôde receber uma organização regular e definitiva, para qual aliás falta espaço, dependendo por consequência de nova edificação (cf. PAULA SOUZA, 1895).

Ao longo do tempo, com as mudanças na Escola, novos equipamentos foram comprados, o gabinete foi se estruturando e se organizando. Posteriormente passou a se chamar Laboratório de Topografia e depois Laboratório de Topografia e Geodésia (LTG), que, dentre outras atribuições, é responsável pelos instrumentos de Topografia e Geodésia da EPUSP. Com os equipamentos antigos, o LTG também mantém um museu onde há equipamentos que fizeram parte da história desse mais de um século de ensino de Topografia na EPUSP.

Os equipamentos estão catalogados e dispostos no Museu do Laboratório de Topografia e Geodesia (LTG) da EPUSP. O Museu do LTG localiza-se no Prédio da Engenharia Civil da EPUSP no *campus* da Cidade Universitária na capital paulista (figura 5.4). Nele diversos equipamentos que compuseram a história das Informações Espaciais na Escola Politécnica estão acondicionados e expostos. O museu também conta com um sítio na internet denominado Museu Virtual do Laboratório de Topografia e Geodésia¹⁵.

Dentre os equipamentos utilizados desde os inícios na EPUSP, os principais e mais utilizados são os teodolitos, níveis ótico-mecânicos, taqueômetros e trânsitos. amplamente utilizados em aulas e trabalhos de campo até o surgimento de equipamentos eletrônicos.

¹⁵ <https://ltgwebmstr.wixsite.com/ltgptr/museu-virtual>

Figura 5.4 –Equipamento no saguão de entrada do Museu do Laboratório de Topografia e Geodésia (LTG) da EPUSP



Fonte: Acervo do Autor.

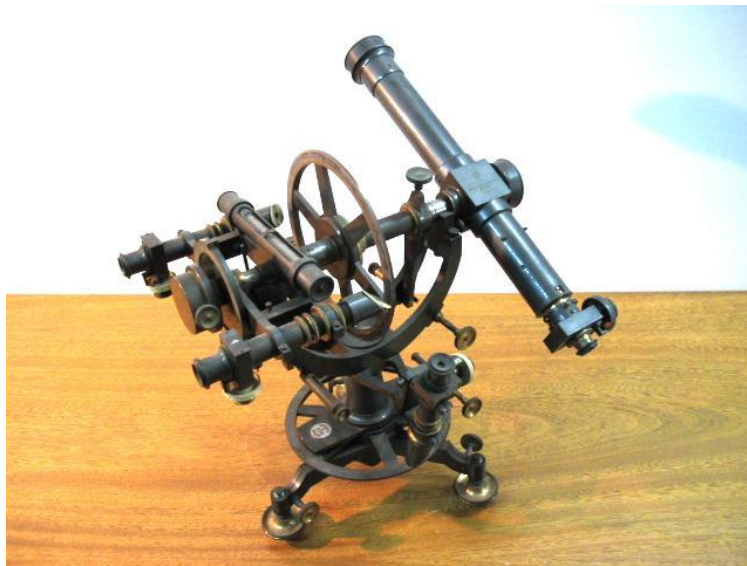
A utilização destes equipamentos pode ser verificada através das ementas e descrições dos conteúdos das cadeiras de Topografia existentes e disponíveis nos acervos do Memória Poli e da Biblioteca Central da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, onde o ensino não só do uso e aquisição de dados com os equipamentos eram realizados, mas também o conhecimento detalhado e minucioso dos componentes e do seu funcionamento (EPUSP, 1898; 1909; 1920; 1946). Também é possível encontrar esse detalhamento nas notas de aula do Curso de Topografia do Professor Lúcio Martins Rodrigues do ano de 1923 (RODRIGUES, 1923).

Nos anos iniciais da Escola, os equipamentos Salmoiraghi foram muito utilizados, mas não foram os únicos. A Filotecnica Salmoiraghi foi fundada em 1864 em Milão (Itália), tendo como seu fundador Ignazio Porro (1801-1975) com o nome de Filotecnica. Porro foi um importante inventor e construtor de instrumentos óticos e geodésicos, sendo um dos grandes construtores italianos que muito contribuíram para o avanço científico e tecnológico do Século XIX, e uma de suas principais contribuições foi o projeto de telescópios analíticos, um sistema de lentes com focos variáveis, o que hoje se conhece por *zoom*, essa invenção contribuiu imensamente para a evolução dos instrumentos óticos no século XIX (SUTERA, 1990; DAVIDSON, 2010; FANG & CECCARELLI, 2016).

Porro também foi professor no Politécnico de Milão onde teve como aluno Ângelo Salmoiraghi, que começou a ajudá-lo na fábrica, e em 1871 passou a ser sócio da Filotecnica e em 1890 o único dono (SUTERA, 1990; DAVIDSON, 2010; FANG & CECCARELLI, 2016; CONCA, 2017). Com Salmoiraghi, a empresa expandiu seus negócios. O catálogo tinha mais de 300 itens, incluindo instrumentos astronômicos, telescópios, instrumentos geodésicos e topográficos, de navegação e desenho. Em meados do Século XX foi responsável por desenvolver grandes avanços na precisão dos níveis (BRUSCAGLIONI, 1955; FANG & CECCARELLI, 2016, CONCA, 2017).

No Museu do LTG EPUSP estão presentes cinco equipamentos dessa Fabricante Italiana. O primeiro exemplar é o Teodolito Salmoiraghi n° 13924 (figura 5.5), Teodolito Salmoiraghi n° 19401, sendo estes dois primeiros instrumentos de fabricação aproximada entre o final do Século XIX e início do Século XX. O terceiro instrumento é o Teodolito Salmoiraghi, este, porém de fabricação aproximada do segundo quarto do Século XX, e há também o Teodolito Salmoiraghi 32465. Além desses existe um quinto equipamento que é um Nível Salmoiraghi de alta precisão n° 11565 (figura 5.6) com precisão nominal de 0,5 mm/km.

Figura 5.5 – Teodolito Salmoiraghi n° 13924.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Figura 5.6 – Nível Salmoiraghi de alta precisão n° 11565.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Além da Salmoiraghi, nesse momento da Escola foram utilizados equipamentos da empresa Troughton & Simms fundada em Londres no ano de 1826 por Edward Troughton (1756-1835), e por William Simms (1793-1860) que era um excelente artesão e um homem de negócios (SKEMPTON & BROWN, 1973; MCCONNELL, 1994). No início do Século XX a empresa sofreu a fusão com a empresa T. Cooke & Sons, Ltd, formando a Cooke, Troughton & Simms, e posteriormente, de 1963 a 1988, funcionou como Vickers Instruments Ltd (MCCONNELL, 1992).

Na Escola Politécnica existem dois teodolitos deste fabricante, um ainda da Troughton & Simms e outro de fabricação da Cooke, Troughton & Simms (figura 5.7).

Figura 5.7 – Teodolito Cooke, Troughton & Simms.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Também foram utilizados na Escola Politécnica equipamentos fabricados pelo alemão Gustav Heyde, sendo uma Luneta Meridiana e um Teodolito Astronômico, ambos instrumentos de uso para a Astronomia. Também foram utilizados em observatórios astronômicos no Brasil como os do Rio de Janeiro e Ouro Preto (SANTOS, 2014; BARBOZA, 2015; FERREIRA & GRANATO, 2017).

Outro importante fabricante de instrumentos do qual foram adquiridos equipamentos nesta época é a W & L E Gurley, Troy NY pertenceu aos irmãos William E. e Lewis E. Gurley e teve origem na parceria dos irmãos Gurley com Jonas Phelps na Phelps e Gurley no ano de 1845, sendo que no ano de 1852 os irmãos compraram a parte de Phelps mantendo a empresa sob o controle dos Gurley (BELL, 2002).

No Museu do LTG EPUSP estão disponíveis dois instrumentos de fabricação Gurley: o Teodolito Transit W & L E Gurley, Troy NY número de série 7823 e o nível W & L E Gurley, Troy NY (figura 5.8).

O instrumento da figura 5.8 é um nível, conhecido como “Nível de Gurley”, porém o exemplar disponível no acervo do Museu LTG EPUSP não possui número de Série, e se trata de um instrumento mecanicamente simples.

Figura 5.8 – Nível W & L E Gurley, Troy NY sem número de série.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Um indício de que sua fabricação data do final do século XIX é um trecho extraído do Relatório da Comissão Geográfica e Geológica (CGG) do Estado de São Paulo (SANTOS & CARLOS, 2017) descrevendo o uso do Nível de Gurley em campo nas expedições de Theodoro Fernandez Sampaio no ano de 1886 em trabalhos para a CGG:

"Em 1886 tiveram começo os trabalhos a Comissão pela medição da base de Campo Largo. Escolhida a posição desta na posição mais favoravel ao seu desenvolvimento, nas planícies do sul de Araçoyaba, procedeu-se a sua medição e verificação na extensão de cerca de 6 kilometros, empregando-se a fita de aço de 30 metros, estendida sobre cavalletes, firmemente implantados no solo, mantendo-se-lhe uma tensão uniforme de 8 kilos e assinalando-se o extremo de cada trenada com o talho de uma lâmina cortante; a direcção do alinhamento dada e verificada a theodolito; as diferenças de nivel determinadas com nivel de Gurley. Dous thermometros de mercurio, um exposto ao sol para a temperatura do ambiente e outro applicado á fita ou trena, por egual tempo, em cada trenada, forneciam os elementos do calculo de dilatação da fita. Effectuadas a medição e verificação da base foi a mesma fita retirada do serviço até sujeitar-se á aferição com o metro padrão" (CGG, 1887).

Outros fabricantes dos quais também foram adquiridos equipamentos ainda durante a fase inicial da escola são: Pistor & Martins Berlin; Bausch & Lomb; Carl Bamberg; J. B. Blanc; P. Gautier; Gundersen & Loken; Richer, Guyard, Canary et Cie, Successeurs.

Também foram adquiridos pela Escola Politécnica já incorporada à Universidade de São Paulo equipamentos desses fabricantes, além de outros como do fabricante alemão Otto Fennel & Söhne, da japonesa Fuji-Koh Co e da norte-americana Keuffel & Esser.

Sobre os equipamentos Otto Fennel & Söhne, sabe-se que estes tiveram, nos pós Segunda Guerra Mundial, o período auge de sua produção. No Museu de Topografia do LTG existem dois exemplares desses equipamentos, um teodolito e um teodolito astronômico. Já da empresa japonesa Fuji-Koh Co existe um exemplar de um teodolito.

Na década 1920 foram adquiridos 20 teodolitos tipo trânsito Keuffel & Esser com bússola (figura 5.9), para serem utilizados em aula e trabalho de campo do curso de Topografia da Escola (CINTRA, 1993). Esses teodolitos tinham precisão estimada de 30'' com limbos vertical e horizontal com graduação de 1'.

Figura 5.9 – Teodolito Keuffel & Esser Co. – Fabricado em Nova York no ano de 1944.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Os teodolitos de fabricação Keuffel & Esser foram muito utilizados na Escola Politécnica e em outras escolas de engenharia do país, bem como na prática profissional (cf. ARAÚJO & GRANATO, 2017; SOUSA & ROSAS, 2019).

Quanto aos equipamentos acessórios, estes são tão necessários quanto os instrumentos de medição. São eles que viabilizam e permitem que as observações sejam realizadas com estabilidade e precisão. Assim como os instrumentos de medição, os acessórios também evoluíram ao longo do tempo.

Os tripés utilizados na época eram feitos de madeira, pesados, e os mais antigos (figura 5.10) não possuíam regulagem de altura através das pernas.

Durante esse primeiro período estes foram os instrumentos utilizados na Escola Politécnica, sendo estes equipamentos de ponta que puderam ser trabalhados e utilizados no ensino da Topografia nas primeiras décadas da Escola.

Para finalizar este primeiro período, apresenta-se uma linha do tempo (figura 5.11) com o intuito de sintetizar o conteúdo apresentado.

As evoluções tecnológicas e descobertas no campo das ciências desta época tiveram pouco impacto imediato na Educação, estas evoluções e descobertas alicerçaram avanços posteriores, principalmente durante a II Guerra mundial e Guerra Fria. Durante esse período as mudanças políticas tiveram maior influência em mudanças no ensino no âmbito da Escola Politécnica.

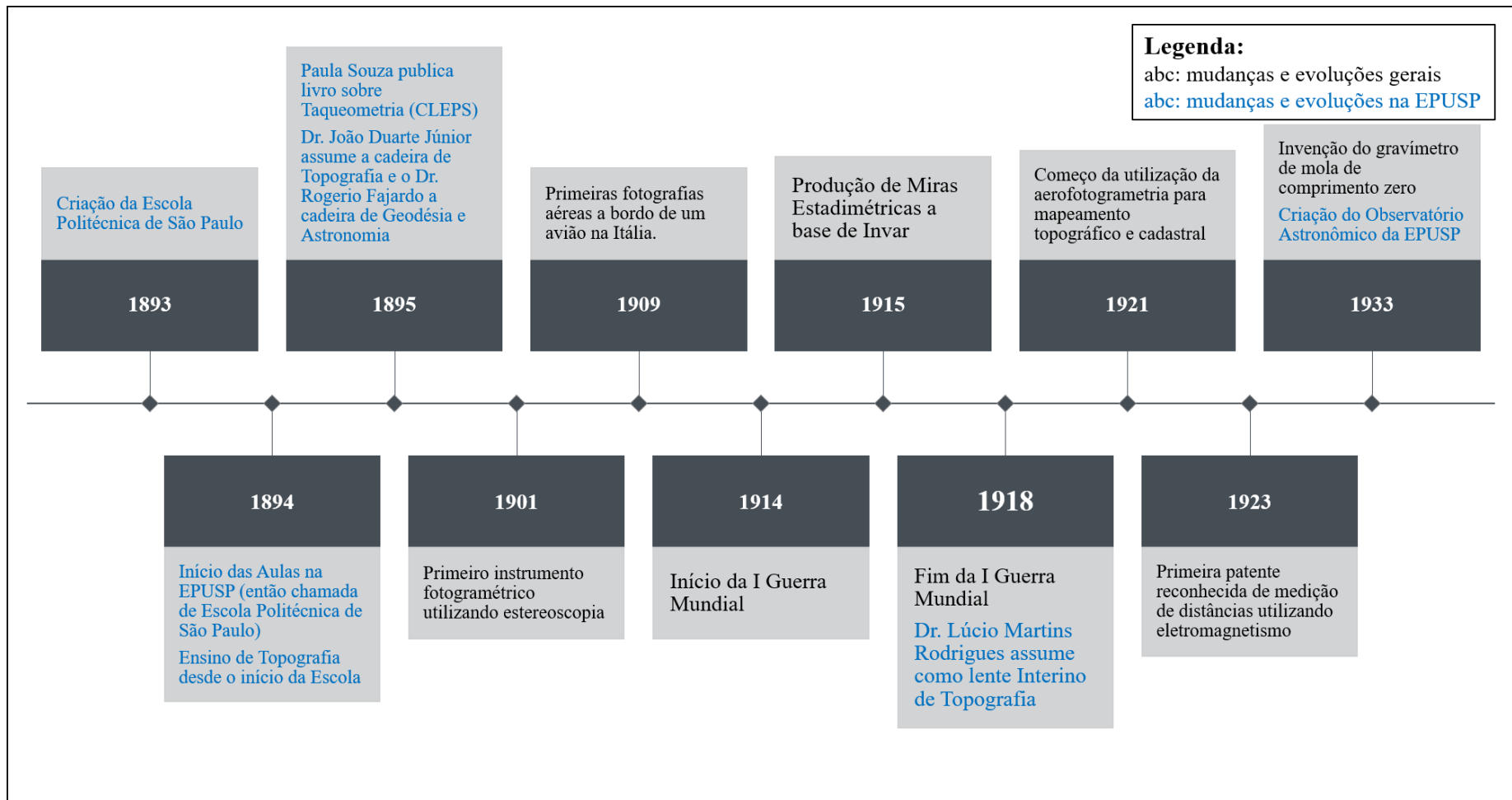
Figura 5.10 – Tripé e *Dumpy Level* em nivelamento as margens do Rio Hudson em 1856.



Fonte: NGS - NOAA¹⁶

¹⁶ *National Geodetic Survey (NGS) – National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*. Disponível em: <https://www.ngs.noaa.gov/web/about_ngo/history/NGSvertical.shtml> Acesso em: 08 jun 2020.

Figura 5.11 – Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 1893 - 1934.



Fonte: Autoria Própria

5.2. 1934 – 1972: Da fundação da USP até a criação do Departamento de Engenharia de Transportes

O segundo período abordado neste trabalho tem como início o ano de 1934 quando ocorre a fundação da Universidade de São Paulo (USP) e termina no ano de 1972 com a criação do Departamento de Engenharia de Transportes.

Este foi um período em que a Escola Politécnica ajudou a fundar a USP, passando assim a integrar a Universidade. Continuou exercendo seu papel de protagonismo no contexto paulistano, paulista e brasileiro, passou pelo período da Segunda Guerra Mundial e início da Guerra Fria. No contexto brasileiro viu diversas mudanças de regimes de governo, e no final deste período está o início do período da Ditadura Militar e da Reforma Universitária no Brasil, tema que será aprofundado e discutido no item seguinte (5.3).

O início deste item apresenta uma breve discussão sobre as evoluções científicas e tecnológicas da área da Topografia neste intervalo de tempo. Posteriormente discute-se o ensino da Topografia na Escola Politécnica após a fundação da USP, apresentando como o ensino de Topografia na EPUSP evoluiu e se adaptou as mudanças que ocorreram no período. Finaliza-se este item apresentando os equipamentos de Topografia utilizados até entre 1934 e 1972 e uma linha do tempo dos principais marcos históricos que influenciaram o ensino da área neste período.

5.2.1. Evoluções Científicas e Tecnológicas na área da Topografia de 1934 a 1972

A fundação da USP ocorre num contexto de início da Era Vargas no Brasil e no cenário internacional vivia-se a época de pré-guerra. Nestas quase 4 décadas deste segundo período aconteceram diversas mudanças impulsionadas pela II Guerra Mundial (1939–1945) e pelo início do período da Guerra Fria (1947–1991), em que o desenvolvimento científico e tecnológico aumentou em ritmo exponencial.

O desenvolvimento da aviação (tripulada e não tripulada), do conhecimento e utilização da radiação eletromagnética, da computação são exemplos de avanços que contribuíram indiretamente para o avanço da área das informações espaciais, concretamente para a aerofotogrametria, que se beneficiou também dos filmes infravermelhos para detectar, veículos (tanques de guerra, por exemplo) com motor aquecido, camuflados na vegetação.

No campo da Topografia e áreas afins avanços na medição de distâncias utilizando ondas de rádio, melhorias nos instrumentos como nível e teodolito que permitiram que estes fossem transportados de forma mais fácil e sua utilização fosse otimizada são alguns exemplos de evoluções deste período. Também pode-se citar como evoluções do período das guerras mundiais e do pós-guerra as invenções do gravímetro relativo e do *shoran* e *hiron*, evolução da aerofotogrametria, primeiras publicações sobre modelagem digital de terrenos (MDT) e adoção de parâmetros e convenções internacionais como a adoção do meridiano de Greenwich como o meridiano de referência e da projeção UTM, no Brasil.

Um ponto importante foi o desenvolvimento, em 1943 pelo físico sueco Erik Östen Bergstrand, do Geodímetro, que a partir de 1950 passou a ser comercializado pela empresa sueca AGA com o nome *Geodimeter NASM-1* e *NASM-2* (figura 5.12). O Geodímetro utilizava radiação na faixa do infravermelho, sendo um dos instrumentos pioneiros no uso de REM para medições lineares, permitindo que grandes distâncias pudessem ser medidas também de noite (BERGSTRAND, 1960; RAWLINSON, 1976).

Figura 5.12 – Medição noturna com Geodímetro AGA NASM-2.



Fonte: NRCAN¹⁷

Conforme apresentado no item 5.1.2 os teodolitos suíços e alemães, como por exemplo o Wild T-3 (figura 5.13), que tinha esse nome por utilizar 3 micrômetros para leitura (DRACUP, 1997), começaram a ser mais utilizados a partir da década de 1950 e sendo um dos instrumentos topográficos e geodésicos mais utilizados no mundo até os anos 80.

Figura 5.13 – Levantamento com o Teodolito Wild T-3.



Fonte: (DRACUP, 1997)

¹⁷ <https://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/canadian-spatial-reference-system-csrs/100-years-geodetic-surveys-canada/9110?wbdisable=true>

No Brasil a indústria de instrumentos óticos e topográficos também teve relação e parceria com os militares. A fundação da empresa DF Vasconcellos que desenvolveu instrumentos para o exército brasileiro e uso civil, como os teodolitos amplamente utilizados nas Escolas de Engenharia do Brasil.

Em 1954 o engenheiro sul-africano Trevor Lloyd Wadley desenvolveu o primeiro distanciômetro baseado no princípio de medição da fase de ondas de rádio, utilizando essa faixa do espectro eletromagnético, batizado em 1957 de Telurômetro (*tellurometer*) (WADLEY, 1957; HUMPHRIES; BRAZIER, 1958) sendo um importante passo para o desenvolvimento dos MEDs (Medidor Eletrônico de Distância).

A projeção UTM teve sua adoção recomendada em 1951 durante Assembléia Geral da União Internacional de Geofísica e Geodesia (IUGG). No Brasil essa projeção começou a ser adotada em 1956 pelo Serviço Geográfico do Exército durante o mapeamento sistemático brasileiro.

Também no final da década de 1950, no ano de 1958, no MIT foi desenvolvido o primeiro programa para modelagem digital de terrenos e surgiu o termo DTM/MDT, que décadas depois irá ter seu desenvolvimento e consolidação como uma diferente forma de representar a superfície terrestre.

No período da Guerra Fria foi consolidado o domínio e uso da radiação eletromagnética para diversos fins e na área das informações espaciais foi essencial. O lançamento do primeiro satélite (Sputnik) em 1957 e o desenvolvimento da tecnologia espacial possibilitaram o surgimento do Sensoriamento Remoto que permitiu ao homem uma nova perspectiva na visualização da Terra. Um exemplo é o programa Landsat da NASA que teve o início do projeto na década de 1960, tendo o primeiro satélite lançado em 1972 e dura até os dias atuais com o oitavo satélite da série.

Também foi nesse período, fim da década de 1950 e início da década de 1960, que se iniciaram os projetos para pesquisa e desenvolvimento de sistemas de navegação por satélites, que demarcaram o início do que posteriormente se tornariam os Sistemas de Posicionamento Global por Satélites (GNSS). O NNSS (*Navy Navigation Satellite System*), também conhecido como Sistema Transit, foi desenvolvido pela Marinha norte-americana e foi utilizado até a década de 1990.

O posicionamento por satélites representa uma evolução significativa para a área das informações espaciais, a princípio como um instrumento militar, permitindo obter dados posicionais de qualquer ponto sobre a superfície terrestre, possibilitando a obtenção de coordenadas precisas com rapidez em locais remotos e de difícil acesso e que apresentavam dificuldade técnica para a realização de medições astronômicas, topográficas e geodésicas.

O início oficial do sistema de posicionamento global por satélites (GPS) é do início da década de 1970, porém pesquisas e tecnologias anteriores, como o sistema Transit, foram importantes para o seu desenvolvimento.

A corrida espacial também contribuiu para a Geodésia Física e para o avanço na determinação de modelos geoidais possibilitando o entendimento da forma da Terra e a obtenção de dados mais fidedignos sobre o campo gravimétrico e altitudes.

Também na década de 1960 há a descoberta do *laser* e são desenvolvidas as primeiras tecnologias de escaneamento (varredura) tridimensional, ainda baseada no uso

de luzes, câmeras e projetores, mas que ao serem combinadas no futuro permitiram o surgimento do *laser scanner* terrestre e aerotransportado.

Entre os anos 60 e 70 os EDM passaram a ser fabricados e comercializados em maior escala, com destaque para os instrumentos da fabricante Wild que lançou uma série desse tipo de equipamento chamados Distomat. Nesse mesmo período também começaram a ser desenvolvidos os teodolitos eletrônicos, nos quais os leitores óticos de círculo graduado foram substituídos por um sistema eletrônico de captação e medição e que permitiam que as medidas angulares fossem mostradas em um visor de cristal líquido.

Com o desenvolvimento de teodolitos eletrônicos e EDM, esses combinados e somados a uma caderneta de campo eletrônica que permitia armazenar os dados possibilitaram a fabricante alemã Zeiss, em 1970, desenvolver e lançar o instrumento ELTA 14, considerado a primeira Estação Total da história. Foi fabricada e comercializada durante a década de 1970, porém foi a partir da década de 1980 que as estações totais começaram a se popularizar no mundo.

Essas evoluções permitiram a integração de conhecimentos sobre a forma da Terra. Isso possibilitou o avanço na área dos sistemas geodésicos de referência com o surgimento de sistemas geocêntricos e o caminho para a determinação de modelos geoidais e elipsoidais que permitam a integração e compatibilidade de sistemas geodésicos de referência entre as nações do mundo.

É nesse período que há o início do desenvolvimento de áreas que não são diretamente relacionadas a Topografia, mas que seu desenvolvimento possibilitou avanços na área, como por exemplo a eletrônica, informática e telecomunicações. Sendo então um período onde grandes descobertas, inovações e desenvolvimentos de instrumentos e novas metodologias possibilitaram grandes mudanças na Topografia e áreas afins nas décadas que seguiriam.

5.2.2. Mudanças e Evoluções no Ensino de Topografia na Escola Politécnica da USP

No ano de 1934, com a fundação da USP, ocorreram mudanças na estrutura da Escola Politécnica, principalmente no que diz respeito às disciplinas consideradas de ciências básicas, como física, geometria e matemática (LOSCHIAVO DOS SANTOS, 1985; GOLDEMBERG, 2015). No entanto, para o ensino da Topografia as mudanças foram menores e pouco significativas. A principal que se pode elencar deste momento é a criação do curso de Engenharia de Minas (na época Engenharia de Minas e Metalurgia) que contava com a disciplina de Topografia em sua Grade Curricular.

Em 1940 houve uma nova troca de regimento da EPUSP, que pouco impactou no ensino da Topografia. As transformações mais profundas no ensino estavam vinculadas à mudança do docente titular da cátedra, sistema que regia as Universidades e Faculdades brasileiras. As aulas magistrais eram dadas pelo catedrático e as práticas pelos lentes e assistentes.

Foram professores ou assistentes de ensino de Topografia na EPUSP até a década de 1960: Henrique Jorge Guedes; Paulo Ferraz de Mesquita; e Francisco Salles Vicente de Azevedo, que deram continuidade as contribuições para o ensino da área. Nesse campo, principalmente o Professor Paulo Ferraz de Mesquita contribuiu com publicações de textos no campo da astronomia em edições da Revista “Polytechnica” (MESQUITA, 1934), livro de Topografia (MESQUITA, 1969), escreveu uma tese sobre o instrumento nível-diaquímetro (MESQUITA, 1959), além de analisar e recomendar livro técnico sobre

topografia para o Ministério da Educação e Cultura (MEC) (MESQUITA, 1966).

O ensino de Topografia durante as décadas de 1930 até 1960 seguiram a mesma linha das décadas anteriores, até então desenvolvidas principalmente pelo professor Lúcio Martins Rodrigues, com algumas alterações, supressões e incrementos no conteúdo das disciplinas da área implementadas, seja pelo surgimento de novas técnicas, pelo caimento em desuso de outras, ou pela troca dos docentes.

Também lecionaram Topografia os professores: Jorge Leite Guedes, filho do catedrático, Fernando Fraga de Toledo Arruda, Carlos Rodrigues Ladeira e Mitsuo Ono, que lecionaram entre as décadas de 1950 e de 1970.

Esse sistema de cátedras, vigente até o fim da década de 1960, em conjunto com um ritmo menos acelerado de inovações e, principalmente, pela baixa velocidade da propagação das informações deste período as mudanças ocorriam de forma mais lenta. Isso devia-se ao fato de os lentes catedráticos serem os que ditavam o ritmo e as alterações e muitas vezes poderia ocorrer uma estabilidade e simples manutenção das coisas como tradição.

O fim do sistema de cátedras e transição para o sistema departamental implicados pela Reforma Universitária, que na USP teve início no ano de 1965, ano em que houve outra troca de regimento na Escola. Porém os maiores impactos da Reforma Universitária ocorreram em 1972, momento de outra troca de regimento. Essas mudanças regimentais promoveram maiores mudanças para o ensino da Topografia. Esse assunto será aprofundado dentro do item 5.3.2.

Até o ano de 1965 as cadeiras de Topografia e das áreas afins continuaram sendo oferecidas nos 1º e 2º anos do curso de Engenharia Civil em conjunto com a aula de práticas de desenho topográfico e cartográfico presente no 2º ano da grade curricular do curso de Engenharia Civil. Outra mudança que veio com o novo regimento foi a extinção do diploma de agrimensor concedido pela EPUSP.

Com a mudança de regimento em 1965 e a mudança para o sistema departamental, houve uma mudança significativa na inserção e carga horária das disciplinas da área, que passaram a se chamar Topografia I e Topografia II e serem oferecidas no 3º e 4º semestre da grade curricular de Engenharia Civil. Portanto, além de não haver mais um componente curricular específico para se ocupar da parte prática, a Topografia e áreas afins passaram a ser trabalhadas e ensinadas em apenas um ano (2 semestres), frente aos dois anos disponibilizados até então para as disciplinas da área.

Houve, portanto, uma necessidade de condensação do conteúdo da disciplina em um período menor diante da realidade do fim das cátedras, da formação de um colegiado de docentes lotados em departamentos. Essa diminuição da carga horária total disponível para o ensino da área acontece aproximadamente ao mesmo tempo em que novas tecnologias começam a surgir e se consolidar na área da Topografia.

Nesse momento, alguns novos docentes da área começaram a lecionar Topografia na EPUSP, vindos de outras unidades e departamentos em função da reforma, que concentrou professores de áreas afim. Dois professores vieram do Departamento de Minas (Albino Arroio e José Carlos Rodrigues), e quatro da Faculdade de Arquitetura (FAU): Fernando Luna, Mariano Domingues, Ulisses Carraro e Felipe Augusto Aranha Domingues, que publicou dois livros na área “Topografia e Astronomia de Posição para Engenheiros e Arquitetos” e “Topografia: Estudo da Planta Topográfica” (DOMINGUES, 1978; 1979) e chegou a ser chefe do Departamento de Transportes.

Quanto aos conteúdos, devido aos avanços na determinação e cálculos dos elipsoides, estes sofreram alterações e atualizações conforme estes eram publicados e consolidados. O mesmo ocorreu no campo das Projeções Cartográficas.

Os métodos de levantamentos topográficos trabalhados nas aulas conceituais e práticas também foram sendo alterados conforme novos instrumentos e técnicas surgiam ou eram melhoradas. Na década de 1950 foram adquiridos teodolitos e níveis Kern, Wild e Zeiss, esses pouco utilizados em trabalhos de campo, porém eram apresentados nas aulas conceituais da época. Para os trabalhos de campo continuaram sendo utilizados em larga escala os teodolitos Keuffel & Esser. Em 1971 foram adquiridos por volta de 40 teodolitos D.F. Vasconcellos que foram amplamente utilizados para a realização dos trabalhos de campo nos anos seguintes.

Quanto ao conteúdo de altimetria, na década de 1950 caíram em desuso e deixaram de ser trabalhados e ensinados nas aulas o uso dos clisímetros e de níveis a pínula. Da década de 1930 até a década de 1970 os trabalhos de campo e exercícios de férias foram realizados levantamentos planialtimétricos da Praça Buenos Aires (atual Parque Buenos Aires), Campos do Jordão, bairro do Pacaembú e outros locais. Esses trabalhos de férias eram levantamentos profissionais, em áreas extensas, levando cerca de 10 dias para sua conclusão em campo.

Os dados das aulas de campo eram armazenados em cadernetas de campo em papel e calculados posteriormente utilizando calculadoras mecânicas Facit.

Sobre as aulas e trabalhos de campo cabe ressaltar a importância deste no aprendizado e consolidação de conceitos trabalhados na Topografia. Executar um levantamento topográfico, desde o seu planejamento até a obtenção dos produtos passando pelas diversas etapas do trabalho, é um exercício rico e completo para a formação do Engenheiro Civil. Mesmo que estes, em sua grande maioria, não venham a trabalhar diretamente com a Topografia, executando levantamentos topográficos e outros serviços, o conhecimento do funcionamento da área é importante. Nesse sentido, na EPUSP continua a existir um trabalho nesta linha, que por muito tempo foi chamado de exercício de férias e atualmente é chamado de projeto final, que tem como objetivo dar a oportunidade ao aluno de vivenciar a experiência do trabalho de campo e da elaboração de produtos topográficos (CINTRA, 2012).

Nesse período o desenho era realizado a mão com auxílio de instrumentos como régua, esquadros e coordenatógrafos de quadrícula, que, até a década de 1960, foram bastante utilizados para auxiliar na demarcação dos eixos e quadrículas dos desenhos.

O ensino da Geodésia e da Astronomia até a década de 1960 foi abordado com bastante profundidade, sendo tema de uma disciplina de um ano de duração. Com a redução da carga horária para as disciplinas da área no ano de 1965, esses temas continuaram tendo destaque e ênfase no ensino da área no curso de Engenharia Civil da EPUSP, porém, passou-se a aprofundar e detalhar menos os assuntos. O mesmo aconteceu com a Aerofotogrametria.

Em um período de quase 4 décadas, o ensino da Topografia na EPUSP passou por algumas mudanças, as principais delas geradas por mudança de docentes, evoluções da área e principalmente o fim do sistema catedrático no final da década de 1970. No entanto, nesse período a velocidade das mudanças e da propagação das informações e entrada de novos instrumentos no Brasil acontecia em um ritmo muito menos acelerado que nos dias de hoje.

Esse tempo dilatado possibilitava que os docentes da época tivessem mais

disponibilidade de tempo para assimilar as transformações e pensar e planejar as mudanças no ensino da área.

5.2.2.1 Os instrumentos de Topografia utilizados na EPUSP de 1934 até 1972

Nesse período a EPUSP continuou investindo e adquirindo instrumentos de Topografia, se mantendo atualizada e trabalhando com os instrumentos mais utilizados de cada época para o exercício profissional da área.

No início da década de 1930 o principal instrumento utilizado na EPUSP para as aulas de Topografia eram os teodolitos Keuffel & Esser. Na década de 1950 os fabricantes Kern, Wild e Zeiss passam a dominar o mercado de fabricação de instrumentos de medição topográfica e impactam o exercício de “fazer topografia” e consequentemente do ensino desta (SOUSA & ROSAS, 2019). Nas notas de aula do Professor Paulo Ferraz de Mesquita (MANIERO & VANDERLINDE, 1954) estão presentes menções a equipamentos destes três importantes fabricantes.

Instrumentos como os teodolitos Kern DKM2, Zeiss Th III e Wild T2, T3 e T4 revolucionaram os levantamentos topográficos, principalmente pela precisão na casa do segundo de arco alcançada por esses equipamentos que contavam com a divisão de 1” dos limbos verticais e horizontais (WATT, 1963; ALI, 1987; ELHASSAN & ALI, 1991; GONZÁLEZ et al., 1998; SOUSA & ROSAS, 2019). O Museu de Topografia do LTG conta com o exemplar da Kern (figura 5.14), o T2 da Wild (figura 5.15) e o da Zeiss (figura 5.16).

Figura 5.14 – Teodolito Kern DKM 2 – Fabricação Kern.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Figura 5.15 – Teodolito Wild T2 – Fabricação Heinrich Wild.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Figura 5.16 – Teodolito Zeiss Th III – Fabricação Carl Zeiss Jena.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Foram adquiridos poucos exemplares desses instrumentos, sendo alguns deles adquiridos apenas um, devido ao custo do instrumento e dificuldade de importação destes. Por isso, esses teodolitos não estavam disponíveis para os alunos utilizarem nos trabalhos de campo, ficando seu uso restrito aos docentes para exemplificação em aula ou em trabalhos realizados pelos docentes, no âmbito de pesquisa.

Além desses equipamentos, esses fabricantes produziram outros instrumentos como taqueômetros, níveis e outros, sendo que os níveis produzidos por estes também foram importantes na evolução da Topografia (MELLO NETTO et al., 1964), e no museu do LTG existem diversos exemplares de outros equipamentos desses fabricantes.

Neste mesmo período, no Brasil, a fabricação nacional do Teodolito D.F. Vasconcellos (figura 5.17) impactou de certa forma as áreas do conhecimento que envolvem informações espaciais no território brasileiro, devido a fabricação, principalmente de teodolitos, que permitiram que empresas e universidades brasileiras pudessem ter acesso a esse tipo de equipamento a um custo mais acessível.

Figura 5.17 – Teodolito D.F. Vasconcellos.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

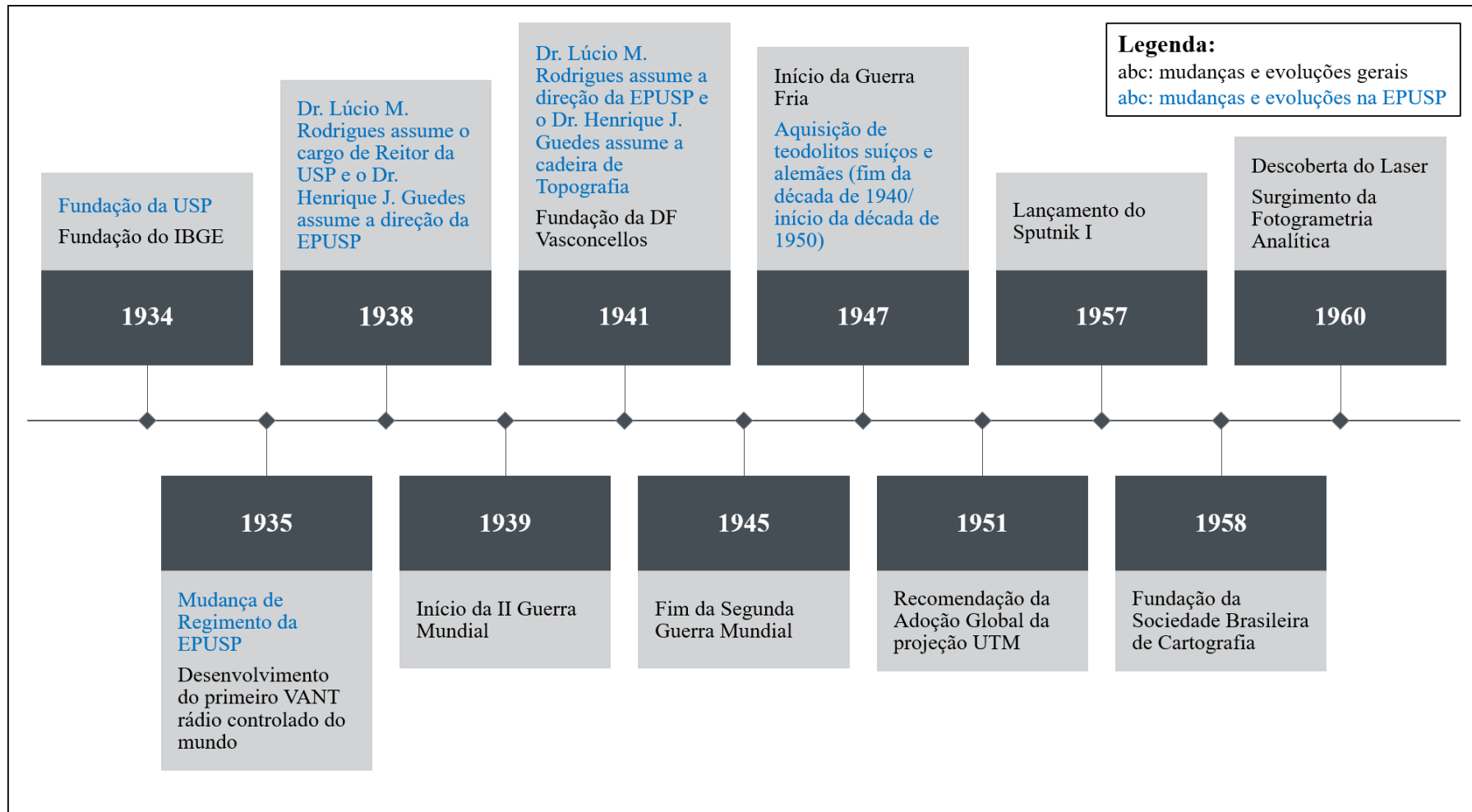
A indústria fundada em São Paulo por Décio Fernandes de Vasconcellos em 1941 iniciando suas operações com a fabricação de instrumentos para uso militar. A partir do início da década de 1950 passou a produzir equipamentos para uso civil, como o seu instrumento mais popular o Teodolito D.F. Vasconcellos, sendo o seu primeiro modelo chamado de M1, e posteriormente lançando novos modelos M2, M3, M4, M5, que foram desenvolvidos em parceria com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Os dois últimos modelos (M4 e M5) tiveram avanços consideráveis, chegando à precisão de 20 segundos e contando com prumo ótico (SILVA et al., 2010; CABRAL et al., 2017; SOUSA & ROSAS, 2019).

De acordo com o relato de Cintra (1993) os teodolitos D.F. Vasconcellos foram adquiridos no ano de 1971 e passaram a ser utilizados no ano seguinte nas aulas de Topografia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Esses teodolitos, bem como os teodolitos de fabricação Kern, Wild e Zeiss foram bastante utilizados até o final da década de 1980 e início da década de 1990 em levantamentos topográficos realizados por engenheiros e também nos ambientes escolares de formação de engenheiros civis; basta ver que livros da época tais como Lelis e Espartel (19xx) Borges (1977), Garcia e Piedade (1984), Pinto (1988), Borges (1992) citam, e até em alguns casos, explicam o funcionamento detalhado de alguns desses equipamentos. Na Escola Politécnica o uso dos teodolitos óptico-mecânicos também aparece até a mesma época, figurando nas notas de aula e caderno de exercícios do final da década de 1980 (CINTRA, 1988).

Além dos teodolitos, a D. F. Vasconcellos produziu estereoscópios e alidades de prancheta. Outras empresas brasileiras também desenvolveram equipamentos topográficos, como a Siom, Lemac Dutzman, Bredow e Rosenhain, sendo que as três primeiras fabricaram níveis e a última produziu pantômetros e clinômetros além de importar teodolitos e níveis alemães com sua marca. Posteriormente, a indústria brasileira contou com duas empresas, a Engetronics e a Opto: a primeira fabricou distanciômetros eletrônicos (EDM) e a segunda fabricou um equipamento chamado teodolaser o qual podia ser acoplado a um teodolito e medir eletronicamente a distância (CABRAL et al., 2017).

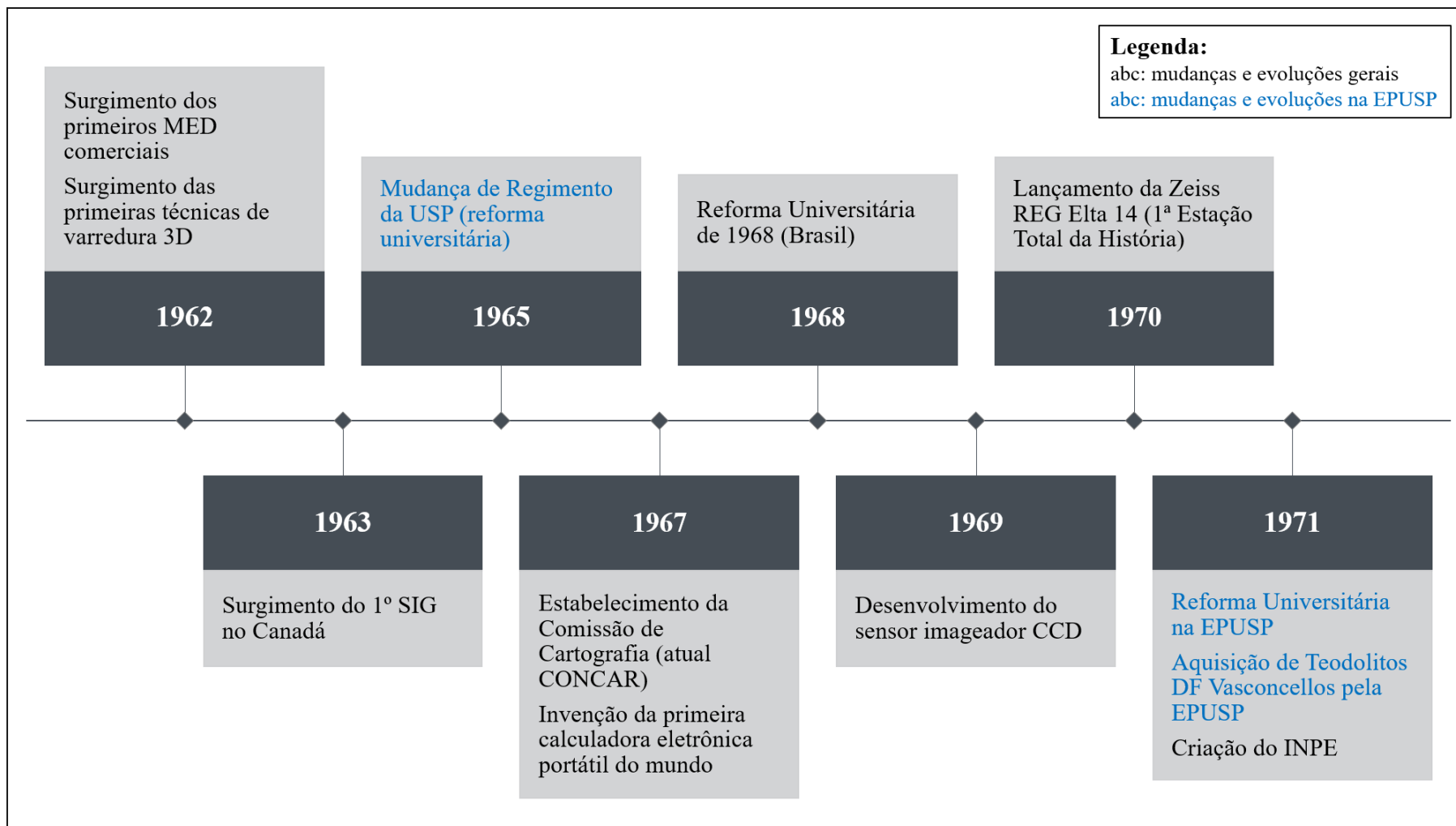
Buscando sintetizar as informações apresentadas neste segundo intervalo de tempo do capítulo, apresenta-se uma linha do tempo (figura 5.18) e (figura 5.19) com os principais marcos históricos do período.

Figura 5.18 – Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 1934 - 1960.



Fonte: Autoria Própria

Figura 5.19 – Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 1961 - 1972.



Fonte: Autoria Própria

5.3. 1972 – 1989: Da criação do Departamento de Engenharia de Transportes à Introdução de Equipamentos Eletrônicos no Ensino de Topografia da EPUSP

O terceiro intervalo do recorte temporal deste capítulo compreende os anos entre 1972 e 1989. Diferentemente dos dois intervalos anteriores que abrangiam períodos maiores, este engloba um período de apenas 17 anos.

O fato de ser um intervalo menor, deve-se à velocidade das transformações ter aumentado. É um período que no contexto internacional se vive os anos finais da Guerra Fria, com início de abertura de mercados, maior interação entre os países, iniciando o processo de globalização que se consolidaria a partir da década de 1990. Há também o desenvolvimento da informática e das telecomunicações. No contexto nacional é o período de Ditadura Militar.

Dessa forma, inicia-se este item com uma apresentação das principais evoluções científicas e tecnológicas na área da Topografia nesse período. Posteriormente lança-se um olhar para a Reforma Universitária na EPUSP, para tal é preciso voltar ao ano de 1965 quando se inicia o processo de Reforma Universitária na USP, para discutir a Reforma Universitária de 1968 no contexto nacional e para aprofundar a Reforma que ocorreu na EPUSP entre 1971 e 1972, período em que foi criado o PTR, em que a Topografia e áreas afins foram inseridas.

Em seguida, discute-se como as evoluções específicas da área, combinadas com as evoluções na área do ensino e a reforma universitária impulsionaram mudanças no ensino da Topografia, discutindo-as e buscando compreender como estas foram incorporadas. Por fim, encerra o capítulo apresentando os instrumentos utilizados na época e a inserção de instrumentos eletrônicos de Topografia no final da década de 1980.

5.3.1. Evoluções Científicas e Tecnológicas na área da Topografia de 1972 até 1989

As décadas de 1970 e 1980 foram marcadas por grandes avanços e inovações. As tecnologias e a sociedade começam a se transformar em ritmos cada vez mais acelerado. O campo da Topografia também passa por esse processo sendo cada vez mais impactado pelo desenvolvimento de outras áreas como a informática, eletrônica e telecomunicações.

Exemplos disso são as calculadoras eletrônicas que no início da década de 1970 começaram a chegar no Brasil e se popularizaram na década seguinte: é em 1972 que a empresa americana Hawlett Packard desenvolvia uma das primeiras calculadoras científicas eletrônicas do mundo. Também no início desta década surgia o conceito de telefonia móvel.

No Brasil, em 1977, o *South American Datum* 1969 (SAD-69) passou a ser adotado como Sistema Geodésico de Referência do país. Este *datum* foi determinado pelo IBGE com auxílio do governo norte-americano, sendo um referencial topocêntrico com vértice em Chuá (MG) e que utilizava o Elipsoide de Referência Internacional de 1967 (SILVA e SEGANTINE, 2015).

Em 1978 foi lançado o primeiro satélite do sistema GPS, seguido no início da década seguinte pelo lançamento do primeiro satélite do sistema GLONASS. Desde então iniciou-se o desenvolvimento do GNSS. Em 1984 há o lançamento do Sistema Mundial de Referência Geodésico Geocêntrico WGS-84 (*World Geodetic System 1984*) utilizado como sistema de referência para o GPS. No mesmo ano de 1984 foram desenvolvidos os primeiros receptores GPS comerciais e em 1989 a empresa norte-americana Magellan lançou o que pode ser considerado primeiro receptor GPS de navegação por satélite

portátil (GPS de mão – *hand-held device*). O posicionamento por satélites viria a se popularizar apenas no Século XXI, no entanto todo o seu desenvolvimento na década de 1980 foi importante para a consolidação do sistema (HOFFMAN-WELLENHOF, 2008; MONICO, 2008).

No início da década de 1980, mais precisamente no ano de 1982 a empresa desenvolvedora de *softwares* norte-americana Autodesk lança a primeira versão do programa de desenho assistido por computador (CAD) AutoCAD. Esse *software* revolucionou a área do desenho técnico, permitindo realizar desenhos com mais precisão e rapidez, otimizando processos e ganhando tempo. É utilizado até os dias de hoje para desenhos bi e tridimensionais. No Brasil seu uso começou a ganhar mais força a partir dos anos 1990.

Também no ano de 1982 foi criada a pilha de protocolos (TCP/IP *Internet Protocol Suite*) que padronizou o conceito de uma rede mundial de redes totalmente interligados. Essa criação permitiu o desenvolvimento da internet e sua popularização a partir da década seguinte.

Voltando aos instrumentos de Topografia, os níveis automáticos e os teodolitos eletrônicos começam a ficar mais acessíveis a partir da década de 1980. Em meados dessa década as estações totais também começam a ficar mais acessíveis em todo o mundo e seu uso começa a ser popularizado no Brasil.

Em 1983 começam a ser desenvolvidos os primeiros níveis a *laser*. Dois anos depois, em 1985, a tecnologia *laser* também aparece no surgimento dos primeiros protótipos de sensores de varredura tridimensional (*scanners*). São os primeiros exemplares de *laserscanners*, instrumentos que virão a ser mais desenvolvidos no Século XXI.

Portanto as décadas de 1970 e 1980 são décadas de consolidação e popularização introdução de componentes eletrônicos nos instrumentos topográficos, provocando mudanças no exercício profissional da área, otimizando as medições e simplificando algumas técnicas de levantamento de campo, impactando também no ensino da área.

5.3.2. A Reforma Universitária e a criação dos departamentos da EPUSP

A crítica ao sistema catedrático vinha ganhando força desde a década de 1930, considerando que o sistema de cátedras vitalícias centralizava o poder no Lente Catedrático. Sendo assim, de acordo com os interesses e decisões, esse Lente podia privilegiar ou não os demais agentes de ensino como os chefes de laboratório, assistentes e auxiliares de ensino, que eram escolhidos pelos catedráticos que controlavam a ascensão profissional. Esse sistema não era favorável a promoção do diálogo e da construção coletiva do conhecimento (CELESTE FILHO, 2013).

Esse sistema veio a mudar durante os anos 1960, quando ocorreu uma série de reformas no modelo do Ensino Superior promovidas pelo governo militar. Esse período ficou conhecido como a Reforma Universitária de 1968 (BRAGGIO, 2019). Essa reforma criou condições para que o Ensino e a Pesquisa passassem a estar mais articulados dentro das instituições, as cátedras vitalícias foram abolidas introduzindo-se o regime departamental, foi institucionalizada a carreira docente, sendo o ingresso e a progressão docente feita através de concurso e provas, como titulação acadêmica: assistente, mestre, doutor, adjunto e titular, vigente até nossos dias, com leves alterações (MARTINS, 2009).

De modo geral, as mudanças ocorridas na Reforma Universitária de 1968 criaram condições para que o Ensino e a Pesquisa passassem a estar mais articulados dentro das instituições. Marcou o início da conexão entre ensino e pesquisa, cursos de pós-graduação *Stricto Sensu* começaram a ser criados para atender as demandas de titulação de professores e aumento da produção científica nacional.

No ano de 1965, mesmo antes da reforma universitária brasileira, a USP iniciou seu processo de reforma Universitária. Nesse mesmo ano, a EPUSP, que já contava com alguns departamentos previamente criados, passou a se organizar em 11 departamentos. O Departamento é a menor fração da estrutura universitária. É o órgão responsável pela elaboração e desenvolvimento dos programas de Ensino, Pesquisa e Extensão Universitária. Os departamentos “são unidades didático-científicas e administrativas, constituídas pela reunião de disciplinas autônomas e afins e serviços auxiliares” (LOSCHIAVO DOS SANTOS, 1985).

Na EPUSP a reforma foi concretizada entre os anos de 1971 e 1972 com uma nova troca de regimento, criação de novos departamentos, como por exemplo o PTR. A Topografia durante um curto período, no início da década de 1970, esteve no Departamento de Hidráulica (PHD)¹⁸, no entanto a partir de 1972 a Topografia está inserida no PTR.

Essa divisão e estruturação departamental propiciou uma maior autonomia as áreas, permitiu a criação e expansão da Pós-Graduação na Escola Politécnica, facilitando também a divisão das responsabilidades e dos componentes curriculares dos cursos de graduação e pós-graduação pelos departamentos.

Nesse momento foram extintas as aulas e as cadeiras, sendo criadas as disciplinas que estavam vinculadas aos departamentos. Outra grande mudança foi a concentração de esforços e otimização de recursos: as disciplinas básicas (Cálculo, Física, Direito, Português), passaram a ser dadas pelos Institutos de Matemática, Física, Faculdade de Direito e de Letras. No que diz respeito à Topografia, foram alocados à Politécnica e ao PTR os docentes dos Cursos de Arquitetura (FAU), Geologia (IG) e Engenharia de Minas (PMI – Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo. O regime anual, com média 7,0 de aprovação no período normal, foi substituído pelo semestral, com média 5,0.

Desde a mudança para o sistema departamental na EPUSP, os cursos de Engenharia são organizados por uma combinação de departamentos que se unem na gestão desses, caso por exemplo da Engenharia Civil. As disciplinas oferecidas nos cursos de Engenharia têm origem em diversos departamentos da EPUSP e de outras Escolas, Faculdades e Institutos da USP.

Por fim, nessa mesma década de 1970, no âmbito da reforma, inicia-se a Pós-Graduação, pensando também na formação e carreira docente. Com isso propiciou-se o incremento das pesquisas em nível de mestrado (início em 1976 no PTR) e doutorado (início em 1983), com a produção de dissertações e teses, tema que será abordado no item 5.4.2.

5.3.3. Mudanças e Evoluções no Ensino de Topografia na Escola Politécnica da USP

Foi apresentado e discutido no item 5.2.2. que a partir do ano de 1965 os componentes curriculares de Topografia e áreas afins sofreram redução de carga horária

¹⁸ Atualmente Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (PHA).

de 2 cadeiras e 1 aula em 2 anos (uma em cada ano) para duas disciplinas em 1 ano (uma em cada semestre).

Além da mudança de regimento de 1965, houve a já mencionada (no item 5.3.2) mudança regimental de 1972 e outra em 1984, no entanto a inserção, nomenclatura e carga horária das disciplinas da área permaneceram inalteradas: Topografia I e II oferecidas, respectivamente, nos 3º e 4º semestres do curso de Engenharia Civil da EPUSP.

As transformações no ensino da Topografia nesse período da década de 1970 e principalmente na década de 1980 foram influenciados por docentes que fizeram ao menos o doutorado. O Prof. Dr. Jorge Pimentel Cintra voltou à EPUSP após seu período de doutoramento, com tese sobre MDT e o Prof. Dr. Marcos Rodrigues, de volta da Inglaterra (Cambridge), defende sua tese de livre docência sobre Geoprocessamento. Os docentes apresentam novas ideias e apontam para a necessidade de se repensar o ensino da área que começa a ser discutido internamente e terá como resultado a mudança no ano de 1989 (item 5.4.3). O Prof. Cintra inclusive apresentou um estudo no COBENGE de 1985 sobre o ensino da Topografia nas Escolas de Engenharia (CINTRA, 1985). Outro docente que realizou seu doutoramento e contribuiu com mudanças neste período foi o Prof. Dr. Nicola Paciléo Netto.

Nas décadas de 1970 e 1980 o uso de calculadoras eletrônicas começou a ser difundido nos cursos de Engenharia permitindo que se ganhasse em velocidade na realização de cálculos. No início, pode-se dizer que a EPUSP facilitava para os alunos as calculadoras FACIT e outras, que com a introdução das calculadoras eletrônicas, aos poucos essa facilitação tornou-se desnecessária, pois os alunos começaram a ter suas próprias.

Nos levantamentos planimétricos sempre se deu ênfase as poligonais (fechadas e apoiadas), levantamentos de detalhes através de medições em campo de ângulos e distâncias, cujas técnicas de medição variaram com o tempo. Um exemplo de uma mudança de técnica aconteceu a partir do final da década de 1970 e início da década de 1980, principalmente devido a aquisição e uso de instrumentos eletrônicos, teodolitos e MED e posteriormente as estações totais, começou a ganhar força a abordagem da irradiação como método de levantamento de detalhes.

Em 1973 houve a transferência do curso de Engenharia Civil das instalações antigas da EPUSP para o *Campus* Cidade Universitária. Essa mudança possibilitou que as novas instalações passassem a ser utilizadas como sítio para as aulas práticas, exercícios de férias e trabalhos de campo. A mudança para a Cidade Universitária e depois mais concretamente para o entorno do prédio de Engenharia Civil da EPUSP na Cidade Universitária ocorre com a demarcação de marcos geodésicos vinculados ao SGB neste local e à maior facilidade de os professores poderem prestar assistência aos alunos nessa tarefa.

Na área do desenho topográfico, na década de 1980 começa a ser discutida a possibilidade da computação gráfica e uso de *softwares* CAD. Nessa época também começam a surgir pesquisas sobre o MDT no âmbito da EPUSP.

Com o surgimento de novas técnicas e novos instrumentos, combinados com a redução de carga horária disponível para os componentes curriculares da área, diminuiu-se o grau de aprofundamento e detalhamento em temas como terraplenagem e implantação de projetos (que passam a ser vistos com maior aprofundamento em

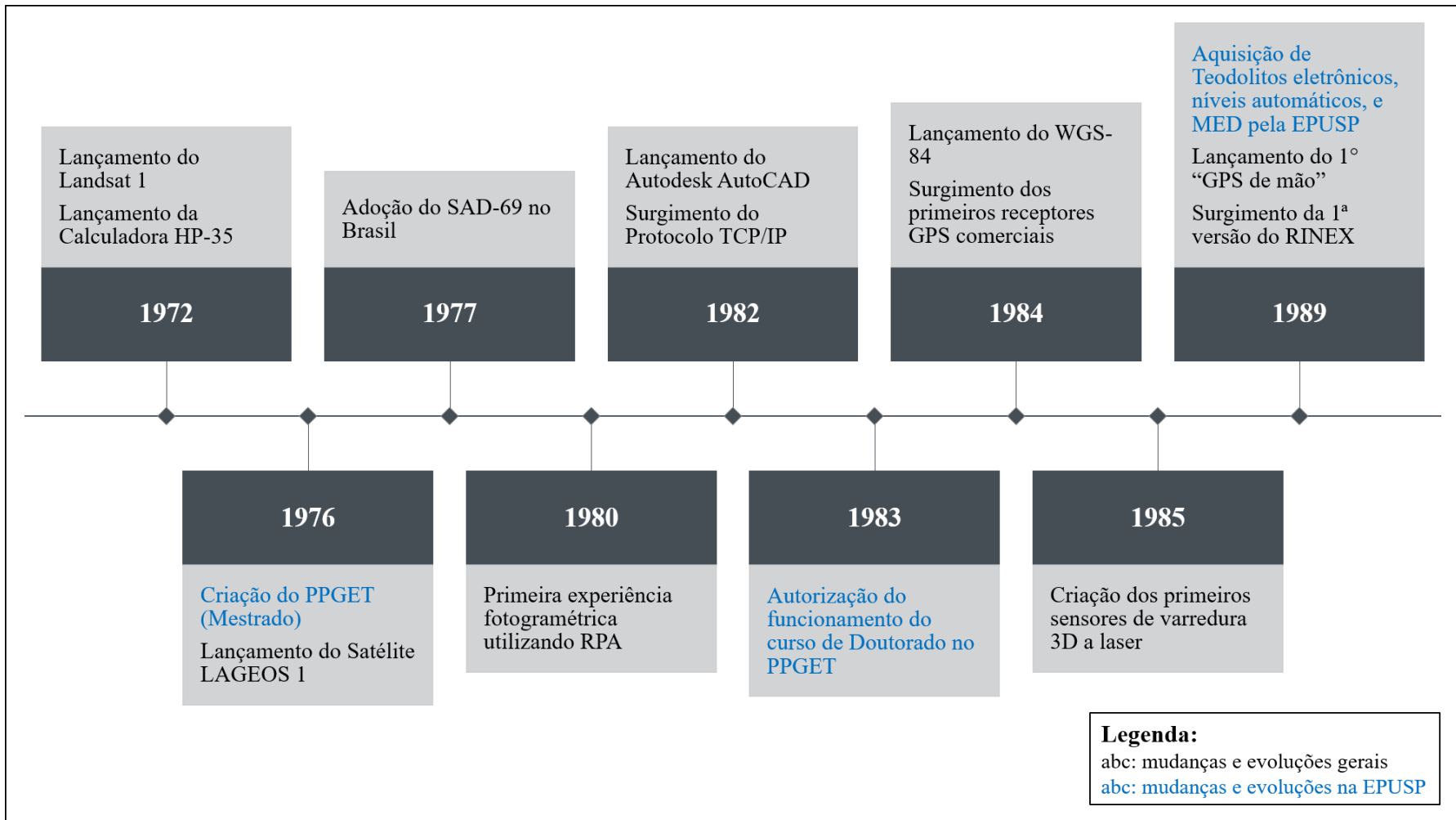
disciplinas de estradas) e conteúdo de Astronomia, Geodésia e Aerofotogrametria. Em contrapartida começa-se a tratar de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

Quanto aos instrumentos, a partir de 1972 passou-se a utilizar os Teodolitos fabricados pela D.F. Vasconcellos para as aulas práticas e trabalhos de campo (CINTRA 1993). Durante todo esse terceiro intervalo (1972 – 1989) quando, no final da década de 1980 e início da década de 1990, instrumentos com tecnologia eletrônica começaram a tomar conta do exercício profissional da Topografia e começaram a ser utilizados nas aulas da área na EPUSP.

O D.F. Vasconcellos foi o principal instrumento topográfico utilizado na EPUSP. Este instrumento, combinado com o uso de trenas passou a ser utilizado também para o ensino do nivelamento trigonométrico, além do uso de níveis óptico-mecânicos para o ensino de nivelamento geométrico.

Para sintetizar e finalizar este item é apresentada uma linha do tempo (figura 5.20) com os principais marcos históricos do período (1972 – 1989).

Figura 5.20 – Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 1972 - 1989.



Fonte: Autoria Própria

5.4. 1989 – 2020: Da Introdução de Equipamentos Eletrônicos à Pandemia COVID-19 e o Ensino Remoto Emergencial

Mudanças aconteceram a partir do fim da década de 1980, com o fim da ditadura militar e a nova constituição federal de 1988, e posteriormente, a partir do final da década de 1990 com as mudanças e evoluções nas tecnologias da informação e comunicação (TIC), as Instituições de Ensino Superior, e também as de Ensino Básico, passam por mudanças e estão ainda vivendo um momento de adaptações a essa nova ordem (LEITE; RIBEIRO, 2012).

No campo da Topografia e das ciências afins o desenvolvimento tecnológico e a transformação digital proporcionaram mudanças significativas a partir do final dos anos 1980 e início dos anos 1990, se tornando cada vez mais consistentes no Século XXI. O surgimento de um novo termo, uma nova área chamada Geomática é uma consequência desse desenvolvimento tecnológico e científico e da transformação digital.

Na EPUSP e no ensino da Topografia na Escola essa transformação começa a ser vista a partir do ano de 1989 com a introdução de instrumentos eletrônicos, com a utilização de recursos computacionais e com a mudança de regimento interno e as posteriores mudanças nas Estruturas Curriculares (EC) da Escola.

Desta forma este item se inicia com uma breve discussão sobre o surgimento da Geomática como disciplina que agrega diversas áreas de conhecimento. Conhecer o desenvolvimento da área tem como objetivo embasar e fundamentar a discussão sobre como o ensino da Topografia e áreas afins foi sendo modificado e transformado na EPUSP.

Para isso, segue uma discussão sobre as contribuições do PPGET, com foco nas contribuições do Laboratório de Topografia e Geodésia (LTG), e como as pesquisas e ensino em nível de pós-graduação criaram condições e terreno fértil para mudanças no Ensino de Topografia em nível de graduação, especificamente no curso de Engenharia Civil da EPUSP.

Finaliza este item e esse capítulo uma discussão sobre o ensino de Geomática na EPUSP e como as mudanças tecnológicas e a transformação digital contribuíram para mudanças significativas nos últimos 30 anos, até chegar ao ano de 2020, e por razões do isolamento social gerado pela Pandemia COVID-19, o ensino da área ser realizado emergencialmente de forma remota e mediado por TIC.

5.4.1. O surgimento da Geomática

Define-se Topografia como “a ciência aplicada que estuda os métodos de representar um terreno (uma parte da superfície da Terra) para fins de projeto” (CINTRA, 2012). Esta é uma definição mais prática da Topografia, que versa sobre sua aplicação na área da Engenharia.

No entanto, a Topografia, a Engenharia e o mundo evoluíram. As necessidades da sociedade também, tornando-se mais desafiadoras e implicando soluções mais complexas, interdisciplinares e integradoras. Nesse sentido houve a necessidade de criar-se um termo com significado mais amplo, surgindo assim a Geomática, englobando:

As ciências, as técnicas e os métodos que tratam da medição, da modelagem matemática, do georreferenciamento, da representação cartográfica e do posicionamento de elementos geométricos espaciais (geoinformação) na superfície terrestre, de modo a agrupá-los em uma

matéria de estudo coerente com as novas tecnologias e necessidades da Engenharia (SILVA; SEGANTINE, 2015).

A Geomática deve ser compreendida como uma disciplina da engenharia moderna que engloba os conceitos supracitados. Está fundamentada na estrutura científica da Geodésia, utilizando sensores em ambiente terrestre, marinho, aéreo e em satélites na órbita terrestre para aquisição de dados espaciais de diversos formatos que dependem de gerenciamento de grandes bancos de dados, computação gráfica, processamento computacional de cálculos topométricos para trabalhar com essas informações e torná-las disponíveis para os usuários (GOMARASCA, 2009; SILVA, 2018).

A Geomática surgiu da transformação digital pela qual o mundo começou a passar no final do Século XX e que também impactou a área da Topografia e áreas correlatas. Todas as mudanças vistas e discutidas anteriormente, o desenvolvimento da informática, da eletrônica e das telecomunicações e sua interação nos instrumentos da área das informações espaciais criaram uma base sólida e terreno fértil para o surgimento e desenvolvimento da Geomática, que pode ser definida como a disciplina relacionada a coleta, distribuição, armazenamento, análise, processamento e apresentação de dados geográficos ou informações geográficas (ISO, 2004).

O termo Geomática foi criado no início dos anos 1980 na Universidade de Laval em Quebec, Canadá, baseada no conceito do aumento potencial do uso da eletrônica e da informática que vinha revolucionando a Topografia e ciências correlatas, com o uso da computação gráfica e do processamento de dados em ambiente computacional (GOMARASCA, 2009).

Desde então o termo Geomática começou a aparecer e ser utilizado em diversos lugares do mundo, e conseqüentemente nas IES conforme apresentado em diversos estudos e publicações sobre a experiência de ensino de Geomática (HUNTER, 2001; PUN-CHENG; KWAN, 2001; KONECNY, 2002; WALKER, 2002; DUNCAN, 2004; MCDOUGALL *et al.*, 2006; AINA, 2009; SILVA, 2018).

No Brasil, o termo Geomática começa aparecer no final do Século XX e ganha mais força no Século XXI. Começa a aparecer nas Universidades brasileiras na primeira década dos anos 2000. Um exemplo disso é a criação, nesse período, de um programa de pós-graduação em Geomática na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) que integrava docentes do Departamento de Engenharia de Computação e do Departamento de Engenharia Cartográfica desta Universidade. Este programa foi descontinuado na década seguinte.

Além dessa iniciativa da UERJ, em outras IES foram criados departamentos de Geomática, disciplinas, linhas de pesquisa em programas de pós-graduação e outras iniciativas. Na EPUSP, nesse mesmo período, o termo começa a aparecer e ser abordado, inicialmente, em pesquisas realizadas em nível de pós-graduação, vindo em 2015 aparecer como nome dos componentes curriculares da área na grade curricular do curso de Engenharia Civil. A partir da vinda do professor Marcos Rodrigues, até essa época aproximadamente, empregou-se o termo Geoprocessamento, derivado de *Geoprocessing*, utilizado na Inglaterra; organizaram-se simpósios com esse nome, com convidados internacionais.

Ao longo desse período a Geomática vem se desenvolvendo em ritmos cada vez mais acelerados, bem como a sua gama de aplicações e possibilidades. Englobando disciplinas e conhecimentos abrangentes e diversos como Geodésia, Topografia, Teoria dos Erros, Estatística e Geoestatística, Cartografia, Hidrologia, Sensoriamento Remoto,

Fotogrametria, RPAS, Sistemas de Varredura à *laser*, CAD, BIM, Gerenciamento Cadastral, SIG, GNSS, Informática, Inteligência Artificial e Telecomunicações. Algumas dessas áreas foram adaptadas em função de novos equipamentos, como a aerofotogrametria por drone, os SIGs e o desenho pelos respectivos programas,

5.4.2. As contribuições do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes para o Ensino de Geomática na EPUSP

A Pós-Graduação em Engenharia de Transportes foi oficialmente reconhecida em nível de mestrado em 1976 e em nível de doutorado em 1983. No entanto, desde 1965 há o movimento de criação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes na EPUSP (LOSCHIAVO DOS SANTOS, 1985).

No ano de 1985 as principais linhas de pesquisa do PPGET eram:

Infraestrutura de Transportes Rodoviários, relativos a: problemas relacionados ao projeto, materiais e construção de rodovias rurais e urbanas; Planejamento de Transportes Rodoviários, englobando: problemas de planejamento, concepção e operação de sistemas de transportes de cargas e passageiros, inclusive transportes urbano e terminais; Transportes Ferroviários, envolvendo: problemas de planejamento, projeto, construção e operação de ferrovias; Transportes Aéreos, abordando: problemas de projeto e operação de aeroportos e organização dos transportes aéreos (LOSCHIAVO DOS SANTOS, 1985).

Apesar da Topografia e as informações espaciais não aparecerem entre as linhas de pesquisa do PPGET em 1985, pesquisas sobre essa área já eram realizadas no PPGET sob a orientação do Prof. Dr. Felipe Augusto Aranha Domingues, que posteriormente começou a orientar trabalhos na área de pavimentos.

A criação da linha de pesquisa oficialmente com esse título em informações espaciais ocorre no final dos anos 1990. Este trabalho focalizará a atual linha de Cartografia, Geodésia e Topografia. Para este trabalho foram consultados os Currículos Lattes de seis docentes que têm ou tiveram vínculo com o LTG e o PPGET: Dr. Jorge Pimentel Cintra (início em 1986); Dr. Nicola Paciléo Netto (1991 até 2009); Dr. Denizar Blitzkow (início em 1990); Dr. Edvaldo Simões da Fonseca Junior (início em 2004); Dra. Ana Paula Camargo Larocca (2009 até 2013); e o Dr. Flavio Guilherme Vaz de Almeida Filho (início em 2014).

Para a realização dos itens 5.4.2.1 e 5.4.2.2 foram analisados os Currículos Lattes deste corpo docente, realizando um levantamento das produções e orientações visando compreender como estes professores puderam contribuir para a área do ensino da Topografia (item 5.4.2.1). Posteriormente será realizado um levantamento e análise dos Currículos Lattes dos orientados destes docentes em nível de mestrado e doutorado para compreender o PPGET como espaço de formação docente (item 5.4.2.2).

Para a complementação e conferência das informações será consultado o portal na internet do PPGET onde estão dispostas as informações das publicações dos docentes, dissertações de mestrado, teses de doutorado e acompanhamento de pós-doutorado.

Por fim, nos dois itens não serão citados nomes dos docentes e discentes, objetivando desta forma evitar constrangimentos desnecessários e que não contribuem substancialmente para a realização desta pesquisa.

5.4.2.1 A Pós-Graduação e os Avanços no Ensino de Geomática

A pesquisa e o ensino a nível de graduação e pós-graduação “devem caminhar juntos e articulados com o fim de permitir a mútua criatividade” (CURY, 2004). Deve-se compreender que a pesquisa deve estar em todos os níveis de educação, e que é no nível de pós-graduação *Stricto Sensu* que o desenvolvimento da pesquisa científica se encontra em seu nível mais elaborado e de maior aprofundamento. No entanto, a pesquisa não deve ser exclusiva do ambiente de pós-graduação.

O mesmo pode-se dizer do ensino. Nos cursos de mestrado e doutorado também há ensino que ocorre concomitantemente com a realização da pesquisa, não sendo o ensino uma ação exclusiva da graduação. “Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro” (FREIRE, 1996). Os diferentes níveis de ensino em uma Universidade devem estabelecer conexões que promovam relações de desenvolvimento mútuo.

As pesquisas realizadas na Universidade devem alimentar e embasar a evolução do ensino em nível de graduação e pós-graduação, que por sua vez, também podem demandar que pesquisas sejam realizadas com a finalidade de possibilitar que necessidades do ensino sejam supridas.

A relação de circularidade virtuosa entre ambos os níveis é positiva tanto para a graduação como para a pós-graduação, sendo que a melhoria na primeira conduz a um mais alto desempenho dos formados em sua profissionalização e permite estudantes mais bem preparados para uma atuação dinâmica da pós-graduação. [...] permite que os produtos da investigação científica façam o conhecimento avançar e se estender, de modo aplicado, ao mundo profissional não acadêmico (CURY, 2004).

A realização de pesquisas a nível de pós-graduação qualifica o docente e o introduz na tarefa de pesquisar e aprofundar no estudo das questões; a ler livros e artigos de revistas internacionais. Esse conhecimento acaba por influir no programa das disciplinas e no conteúdo mais aprofundado das aulas.

Desta forma, este item visa apresentar e compreender as contribuições do PPGET para o ensino de Topografia em nível de graduação, buscando estabelecer conexões entre os dois níveis de formação superior.

Para isso foi realizado um levantamento quantitativo junto aos Currículos Lattes dos docentes do PPGET vinculados ao LTG com o objetivo de verificar o volume da produção científica que foi desenvolvido relacionado diretamente com o ensino de Topografia e pesquisas que contribuíram para o desenvolvimento e evolução do conhecimento científico e inovações tecnológicas que têm potencial de aplicação e contribuição para o desenvolvimento do ensino em nível de graduação e pós-graduação (tabela 5.1).

Os dados avaliados neste levantamento correspondem a produções destes docentes nos períodos que eles apresentam vínculo com o PPGET e LTG. Tem início na década de 1980 com o Prof. Dr. Jorge Pimentel Cintra e o Prof. Dr. Nicola Paciléo Netto¹⁹. O Prof. Dr. Denizar Blitzkow iniciou no PPGET em 1990. Também na década de 1990 o Prof. Dr. Edvaldo Simões da Fonseca Junior começou a lecionar na graduação da EPUSP enquanto desenvolvia pesquisas de Mestrado e Doutorado no PPGET, vindo a ser credenciado como docente do Programa nos anos 2000. A Profa. Dra. Ana Paula Camargo Larocca lecionou na EPUSP e esteve credenciada junto ao PPGET de 2009 a 2013 e o Dr. Flavio Guilherme Vaz de Almeida Filho a partir de 2013 como docente do

¹⁹ Os professores Dr. Jorge Pimentel Cintra e Dr. Nicola Paciléo Netto, lecionaram Topografia em nível de graduação na EPUSP desde a década de 1970.

programa, no entanto desde 2004, quando iniciou o doutoramento no PPGET, mantém vínculos de produção com o LTG.

Tabela 5.1 – Produção científica do LTG – PPGET.

Temas	Produção
Projetos de Pesquisa (evolução científica/tecnológica)	22
Projetos de Pesquisa (ensino)	3
Artigos em Periódicos (evolução científica/tecnológica)	75
Artigos em Periódicos (ensino)	6
Capítulos de Livro (evolução científica/tecnológica)	13
Trabalhos Completos em anais de Congresso (evolução científica/tecnológica)	144
Trabalhos Completos em anais de Congresso (ensino)	18
Resumos em anais de Congresso (evolução científica/tecnológica)	41
Resumos em anais de Congresso (ensino)	6
Outras produções bibliográficas	3
Elaboração de Normas	6
Produções Técnicas	20
Desenvolvimento de Material Didático	10
Tese de Doutorado (evolução científica/tecnológica)	28
Tese de Doutorado (ensino)	2
Dissertação de Mestrado (evolução científica/tecnológica)	35
Iniciação Científica (evolução científica/tecnológica)	37
Iniciação Científica (ensino)	20
TOTAL	489

Fonte: Autoria própria com base nos currículos lattes dos docentes do LTG – PPGET

Os dados são apresentados sem a discriminação da autoria, evitando desta forma possíveis constrangimentos e comparações de produção entre docentes. O intuito não é verificar a contribuição específica de cada pesquisador, e sim a contribuição do corpo docente e dos pesquisadores que passaram e formam o LTG para o avanço científico e tecnológico e sua potencialidade de contribuição para avanços no ensino de Topografia e Geomática. Nesse sentido, muitas publicações inclusive foram realizadas por mais de um docente do LTG, o que neste levantamento, estes trabalhos, foram contabilizados apenas uma produção.

Conforme apresentado na tabela 5.1 o volume de produção do LTG que, de forma direta ou indireta, contribuem para o avanço e evolução do ensino de Topografia é significativo. Este volume compreende projetos de pesquisa, publicações em periódicos e anais de eventos científicos, capítulos de livros, produções técnicas, elaboração de normas e de material didático, bem como as orientações de mestrado, doutorado e iniciação científica (IC).

Do total de 489, 65 produções estão diretamente ligadas ao ensino, o que corresponde a aproximadamente 13% do total. Dentre estes trabalhos estão projetos de pesquisa, desenvolvimento de material didático, trabalhos publicados em periódicos e eventos científicos, teses de doutorado e orientações de IC.

Quanto às IC, estas foram consideradas neste levantamento apesar de não ocorrerem em nível de pós-graduação. No entanto, a iniciação científica é uma das possibilidades de estabelecimento de conexão entre pós-graduação e graduação. A IC

possibilita que discentes de graduação vivenciem o ambiente da pós-graduação e da pesquisa, trazendo consigo suas experiências, necessidades e visão de estudante da graduação.

No LTG há um número expressivo de IC diretamente relacionadas com o ensino. A maior parte dela corresponde a elaboração e atualização de material didático, manuais e guias de uso de instrumentos e *softwares* e o desenvolvimento de ferramentas computacionais para auxiliar o ensino da Topografia.

A nível de pós-graduação, não há nenhuma dissertação de mestrado na área de ensino. Este pode ser um indicador da formação em cursos de bacharelado na graduação, onde a maioria dos estudantes não costumam ter contato com as questões de formação para docência, com algumas exceções de estudantes que desenvolvem atividade de monitoria de alguma disciplina ou em outras atividades isoladas.

Apesar de muitos daqueles que ingressam em programas de pós-graduação *stricto sensu* terem a carreira docente como uma das possibilidades de perspectiva de desenvolvimento de carreira, não costuma ser habitual o interesse por desenvolvimento de pesquisa na área do ensino. Mesmo a nível de doutorado, apenas duas teses foram desenvolvidas especificamente sobre avanços científicos e tecnológicos no ensino em nível de graduação, no entanto, pensando na formação para a docência durante a pós-graduação, em 1994 foi criado o Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE).

As demais produções na área do ensino de Topografia são, em sua grande maioria, discussões sobre a inserção de novas tecnologias no ensino de Topografia, principalmente da computação gráfica e automação de processos. Também há trabalhos de discussão sobre o ensino de Topografia na EPUSP, sua evolução e contribuições.

As demais produções contabilizadas no levantamento são trabalhos que geraram avanços no conhecimento científico e metodológico, bem como auxiliaram a compreender inovações tecnológicas e suas aplicações na área da Topografia e da Geomática, muitas vezes impulsionando evoluções metodológicas e tecnológicas. A tabela 5.2 apresenta o mesmo levantamento visto a partir da análise da quantidade de produções por temas ao longo do tempo (a cada 5 anos).

A tabela 5.2 apresenta que as produções no PPGET iniciaram no final da década de 1970. A partir da década de 1990 há um aumento expressivo no volume de produções do LTG no PPGET. Isso acontece devido ao doutoramento de docentes do LTG e contratação de novos docentes.

Tabela 5.2 – Produção científica por temas ao longo do tempo (intervalos de 5 anos).

	2020	2015	2010	2005	2000	1995	1990	1985	1980	
Temas	2016	2011	2006	2001	1996	1991	1986	1981	1976	Total
Ensino	2	12	12	7	14	5	13	0	0	65
Instrumentos de medição de ângulos / distância / nivelamento	0	7	2	1	8	16	0	0	0	34
Posicionamento por Satélites (GNSS)	8	23	19	21	38	25	0	0	0	134

Sistema Geodésico de Referência	3	5	3	21	15	9	2	0	0	58
Redes Geodésicas	0	1	0	15	13	8	2	0	0	39
Métodos e Técnicas de Levantamento	3	8	5	7	13	6	0	0	0	42
Base de Aferição /Calibração de Instrumentos	1	2	3	5	9	10	0	0	0	30
MDT	1	0	5	8	8	7	3	2	0	34
Aplicações da Geomática na Engenharia	12	22	16	18	18	8	1	0	0	95
Sensoriamento Remoto	2	9	6	9	13	4	0	0	0	43
Informática e Topografia (CAD / Processamento de Dados / Ensino)	0	13	8	9	17	6	8	0	0	61
Geodésia Física	11	18	14	24	12	7	6	0	0	92
SIG e Geoprocessamento	0	4	0	5	11	3	0	0	0	23
Aerofotogrametria	2	1	1	5	3	2	0	0	0	14
RPAS	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Laser Scanner	9	2	3	0	1	0	0	0	0	15
Avaliação de Instrumentos / Técnicas	7	9	5	17	17	7	2	0	0	64
Desenvolvimento de Ferramenta Computacional	2	4	7	7	8	0	2	1	0	31

Cartografia Digital / Bases Cartográficas	4	4	4	20	21	11	0	0	0	64
Controle de Qualidade / Precisão de Cartas / Dados e Levantamentos	4	8	4	14	3	4	0	0	0	37
Revisão da literatura	3	6	1	8	3	2	0	0	0	23
Normas (Desenvolvimento / Análise)	0	0	0	6	1	1	0	0	0	8
Total	77	158	118	227	246	141	39	3	0	1009

Fonte: Autoria própria com base nos currículos lattes dos docentes do LTG - PPGET

Os instrumentos de medição de ângulos, distâncias e nivelamento apresentam um número maior de pesquisas realizadas na década de 1990, isso está relacionado ao aumento da popularidade e acesso a instrumentos como estações totais, EDM e níveis digitais, tendo uma grande conexão com a base de calibração da EPUSP onde estes instrumentos podiam ser testados e avaliados em pesquisas. Também há conexão dessa temática com os métodos e técnicas de levantamento, bem como avaliação de instrumentos.

Pesquisas na área do Posicionamento por Satélites no PPGET foram iniciadas na década de 1990, período em que o sistema GPS ficou totalmente operacional e que o uso civil começou a amplificar, mesmo antes da desativação da SA. A partir do ano 2000 com o fim da SA a utilização do posicionamento por satélites começou a ser cada vez mais difundida, seu ensino em nível de graduação está estabelecido muito por conta das pesquisas que já vinha sendo realizadas anteriormente em nível de pós-graduação e que permitiram que este tema pudesse ser incorporado na graduação.

Os sistemas geodésicos de referência e redes geodésicas apresentam o maior volume de produção concentrado entre o fim da década de 1990 e início dos anos 2000, o que estão diretamente relacionado com os sistemas de posicionamento por satélites, bem como pesquisas que auxiliaram a desenvolver e avaliar o novo sistema de referência geodésica do Brasil o SIRGAS 2000. Exatamente devido à forte participação do LTG nas pesquisas do SIRGAS 2000 é que este também pode ser rapidamente incorporado ao ensino na graduação.

Nessa área há também uma forte contribuição da área da Geodésia Física, onde diversas pesquisas foram desenvolvidas na área de gravimetria, sistemas de altitudes e modelos geoidais, onde há uma forte contribuição do LTG também no desenvolvimento dos modelos geoidais brasileiros. A temática das relações e o significado da altitude em projetos de Engenharia também aparecem no ensino em nível de graduação.

Outro tema bastante desenvolvido na década de 1990 e início dos anos 2000 é a Cartografia Digital e as bases cartográficas. Isso apresenta uma relação com a popularização da informática e dos *softwares* de desenho e processamento de dados.

Também pode ser percebida essa relação através da quantidade de trabalhos que trabalham com o desenvolvimento de recursos computacionais e com a aplicação da informática na Topografia e áreas afins. Estes temas também passaram a ser desenvolvidos na graduação, inclusive alguns recursos computacionais foram desenvolvidos com o intuito de auxiliar o ensino em nível de graduação

Nessa mesma linha pesquisas sobre MDT também começaram a ser desenvolvidas na década de 1990 devido a possibilidade que a informática, a fotogrametria digital e o sensoriamento remoto possibilitaram a partir do fim do Século XX, também aparecendo posteriormente no ensino em nível de graduação.

O MDT segue sendo tema de pesquisa devido sua ligação atual com os instrumentos e métodos de varredura a *laser* (*laser scanners*) terrestres e aerotransportados e os RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*), popularmente conhecidos como drones. Estes temas são mais recentes nas pesquisas da área e começaram a ser trabalhados no ensino de graduação nos últimos anos.

Outro ponto de destaque das pesquisas realizadas no LTG trata da avaliação de metodologias e instrumentos, bem como da qualidade e precisão de dados, cartas e levantamentos topográficos. Trabalhos desta natureza tendem a serem importantes para a graduação, uma vez que possibilitam que os docentes aprofundem ainda mais o embasamento e o conhecimento da qualidade de instrumentos, técnicas e métodos, bem como suas possíveis aplicações.

Aplicações da Topografia e da Geomática em diversas áreas da Engenharia como barragens, monitoramento de estruturas, estradas, túneis, redes de distribuição, entre outras, estão contempladas em pesquisas em nível de pós-graduação, possibilitando também que estes assuntos sejam abordados com exemplos e maior embasamento nas aulas de graduação.

Por fim, o desenvolvimento e avaliação de normas técnicas e trabalhos de revisão de literatura também seguem na mesma linha de contribuição que a pós-graduação pode gerar para o ensino da área na graduação.

5.4.2.2 A Pós-Graduação como Espaço de Formação Docente

A Pós-Graduação além de espaço de formação de pesquisadores e realização de pesquisas também um espaço de formação docente para atuação no Ensino Superior. A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Brasileira, Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996 apresenta em seu artigo 66 que “a preparação para o exercício do magistério superior far-se-á em nível de pós-graduação, prioritariamente em programas de mestrado e doutorado” (BRASIL, 1996).

A formação a nível de pós-graduação (mestrado e doutorado) é um momento importante no processo de desenvolvimento da profissionalidade docente, sendo para muitos o momento inicial deste processo (VAZ e GILBERTO, 2016).

Desta forma este item apresenta uma continuação do levantamento dos currículos Lattes dos docentes do PPGET vinculados ao LTG (item 5.4.2.1). No entanto, o foco agora é para a compreensão do PPGET, mais especificamente do LTG inserido no PPGET, como espaço de formação docente.

Para isso foram analisados os registros de orientações de mestrado e doutorado finalizadas dos docentes do LTG. Neste espaço do currículo lattes há a possibilidade de inserir o link para o Lattes do orientado. Os casos em que não havia o link disponível foi realizada a consulta pelo nome na base da plataforma lattes do CNPq.

Com acesso aos currículos lattes dos formados no PPGET com orientação de docentes do LTG buscou-se verificar quantitativamente informações como número de ex-

alunos que tiveram alguma experiência docente, bem como verificar em que nível de ensino e tipo de IES estes exerceram ou exercem a docência (tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Mestres e Doutores formados no LTG – PPGET com experiência em docência.

Experiência	Mestrado no PPGET (apenas)	Doutorado no PPGET (apenas)	Mestrado e Doutorado no PPGET	Total
Lecionou IES Particular	10	2	10	22
Leciona IES Particular	3	2	3	8
Lecionou IES Pública	0	3	3	6
Leciona IES Pública	9	15	10	34
Lecionou em Escola Técnica	3	1	1	5
Leciona em Escola Técnica	2	0	0	2

Fonte: Autoria própria com base nos currículos lattes dos docentes e mestres e doutores formados no LTG – PPGET.

Foram pesquisados 88 formados a nível de mestrados e doutorado, sendo que destes, 56 apresentam algum registro de experiência com a docência no currículo lattes, correspondendo a aproximadamente 64% dos pesquisados. Dentre os outros 32, quinze não tiveram registro encontrado na plataforma lattes e dezessete não apresentam nenhum registro de experiência na carreira docente em seus lattes.

Aqueles que os currículos lattes não foram encontrados, caso de fato estes não tenham registro e não façam uso da plataforma, há uma grande probabilidade que não tenham seguido a carreira acadêmica e docente, visto que essa é uma importante plataforma para profissionais do meio acadêmico no Brasil.

Entre os 17 que não apresentam registros de experiência na carreira docente há pesquisadores e funcionários públicos de instituições como IBGE, INCRA, CPRM, prefeituras e secretarias. Há também profissionais que atuam em empresas privadas e que se especializaram no PPGET.

Quanto aos mestres e doutores formados no LTG-PPGET e que atuam na carreira docente é possível perceber que os maiores valores registrados se encontram nas linhas que apresentam docentes que lecionaram em IES particulares (considerando aqui as privadas e comunitárias) e que atualmente lecionam em IES públicas. Há aqui três movimentos distintos que precisam ser compreendidos.

O primeiro está relacionado aos mestres que atuam em IES públicas, estes em sua maioria lecionam em institutos federais (IF) que não apresentam a mesma exigência de titulação para contratação através de concurso público das Universidades públicas, no entanto há também professores que realizaram o mestrado no PPGET e o doutorado em outro programa de pós-graduação.

O segundo movimento que pôde ser percebido ao analisar os Lattes foi o ingresso na carreira docente em IES particulares na primeira década e início da segunda década do ano 2000 onde o aumento de vagas e cursos de Engenharia em IES particulares cresceu muito no país (OLIVEIRA et al., 2013). Atualmente com a crise política e econômica do país e a diminuição da procura por cursos de Engenharia, muitos perderam sua colocação no mercado das IES particulares.

O terceiro movimento é um movimento bastante típico do ingresso na carreira docente através das IES particulares e posteriormente a aprovação em concurso público e transferência para a carreira docente em IES pública.

Desta forma, cabe ressaltar que o somatório dos totais da tabela 6.3 não equivale ao número total de docentes com formação no LTG no PPGET, pois um professor pode estar em mais de uma linha da tabela. O que não é possível é um professor estar em mais de uma coluna da tabela.

Olhando para os que fizeram apenas o doutorado no PPGET com orientadores do LTG, a maior parte leciona em IES pública. Aqui também há dois movimentos distintos que se pôde observar. O primeiro corresponde a professores mais antigos que ingressaram na carreira docente em IES pública em períodos do passado onde se aceitava com maior facilidade a contratação de mestres e até de bacharéis. Sendo assim, estes buscaram o PPGET e o LTG para se especializarem e obterem a titulação que posteriormente passou a ser exigida.

Outro movimento é o de profissionais que realizaram o mestrado em outro programa e recorreram ao LTG para a realização do doutorado, vindo posteriormente a obter aprovação em concurso público e ingressar na carreira docente em IES pública. Em número menor, mas também com importância há mestres e doutores formados no LTG-PPGET que atuam em IES particular.

Por fim, outro movimento interessante no desenvolvimento da docência é o de ingresso na carreira docente através das Escolas Técnicas, que permitem iniciar na docência vindo posteriormente a ingressar em IES.

Desde 1994 há na USP um programa de formação docente a nível de pós-graduação *stricto sensu*, o Programa de Aperfeiçoamento do Ensino (PAE). Esta é uma oportunidade de aperfeiçoar habilidades didáticas, atuando junto a uma disciplina de graduação, sob orientação de um supervisor docente da Instituição (CONTE, 2013).

Há também uma política da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que obriga os discentes de doutorado que desenvolvem suas pesquisas com bolsa da CAPES a realizarem o estágio de docência, que na USP ocorre através do PAE.

Além de espaço de desenvolvimento de pesquisa de relevância na área da Topografia e da Geomática no Brasil e no exterior, bem como impulsionador de avanços no ensino da graduação LTG inserido no PPGET, se apresenta também como um espaço de formação docente.

Pelo LTG passaram profissionais que se formaram pesquisadores e docentes e que atuam em diversas IES de diversificada natureza pelo Brasil. Estes carregam consigo a experiência desenvolvida na EPUSP que contribuiu na sua formação e em seus caminhos pela carreira docente.

5.4.3. O Ensino de Geomática na EPUSP na era da Transformação Digital

A difusão e adoção do termo Geomática no mundo começou a ocorrer em um período em que na EPUSP começou-se a utilizar instrumentos eletrônicos, incluir o uso da informática nas aulas de Topografia, entre outras ações que colocavam o ensino da Topografia em consonância com o que acontecia ao redor do mundo: caminhando na direção da migração e desenvolvimento da Geomática.

Pode-se dizer então que o ensino de Geomática na Graduação em Engenharia Civil da EPUSP começa a ser desenvolvido a partir da troca de regimento interno da EPUSP em 1989, que trouxe como mudança uma nova organização das disciplinas da área

embasadas pelos conhecimentos e discussões trazidas pelos Professores Cintra e Rodrigues (item 5.3.3).

Em 1989 as disciplinas de Topografia permaneceram no 3º e 4º semestre do curso, no entanto, a primeira disciplina passou a se chamar “Topografia Básica” (4 créditos) e a segunda “Técnicas Topográficas e Cartográficas” (2 créditos), sendo criada o componente de Geoprocessamento (2 créditos). Essa alteração vai além do nome das disciplinas e mostra uma tendência do final da década de 1980 e início da década de 1990 que foi consolidada posteriormente: incorporar e abrir espaço temporal para o ensino de SIG, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na formação em Engenharia Civil.

No ano de 1999 (Estrutura Curricular 2) houve uma nova mudança em que as disciplinas de Topografia passaram a se chamar Informações Espaciais I e II, sendo mantidas no 3º e 4º semestre do curso. A principal alteração nesse momento do curso foi a diminuição pela metade da carga horária de Informações Espaciais II (de 4 para 2), ficando neste componente curricular o foco em Geodésia, GNSS, Projeções Cartográficas e Fotogrametria, sendo criada uma disciplina específica para a abordagem de Sensoriamento Remoto, SIG e Geoprocessamento com a outra metade da carga horária.

Por fim, a última mudança nas disciplinas da área aconteceu no ano de 2015: continuam duas disciplinas que agora passaram a se chamar Geomática I (com o conteúdo de Topografia e afins) e Geomática II (Geoprocessamento/ Sistemas de Informações Espaciais). A primeira ocorre no 1º semestre do curso e a segunda no 5º semestre do curso, havendo assim um hiato de 3 semestres entre a realização das duas disciplinas, anteriormente ocorridas em sequência.

Essas mudanças ocorreram função da filosofia da reforma da Estrutura Curricular 3 (EC3). Essa mudança teve como objetivo sair de uma formação caracterizada por uma forte especialização com raízes em diretrizes da década de 1980 (Estrutura Curricular 1) passando a uma concepção de formação mais ampla, generalista e flexível, introduzindo o contato com a Engenharia e disciplinas da habilitação específica logo no 1º semestre do curso (AMARAL, 2014; BALBO, 2017). Nesse contexto, a disciplina Geomática I passou a ser trabalhada logo no 1º Semestre de Engenharia Civil.

A EC3 e as motivações para as alterações curriculares realizadas em 2015 apresentam alterações que seguem na direção do viria a acontecer anos depois, com a publicação da Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019 que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Graduação em Engenharia. A proposição de novas DCNs ocorreu no âmbito da Câmara de Ensino Superior do Conselho Nacional de Educação, apoiado e embasado em discussões realizadas pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), Conselhos Federais e Estaduais de Engenharia e outras entidades com interesses em discutir a formação do Engenheiro do Século XXI.

“As novas DCNs não dinamizam apenas o ordenamento dos conteúdos, mas antes propõem uma nova organização institucional do currículo” (OLIVEIRA, 2019a). Dessa forma, as novas DCNs são um convite as IES para repensarem a formação em Engenharia no Século XXI, buscando contextualizar e atualizar o processo formativo de novos engenheiros com as demandas da sociedade e da área da Engenharia. Dessa forma, as mudanças ocorridas na EPUSP em 2015 seguem nessa mesma direção.

Na nova estrutura curricular do curso de Engenharia Civil, olhando para a inserção da Geomática nele, há uma descontinuidade na sequência das disciplinas, que operacionalmente, se justifica pelo fato de a disciplina “Geomática I” condensar o

conteúdo que anteriormente era dividido em Informações Espaciais I e II, ficando na disciplina “Geomática II” o conteúdo Sensoriamento Remoto, SIG, Geoprocessamento.

Um dos recursos utilizados nas últimas décadas na EPUSP, não apenas na área da Topografia, como em todas as outras áreas, também como consequência da EC3, para se adequar e adaptar aos desafios impostos pela diminuição da carga horária dos cursos e consequentemente das disciplinas de cada área foi o oferecimento de disciplinas optativas.

Dessa forma a estrutura curricular do curso de Engenharia Civil, bem como de outras engenharias, passou a ter um caráter de formação mais generalista dos conhecimentos que propiciam o grupo de habilidades e competência do engenheiro civil e abrindo espaço para disciplinas optativas no final do curso onde o discente será o responsável pela escolha dessas disciplinas e do enfoque e aprofundamento que deseja dar a sua formação.

Atualmente na área das informações espaciais na EPUSP são oferecidas as seguintes disciplinas optativas: Projeções Cartográficas para Planejamento e Projeto de Engenharia; Navegação por GNSS; Geoprocessamento Aplicado a Transportes.

A disciplina optativa Projeções Cartográficas para Planejamento e Projeto de Engenharia tem carga horária total de 60 horas e programa resumido definido por: “Projeções cartográficas, Plano Topográfico Local, Sistema UTM, aplicações a projetos e planejamento de engenharia” (USP, 2016). Já a disciplina Navegação por GNSS também possui carga horária de 60 horas e o programa resumido consiste em: “GNSS, Sistemas de posicionamento, Métodos de posicionamento, Processamento de dados GNSS, Aplicações na engenharia” (USP, 2018).

Já a disciplina de Geoprocessamento Aplicado a Transportes tem carga horária de 30 horas e seu programa aborda: “Revisão da estrutura, funções e conceitos de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), tais como modelos de dados espaciais, bases de dados e análises espaciais. Planejamento, gerenciamento e aplicações de projetos SIG para questões relacionadas ao transporte” (USP, 2018).

No que tange os conteúdos e a evolução da abordagem destes no ensino de Geomática na EPUSP, os anos 1990 é marcado pelo início da popularização da computação pessoal. O lançamento do Sistema operacional Microsoft Windows 95, em conjunto com o conjunto de programas chamado Office 95 foi um marco para essa área. Ainda no campo da computação e da informática a década de 1990 também é marcada pelo lançamento de diversos programas com aplicações em diversas áreas. Dentre esses *softwares* pode-se destacar os lançamentos do DataGeosis (1995), TopoGRAPH TG 98 (1998) e o ArcMap 8.0 (1999), sendo os dois primeiros softwares para realização do trabalho de escritório de Topografia, e o ArcMap 8.0 o precursor do ArcGIS que desenvolveu e popularizou o uso de SIG.

O GPS passou a estar totalmente operacional com 24 satélites em 1994 e teve o fim da disponibilidade seletiva (SA) em 2000, o que foi um fator propulsor para a popularização do uso civil do sistema na década seguinte. No Brasil em 1996 o IBGE deu início da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos sistemas GNSS (com significativas contribuições do LTG através do PPGET) e a realização pesquisas em nível de pós-graduação sobre esse tema. A abordagem do posicionamento por satélites na EPUSP teve início nessa mesma década de forma teórica e conceitual. O Laboratório de Topografia e Geodésia é responsável por um dos pontos da RBMC (Estação POLI) desde 2006.

Na área da Topografia duas normas brasileiras tiveram sua primeira publicação nesta época: NBR 13.133 (1994) que normatiza a execução de levantamento topográfico e NBR 14.166 (1998). Houve significativas contribuições do LTG através do PPGET que normatiza a rede de referência cadastral municipal. As normas brasileiras são importantes pois através delas a normatização possibilita a padronização dos trabalhos e do exercício profissional. Essas normas também logo foram introduzidas nos conteúdos programáticos das disciplinas de Topografia.

Em 1998 foram adquiridas estações totais para uso em aula na graduação pela EPUSP. A estação total foi inventada quase 30 anos antes, no entanto, eram instrumentos caros, com baixa viabilidade econômica para aquisição para aplicação em aulas da graduação. Na década de 1990 seu custo começou a baixar tornando assim viável a aquisição deste instrumento pela EPUSP para as aulas de graduação. Sua aquisição foi importante visto que o uso da estação total possibilita o ganho de tempo e otimização das aulas práticas em campo.

As disciplinas da área tiveram contribuições dos já mencionados Prof. Dr. Jorge Pimentel Cintra e Prof. Dr. Marcos Rodrigues e dos Prof. Dr. Nicola Paciléto Netto, Prof. Dr. José Alberto Quintanilha, da contratação em 1990 do Prof. Dr. Denizar Blitzkow e do então professor assistente Prof. Dr. Edvaldo Simões da Fonseca Junior em 1992 que durante essa década realizou o mestrado e doutorado no PPGET.

A formação a nível de Pós-Graduação *Stricto Sensu* e a contratação de professores com diferentes especializações e expertises dentro da área das informações espaciais, possibilitou o desenvolvimento e evolução da pesquisa realizada na área dentro do PPGET. Isso também teve reflexo no ensino da graduação, onde foram introduzidos temas como posicionamento por satélites, sensoriamento remoto, MDT, SIG e Geoprocessamento, bem como o desenvolvimento do uso do CAD para o desenho topográfico.

Entrando no Século XXI, sua primeira década é marcada pela consolidação e aumento da popularização da informática, da internet e da telefonia móvel, o que passou a mudar algumas dinâmicas de comunicação e relação, tendo impacto também na Educação e na pesquisa científica.

Na área das informações espaciais o lançamento em 2005 do Google Earth e do Google Maps, bem como a fundação da OpenStreetMap são exemplos de como a informática e a internet revolucionariam a área, tornando-a mais acessível e popular, possibilitando que imagens de satélites, mapas e dados espaciais começassem a ser utilizados por mais pessoas, em diversas áreas e em seu cotidiano.

A indústria dos *softwares* continuou se desenvolvendo, um exemplo na área de SIG são os lançamentos das versões 9 e 10 do ArcGIS. Ainda na área dos *softwares* começou a ganhar força os programas de código aberto (*open source*), tendo como exemplo também na área de SIG o lançamento do QuantumGIS, (atual QGIS).

No Brasil alguns municípios e estados já possuíam WebSIG e IDE, quando em 2008 é lançada a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), com o objetivo de organizar e padronizar os dados espaciais oficiais no território nacional.

Ainda, a nível nacional, em 2005 foi adotado SIRGAS 2000 com sistema geodésico de referência oficial do SGB, passando desta forma a utilizar um referencial geocêntrico. Em 2009 o IBGE lançou serviço de posicionamento por ponto preciso (PPP) de dados GNSS online e a atualização da RBMC com a possibilidade acesso aos dados de algumas estações em tempo real através da RBM-IP, permitindo a utilização desses

dados em levantamentos RTK. No campo do SIRGAS e do GNSS há significativa contribuição do PPGET através do LTG, com a implantação de uma estação de monitoramento contínuo.

A EPUSP adquiriu receptores geodésicos GNSS em 2002, 2004 e 2007, bem como receptores gps de navegação durante essa década. Os receptores geodésicos são utilizados em pesquisa em nível de Pós-Graduação e para demonstrações em aulas específicas de graduação. Atividades práticas na graduação utilizam os receptores de navegação (GPS de mão).

Em 2009 foi contratada a Professora Dra. Ana Paula Camargo Larocca que lecionou na EPUSP até o ano de 2013 tendo como área de atuação a Geomática aplicada no monitoramento da infraestrutura viária e metroferroviárias, e Segurança Viária com recursos de simulação tridimensional.

No campo do ensino de Topografia, nos anos 2000 foi introduzido o uso do *software* DataGeosis nas aulas da graduação, principalmente para serem utilizados no pós-processamentos dos trabalhos de campo. O SIRGAS 2000 foi prontamente introduzido no conteúdo programático.

No Século XX as Estações Totais evoluíram em questão de precisão das leituras, bem como passaram a ter maior capacidade de armazenamento e processamento interno dos dados. Também passaram a receber tecnologias de comunicação sem fio, como o *bluetooth* e *Wi-Fi*, e outros sensores acoplados, como antenas GNSS, câmeras imageadoras, além de tecnologias da área da robótica. Esses avanços permitem que haja otimização de processos e ganho de tempo no trabalho de campo.

No final da década de 2000 diversos fabricantes lançaram equipamentos de varredura 3D a *laser* (*Laser Scanner*), no entanto, o uso desses instrumentos vem aumentando na década de 2010. Assim como as Estações Totais demoraram um tempo para ter seu uso difundido e popularizado, Os *Laser Scanners*, bem como o uso de VANT na área das informações espaciais, estão em franco processo de consolidação e desenvolvimento. Como pode ser visto na linha do tempo da década de 2010 (figura 5.13) a EPUSP adquiriu um *Laser Scanner* utilizado para pesquisas em nível de Pós-Graduação. Esse tipo de equipamento ainda tem um custo muito elevado, o que torna sua utilização em aulas de graduação com baixa viabilidade.

Na EPUSP o Prof. Dr. Flávio Guilherme Vaz de Almeida Filho foi contratado em 2013, Em 2015 há uma mudança nas disciplinas que passaram a ser chamadas de Geomática I e II, sendo que a primeira passou a ser lecionada no 1º semestre do curso de Engenharia Civil e a segunda no 5º semestre. Essa mudança também ocorreu na carga horária que disponível, pois as áreas lecionadas nas Informações Espaciais I e II (com exceção de MDT) passaram a ser condensadas em Geomática I, enquanto os conteúdos de Geoprocessamento, SIG, Aerofotogrametria, Sensoriamento Remoto e MDT ficaram na Geomática II.

Em 2012 foram adquiridas novas estações totais. A estação total Leica TS02 são mais modernas e novamente permitiram ganho de tempo na execução das aulas e trabalhos de campo. Em 2015 foi adquirida uma Estação Total Leica TS09 e em 2017 o *Laser Scanner* Leica Scan Station 2 que são utilizados para pesquisa a nível de Pós-Graduação.

Por fim, no fim de 2020 uma parceria da EPUSP com a empresa Trimble possibilitou a Escola receber a doação de equipamentos e *softwares* compondo o *Trimble*

*Technology Lab*²⁰, laboratório para a Engenharia Civil. Dentre os equipamentos há uma estação total robótica, estações totais mecânicas, receptores GNSS e um *laserscanner* 3D. Entre os programas, há *softwares* de monitoramento, de processamento de dados de nuvens de pontos, processamentos de dados geoespaciais e de modelagem de informação da construção (BIM) e modelagem 3D.

Atualmente, além dos docentes Flávio Guilherme Vaz de Almeida Filho e Edvaldo Simões da Fonseca Junior que são do LTG, há outros docentes, os professores do PTR Dr. Carlos Yukio Suzuki, Dra. Rosângela dos Santos Motta, Dr. Iuri Sidney Bessa e Dr. Claudio Luiz Marte, Dra. Rosângela Motta e Dr. Cleyton de Carvalho Carneiro, que lecionam Topografia e Geomática na EPUSP, no entanto suas linhas de pesquisa seguem outras áreas que não a da Topografia e da Geomática. Estes professores lecionam nas Engenharia Civil e Ambiental, mas também nos cursos da Engenharia de Minas e Petróleo Faculdade de Geologia. Outro curso que também têm aulas de Topografia é a Arquitetura e Urbanismo, sendo que neste curso costuma-se lecionar os professores do LTG.

A década de 2010 é marcada pela evolução e popularização dos *smartphones* que se trata de um dispositivo eletrônico e de telecomunicações que vai muito além da telefonia móvel, tendo embarcado diversos tipos de sensores, como por exemplos antenas GNSS, alta capacidade de armazenamento e processamento de dados e acesso à internet. Pode-se unir em um mesmo equipamento lazer e trabalho, estar em campo controlando uma estação total pelo dispositivo móvel, enquanto transmite os dados do levantamento para um servidor a quilômetros de distância.

No Século XX não são apenas os equipamentos que são interdisciplinares e multitarefas. Exige-se cada vez mais essas qualidades dos profissionais, além de características empreendedoras e inovadoras. Dentre essas características, não se pode perder de vista a formação teórico-conceitual dos engenheiros frente a um mundo cada vez mais voltado para a prática e em ritmo cada vez mais acelerado nas inovações tecnológicas.

Outro ponto que é perceptível e de importante destaque é o fato de as evoluções científicas e metodológicas terem sido rapidamente absorvidas e inseridas no ensino da Topografia na EPUSP, quando esta não estava envolvida de alguma forma nos processos evolutivos da área. Quanto as evoluções instrumentais, estas são abordadas conceitualmente no ensino da área, no entanto, a tendência é que os instrumentos com novidades tecnológicas sejam de baixa viabilidade econômica para serem adquiridos em larga escala possibilitando seu uso na graduação.

Para isso, a partir do final do Século XX, com o advento do desenvolvimento da informática, da eletrônica e das tecnologias, novas tecnologias começam a ser aplicadas na área da educação, promovendo novas dinâmicas e formas de interação e nas relações professor-estudante e estudante-estudante. As chamadas “*EdTech*” (Tecnologia Educacional) vem evoluindo com rapidez e se apresentam como possibilidades para utilização no ensino da Geomática através de plataformas de vídeos, realidade virtual e aumentada, *games* educacionais e simulações. O uso dessas ferramentas pode auxiliar o desenvolvimento do conhecimento e suprir possíveis faltas de instrumentos de baixa viabilidade econômica de serem aplicados no ensino em nível de graduação.

²⁰ <https://jornal.usp.br/institucional/poli-recebe-doacao-de-laboratorio-para-o-curso-de-engenharia-civil-da-empresa-trimble/#:~:text=O%20laborat%C3%B3rio%20inclui%20v%C3%A1rios%20equipamentos,geoespaciais%20e%20de%20modelagem%203D.>

Por fim, neste ano de 2020 o mundo atravessa uma grande crise de saúde pública provocada pela Pandemia do COVID-19. A área da Educação e Ensino também foi afetada, vendo a necessidade de se adaptar e reinventar utilizando recursos de TIC e outros recursos tecnológicos para mediar o ensino remoto de forma emergencial, através.

Essa crise e essa necessidade abrupta de adequação e adaptação ao uso de diversas tecnologias no ensino poderão ser utilizadas no mundo pós pandemia. No entanto, pode ser vista como um momento em que docentes no mundo todo estão tendo que experimentar (com ou sem formação específica para isso) o ensino remoto. Pode ser então um ponto onde o ensino remoto (pleno, híbrido ou apenas o uso de alguns de seus elementos) possa ser visto como uma possibilidade para a potencialização do ensino da Geomática.

5.4.3.1 Os instrumentos de Topografia utilizados na EPUSP a partir de 1989

A partir de 1989 começaram a ser adquiridos instrumentos topográficos com componentes eletrônicos. No acervo de equipamentos do Laboratório de Topografia e Geodesia da EPUSP está disponível um distanciômetro eletrônico (EDM) Distomat Wild 5 S (figura 5.21). Esse distanciômetro de fabricação da empresa suíça Wild Heerbrugg foi produzido entre os anos de 1987 e 1989, possui precisão de 3mm+2ppm, alcance de 2500m, pesando 1,1 kg e com tempo estimado de medição de 4 segundos (WILD-HEERBRUGG, 2019). Na Escola Politécnica, o EDM Distomat Wild 5 S era utilizado acoplado ao teodolito Wild T2 para pesquisas e trabalhos especiais.

Figura 5.21 – EDM Distomat Wild 5 S.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Também em 1989 foram adquiridos os primeiros teodolitos eletrônicos da fabricante japonesa Nikon modelo NE-20S (figura 5.22). Segundo as especificações da

fabricante este modelo tem precisão angular vertical e horizontal de 20", possibilidade de zerar o ângulo horizontal, fazer leitura angular a esquerda e a direita e prumo ótico. No mesmo período também foram adquiridos níveis Nikon AX 1-S, trata-se de um nível óptico automático.

Figura 5.22 – Teodolito Eletrônico Nikon NE-20S.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Os Teodolitos Eletrônicos Nikon NE-20S foram amplamente utilizados na Escola nas aulas de Topografia, em levantamentos de campo e trabalho de férias do curso de Engenharia Civil e em outros cursos da Universidade. Basicamente substituíram o uso em larga escala nas aulas de graduação dos Teodolitos DF Vasconcellos.

Estes foram substituídos no final da década de 1990 após a aquisição das Estações Totais Zeiss Elta R50 (figura 5.23). A estação total de fabricação suíça foi a primeira utilizada nas aulas de topografia na Escola Politécnica da USP e do mesmo modo que as estações totais mudaram a rotina de trabalho de campo do profissional da topografia.

A Estação Total Zeiss Elta R50 é um equipamento com precisão angular de $\pm 5''$ e linear de $\pm 5\text{mm} + 5\text{ppm}$, alcance de aproximadamente 1500m na medição de distâncias com auxílio de prisma, prumo ótico, display digital com 4 linhas e 7 botões apenas, além de possuir alguns programas internos que permitiam a realização de alguns cálculos e armazenamento de aproximadamente 1900 pontos na memória interna. Era mais do que suficiente para as aulas práticas e para a prática profissional. Existiam equipamentos mais precisos, utilizados para pesquisa.

Na mesma época da aquisição das Estações Totais Zeiss Elta R50 foi adquirido também um nível digital da mesma fabricante suíça, o nível digital DiNi 11 (figura 5.24). O nível digital não teve seu uso na graduação difundido de mesmo modo que a Estação Total do mesmo fabricante. Isso ocorreu devido ao fato de somente um exemplar ter sido adquirido para demonstração em aulas e não um número maior para atender aos alunos. Isso porque só há uma aula no curso em que se usaria esse equipamento.

Figura 5.23 – Estação Total ZEISS Elta R50.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Figura 5.24 – Nível Digital ZEISS DiNi 11



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Em 2012 foram adquiridas Estações Totais, também suíças, Leica TS02 (figura 5.25) substituindo então as Estações Totais Zeiss Elta R50. As estações totais TS02 depois

de adquiridas em 2012 passaram a ser utilizadas também pelos alunos de graduação nas aulas e trabalhos de campo até os dias atuais.

Figura 5.25 – Estação Total Leica TS02



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

A Estação Total Leica TS02 tem precisão angular de 1", precisão linear de 3mm + 2ppm, podendo chegar a 1,5mm + 2ppm, com um alcance de até 3,5km com o uso de um prisma padrão e podendo chegar a medir até 1km sem o uso do prisma. O equipamento ainda conta com nível eletrônico, prumo a laser, visor eletrônico com 8 linhas, comunicação via *USB* e *Bluetooth*, capacidade de gravar 13.500 pontos na memória interna e expansível a memória externa via cartão de memória. Outro importante ponto que se pode destacar desse instrumento é que não há a necessidade de usar prisma aumenta muito a produtividade pois dispensa o deslocamento de um auxiliar até os pontos de medição.

A nova estação total utilizada pelos alunos a partir de 2012 não faz da Estação Total antecessora, a pioneira no uso em aulas de topografia na graduação da EPUSP, seja menos importante. Por muito tempo foi utilizada e pelo pioneirismo possibilitou que docentes e discentes pudessem assimilar as mudanças que o uso da Estação Total trouxe para o ensino da Topografia.

A principal mudança que o uso de Estação Total proporcionou foi na produtividade e otimização do tempo das aulas, principalmente as de campo. Esse equipamento possibilitou a realização dos exercícios de cada aula e o trabalho de férias em menos tempo: menos trabalho de campo e mais foco nos conceitos.

No mesmo ano em que foram compradas as Estações Totais Leica TS02, também foram compradas trenas eletrônicas modelo Disto D2 da mesma fabricante. Três anos mais tarde, em 2015 foram comprados novos níveis da fabricante FOIF modelo NAL 324 (figura 5.26) além de estações totais Leica TS09 *plus* (figura 5.27).

Figura 5.26 – Nível Automático FOIF NAL 324.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Figura 5.27 – Estação Total Leica TS09 plus.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

Os níveis chineses FOIF NAL 324 são níveis óticos automáticos adquiridos para substituir os níveis Nikon AX 1-S nas aulas da graduação. Estes não apresentam significativa mudança ou evolução tecnológica se comparados com seus antecessores. No caso, a aquisição desses novos níveis foi importante como substituição dos equipamentos que já tinham muitos anos de uso.

A estação total Leica TS09 *plus* traz alguns avanços em relação a TS02 principalmente em relação aos *softwares* e recursos de armazenamento e processamento, no entanto o uso desse equipamento se restringe a pesquisa sem utilização nas aulas de graduação, por ter sido adquirido apenas um exemplar.

Posteriormente, em 2017, foi adquirido o *Laser Scanner* da fabricante suíça Leica modelo Scan Station 2 (figura 5.28). Esse equipamento ainda tem o uso restrito a pesquisa na pós-graduação, no entanto, assim como no mundo profissional da topografia o uso de equipamentos de varredura a laser está ganhando cada vez mais espaço no mercado e têm se apresentado como um desafio para profissionais da área acompanharem o desenvolvimento tecnológico e os impactos dessa nova ferramenta na profissão.

Figura 5.28 – LaserScanner Leica Scan Station 2



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

O tema já é discutido na pós-graduação e começa a ser abordado ainda de forma teórica nos cursos de graduação, sendo um desafio que docentes e discentes deverão encarar em breve não mais como uma nova tecnologia que está em desenvolvimento, mas sim como mais um equipamento que compõe a realidade dentro da gama de equipamentos disponíveis para o fazer topográfico, representando uma quebra de paradigmas. Devido seu preço elevado, muitas vezes é preferível locar a comprar um equipamento como esse; ou contratar o serviço em empresa especializada.

A escola adquiriu 12 receptores de navegação, também conhecidos popularmente como “GPS de mão” da marca Garmin. Esses receptores proporcionam um grau de precisão, na casa de 10 metros, o que para a maioria das aplicações geodésicas e topográficas não são suficientes (MONICO, 2008). No entanto, servem para ilustrar os conceitos do GNSS quanto a técnicas de posicionamento, instrumentos e aplicações permitem aos estudantes desenvolverem trabalhos práticos. Foram utilizados até a última reforma na disciplina Informações Espaciais e atualmente continuam na disciplina optativa específica sobre posicionamento por satélites onde esse conhecimento é trabalhado ainda de forma mais aprofundada e detalhada.

Atualmente, os *smartphones* possuem sensores que captam sinais multi-constelação GNSS (GPS, GLONASS, COMPASS-BEIDOU e GALILEO), com aplicativos que permitem emular um receptor de navegação e integrar as informações obtidas pelo posicionamento por satélite a outros sensores embarcados no aparelho.

Os receptores Topcon Legacy-HiPer GD (Figura 5.29) foram adquiridos no ano de 2002 e são utilizados na pós-graduação. Posteriormente, também com a finalidade de servir a pós-graduação, fora adquiridos em 2004 o Trimble SST4000 e em 2007 o Trimble SSI4000. Outros receptores e dispositivos de posicionamento por satélites foram adquiridos posteriormente ou são emprestados por entidades parceiras e são trabalhados e pesquisados na pós-graduação.

Figura 5.29 – Receptores GNSS Topcon Legacy-HiPer GD.



Fonte: Acervo Museu LTG EPUSP

No campo dos equipamentos acessórios, os tripés e bastões, em sua grande maioria, são feitos atualmente de materiais metálicos que os deixam mais leves, possuem a propriedade telescópica que permitem a regulagem da altura. Surgiram também os prismas que garantem a reflexão do sinal dos EDM nas estações totais. Hoje muitas dessas estações totais realizam medidas sem a necessidade de prisma, o que pode ser realizado para a maioria dos tipos de superfícies.

Os bastões, estes podem ter acoplados a si um nível de cantoneira, que auxiliam a verificação da verticalidade do bastão. Quanto aos prismas, estes passaram a ser utilizados na Topografia com os EDM e Estações Totais, evoluindo no quesito de peso, tamanho e conjugação de prismas. Os prismas podem ser acoplados em bastões ou em base nivelante

(figura 5.30), a depender da metodologia de levantamento e da precisão desejada no mesmo.

Figura 5.30 – Prisma em base nivelante



Fonte: *Survey Express Services*²¹

Nas primeiras décadas do Século XXI, com a integração da robótica em instrumentos como estações totais, os prismas evoluíram para os modelos chamados de 360° (figura 5.31).

Figura 5.31 – Prisma 360°



Fonte: *Leica Geosystems*²²

Outro equipamento acessório imprescindível para o nivelamento geométrico são as miras estadimétricas. Os níveis digitais possuem a necessidade de um alvo que permita a realização da observação de modo eletrônico e digital. No caso das miras, essa mudança

²¹ *Survey Express Service* < http://www.surveyexpress.co.uk/Single-Prism-Station---Leica-Style__p-602.aspx> Acesso em: 08 jun 2020.

²² *Leica Geosystems* < <https://leica-geosystems.com/pt-br/products/total-stations/accessories/reflectors>> Acesso em: 08 jun 2020.

foi realizada em sua graduação. Enquanto a mira estadimétrica convencional é graduada representando o sistema métrico e subdivisões, a mira para o nivelamento geométrico digital é representada em código de barras (figura 5.32).

Figura 5.32 – Mira estadimétrica convencional e em código de barras.



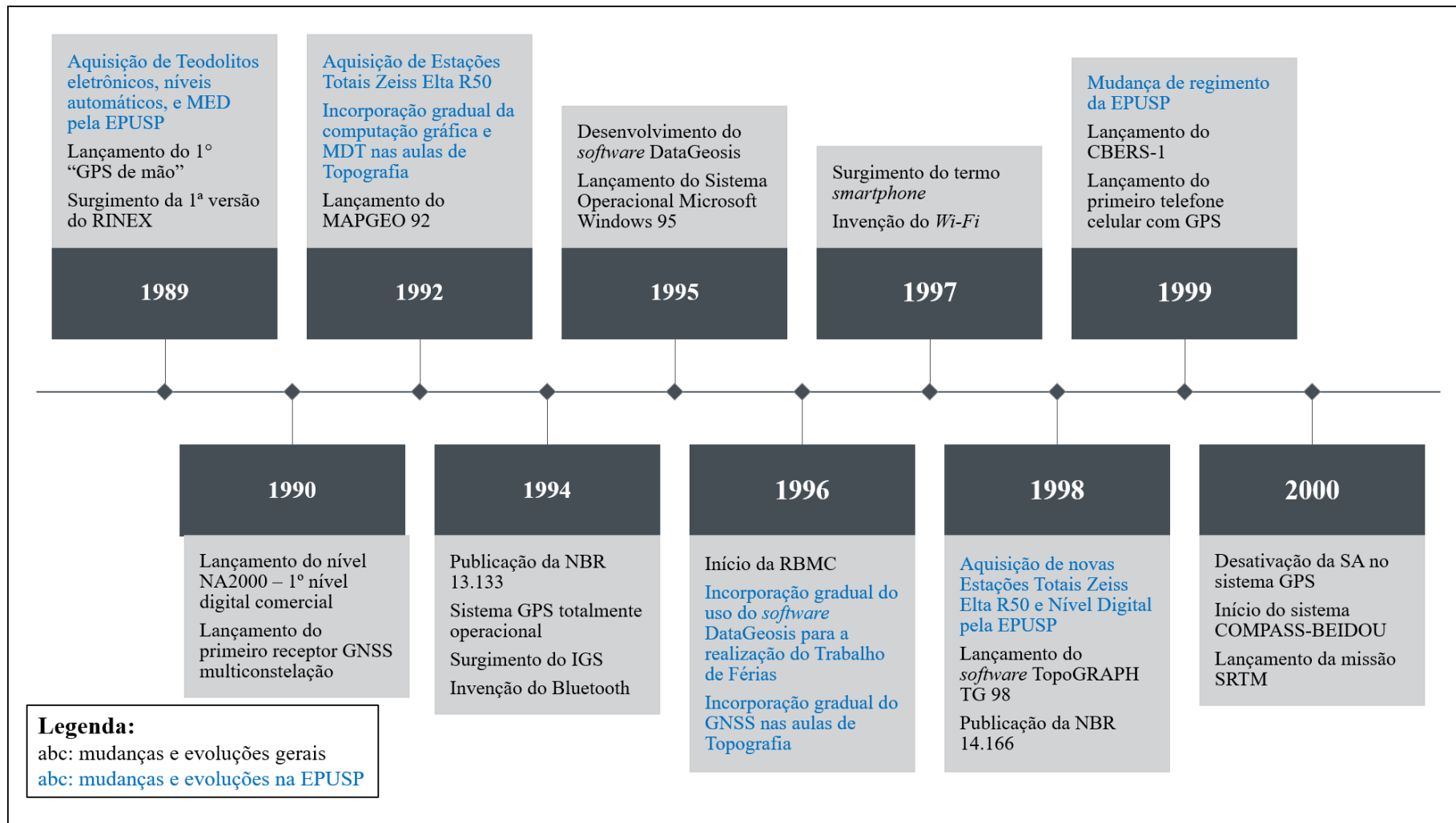
Fonte: Embratop²³

Portanto, é possível verificar que os instrumentos utilizados na Topografia evoluíram e continuarão evoluindo com a ciência e com a tecnologia, sejam eles de observação ou acessórios de utilização em campo, como os recursos utilizados no trabalho de escritório. Essas evoluções foram importantes pois possibilitaram ganho de tempo, automação de processos, melhoria nas precisões, permitindo desta forma um ganho em produtividade.

23 Embratop < https://www.embratop.com.br/mira-cod-barras-aluminio-para-leica-geomax%20?manufacturer_id=16 > acesso em: 24 jun 22.

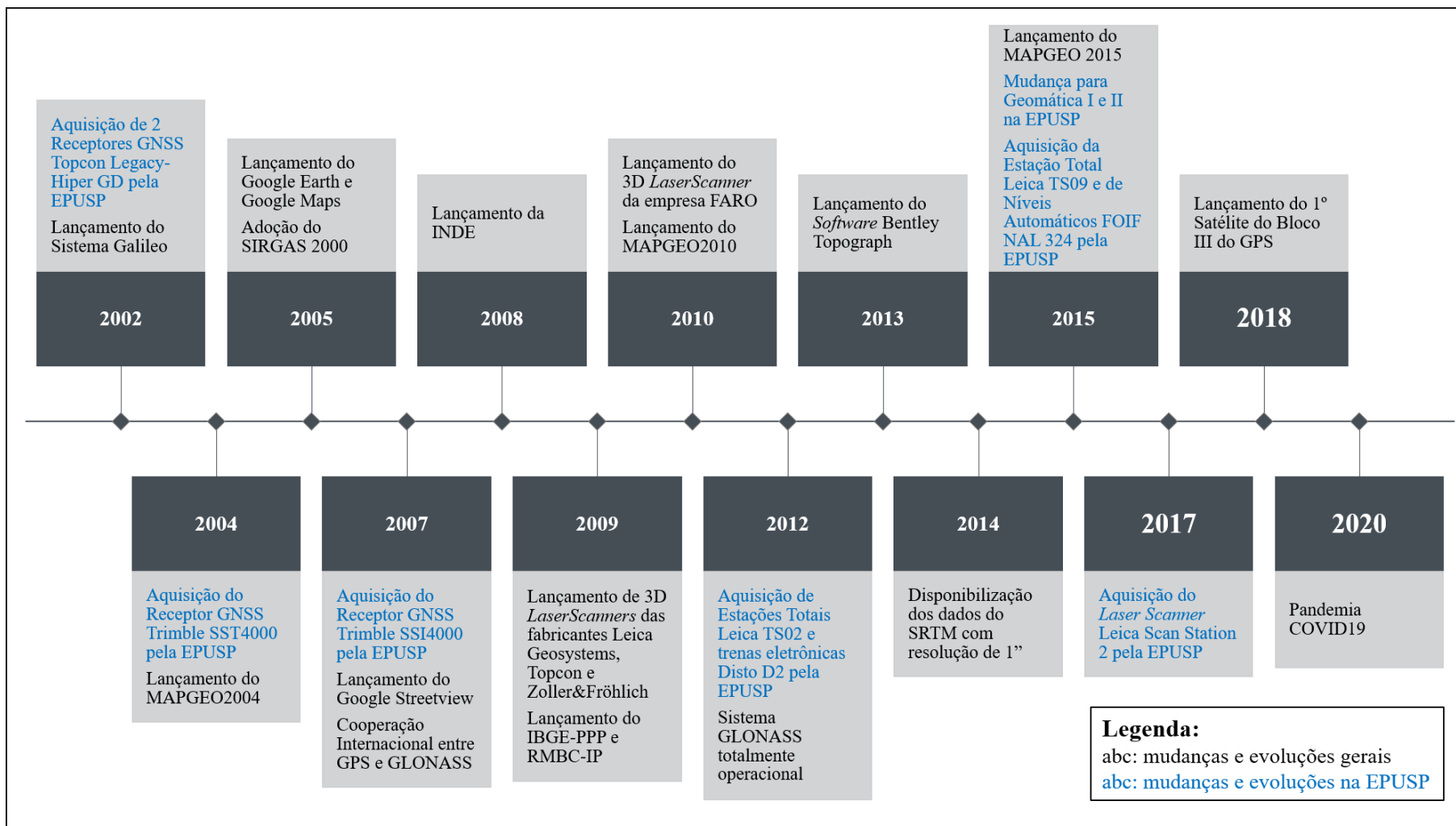
Para sintetizar os avanços e transformações desse período, são apresentadas duas linhas do tempo (figura 5.33 e figura 5.34) com os principais marcos históricos do período (1989-2020).

Figura 5.33 – Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 1989 - 2000.



Fonte: Autoria Própria

Figura 5.34 – Linha do Tempo dos Principais Marcos Históricos da Topografia e seu Ensino na EPUSP de 2000 - 2020.



Fonte: Aatoria Própria

6. Percepção de Docentes e Discentes sobre o ERE de Geomática durante a Pandemia COVID-19

Visando alcançar o objetivo de compreender se o ERE durante a Pandemia COVID-19 pode ser considerado um momento disruptivo para o ensino de Geomática (com foco na Topografia e Geodesia), em particular na EPUSP, além de olhar para o passado buscando identificar momentos disruptivos e compreender como as mudanças e evoluções foram incorporadas ao Ensino de Geomática, também buscou-se dar voz aos atores envolvidos nesse processo.

Para tanto, foram elaborados questionários (Anexos I a IV) onde se realizou uma série de perguntas com o objetivo de compreender a visão e opinião sobre o ERE de Geomática durante a Pandemia.

Esses questionários foram aplicados a quatro distintos grupos: 1) Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP; 2) Discentes ingressantes no ano de 2020 no curso de Engenharia Civil da EPUSP; 3) Discentes veteranos em 2020 (ingressantes em 2019 ou antes) no curso de Engenharia Civil da EPUSP; 4) Docentes de Geomática (Topografia e Geodesia) para cursos de Engenharia Civil em outras IES.

Os questionários foram aplicados para os grupos 1 e 4 no final do ano de 2020 (entre outubro e dezembro), e para os grupos 2 e 3 no início do primeiro semestre letivo de 2021 (março). O momento de aplicação do questionário do grupo 1 e 4, composto pelos docentes de Geomática da EPUSP e de outras IES no final do ano de 2020, teve o objetivo de aproveitar o período de fim de um ano em que esses professores, entre os meses de março e abril, se depararam com a suspensão das aulas e com a adoção gradativa do ERE pelas IES. Portanto, se tratava de um instante onde esses docentes possivelmente já haviam experimentado novas tecnologias e técnicas, estando no fim de ano letivo, estabelecendo, portanto, uma oportunidade para repensar os desafios e oportunidades que lhe foram proporcionadas por este ano atípico.

Já para o grupo de discentes o questionário foi aplicado no início do ano letivo de 2021, ou seja, em um momento em que estudantes já haviam experimentado o ERE durante praticamente todo o ano letivo de 2020, tiveram férias entre o ano letivo de 2020 e 2021 e estavam retomando os estudos ainda no formato remoto. Com isso evitou-se período de fim de semestre, onde o estudante tende a estar cansado, em período de avaliações, podendo alterar o padrão de respostas ao questionário acerca de sua percepção sobre o ERE.

Ainda sobre o grupo de estudantes, cabe destacar que buscou-se a respostas de dois grupos distintos: ingressantes em 2020 (grupo 2) – como a Geomática I está no primeiro semestre da grade curricular de Engenharia Civil da EPUSP, esse grupo entrou na Universidade acostumado com aulas presenciais, iniciou o período letivo com aulas presenciais e logo migrou para o ensino remoto, tendo provavelmente seu primeiro contato com essa realidade, tendo como uma de suas disciplinas o objeto de estudo deste trabalho, as aulas de Topografia e Geodesia na Geomática I; veteranos em 2020 (grupo 3) – esses estudantes tiveram Geomática I de forma presencial quando ingressaram no curso (2019 ou antes), e passaram o ano letivo de 2020 estudando de forma remota, ou seja, conhecem a realidade do ensino presencial na EPUSP, inclusive da Geomática, e tiveram a oportunidade de experimentar o ERE durante o ano de 2020. Por serem veteranos, espera-se que este estudante tenha uma melhor percepção e concepção da cultura e da realidade da formação do engenheiro civil na EPUSP e da inserção e

aplicação da Topografia e da Geodesia na sua formação. Dessa forma, solicitar a estes que respondessem ao questionário, foi um convite a um exercício de repensarem a formação em Engenharia Civil que cursaram (ou estão cursando) na EPUSP, focando na Geomática, e expressarem onde o ensino remoto poderia potencializar ou atrapalhar essa formação.

Para todos os grupos de respondentes foi enviado um e-mail com um breve texto explicando a pesquisa, com o link de acesso ao formulário disponibilizado pela ferramenta *Google Forms*²⁴ e convidando a acessarem e responderem o questionário contribuindo, de forma gratuita e sem ônus aos respondentes, com essa pesquisa. Em todos os formulários, a primeira página tratava-se do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que explicitava a descrição da pesquisa e do questionário, os possíveis riscos inerentes a participação da pesquisa, os possíveis benefícios ao participante voluntário, além de esclarecer que a escolha de participar da pesquisa foi livre, ou seja, ninguém foi obrigado a responder ao questionário, informar que qualquer participante poderia em qualquer momento solicitar sua desvinculação a pesquisa, bem como assegurar que informações pessoais não serão divulgadas, garantindo sigilo de participação.

Na sequência deste capítulo serão apresentadas e discutidas as respostas dos quatro grupos separadamente. Para cada grupo a análise será realizada em três partes: a) caracterização e perfil do grupo de respondentes; b) análise quantitativa descritiva das respostas do grupo sobre o ERE de Geomática; c) análise quali-quantitativa das respostas do grupo sobre o ERE de Geomática. Com isso busca definir o perfil dos grupos de participantes, compreender de forma a geral a opinião dos grupos sobre o ensino de Geomática de forma remota e, por fim, aprofundar a compreensão da percepção destes grupos sobre o assunto.

6.1. Grupo 1 – Docentes da Disciplina Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP no ano de 2020

No ano de 2020 havia 5 docentes lecionando a disciplina Geomática I para o curso de Engenharia Civil. Todos os cinco professores foram contactados via e-mail e convidados a responder o questionário formulado para esse grupo (Anexo I), sendo que destes, quatro responderam ao questionário. Ao docente que não respondeu foi reenviado um e-mail de convite, sem devolutiva.

Por se tratar de um grupo pequeno, restrito e de fácil consulta ao perfil destes docentes, a caracterização do grupo conta de Professores Doutores do Departamento de Engenharia de Transportes (PTR) que lecionaram Geomática I para Engenharia Civil em 2020.

Desta forma, conforme é possível verificar no Anexo I, o questionário se ocupou de realizar diversas perguntas sobre a percepção destes professores acerca de sua vivência e experiência com o ERE da disciplina.

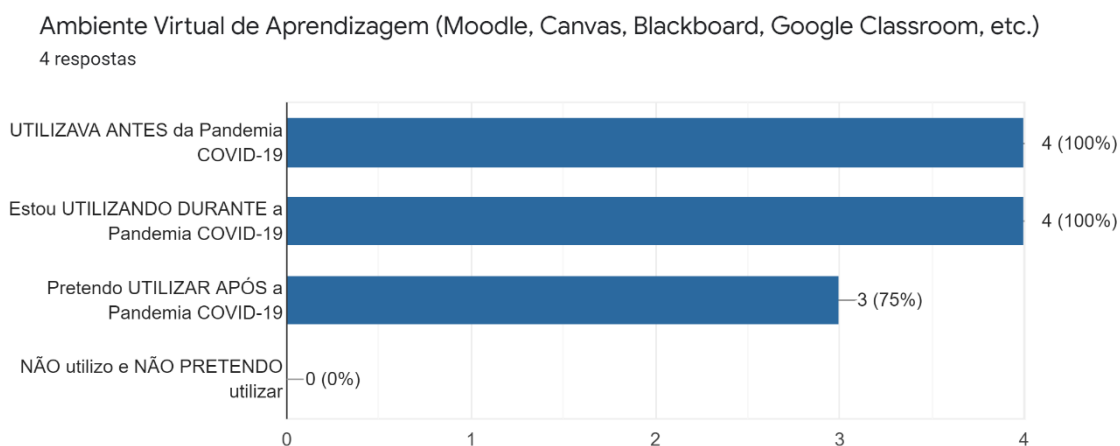
A primeira seção do questionário trouxe uma série de perguntas sobre o momento em que ferramentas (tecnologias) eram utilizadas em relação a pandemia COVID-19, ou seja, perguntou-se aos docentes se para uma tecnologia X ele já utilizava antes da pandemia, se está utilizando durante a pandemia, se pretende utilizar pós-pandemia e, por fim, se não utiliza e não pretende utilizar, podendo o respondente assinalar mais de uma

²⁴ <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>

opção. As perguntas dessa seção tiveram como objetivo identificar a possível introdução de novas tecnologias e/ou substituição de tecnologias com o advento do ERE na pandemia.

Perguntados sobre o uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) (figura 6.1), todos os quatro professores responderam que já utilizavam antes da pandemia e continuaram utilizando durante a pandemia. Para o momento pós-pandemia, um dos docentes não assinalou que pretende continuar utilizando o AVA.

Figura 6.1 – Perfil de utilização de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

Na USP, o AVA utilizado é a plataforma Moodle disponibilizada no sítio e-disciplinas²⁵. Entretanto, os AVA são ambientes com muitos recursos que podem estabelecer canais de interatividade entre estudantes, docentes e conteúdos (TORI, 2017), porém, de modo geral, tende a ser utilizado pelos docentes como um depósito de material, tanto para disponibilização de material pelo docente, como para entrega de material produzido pelo estudante. Desta forma, o AVA pode acabar sendo um recurso subutilizado, frente a todas as possibilidades e recursos que oferece. O estudo de Haar (2021) mostra que o perfil de adesão do AVA na USP e de melhor aproveitamento dos recursos do AVA começou a mudar com a Pandemia.

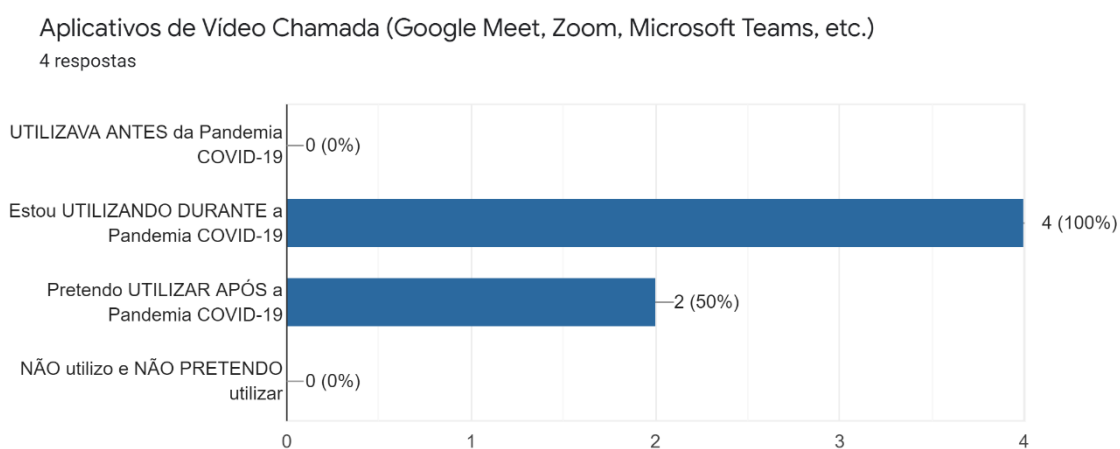
A próxima pergunta do questionário abordou a tecnologia de videoconferência (chamada no questionário de vídeo chamada). Ao analisar o gráfico (figura 6.2), ficou nítido que este recurso tecnológico não era aplicado para aulas em nível de graduação antes da pandemia. No entanto, dada a necessidade imposta pelo distanciamento social, todos os professores de Geomática da EPUSP, e da Universidade de forma geral, foram orientados e estimulados a utilizarem durante a pandemia.

Quando questionados sobre a pretensão de continuarem utilizando após o encerramento do distanciamento social, metade dos respondentes (dois professores) indicaram que pretendem continuar utilizando. Durante o ERE e o uso exaustivo das tecnologias e principalmente das videoconferências para reproduzir o espaço da sala de

²⁵ <https://edisciplinas.usp.br/>

aula, discussões foram realizadas sobre o esgotamento mental de docentes e estudantes (SANTOS; SILVA; BELMONTE, 2021), porém, pensando em um ensino presencial, a utilização da ferramenta da videoconferência para a substituição de uma aula que o professor não pode estar presencialmente, pode ser mais benéfica que a falta do professor. Em momentos em que o docente irá realizar orientação de grupos para desenvolvimento de projetos, ou orientações individuais de Trabalho de Conclusão de Curso, a videoconferência se mostra como uma ferramenta com bom potencial de uso. Outras aplicações das videoconferências e suas potencialidades para o ensino superior são apresentadas no estudo de Martins e Oliveira (2011).

Figura 6.2 – Perfil de utilização de plataformas de videoconferência pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



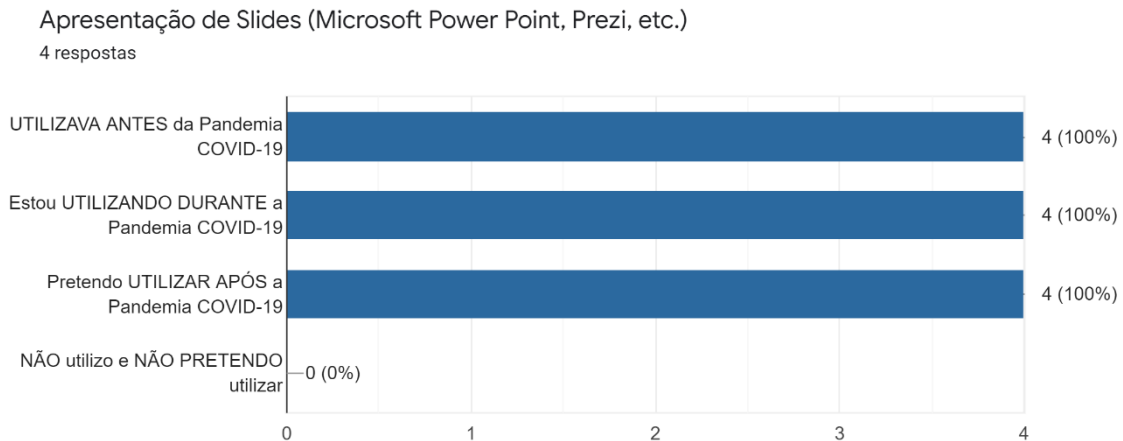
Fonte: Autoria Própria

A figura 6.3 apresenta o perfil de utilização das apresentações de *slides* (projeções). Todos os quatro docentes respondentes informaram que utilizavam antes, continuam e continuarão utilizando pós-pandemia. Essa é uma ferramenta tecnológica consolidada e difundida. As possíveis novas descobertas tecnológicas trazidas pelo ERE não irá substituí-la, mas sim complementá-la.

Já as respostas sobre o uso de vídeos em plataforma de streaming (figura 6.4) mostram que este recurso tecnológico teve uma boa aceitabilidade pelos docentes durante o ERE, demonstrando que há uma provável quebra de paradigma sobre o uso desta ferramenta no grupo de docentes de Geomática da EPUSP.

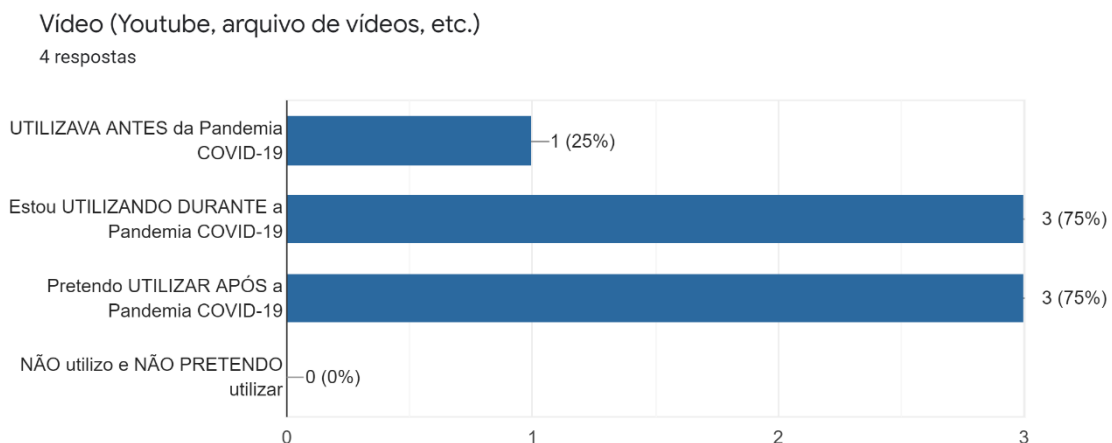
Conforme apresentado no capítulo 3, as plataformas de *streaming* de vídeo e áudio, em conjunto com o potencial de difusão das redes sociais, estão mudando a forma como as pessoas interagem e buscam o acesso a informação. Portanto, é um importante papel do docente universitário da atualidade fazer a curadoria desses conteúdos, não sendo mais possível ignorá-los. No entanto, quando perguntado sobre as plataformas de *streaming* de áudio e os *podcasts* (figura 6.5), os docentes foram unânimes em dizer que não utilizam e não pretendem utilizar.

Figura 6.3 – Perfil de utilização de apresentação de *slides* pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

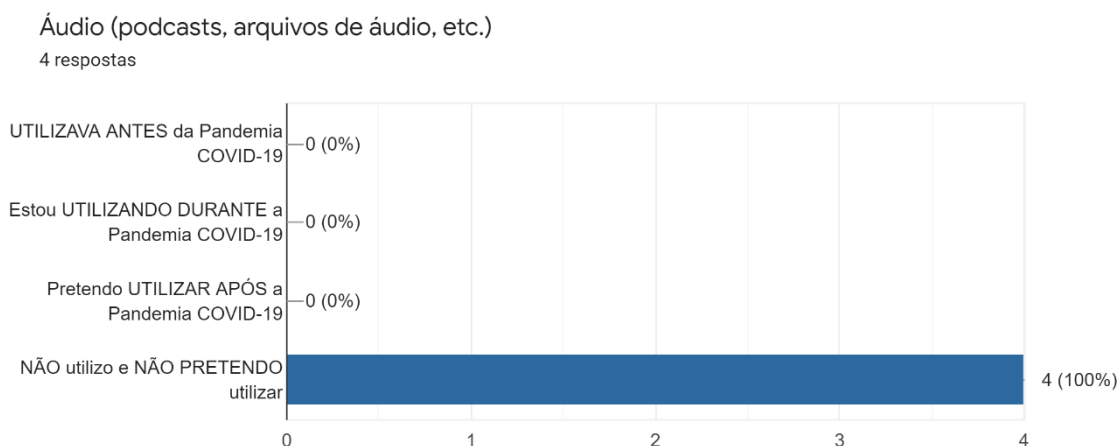
Figura 6.4 – Perfil de utilização de vídeos e plataformas de *streaming* de vídeos pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

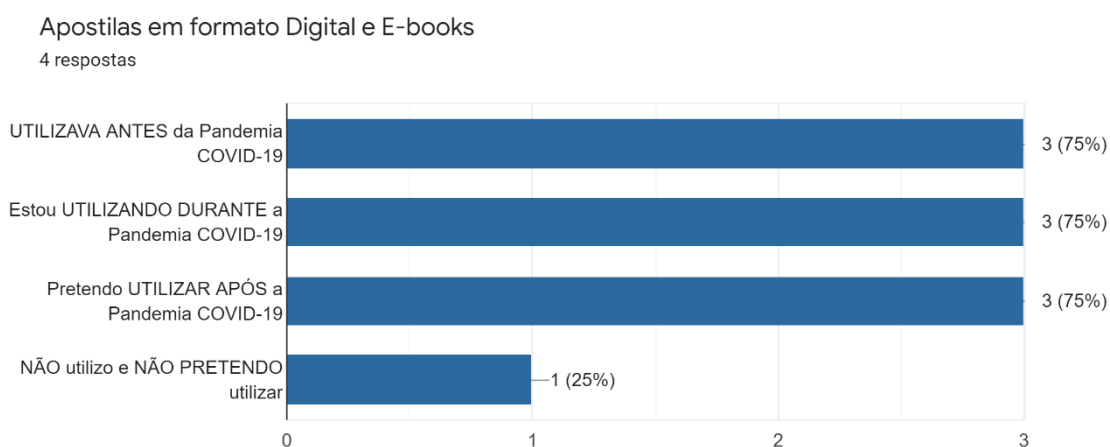
A figura 6.6 apresenta o perfil de utilização de textos em formato digital como apostilas e *e-books*. Dentre os quatro docentes respondentes, três informaram que utilizavam antes, continuam e continuarão utilizando pós-pandemia, e apenas um que não utiliza e não pretende utilizar após a pandemia. Os recursos textuais impressos (livros, apostilas, notas de aula etc.) são difundidos e universais no processo educacional, sendo, provavelmente, a tecnologia mais básica envolvida na aprendizagem. A digitalização deste recurso é um caminho sem volta. Hoje existem dispositivos de leitura, e os *smartphones* reproduzem arquivos PDF e em outros formatos de *e-book* com muita facilidade, combinados com o armazenamento em nuvem, representa uma biblioteca na palma da mão do estudante, ou seja, extremamente portátil, aberta 24 horas por dia, 7 dias por semana.

Figura 6.5 – Perfil de utilização de reprodução de áudios e plataformas de *streaming* de áudios e *podcasts* pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

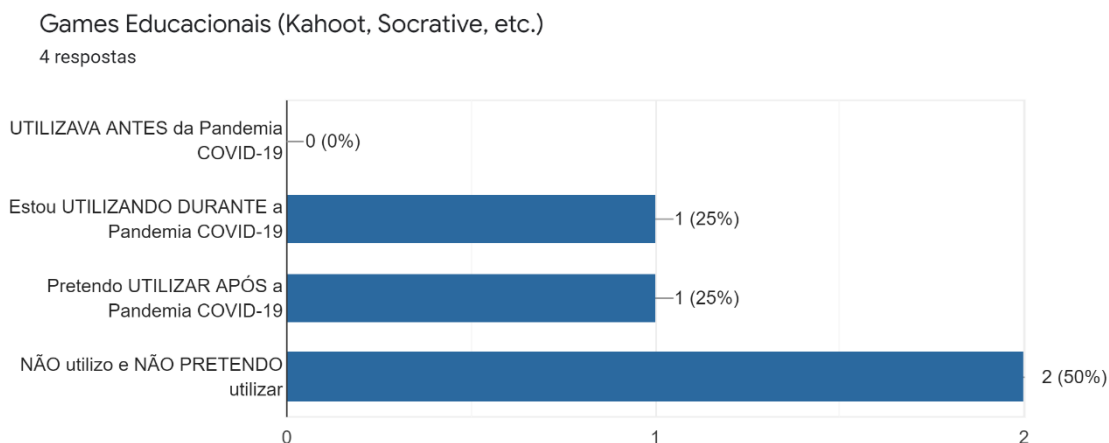
Figura 6.6 – Perfil de utilização de textos em formato digital (apostilas e *e-books*) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

Sobre a utilização de jogos educacionais e plataformas de enquetes (*quiz*) educacionais (figura 6.7), apenas um docente informou que começou a utilizar este recurso durante a pandemia e outro docente que pretende continuar utilizando nas aulas pós-pandemia. Dois informaram que não utilizam e não pretendem utilizar.

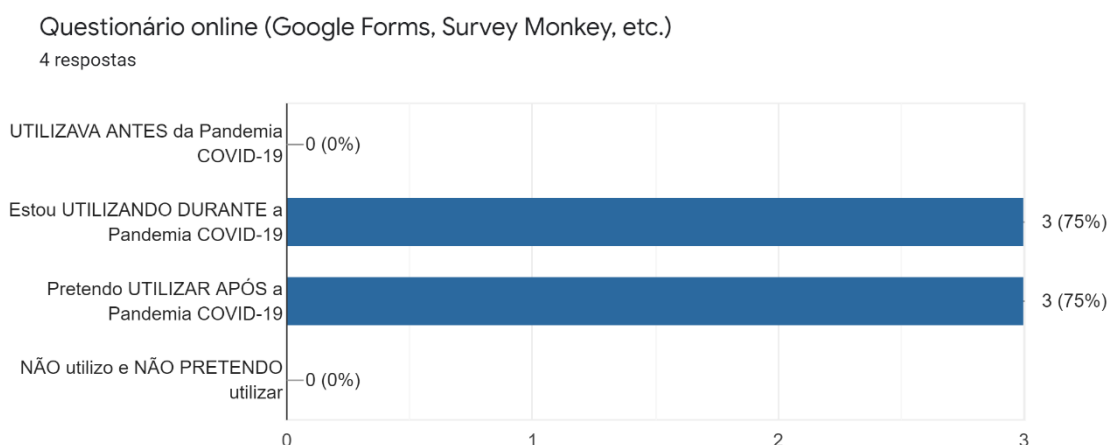
Figura 6.7 – Perfil de utilização de *games* e *quiz* educacionais pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

Por fim, a última pergunta desta seção indagou sobre a utilização de plataformas de questionários *online* (figura 6.8). Vale ressaltar que o Moodle possui uma ferramenta para isso, porém há plataformas, como o Google Forms e o *Survey Monkey*, que dispõem de mais recursos para o desenvolvimento dos questionários. Dentre os quatro docentes, três começaram a utilizar durante a pandemia, sendo que dentre esses três, dois pretendem continuar utilizado pós-pandemia, em conjunto com um docente que ainda não utilizou, mas informou que pretende utilizar, provavelmente ao ver que o uso de colegas pode estar sendo bem-sucedido. Portanto, este pode ser mais um exemplo de incorporação de ferramenta tecnológica induzido pelo ERE.

Figura 6.8 – Perfil de utilização de plataformas de questionários *online* (Google Forms, Survey Monkey etc.) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

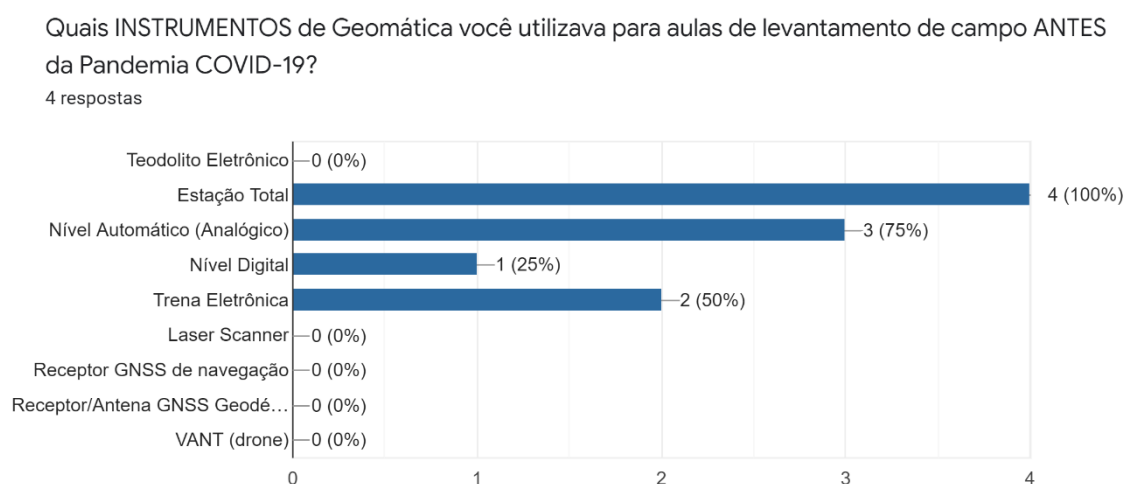
Também foi deixado um espaço aberto para que os docentes pudessem informar outros recursos que utilizavam antes da pandemia, estão utilizando ou pretendem utilizar. Três docentes responderam, sendo que um informou o mentimeter (plataforma de

enquetes e *quiz* educacional) e dois falaram sobre OpenBoard, recurso de simulação de um quadro branco em ambiente digital.

A próxima seção do questionário (2ª seção) abordou o tema de instrumentos e *softwares* específicos da área da Geomática e seu uso nas aulas antes, durante e a pretensão de uso no pós-pandemia.

A primeira pergunta dessa seção questionou sobre o uso de instrumentos utilizados nas aulas de campo antes da pandemia (figura 6.9), visto que com o distanciamento social as aulas práticas de campo foram suspensas. De forma geral, em nível de graduação, antes da pandemia, eram utilizadas estações totais, níveis e trenas digitais.

Figura 6.9 – Perfil de utilização de instrumentos de Geomática eram utilizados para aulas de campo antes da pandemia pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP

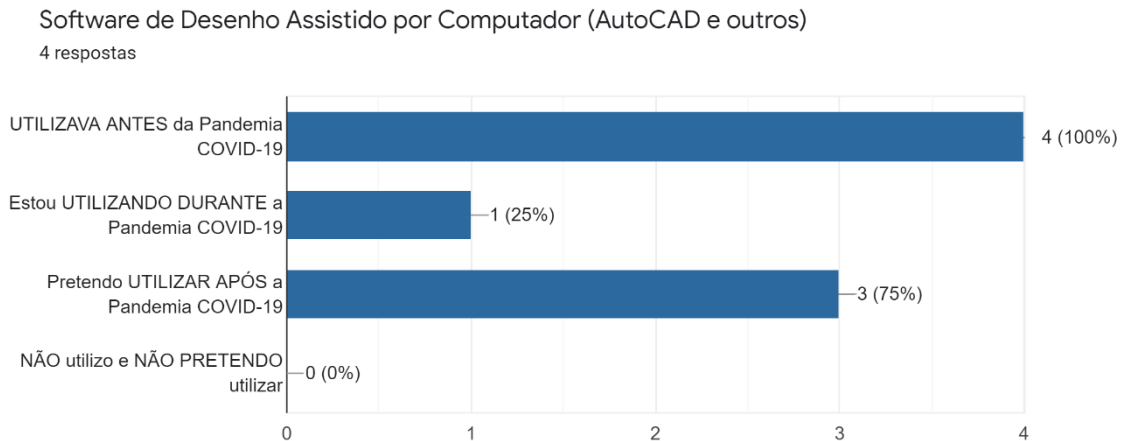


Fonte: Autoria Própria

As próximas questões desta segunda seção têm o mesmo formato das questões da primeira seção, buscando identificar que recursos tecnológicos específicos da área da Geomática eram utilizados antes da pandemia, quais foram introduzidos, e quais os docentes pretendem utilizar após o fim do ERE, estabelecendo relações entre esses usos.

A primeira ferramenta tecnológica perguntada para os docentes é o uso de *softwares* de desenho assistido por computador (CAD). Antes da pandemia todos os docentes utilizavam, e após a pandemia a maioria (três) pretende voltar a utilizar. Isso porque durante o ERE apenas um docente informou estar utilizando este recurso. O desenho é uma técnica inerente ao trabalho topográfico, logo o CAD é uma ferramenta difundida e consolidada na área. A provável razão pela qual a maioria dos docentes decidiu não utilizar o CAD, se deve ao fato do principal *software* do mercado ser pago, bem como ser um recurso que exige um computador com *setup* mínimo, podendo gerar dificuldade de acesso e uso desta ferramenta por parte de estudantes com menor poder aquisitivo, gerando desigualdades no processo educacional.

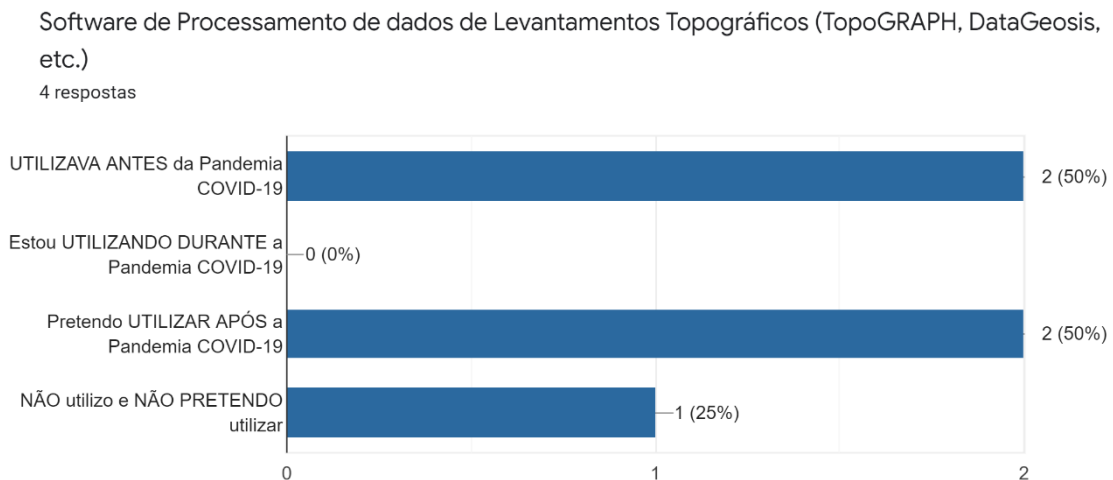
Figura 6.10 – Perfil de utilização de *software* de CAD pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

De forma análoga, a figura 6.11 mostra o mesmo movimento quando se questionou sobre o uso de *softwares* de processamento de dados de levantamentos topográficos.

Figura 6.11 – Perfil de utilização de software de Processamento de dados de Levantamentos Topográficos (TopoGRAPH, DataGeosis etc.) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP

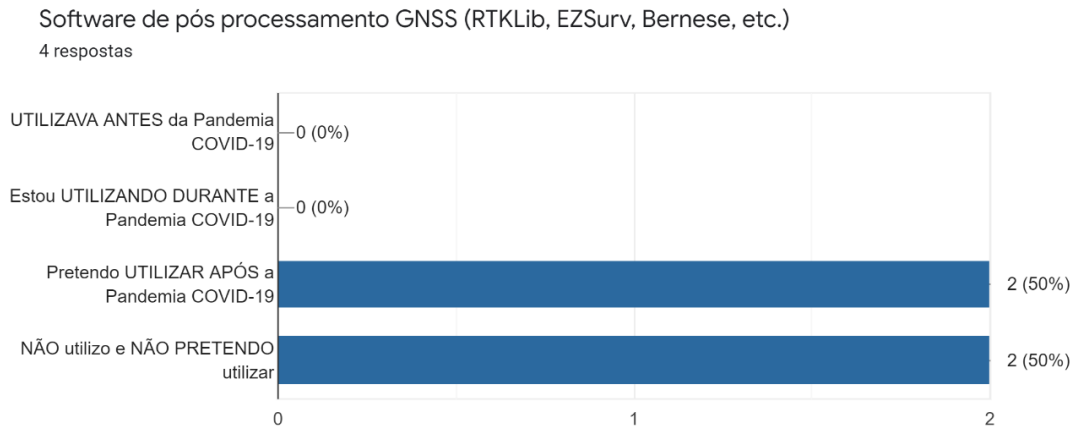


Fonte: Autoria Própria

Já sobre o uso de *softwares* de pós-processamento e plataformas *online* de processamento de dados GNSS (figuras 6.12 e 6.13), estes não eram utilizados anteriormente e continuaram não sendo utilizados durante o ERE. Durante a pandemia pode-se considerar o mesmo motivo que levou a não utilização de CAD, porém, faz sentido não haver o uso deste recurso antes da pandemia, uma vez que os docentes

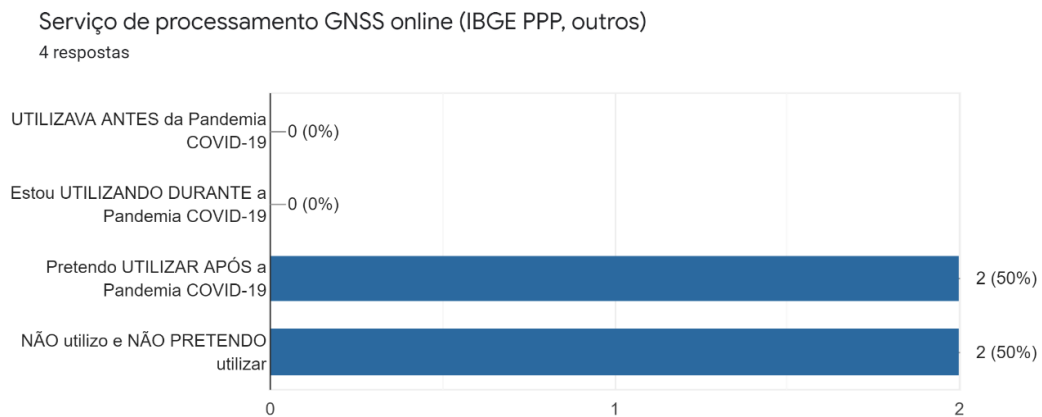
responderam que não utilizavam receptores GNSS geodésicos nas aulas de graduação. Contudo, um registro destacável é a demonstração de interesse de dois docentes em começar a utilizar este recurso após a pandemia.

Figura 6.12 – Perfil de utilização de software de Pós-Processamento de dados GNSS pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

Figura 6.13 – Perfil de utilização de plataformas de processamento de dados GNSS *online* pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



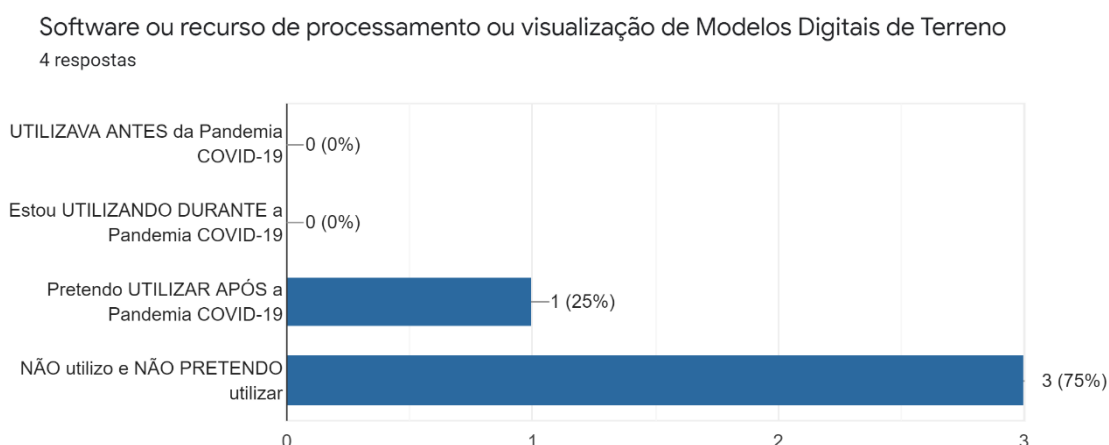
Fonte: Autoria Própria

Não se pode ter certeza sobre a motivação desses dois docentes, no entanto, a abertura para novas tecnologias durante a pandemia, bem como a necessidade de repensar o ensino da Topografia e da Geodesia diante das dificuldades impostas pelo ERE, podem ser motivos para este movimento. Uma coisa a ter em conta é a carga horária das disciplinas, que foi sendo reduzida, enquanto o conteúdo da área foi aumentado. Uma saída seria explorar o tema em disciplinas eletivas, com menos alunos, com ênfase na tecnologia GNSS: coleta, processamento de dados, aplicações, etc.

Outro recurso tecnológico sobre o qual os docentes foram indagados foi o uso de *softwares* ou plataformas de processamento e/ou visualização de Modelos Digitais de Terreno (MDT). Este é um recurso que não era utilizado antes e que continuou não sendo utilizado durante a pandemia. Sobre a intenção de usar no pós-pandemia, apenas um docente demonstrou interesse.

O MDT, e os modelos gráficos tridimensionais de forma geral, são um recurso visual e tecnológico cada vez mais utilizado e difundido na Engenharia como um todo. Na área das informações espaciais não é diferente. No fim da década de 1990 já era um assunto estudado em nível de pós-graduação no PTR / EPUSP (CINTRA; VEIGA, 1998). Os modelos 3D não irão acabar ou substituir completamente outras formas de representação da altimetria, como as curvas de nível, pontos cotados e perfis altimétricos, no entanto, são uma interessante ferramenta complementar para os projetos de Engenharia e em outras áreas do conhecimento (PONTES *et al.*, 2019; ROMERO *et al.*, 2019; TRAVASSOS; ARÊDA; PAULO, 2021), principalmente numa era em que se fala tanto de realidade aumentada. Certamente o 3D do MDT aumenta a realidade com relação ao 2D dos mapas de curva de nível.

Figura 6.14 – Perfil de utilização de *software* ou plataformas de processamento e/ou visualização de Modelos Digitais de Terreno pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



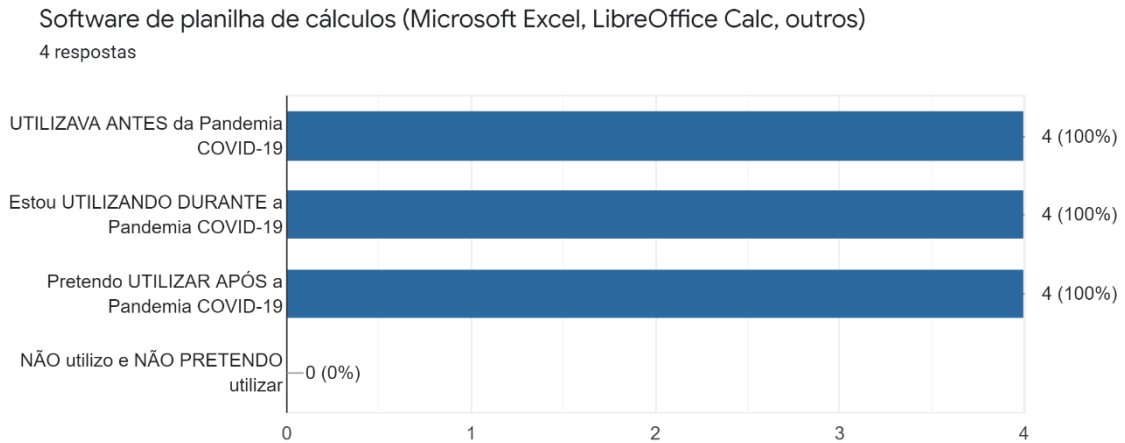
Fonte: Autoria Própria

As próximas duas perguntas indagaram sobre o uso de ferramentas de cálculo, a primeira sobre o uso de programas de planilhas de cálculo, como o *software Microsoft Excel* (figura 6.15), e a segunda sobre o uso de *software* de cálculos científicos como o Matlab e o SciLab. O padrão das respostas para as duas perguntas foi oposto, sendo que o uso das planilhas de cálculo eram, continuaram e continuarão sendo utilizadas, independentemente da pandemia, enquanto o uso de programas científicos de cálculo não eram, não foram e não serão utilizados, independentemente da pandemia.

Esse perfil é esperado e condizente com o conteúdo trabalhado na disciplina de Geomática I, onde os cálculos realizados na Topografia e na introdução à Geodesia não exigem recursos que vão além do disponível em *softwares* como o *Excel*. O uso de um

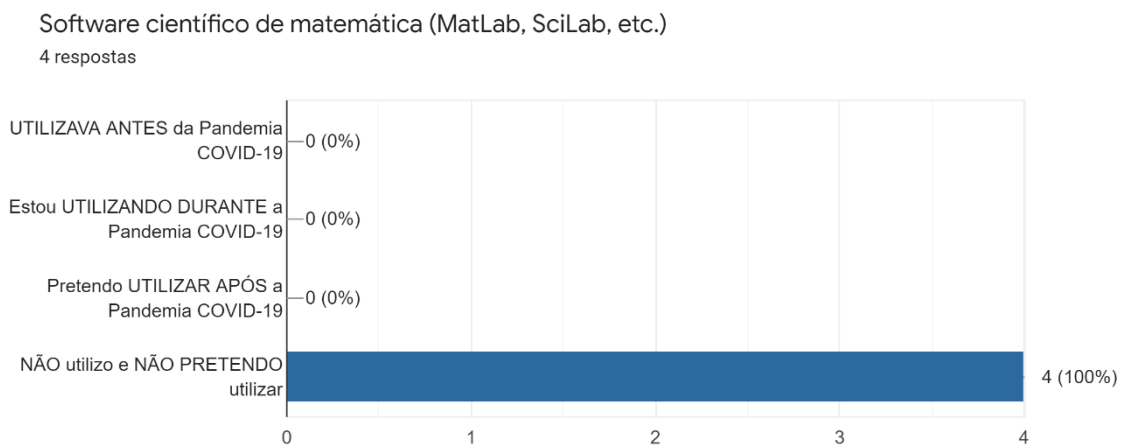
software como o MatLab seria mais justificável, por exemplo, em uma disciplina de aprofundamento em Geodesia.

Figura 6.15 – Perfil de utilização de *software* de planilhas de cálculo pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

Figura 6.16 – Perfil de utilização de *software* de cálculos científicos (*MatLab*) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP

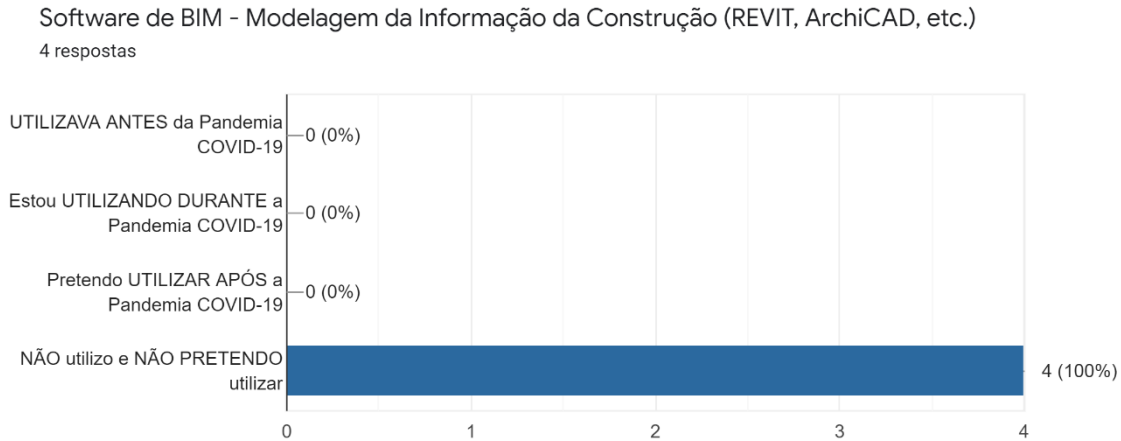


Fonte: Autoria Própria

A figura 6.17 mostra que quando perguntado sobre o uso de recursos de Modelagem da Informação da Construção (BIM), nenhum docente utilizou e não pretende utilizar após a pandemia. Para a área da Engenharia Civil, o BIM dispõe de diversos recursos, inclusive na área da Topografia e Modelagem do Terreno integrado ao desenvolvimento do projeto de construção civil, sendo, portanto, um recurso tecnológico que cada vez mais fará parte da formação do engenheiro civil (RUSCHEL; ANDRADE;

MORAIS, 2013; PEREIRA; RIBEIRO, 2015). O uso de BIM, mesmo que de forma introdutória na área da Topografia, pode representar um ganho potencial para a formação do engenheiro civil, porém, é um recurso que pode ser trabalhado em outras disciplinas do curso, quando da necessidade de integrar a Topografia ao desenho de projetos, por exemplo (BÖES *et al.*, 2019).

Figura 6.17 – Perfil de utilização de *software* de BIM (Modelagem da Informação da Construção) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP

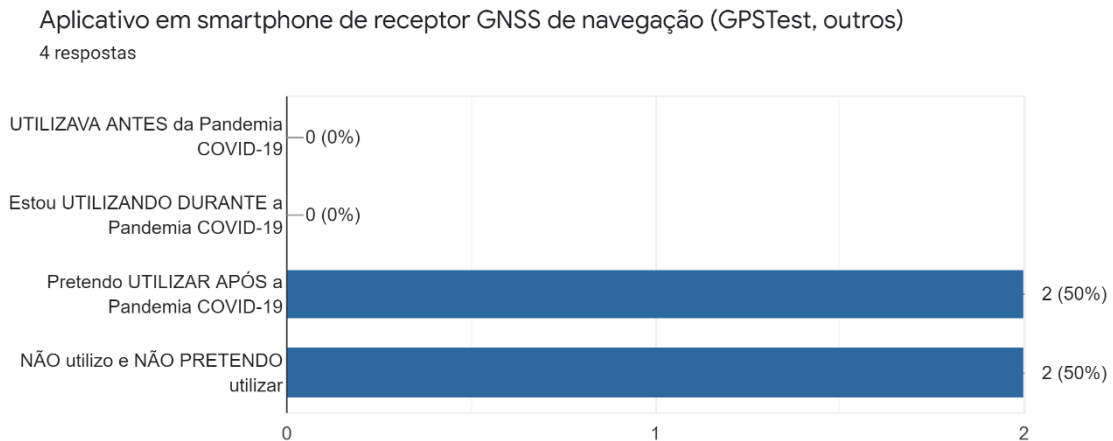


Fonte: Autoria Própria

Quando perguntados sobre a utilização de aplicativos em *smartphones* que simulam um receptor GNSS de navegação, como por exemplo o GPSTest (figura 6.18), os docentes responderam que não utilizavam e não utilizaram durante a pandemia. No entanto, da mesma forma que os softwares e serviços *online* de processamento de dados GNSS, dois professores disseram pretender utilizar após o término do ERE, enquanto outros dois não pretendem utilizar.

Os *smartphones* são ferramentas com muitos recursos, cada vez mais acessíveis, portanto, apresentam um potencial enorme de aplicação para a área educacional. No caso específico da Geomática, no mundo conectado de hoje, em que somos não mais consumidores de informação geográfica, mas sim “prosumidores”, esse recurso de utilização do dispositivo móvel como um receptor GNSS de navegação permite diversas abordagens como a disposição da constelação dos satélites, qualidade (saúde) do sinal, precisão posicional planimétrica e altimétrica, integração com a bússola (magnetômetro) e abordagem e visualização da declinação magnética, integração com modelos geoidais, formatos de coordenadas, sistemas geodésicos de referência, traçado de caminhos, rota até um destino, entre outras. Além disso, pensando nas futuras gerações de *smartphones* que permitirão a coleta, armazenamento e processamento de dados GNSS (conforme apresentado no capítulo 3), começar a utilizar o dispositivo móvel para trabalhar o posicionamento por satélites pode representar um primeiro passo didático para o uso destes aparelhos em sala de aula, para este fim, no futuro. Tenha-se em conta que existem aplicativos que permitem ao celular praticamente todas as funções presentes em um receptor de navegação.

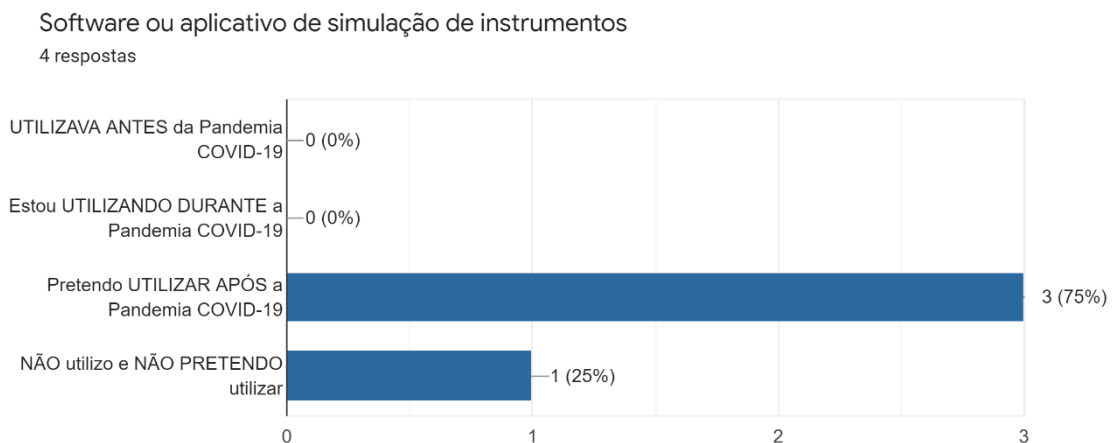
Figura 6.18 – Perfil de utilização de aplicativo de simulação de receptor GNSS de navegação em *smartphones* pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

Sobre o uso de *softwares* e aplicativos de simulação de instrumentos topográficos (figura 6.19), o comportamento antes e durante a pandemia é igual ao da pergunta anterior: nenhum professor utiliza, porém, três docentes pretendem utilizar este recurso após a pandemia. Esse interesse provavelmente foi motivado pela dificuldade para o ensino-aprendizagem de Topografia sem a possibilidade de ir a campo e utilizar os instrumentos em aulas práticas.

Figura 6.19 – Perfil de utilização de *softwares* e aplicativos de simulação de instrumentos topográficos pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP

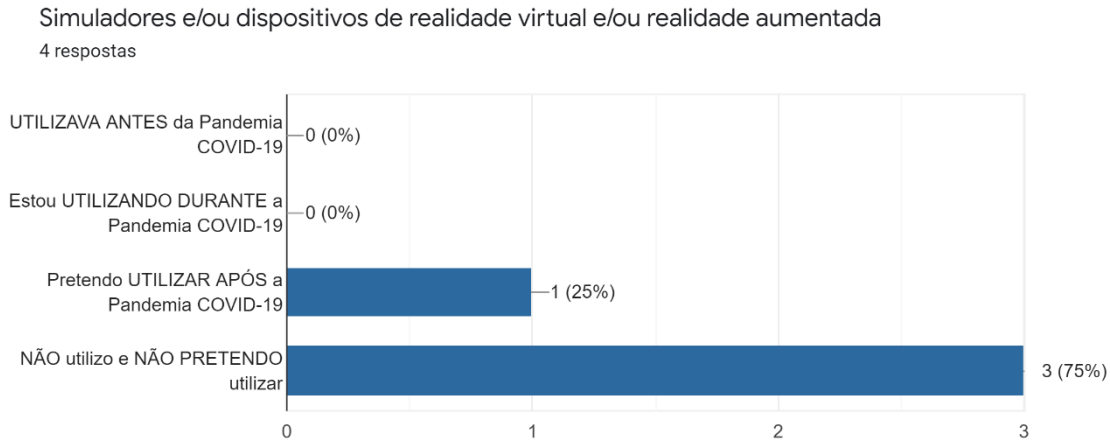


Fonte: Autoria Própria

No entanto, esse interesse pode esbarrar em dificuldades, uma vez que ainda há poucos recursos desse tipo desenvolvidos e disponíveis. Por outro lado, se mostra um campo fértil para pesquisas em nível de pós-graduação.

Na mesma linha pode-se abordar o perfil de uso de realidade virtual e aumentada para o ensino de Geomática (figura 6.20). Porém, principalmente na área da realidade aumentada, há ferramentas, conforme exemplificadas no capítulo 3, tais como o *game* Pokémon GO e, principalmente, a caixa de areia *SARndBox*, que podem ser utilizados de forma a potencializar a aprendizagem na área.

Figura 6.20 – Perfil de utilização de *softwares* e plataformas de realidade virtual e/ou aumentada pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP

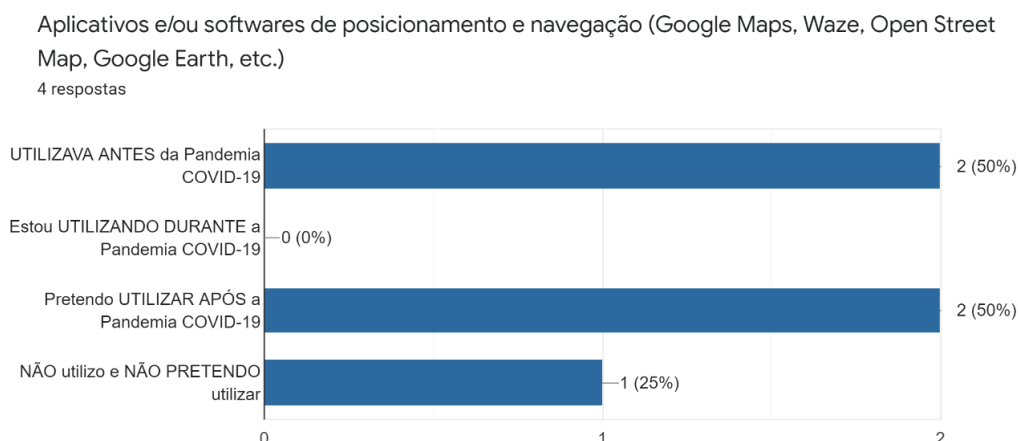


Fonte: Autoria Própria

A próxima questão abordou o uso de aplicativos e plataformas de navegação e webmapas (figura 6.21), como *Google Maps* e *Earth*, *Open Street Map* e *Waze*. Um professor disse ter usado antes da pandemia, porém não assinalou a opção que pretende utilizar após o término do ERE. Outro docente informou que utilizava antes e pretende voltar a utilizar quando voltarem as aulas presenciais, enquanto outro professor que informou não utilizar antes, mostrou interesse em começar a utilizar após a pandemia. Por fim, o outro docente informou que não utilizava e pretende continuar não utilizando.

Um ponto interessante do gráfico 6.21 foi o fato de nenhum docente estar utilizando durante a pandemia. A justificativa pode ser parecida com o fato de não estarem utilizando *software* como CAD ou DataGeosis, porém, por se tratar de aplicativos e plataformas gratuitas, que exigem muito pouco de recurso computacional, poderia ser utilizada, assim como os *softwares* de planilha de cálculo continuaram sendo utilizados. Estes aplicativos e plataformas possuem diversos recursos que permitem trabalhar conceitos de escala, representação gráfica e generalização cartográfica, precisão e exatidão, entre outros. Os *webmaps*, *webSIG* e as *ides* ainda são tecnologias em desenvolvimento, mas que podem ser aliadas no ensino, sendo também temas importantes para serem desenvolvidos em pesquisas de pós-graduação.

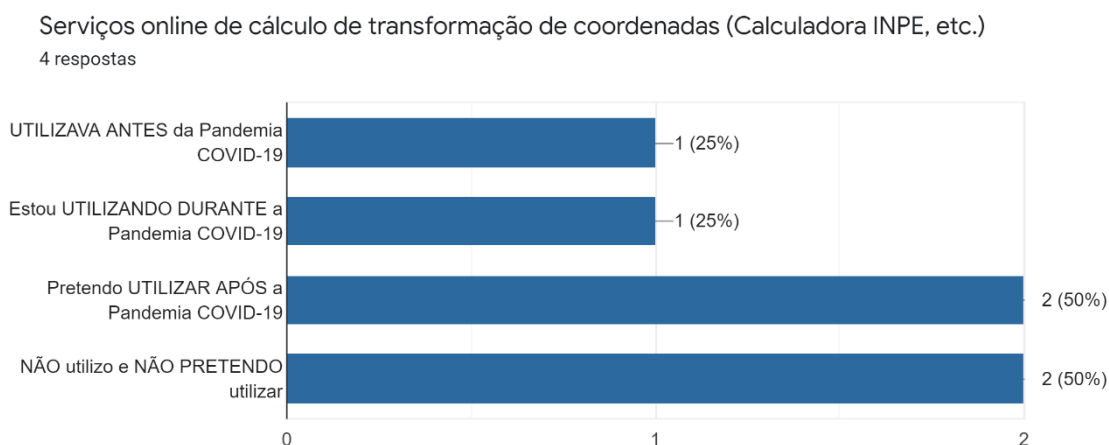
Figura 6.21 – Perfil de utilização de aplicativos e plataformas de navegação e webmapas pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

Outro recurso interessante para as aulas de Geomática são plataformas de cálculo e transformação de coordenadas, como a Calculadora INPE, que permite realizar conversões de coordenadas geográficas (latitude e longitude) para coordenadas UTM (Norte e Este), combinadas com a mudança de Sistemas Geodésicos de Referência. O perfil de utilização deste tipo de recurso aparece na figura 6.22, onde dois docentes informaram que não utilizavam antes e não pretendem utilizar após a pandemia. Um docente informou que utilizava antes, continua utilizando durante a pandemia e pretende continuar utilizando após, enquanto o outro docente informou que pretende começar a utilizar após a pandemia.

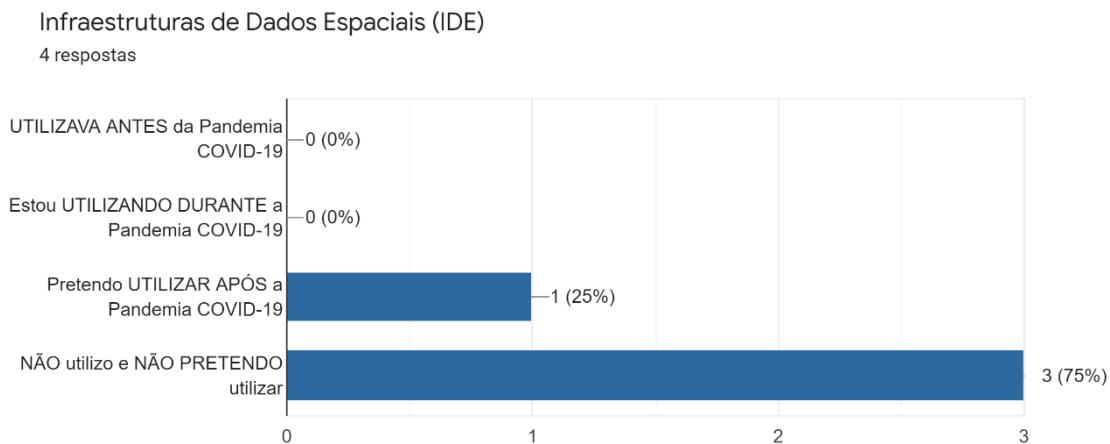
Figura 6.22 – Perfil de utilização de serviços *online* de cálculo de transformação de coordenadas pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

Sobre o uso de plataformas de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) (figura 6.23), nenhum docente utilizava antes e não utilizou durante a pandemia. Quanto ao uso desse recurso no pós-pandemia, três não pretendem utilizar enquanto um informou pretender utilizar. A IDE é um importante recurso para Geomática, porém com aplicação direta na área de SIG e Geoprocessamento, assunto abordado na Geomática II, porém é importante estabelecer a conexão, principalmente da Geodesia como a ciência que apoia e fornece a base, e muitas vezes é a responsável pelo posicionamento no levantamento dos dados utilizados nas IDEs. Para citar um exemplo simples, há aplicações em que as feições a serem representadas podem ser levantadas com uma precisão mais baixa, conseqüentemente, podendo utilizar um receptor GNSS de navegação, facilitando o levantamento e diminuindo gastos e tempo dispendido, enquanto há aplicações, como por exemplo o apoio para levantamentos aerofotogramétricos, que há a necessidade de executar levantamentos de alta precisão.

Figura 6.23 – Perfil de utilização de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP

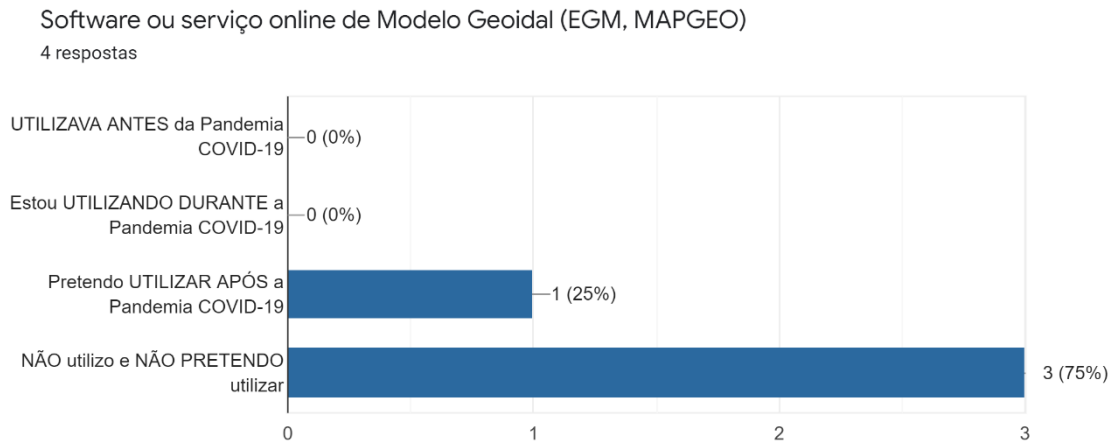


Fonte: Autoria Própria

Por fim, a última questão desta seção verificou o uso de *software* de modelo geoidal (figura 6.24), como o MAPGEO, por exemplo. O padrão de respostas é o mesmo da questão anterior, onde todos não utilizavam antes e não utilizaram durante a pandemia, três não pretendem utilizar depois, e um pretende utilizar.

A modelagem geoidal é um conceito avançado e complexo dentro da Geodesia, porém, conhecê-lo, em tempos de posicionamento por satélite, é muito importante para o Engenheiro Civil, para evitar que uma altitude referenciada ao elipsoide seja utilizada em uma aplicação que exige a altitude com significado físico, referenciada ao Geoide. Nesse sentido, o uso de um modelo geoidal pode auxiliar na visualização de um conceito tão abstrato como é a ondulação geoidal, permitindo que o estudante avance no domínio deste conhecimento.

Figura 6.24 – Perfil de utilização de *software* de modelo geoidal pelos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP



Fonte: Autoria Própria

Assim como na primeira seção de perguntas, também foi deixado um espaço aberto para que os docentes pudessem informar outras tecnologias que não estivessem contempladas nas questões anteriores, não havendo nenhuma resposta para a pergunta.

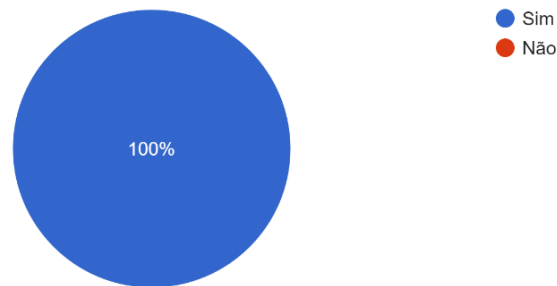
A primeira e, principalmente, a segunda seção mostram que não há uma padronização no uso de recursos tecnológicos entre os docentes que lecionam a mesma disciplina, o que por um lado é positivo, pois denota a autonomia docente, coisa que deve ser valorizada, onde o professor no ambiente da sala de aula deve ter liberdade para definir os caminhos, as técnicas, os recursos que potencializarão a aprendizagem da turma, sempre cumprindo um conteúdo mínimo. No entanto, também pode apresentar um lado negativo, onde pode haver discrepâncias entre o nível de domínio desenvolvido pelas distintas turmas. Não necessariamente essa discrepância ocorre em níveis acentuados e que poderiam ser prejudiciais, porém é um ponto que o colegiado docente deve estar sempre atento.

A próxima seção do questionário abordou de forma objetiva a opinião dos docentes sobre o Ensino Remoto e a Geomática a partir de três perguntas: “A vivência do Ensino Remoto Emergencial durante a Pandemia COVID-19 mudou sua opinião sobre o ensino remoto?” (figura 6.25); “Você acredita ser possível um ensino remoto de Geomática com qualidade igual ou superior a do ensino presencial?” (figura 6.26); “Pensando na possibilidade de um modelo de ensino remoto de Geomática, você acredita que as aulas práticas de levantamento de campo:” (figura 6.27).

Figura 6.25 – Levantamento da mudança de opinião sobre o Ensino Remoto durante o ERE dos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP

A vivência do Ensino Remoto Emergencial durante a Pandemia COVID-19 mudou sua opinião sobre o ensino remoto?

4 respostas

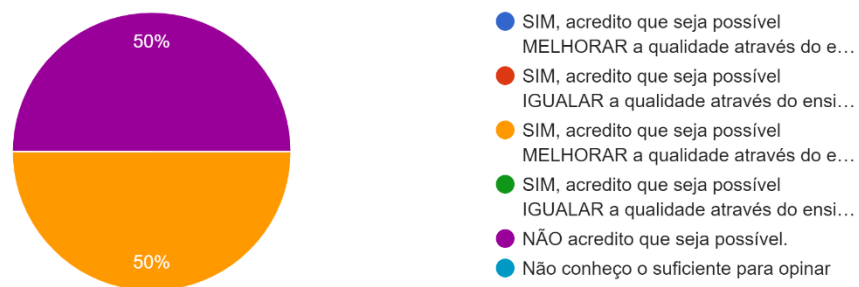


Fonte: Autorial Própria

Figura 6.26 – Opinião dos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP sobre a qualidade de um ensino remoto de Geomática

Você acredita ser possível um ensino remoto de Geomática com QUALIDADE IGUAL ou SUPERIOR a do ensino presencial?

4 respostas

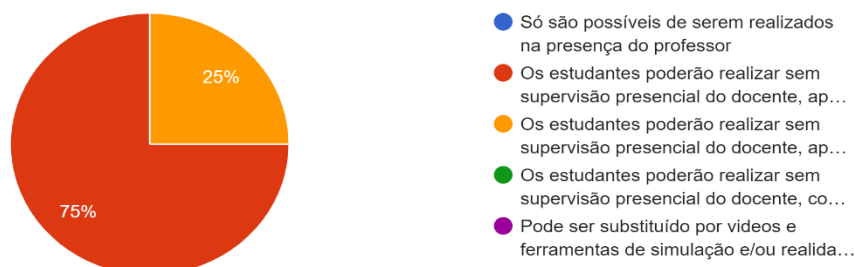


Fonte: Autorial Própria

Figura 6.27 – Opinião dos Docentes de Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP sobre as aulas práticas de campo em um ensino remoto de Geomática

Pensando na possibilidade de um modelo de ensino remoto de Geomática, você acredita que as aulas práticas de levantamento de campo:

4 respostas



Fonte: Autoria Própria

Ao visualizar a figura 6.25 é possível perceber que o contato com o Ensino Remoto imposto pela necessidade de distanciamento social possibilitou aos docentes mudarem de opinião sobre a modalidade remota. Olhando para as respostas às outras duas questões, dentre os 4 professores, metade acredita que o ensino híbrido pode melhorar a qualidade da formação, ou seja, potencializar a aprendizagem através do ensino híbrido (figura 6.26) e sobre as aulas de campo, os quatro docentes acreditam na possibilidade de as atividades práticas de levantamento de campo poderem ser realizadas sem a presença do docente, desde que haja algum contato com material formativo antes e para um professor, além do acesso a esse material, é necessário também fazer uma avaliação do conhecimento desenvolvido pelo estudante antes dele ir para campo.

A última seção do questionário aplicado aos docentes de Geomática para Engenharia Civil da EPUSP trouxe uma série de cinco perguntas abertas, ou seja, com espaço para o respondente escrever, de forma livre, suas opiniões e percepções sobre o ensino remoto de Geomática e suas possibilidades para a EPUSP. O intuito desta seção foi permitir que os professores entrevistados tivessem um espaço aberto para escreverem o que desejassem, permitindo, desta forma, a possibilidade de coletar informações além das previstas nas seções anteriores do questionário.

A primeira questão foi: “Durante a Pandemia COVID-19 você continuou realizando as mesmas aulas e utilizando as mesmas estratégias de ensino que está habituado a trabalhar no ensino presencial ou buscou incorporar novas estratégias para o ensino remoto? Se incorporou novas estratégias, descreva quais”. Dentre os quatro docentes, apenas dois responderam. Como são poucos respondentes, para todas as questões serão reproduzidas as respostas na íntegra, exceto em casos que haja necessidade de alteração ou supressão de alguma informação que possa identificar o docente respondente.

As duas respostas para a primeira questão foram:

- “As aulas remotas foram somente aulas teóricas e de exercícios. Os trabalhos de campo foram suspensos. As estratégias aplicadas às aulas remotas sofreram alteração na duração das mesmas, na duração e quantidade de intervalos (maiores

e mais frequentes) e dinâmicas como enquetes e respostas em tempo real foram disponibilizadas para a turma.”;

- “No ensino remoto tentei usar ferramentas/formas que buscam maior interação entre alunos e professor (Mentimeter e conversa por chat durante a aula) e entre os próprios alunos (“breakout rooms” da plataforma Zoom, para criação/conversa de grupos pequenos)”.

Como é possível perceber, os dois docentes mostraram que houve algumas mudanças na metodologia de ensino, inerente a necessidade de gerar mais interação e proporcionar intervalos, buscando adaptar a realidade imposta pelo ERE, utilizando os recursos disponíveis nas plataformas e buscando outras ferramentas tecnológicas que pudessem potencializar a dinâmica da aula e a aprendizagem dos estudantes.

A segunda questão abordou o tema da avaliação, perguntando se “Houve mudança na forma de avaliação durante o ensino remoto emergencial? Se sim, descreva como essa adaptação foi realizada”. A essa questão os quatro docentes responderam:

- “Sim, as provas passaram a ser personalizadas individualmente e com consulta ao material didático. Não foram realizadas atividades de entrevista com os grupos que desenvolveram os trabalhos de campo”;
- “Igualamos os pesos das diferentes atividades”;
- “Provas com questões similares às provas presenciais, porém alterando as questões de modo que ficassem individualizadas a depender do número USP de cada aluno”;
- “Antes da pandemia havia grande peso de trabalho de campo em grupo, que no atual período teve que ser substituído por trabalhos/exercícios que pudessem ser realizados remotamente. Entendo que há uma grande perda quando penso que o contato com os equipamentos topográficos e as dificuldades vivenciadas para a realização de um levantamento e produção de uma planta, por exemplo, auxiliam significativamente no aprendizado dos alunos”;

Ao analisar as respostas é possível perceber que algumas adaptações na forma de avaliar os estudantes tiveram que ser realizadas. Uma alteração foi a utilização de dados personalizados para cada estudantes, com a finalidade de tentar evitar que os estudantes copiassem as respostas uns dos outros. Outro ponto importante foi a necessidade de adaptar as avaliações para um padrão que permitisse a consulta dos estudantes aos materiais disponíveis.

No entanto, a mudança mais significativa implica da necessidade de substituir o trabalho de campo, atividade de maior peso na composição da avaliação dos estudantes. A impossibilidade de realizar os trabalhos de campo durante a pandemia, impôs uma dificuldade ao processo de aprendizagem, pois como é possível perceber na última resposta “há uma grande perda quando penso que o contato com os equipamentos topográficos e as dificuldades vivenciadas para a realização de um levantamento e produção de uma planta, por exemplo, auxiliam significativamente no aprendizado dos alunos”.

A terceira questão desta seção foi: “Na sua opinião, existem potencialidades para o desenvolvimento do ensino remoto de Geomática na POLI? Se sim, quais?”, obtendo como respostas:

- “Sim, a aproximação do ensino remoto ao presencial pode expandir a experiência do aluno além das atividades de campo.”;
- “Muito difícil pois oferecemos uma disciplina bem prática.”;
- “Uso de vídeos-aula e softwares de simulação/realidade virtual.”;
- “Acredito que podemos usar mais ferramentas para atividades remotas, mas acredito que particularmente para Geomática, como coloquei anteriormente, o trabalho prático presencial ainda me parece fundamental.”.

Dentre os quatro docentes, três apontaram que o uso de ferramentas e tecnologias inerentes ao ensino remoto podem potencializar o ensino presencial, ou seja, um ensino híbrido, extrapolando o espaço-tempo da sala de aula, utilizando tecnologias interativas e imersivas, como a possibilidade do uso de videoaulas e simuladores podem potencializar a aprendizagem de Geomática, na visão destes docentes.

A próxima pergunta abordou as dificuldades, questionando: “Na sua opinião, existem dificuldades para o desenvolvimento do ensino remoto de Geomática na POLI? Se sim, quais?”. Os quatro docentes responderam da seguinte forma:

- “Sim, as atividades de campo são as mais prejudicadas na modalidade remota. Acredito que a sua falta pode diminuir a assimilação do conteúdo pelo estudante.”;
- “Como realizar as aulas de campo?”;
- “Sim, o ensino das aulas práticas podem ser um problema.”;
- “Acho que a dificuldade está relacionada com o que coloquei anteriormente. É possível disponibilizarmos, por exemplo, vídeos que expliquem como se opera uma estação total, mas o "colocar a mão na massa" ainda é mais eficiente na aprendizagem.”.

De forma unânime os docentes apontaram as aulas e atividades práticas em campo como a principal dificuldade para o ensino remoto de Geomática. De fato, o uso de tecnologias não substitui a vivência de campo. Mesmo tecnologias mais imersivas como simuladores e realidade aumentada e virtual não suprem a necessidade e o ganho no processo de aprendizagem que as experiências em campo proporcionam, como disse um dos docentes: “o ‘colocar a mão na massa’ ainda é mais eficiente na aprendizagem”.

No entanto, pensando em um ensino híbrido, lembrando que híbrido não remete apenas ao misturar presencial e remoto, mas sim misturar metodologias, técnicas, tecnologias, o ensino remoto e as tecnologias nele utilizadas podem complementar e potencializar a aprendizagem, inclusive o trabalho de campo, possibilitando ao estudante diversas formas interativas e imersivas de estudar sobre os instrumentos e técnicas de levantamento antes de ir para a prática, otimizando o tempo do levantamento de campo, tornando a atividade prática ainda mais significativa.

A última questão levantada para os docentes de Geomática da EPUSP foi: “Pensando na possibilidade futura do ensino remoto de Geomática, como você gostaria que este fosse desenvolvido na Escola Politécnica da USP?”. As respostas dos quatro docentes foram:

- “Complementando as aulas presenciais com vídeos, atividades pré e pós-aula, jogos, desafios, monitoria remota, plantão tira-dúvidas virtual.”;
- “deve ser no modo híbrido”;
- “Acho que as aulas presenciais têm que se manter como primordiais, mas o ensino remoto pode ajudar nas aulas teóricas (com vídeo aulas dos conteúdos e resolução de exercícios).”;
- “Se fosse desenvolvida uma plataforma virtual que permitisse a realização de todas as atividades práticas que usualmente temos no ensino de Geomática da Poli (com operação dos equipamentos, levantamento de dados, produção de plantas), a partir de um terreno digital 3D, acredito que esta seria uma boa condição para ensino remoto no futuro.”. Este é um tema que pode ser desenvolvido em pesquisas em nível de pós-graduação no PPGET.

As três primeiras respostas caminham na mesma direção: o ensino híbrido, com ferramentas, recursos e metodologias do ensino remoto complementando e misturado com o ensino presencial, permitindo que metodologias ativas possam ser mais bem trabalhadas, dinamizando e personalizando o processo de aprendizagem. A última resposta vai além, e imagina uma espécie de “metaverso” em que o ambiente da EPUSP possa ser simulado, criando um “*Campus* virtual”, pudesse permitir uma maior aproximação da realidade para um ensino totalmente remoto.

Esse é um exercício que requer imaginação em pensar um futuro desta forma, porém, olhando para as respostas dos docentes, olhando para o mundo pós-pandemia, é possível notar que o ERE introduziu novas tecnologias e metodologias, quebrou paradigmas e apresentou a viabilidade e potencialidade do ensino híbrido aos docentes de Geomática da EPUSP.

6.2. Grupo 2 – Discentes Ingressantes no curso de Engenharia Civil da EPUSP no ano de 2020; e Grupo 3 - Discentes Veteranos no curso de Engenharia Civil da EPUSP no ano de 2020

Nesta seção serão apresentadas e discutidas as respostas dos dois grupos de estudantes: ingressantes em 2020 (grupo 2) e veteranos em 2020 (grupo 3). Apresentar os dois grupos de forma conjunta tem como objetivo facilitar a comparação das respostas e buscar conexões entre as percepções daqueles que vivenciaram a disciplina Geomática I no ERE (ingressantes) e dos veteranos que vivenciaram o ensino presencial em Engenharia Civil da EPUSP e da disciplina de Geomática, tendo a vivência do ERE em outras disciplinas em 2020.

Os questionários para os dois grupos (Anexos III e IV) foram divididos em 3 seções: “perfil do respondente”; “acessibilidade ao ensino remoto”; e “ensino remoto de Geomática I”. As duas primeiras seções eram praticamente idênticas, com pequenas alterações para ser coerente com o contexto de cada um dos dois grupos, enquanto a última seção apresenta algumas diferenças visto a distinção de perfil entre os dois grupos.

O questionário aplicado ao Grupo 2 (ingressantes) teve 41 respondentes, enquanto o Grupo 3 (veteranos) teve 59. Para os dois grupos será considerado como universo o total correspondente ao número de vagas para ingresso por ano para o curso de Engenharia Civil na EPUSP, que é de 135. Desta forma, a amostra do grupo de

ingressantes corresponde a 30,37% (41 de 135) e para o grupo de veteranos 10,9% (59 de 540).

Sabe-se que no grupo de veteranos há respondentes que estão há mais de 5 anos na Universidade, ou seja, já poderiam estar formados, porém continuam na Escola, o que aumenta o tamanho do universo. No entanto, é comum que também haja desistentes durante os 5 anos de curso, o que diminuiria o tamanho do universo de possíveis respondentes. Desta forma, nesta pesquisa, considerou-se para o cálculo do número máximo de possíveis respondentes para o grupo de veteranos, o número máximo de ingressantes por ano (135) multiplicado pelo número de turmas regulares de veteranos (4), totalizando 540.

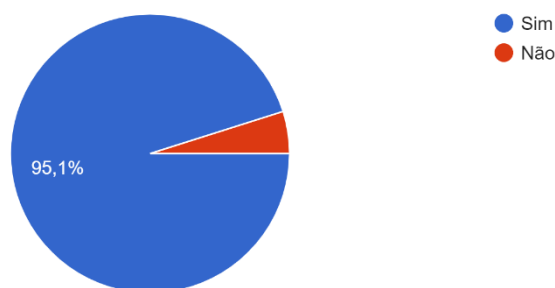
A primeira seção “perfil dos respondentes” teve como objetivo caracterizar o grupo de respondentes, com o objetivo de conhecer o perfil da amostra. A primeira pergunta foi sobre o ano de ingresso dos respondentes ingressantes (figura 6.28) e veteranos (figura 6.29).

Como é possível visualizar no gráfico da figura 6.28, dois respondentes não ingressaram no curso de Engenharia Civil no ano de 2020, portanto não se tratava de ingressantes, não fazendo parte do Grupo 2 deste estudo. Desta forma, as respostas destes estudantes foram desconsideradas, ficando, portanto, o Grupo 2 com 39 respondentes, o que diminui a representatividade da amostra de 30,37% para 28%. Por se tratar de questionários distintos, as duas respostas não foram incluídas no Grupo 3.

Na Figura 6.29 há a presença de 5 respondentes que ingressaram em 2015 ou antes, ou seja, estudantes que estão há mais de cinco anos cursando a graduação. Conforme apresentado na seção 5.4.3, a mudança do Projeto Pedagógico do curso (PPC) de Engenharia Civil e do nome da disciplina para Geomática I aconteceu em 2015, no entanto, as respostas destes estudantes serão consideradas neste estudo, pois, mesmo que tenham cursado antes de 2015, tiveram a vivência e experiência da aprendizagem da Topografia e Geodesia na EPUSP.

Figura 6.28 – Ano de Ingresso no curso de Engenharia Civil da EPUSP dos discentes respondentes ingressantes em 2020.

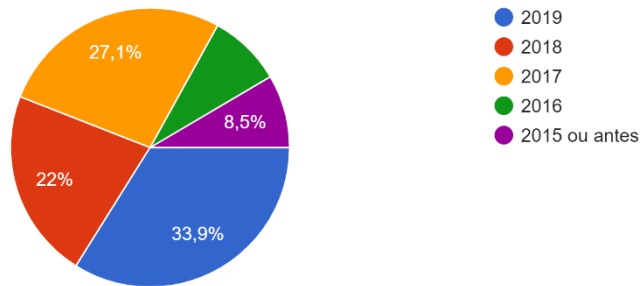
Você ingressou na Escola Politécnica em 2020?
41 respostas



Fonte: Autoria Própria

Figura 6.29 – Ano de Ingresso no curso de Engenharia Civil da EPUSP dos discentes respondentes veteranos em 2020.

Você ingressou na Escola Politécnica em:
59 respostas

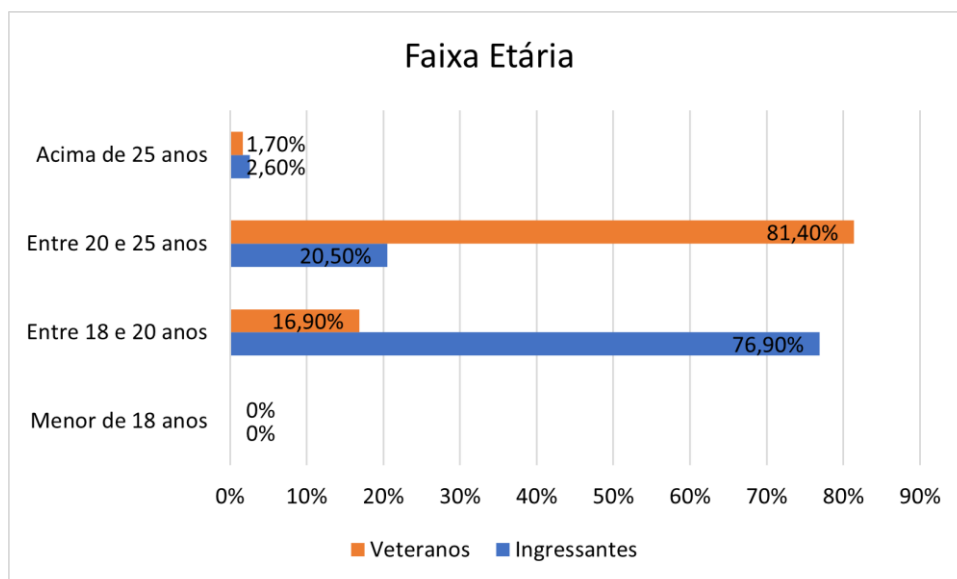


Fonte: Autoria Própria

A segunda pergunta foi sobre o sexo dos estudantes, onde no Grupo 2 de ingressantes responderam 24 (61,5%) do sexo masculino e 15 (38,5%) do sexo feminino. O Grupo 3 de veteranos apresentou distribuição semelhante com 40 (67,8) respondentes do sexo masculino e 19 (32,2%) do sexo feminino.

A terceira pergunta desta primeira seção levantou a faixa etária dos respondentes (figura 6.30). Nos dois grupos não há nenhum respondente menor de 18 anos e há um respondente acima de 25 anos em cada um dos grupos. No entanto, o perfil da faixa etária dos dois grupos é distinto, sendo o Grupo 2 predominantemente formado por respondentes entre 18 e 20 anos (76,9%), enquanto a predominância do Grupo 3 é de respondentes entre 20 e 25 anos (81,4%).

Figura 6.30 – Faixa Etária dos Grupos 2 e 3 de respondentes.



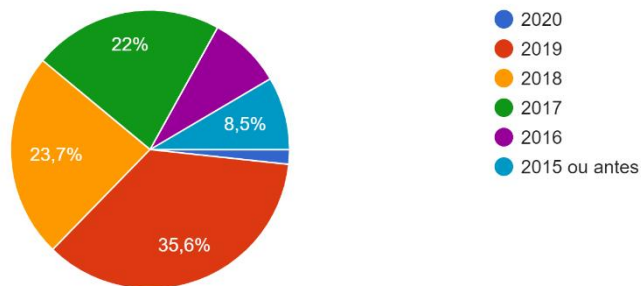
Fonte: Autoria Própria

Com a finalidade de verificar se havia algum respondente que não era discente de Engenharia Civil, foi perguntado qual o curso do estudante e 100% dos dois grupos respondeu cursar Engenharia Civil.

A próxima pergunta questionou sobre o ano que cada um dos estudantes havia cursado a disciplina Geomática I. No Grupo 2 todos os respondentes cursaram em 2020. A distribuição das respostas do Grupo 3 é apresentado na figura 6.31, em que se pode verificar uma boa distribuição e predominância dos respondentes que cursaram Geomática I nos anos de 2019, 2018 e 2017. Há 5 estudantes que cursaram em 2015 ou antes, o mesmo número que ingressou na Escola nesse mesmo ano ou antes. Há um respondente que informou ter cursado em 2020, no entanto este respondeu que ingressou na EPUSP em 2018, não representando, portanto, um *outlier* para a pesquisa.

Figura 6.31 – Ano em que cursou Geomática I - discentes respondentes veteranos em 2020.

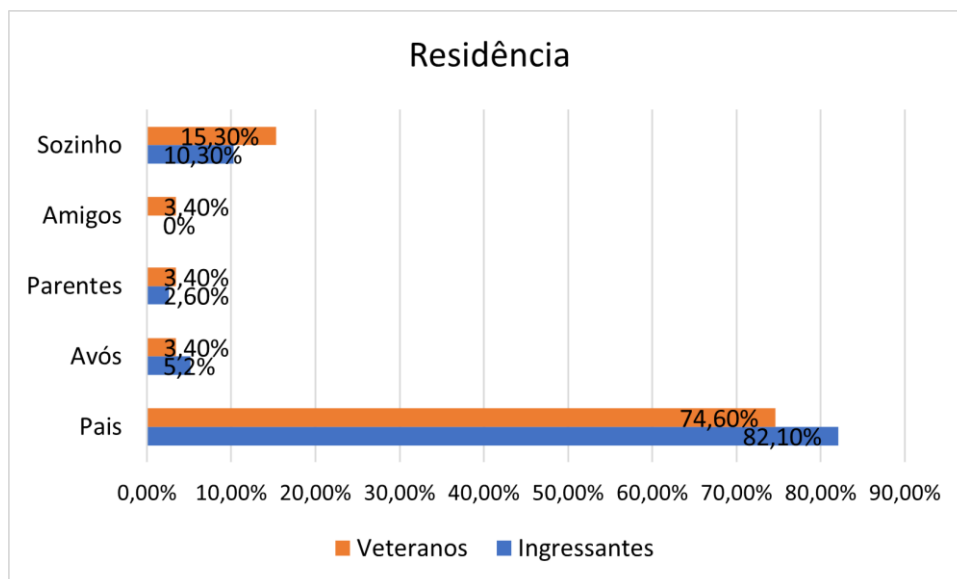
Você cursou Geomática I em qual ano?
59 respostas



Fonte: Autoria Própria

Por fim, a última questão desta seção perguntou para os dois grupos com quem estes residiam quando responderam ao questionário. As respostas dos dois grupos estão representadas no gráfico da figura 6.32, que permite visualizar que há um perfil muito parecido entre os dois grupos, com predominância para residentes com os pais, estando incluído neste grupo aqueles que residem apenas com o pai ou com a mãe.

Figura 6.32 – Com que residem os estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3.

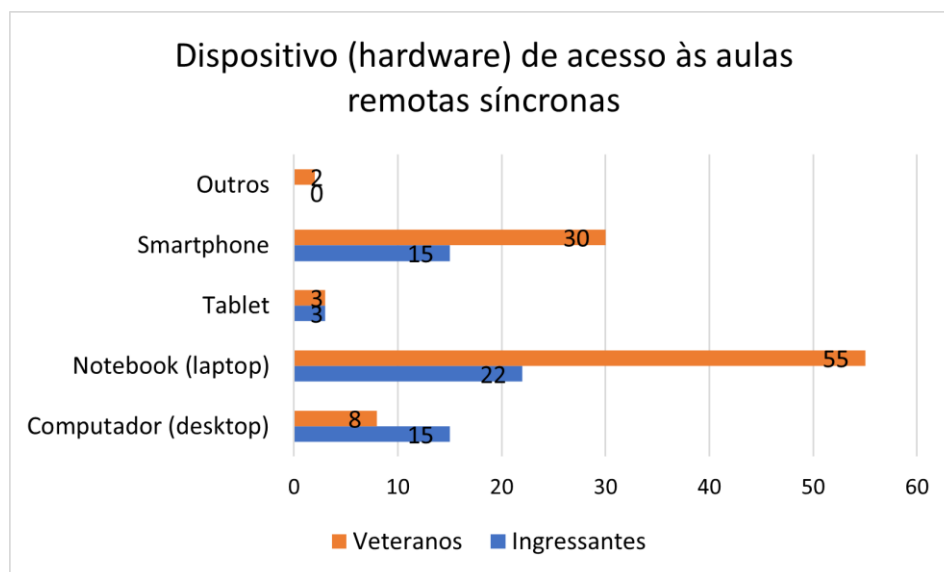


Fonte: Autoria Própria

A segunda seção questionou os estudantes sobre a acessibilidade ao ensino remoto, buscando compreender quais recursos os estudantes dispunham, como era o ambiente em que eles assistiam as aulas, buscando compreender possíveis dificuldades que eles encontraram durante o ERE.

Começou-se essa seção indagando qual dispositivo (*hardware*) os estudantes estavam utilizando para acessar às aulas síncronas durante o ERE (figura 6.33). Nessa pergunta os estudantes podiam assinalar mais de uma opção.

Figura 6.33 – Dispositivos (*hardwares*) que os estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3 utilizaram para acessar às aulas síncronas durante o ERE.



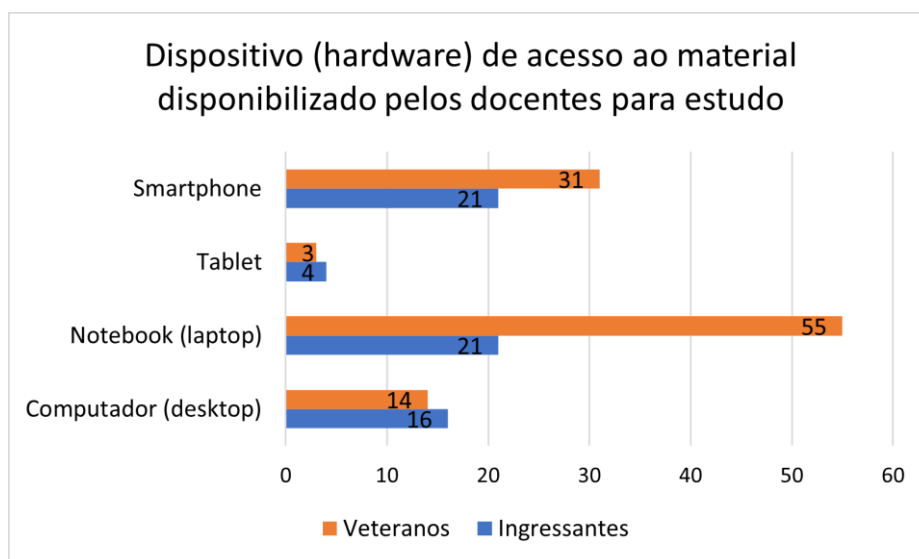
Fonte: Autoria Própria

Dentre o grupo de ingressantes o acesso ficou bem distribuído entre *notebook*, *desktop* e *smartphone*, enquanto no grupo de veteranos há uma predominância do uso de notebook onde 93,2% (55 de 59) dos estudantes assinalaram essa opção e praticamente metade também sinalizou utilizar o dispositivo móvel (*smartphone*).

O *hardware* utilizado pode trazer algumas dificuldades para o estudante, principalmente no grau de interação e integração com a turma. Os computadores de mesa podem ser uma boa configuração de recursos computacionais: na maioria das vezes está instalado em algum local propício e ergonomicamente confortável para seu uso; no entanto, uma dificuldade pode ter sido o uso das câmeras e microfones, uma vez que esses são *drives* externos. Uma solução que foi bastante utilizada por estudantes durante essa pandemia foi o uso combinado de *desktop* e *smartphone*, onde o segundo era utilizado para entrada de voz e imagem e saída de áudio. O dispositivo móvel apresenta algumas vantagens, como a mobilidade, conexão com a internet via rede de telefonia móvel quando há algum problema com o acesso a uma rede *wi-fi*, autonomia e duração da bateria, porém, apresenta a desvantagem do tamanho da tela e a impossibilidade de usar alguns *softwares* desenvolvidos para computador.

A segunda pergunta desta seção foi na mesma linha da primeira: perguntou sobre o *hardware* utilizado pelos estudantes para acessarem o material disponibilizado pelos docentes e a comunidade da disciplina no e-disciplinas (figura 6.34). A distribuição das respostas para esta questão mostra um perfil parecido com a questão anterior, o que é lógico.

Figura 6.34 – Dispositivos (*hardwares*) que os estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3 utilizaram para acessar o e-disciplinas e o material disponibilizado durante o ERE.

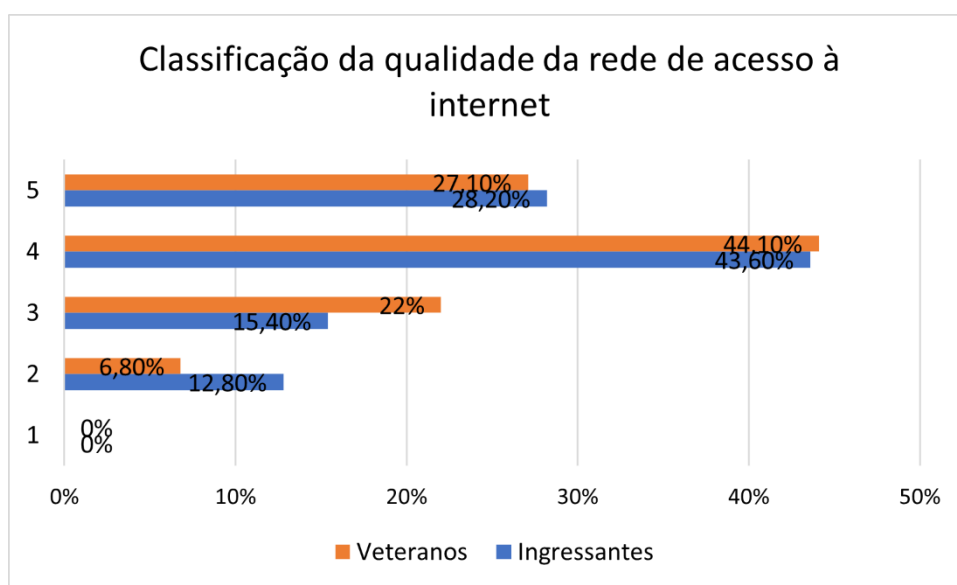


Fonte: Autoria Própria

A pergunta seguinte foi sobre a rede utilizada para acesso às aulas e aos momentos de estudo fora das aulas. Dentre os ingressantes 100% responderam utilizar a internet de banda larga doméstica por rede sem fio (*wi-fi*), enquanto 98,3% (58 de 59) veteranos deram a mesma resposta, e apenas um estudante disse usar internet banda larga conectada por fio.

A quarta questão desta seção utilizou a Escala de Likert para solicitar aos estudantes uma classificação de 1 a 5 para a qualidade da rede de acesso a internet que utilizou regularmente durante o ERE (figura 6.35). Nessa escala 1 representa uma rede de qualidade muito baixa (implicando em muitas dificuldades operacionais) e 5 uma qualidade muito alta (não implicando em dificuldades operacionais).

Figura 6.35 – Classificação da qualidade da rede de acesso à internet pelos estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3.



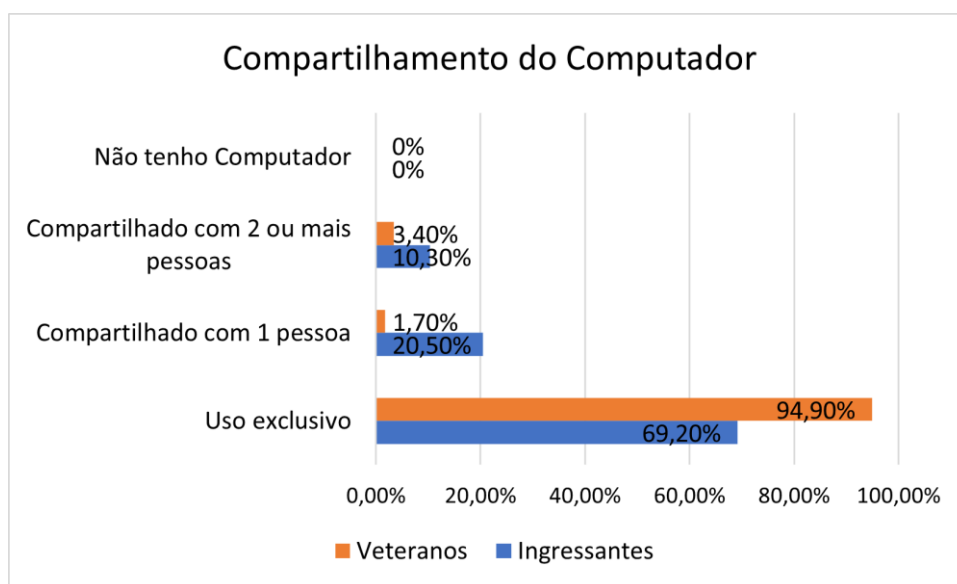
Fonte: Autoria Própria

É possível perceber pela figura 6.35 que a distribuição das respostas dos dois grupos tem um padrão parecido, onde mais de 70% dos respondentes de cada grupo classifica o acesso à internet como bom (opções 4 e 5) e nenhum considera a rede de acesso à internet péssima (opção 1). No entanto, principalmente entre os ingressantes, ainda há um número de estudantes que escolheram a opção 2, denotando ter uma rede com qualidade baixa, implicando em dificuldades operacionais para o ensino remoto.

A próxima pergunta voltou a questionar os estudantes sobre o *hardware* utilizado para estudos e acesso às aulas, porém desta vez a pergunta foi sobre o compartilhamento do computador (*desktop* ou *notebook*) utilizado (figura 6.36).

Um primeiro ponto que é possível observar que todos declararam ter computador, porém, apesar de nos dois grupos a maioria dos respondentes terem um computador de uso exclusivo, há uma discrepância, pois no grupo de veteranos 95% dos estudantes possuem computador de uso exclusivo, enquanto no grupo de ingressantes aproximadamente esse valor é de 70%. Com o isolamento social, famílias vivendo 100% do tempo em casa, o compartilhamento do computador pode representar uma dificuldade de manejo e disponibilidade de tempo para uso e realização dos trabalhos e acesso às aulas.

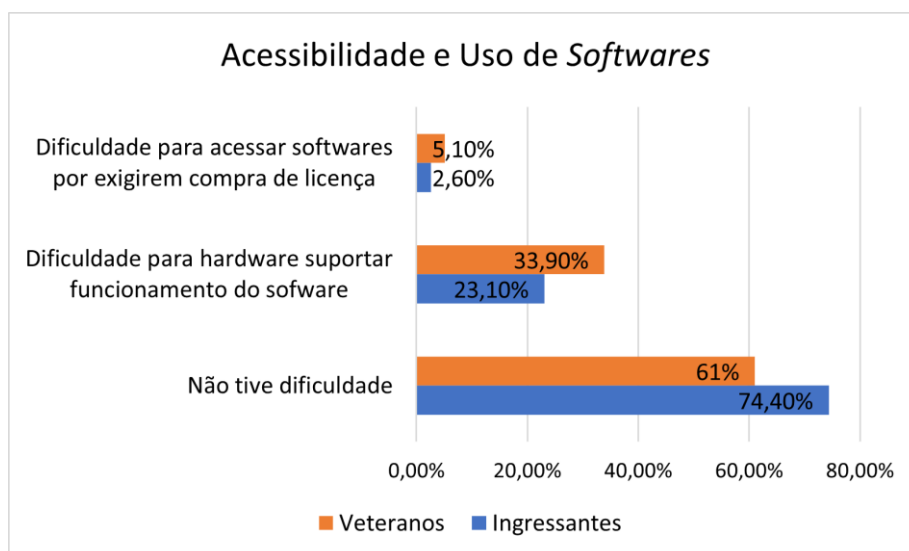
Figura 6.36 – Perfil do compartilhamento de computadores utilizados pelos estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3 durante o ERE para acesso às aulas e estudos.



Fonte: Autoria Própria

A sexta pergunta desta seção foi se houve dificuldade de acesso e uso de *softwares* específicos durante o ERE (figura 6.37). A maioria, 61% dos veteranos e 74,4% dos ingressantes, declararam não ter dificuldades nessa área, enquanto a maior parte daqueles que declararam ter dificuldades, disseram que os recursos computacionais (configuração do *hardware*) não suportavam um bom funcionamento de programas.

Figura 6.37 – Dificuldade de acesso e uso de *softwares* utilizados pelos estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3 durante o ERE.



Fonte: Autoria Própria

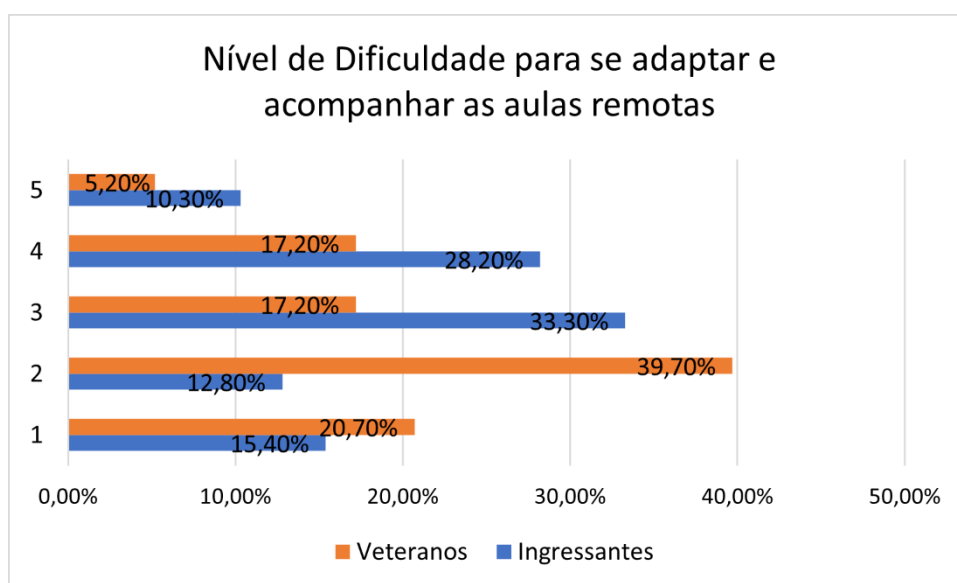
A sétima questão desta seção perguntou aos estudantes sobre o ambiente em que predominantemente utilizaram para assistir às aulas e estudarem em casa durante a

pandemia. A maior parte do grupo de ingressantes informou que o ambiente era de uso não compartilhado, porém somente 33,3% dos respondentes possuíam ambiente com mobiliário adequado e ergonômico, enquanto 23,1% informaram que o mobiliário era adaptado e 10,3% que o mobiliário era inadequado. Ainda no Grupo 2, 28,2% dos respondentes disseram compartilhar um espaço com mobiliário adaptado e somente 5,1% dispunham de ambiente com mobiliário adequado e ergonômico.

Nessa mesma questão, o grupo de veteranos apresentou distribuição parecida, com a maioria dos estudantes (81,4%) com espaço exclusivo (não compartilhado), onde 25% estudantes declararam ter espaço com mobiliário adequado, 21% com mobiliário adaptado e 2% com mobiliário inadequado. Os outros 18,6% disseram compartilhar o ambiente de estudo, sendo 2% com mobiliário específico e ergonômico, 6% com mobiliário adaptado e 3% com mobiliário inadequado, sendo que dentre esses, um ainda informou que o ambiente era muito movimentado e com muitos ruídos.

A oitava e última questão desta seção solicitou aos respondentes que atribuíssem uma nota de 1 a 5 para representar o nível de dificuldade que encontrou para se adaptar e acompanhar as aulas remotas (figura 6.38), onde 1 representava nenhuma dificuldade e 5 representava muita dificuldade.

Figura 6.38 – Dificuldade de adaptação dos estudantes respondentes dos Grupos 2 e 3 durante o ERE.



Fonte: Autoria Própria

Há uma boa distribuição entre as respostas nos dois grupos, entretanto, a maior parte dos veteranos (60,4%) assinalou as opções 1 ou 2 dizendo ter pouca dificuldade para se adaptarem e acompanharem as aulas remotas, enquanto a maior parte dos ingressantes (61,5%) escolheu as opções 3 ou 4, indicando ter mais dificuldades. Essa predominância de maior dificuldade de adaptação dos ingressantes pode estar relacionada ao fato da maior parte destes estarem em um estágio de transição do Ensino Médio para o Ensino Superior, uma nova cultura, nova instituição, novas regras e ritmos de estudo, além de todas as questões impostas pelo ERE.

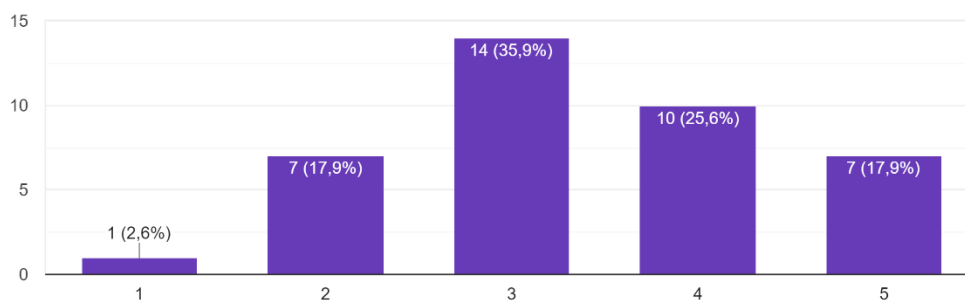
A terceira e última seção das questões para os discentes foi específica sobre o Ensino Remoto de Geomática I, contendo questões fechadas (objetivas) e abertas (dissertativas) para os dois grupos.

Começando com as questões fechadas, a primeira foi sobre a dificuldade que o ERE pode ter gerado para a aprendizagem em Geomática I. Para os ingressantes (figura 6.39) foi solicitado que classificassem de 1 a 5 (onde 1 equivale a nenhuma dificuldade e 5 muita dificuldade) a partir da experiência que tiveram no ERE da disciplina em 2020, e para os veteranos (figura 6.40) foi solicitado que fizessem um exercício de imaginarem e classificarem de 1 a 5 o quanto o ERE pode ter gerado de dificuldade na Geomática I.

Figura 6.39 – Dificuldade gerada pelo ERE aos estudantes do grupo 2 para a aprendizagem em Geomática I.

Em uma escala de 1 a 5, quanto você julga que o ensino remoto pode ter gerado dificuldades para o seu aprendizado em Geomática I?

39 respostas

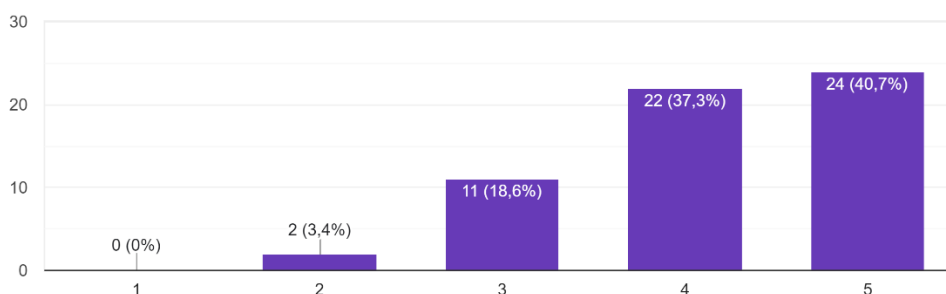


Fonte: Autoria Própria

Figura 6.40 – Opinião do grupo 3 sobre a possível dificuldade gerada pelo ERE aos estudantes do grupo 2 para a aprendizagem em Geomática I.

Em uma escala de 1 a 5, quanto você julga que o ensino remoto pode ter gerado dificuldades para aprendizado daqueles que cursaram Geomática I de forma remota?

59 respostas



Fonte: Autoria Própria

Analisando a distribuição das respostas nas figuras 6.39 e 6.40 é possível perceber que os veteranos imaginaram que o ERE representaria uma dificuldade maior para os estudantes do grupo 2 que cursaram a disciplina de forma remota. Dessa diferença de percepção é possível imaginar algumas possibilidades e cenários. Um cenário possível é dos estudantes veteranos que tiveram Geomática no presencial, realizaram o trabalho prático que envolve planejamento de trabalho de campo, levantamento de dados em campo, tratamento dos dados e cálculos, desenho, relatório, entrevista, ou seja, é um trabalho que demanda dedicação dos estudantes, e que no remoto, tenderia ser mais complexo, sem a participação presencial.

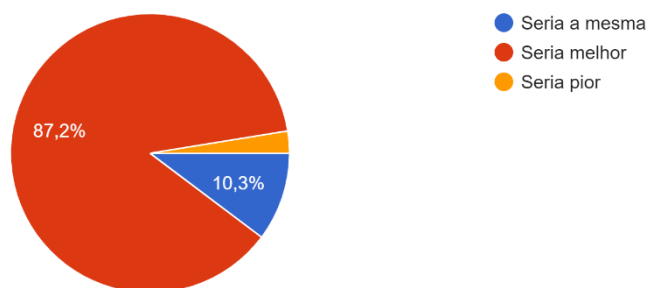
Outro cenário possível é olhar para os estudantes ingressantes que, na maioria, escolheu as classes intermediárias (2, 3 e 4), podendo-se inferir que o trabalho desenvolvido pelos docentes durante o ERE pode atenuar possíveis dificuldades; no entanto, há também a não vivência destes estudantes do trabalho prático de levantamento do entorno do prédio da Engenharia Civil da Escola Politécnica.

As próximas duas questões foram feitas apenas para o grupo 2. As duas versaram sobre a mesma temática, solicitando aos estudantes que imaginassem um cenário sem a pandemia e sem o ERE, pensando no ensino presencial, como seria a sua aprendizagem (figura 6.41) e o seu desempenho (figura 6.42) em Geomática I.

Figura 6.41 – Opinião do grupo 2 sobre como seria a sua a aprendizagem em Geomática I caso não houvesse a pandemia e o ensino tivesse sido presencial.

Caso não tivesse acontecido a pandemia, e o ensino de Geomática I tivesse acontecido de forma presencial, você acredita que sua aprendizagem:

39 respostas



Fonte: Autoria Própria

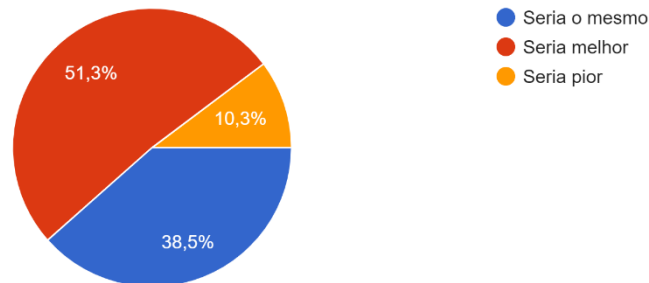
Quanto à aprendizagem, a maior parte dos ingressantes que responderam ao questionário (87,2%) acredita que a aprendizagem seria melhor no ensino presencial, enquanto apenas 1 estudante (10%) respondeu que seria pior e quatro acreditam que não havia diferença, para a sua aprendizagem, entre o ensino presencial e remoto.

Já sobre o desempenho na disciplina, o que envolve as avaliações, notas, conceitos e aprovação, aproximadamente metade julgou que teria um desempenho melhor, 38,5% acreditam que não haveria diferença e 4 estudantes (10,3%) julgaram que teria um desempenho pior.

Figura 6.42 – Opinião do grupo 2 sobre como seria o seu desempenho em Geomática I caso não houvesse a pandemia e o ensino tivesse sido presencial.

Caso não tivesse acontecido a pandemia, e o ensino de Geomática I tivesse acontecido de forma presencial, você acredita que seu desempenho:

39 respostas



Fonte: Autoria Própria

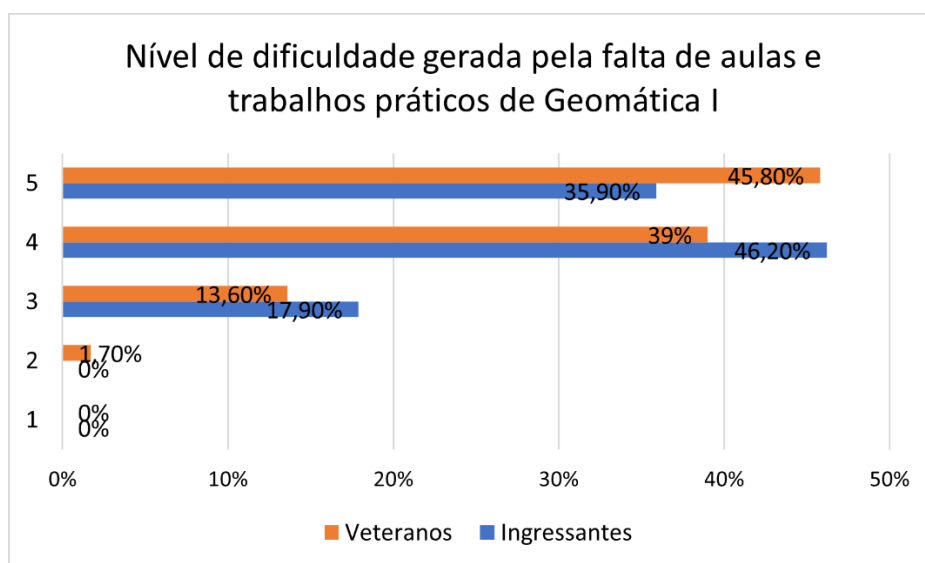
A próxima pergunta foi realizada para os dois grupos, questionando se estes acreditavam que algumas ferramentas e práticas do ensino remoto poderiam potencializar a aprendizagem e serem utilizadas no ensino presencial de Geomática I. Para 96,6% dos veteranos respondentes, mídias e técnicas utilizadas durante o ERE poderiam potencializar se utilizadas em conjunto com o ensino presencial, enquanto apenas 2 estudantes deste grupo 3 não acreditam nesse potencial. Já entre os ingressantes 30 estudantes (76,9%) concorda com a maioria dos veteranos e pensa que a combinação de aspectos do ensino remoto no ensino presencial pode potencializar a aprendizagem, enquanto 9 (23,1%) discordam dessa opinião.

A quinta questão desta seção perguntou aos dois grupos o quanto eles acreditam que a falta das aulas e trabalhos práticos pode ter dificultado a aprendizagem do grupo 2 durante o ERE (figura 6.43). A questão utilizou novamente a Escala de Likert, onde 1 representava que a falta das aulas e trabalhos práticos geraram pouca dificuldade para a aprendizagem e 5 representava muita dificuldade.

É possível verificar que o número de respondentes que selecionaram as opções 4 e 5, tanto para o grupo de ingressantes (82,1%) como para o grupo de veteranos (84,8%), mostra que a ausência das atividades práticas em campo implica em geração de dificuldade para aprendizagem na área da Topografia e Geodésia, ou seja, patentearam a importância do trabalho de campo e como a sua falta pode influenciar na qualidade do processo formativo e na aprendizagem dos estudantes.

A questão foi realizada apenas para o grupo de veteranos. Também utilizando a Escala de Likert, foi questionado sobre a importância da Geomática I para a sua formação em Engenharia Civil (figura 6.44), onde 1 significava pouca importância e 5 significava muita importância para a formação em Engenharia Civil na visão dos estudantes veteranos.

Figura 6.43 – Opinião dos estudantes sobre a dificuldade gerada pela falta de aulas e trabalhos práticos dura o ERE de Geomática I.

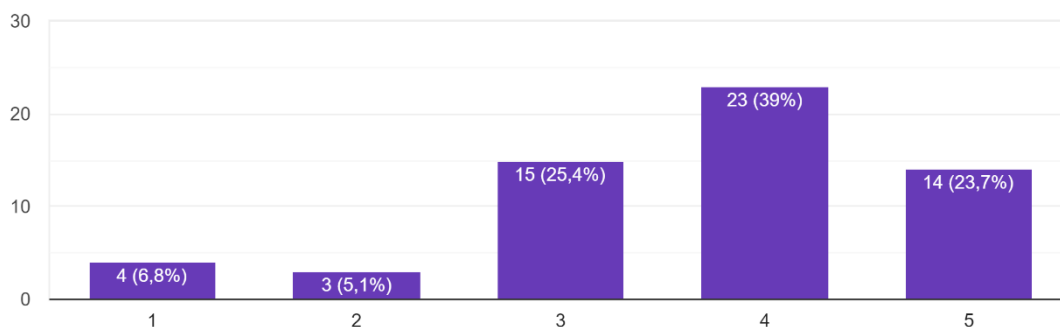


Fonte: Autoria Própria

Figura 6.44 – Opinião dos estudantes do grupo 3 sobre a importância da Geomática I para sua formação em Engenharia Civil.

Em uma escala de 1 a 5, você julga quão importante a disciplina Geomática I foi para a sua formação como Engenheiro Civil?

59 respostas



Fonte: Autoria Própria

Olhando para a distribuição das respostas da figura 6.44, o número de respondentes que escolheram as opções 4 e 5 (62,7%) representa que aproximadamente dois terços dos veteranos que participaram desta pesquisa compreendem que a Geomática I foi importante para sua formação em Engenharia Civil. Outros 15 estudantes (25,4%) escolheram a opção 3 que representa que a disciplina teve uma importância moderada para a sua formação. Somando esses dois grupos, mostra que os estudantes de Engenharia Civil da EPUSP compreendem o papel relevante que as informações espaciais possuem para a formação e exercício profissional do engenheiro civil.

Nas últimas perguntas do questionário para os estudantes, estes foram convidados a responder perguntas abertas, ou seja, houve espaço para que os estudantes pudessem escrever suas opiniões, pensamentos e percepções de forma livre.

O objetivo foi buscar extrair informações não previstas com as questões objetivas do questionário. Para a análise das respostas para essas questões, buscou-se identificar alguns padrões de respostas, e temáticas abordadas nelas, permitindo quantificar e encontrar algumas tendências e padrões. As respostas para tais questões também foram analisadas individualmente, buscando identificar “falas” importantes, que representem um padrão, que marquem posições, destacando esses trechos de resposta no corpo do texto desta tese.

Começando pelo Grupo 2 (ingressantes) foram feitas 2 perguntas, uma sobre as dificuldades para aprendizagem em Geomática I no ERE e outra sobre as potencialidades do ensino remoto para a aprendizagem da disciplina. Por fim, foi deixando um espaço para comentários livres dos estudantes.

Na primeira pergunta, sobre as dificuldades, 20 dos 39 ingressantes responderam. Dentre os vinte respondentes, 17 mencionaram, de alguma forma, a falta de vivenciar a prática e o trabalho de campo, sendo esta considerada a maior dificuldade pelos estudantes.

Pode-se destacar algumas respostas que exemplificam bem essa dificuldade sentida pelos estudantes:

- “A parte prática foi muito prejudicada. Se eu não me engano, em tese teríamos que fazer alguns levantamentos ao longo do semestre, coisa que não fizemos. Os equipamentos ainda são estranhos para nós.”;
- “As aulas práticas têm um papel fundamental na consolidação do material teórico, logo, percebi uma maior dificuldade em assimilar o conteúdo.”;
- “A falta da parte prática achei que fez bastante falta, pois não utilizamos a teoria na prática.”.

Outras dificuldades mencionadas pelos estudantes foram: aulas extensas no ambiente de videoconferência são cansativas (4 respostas); falta do contato presencial com os docentes e os colegas (3 respostas); e dificuldades operacionais como falta de energia e perda de sinal da rede de internet (2 respostas).

A principal dificuldade encontrada pelos estudantes durante o ERE foi a falta que as aulas práticas fizeram para a compreensão dos conceitos e consolidação da aprendizagem. Isso vai ao encontro da principal dificuldade apontada pelos docentes de Geomática I da EPUSP, mostrando, portanto, que há uma convergência e que as atividades práticas são imprescindíveis para uma aprendizagem significativa na área da Topografia e Geodésia.

Quanto à pergunta sobre as potencialidades, 15 estudantes (38,5%) responderam a essa questão. Dentre aqueles que responderam essa pergunta, 6 mencionaram, de alguma forma, o uso de ferramentas tecnológicas que o aproximaram da prática e o acesso ao material didático (apostilas, *slides* das aulas). Como exemplos, pode-se destacar respostas como:

- “Há ferramentas digitais de fácil acesso que possibilitam ao aluno ter uma melhor noção de como funciona o trabalho prático ensinado em Geomática I.”;

- “Não considero que algo possa ser feito de uma forma melhor do que no presencial, mas, certamente, o uso de novas tecnologias e meios de exposição (que se tornaram quase que uma obrigação no ensino remoto) são sempre bem-vindos.”.

Outros dois assuntos que foram mencionados como potencialidades pelos estudantes, cada uma com três menções, foram a monitoria *online* e a autonomia dos estudantes para acessarem os vídeos das aulas fora do horário da aula, ou seja, a autonomia de gerir o tempo de estudo por parte do estudante. Trechos que exemplificam estas categorias são:

- “Os plantões com os monitores foram essenciais, principalmente pela ajuda das gravações das monitorias e pelo tempo dedicado as dúvidas.”;
- “No ensino remoto eu pude fazer o meu horário tendo mais tempo para estudar a parte teórica.”.

Um último tema que apareceu como potencialidade foi que o ERE potencializava a aprendizagem dos conceitos na parte teórica, tendo 5 menções sobre esse assunto nas respostas, como este exemplo: “Achei que as aulas teóricas foram mais interessantes quando dadas online. Aprendi muito mais dessa forma, ainda que não saiba o porquê disso.”.

Finalizando o questionário dos estudantes ingressantes, foi deixado um espaço livre para comentários. Sete estudantes escreveram nesse espaço, e de forma geral, os comentários foram sobre a duração das aulas ao vivo, que costumavam ser longas e cansativas: “Eu não assistia as aulas remotas. Eram muito longas e cansativas, apenas pegava o conteúdo por cima e fazia as listas (de exercícios)”. Outro ponto destacado nesse espaço foi o rodízio de professores. Um estudante viu como algo negativo: “Creio que o rodízio de professores de Geomática, que já estava planejado para ocorrer antes do decreto da quarentena, foi um ponto que prejudicou um pouco o entendimento da matéria. Mesmo com todos os professores excelentes, sinto que esse rodízio deixou os alunos perdidos na matéria”. Por fim, alguns estudantes ainda voltaram a reforçar a falta das aulas práticas como o principal fator gerador de dificuldade: “Acredito que a falta de prática dá um desânimo na disciplina. As atividades teóricas deixam o tema muito abstrato (não sei se é o mesmo sentimento no presencial, não experimentei o suficiente)”.

Para os estudantes veteranos foram feitas as seguintes questões abertas: “Considerando sua experiência como estudante do ensino presencial da POLI somada a experiência do Ensino Remoto Emergencial (ERE) na POLI, quais ações do ERE você gostaria que permanecessem e fossem consolidadas para o Ensino Presencial na POLI?”; “Especificamente para a disciplina de Geomática I. Quais ações/ferramentas do Ensino Remoto você acredita que poderiam potencializar o Ensino Presencial da Geomática na POLI?”; “Comentários Livres (Fique à vontade para tecer comentários acerca deste tema que não tenham sido contemplados no questionário ou que queira aprofundar na explicação).”.

Para a primeira pergunta, 27 estudantes dos 59 a responderam. Dentre esses 27, apenas dois, ou seja, 25 estudantes mencionaram de alguma forma a disponibilização de materiais (*slides*, apostilas, listas de exercícios etc.) e videoaulas. Para os veteranos houve um ganho significativo no processo de aprendizagem o fato de haver liberdade de acessar materiais e videoaulas a qualquer momento, bem como poder revisitar os conteúdos em momentos de dúvidas. Alguns trechos que exemplificam isso:

- “Uso constante da plataforma edisciplinas e investimento em aulas gravadas.”;
- “Seria muito interessante manter ativas essas gravações para que os futuros alunos possam assisti-las, de modo a complementar os estudos dados em sala no ensino presencial ou para reposição caso o aluno perca uma aula.”;
- “Acesso às aulas a qualquer horário (gravações) para esclarecer eventuais dúvidas que tenham surgido ou assistir caso não tenha comparecido. Aulas com diferentes convidados para cada assunto.”;
- “Seria mais útil usar o espaço de sala de aula para sessões de perguntas e respostas e resolução de exercícios. Fora isso, os professores tenderam a deixar o Moodle mais completo e organizado.”;
- “Gostaria que tivessem aulas híbridas. Isto é, aulas teóricas a distância e aulas práticas (laboratórios, em campo, feitas em grupos...) presenciais.”.

As respostas destacadas trazem a percepção dos veteranos sobre como as ferramentas mais comuns no ensino remoto podem contribuir para o ensino presencial em diversos aspectos, como por exemplo a fala que sugere utilizar o espaço da aula para a resolução de exercícios, e pode-se ampliar esse pensamento para as metodologias ativas de aprendizagem. Outro estudante já menciona o ensino híbrido.

O melhor uso do Moodle (e-disciplinas da USP) e investimento em aulas gravadas com qualidade já são uma prática da Universidade anterior a pandemia. Há investimentos em melhorias e atualizações do sistema do e-disciplinas e em gravação de vídeos para a plataforma e-aulas da USP. Os estudantes indicam que este investimento deve continuar, e provavelmente ser ampliado no pós-pandemia.

Outros assuntos pontualmente mencionados por alguns dos estudantes foram a possibilidade de realizar prova com consulta, utilização de ferramentas computacionais como o Excel para auxiliar a resolução de cálculos durante as provas e que professores fossem mais organizados com o cronograma e divulgação prévia do conteúdo das aulas para as turmas.

A segunda questão para os veteranos foi na mesma linha da primeira, porém agora foi pedido que pensassem em pontos em que o ensino remoto poderia potencializar a aprendizagem de Geomática. Para essa questão houve 17 respostas. Dentre essas, o principal tema abordado foi a gravação de aulas, com 14 respostas. No entanto, alguns estudantes foram além sobre o conteúdo dessas videoaulas, sugerindo gravação de aulas sobre o uso de equipamentos, como a estação total, resolução de exercícios e uso dos *softwares* específicos da área. Uma resposta que ilustra bem esse ponto foi: “Aulas gravadas principalmente do manuseio da estação total e dos programas para a criação do mapeamento do trabalho prático. Como são coisas a que não estamos acostumados, poder rever o vídeo ajuda significativamente.”.

Outros assuntos que apareceram foram a possibilidade do uso do *software* Excel para resolução dos cálculos dos levantamentos de campo (4 respostas), monitorias e plantões de dúvida por videoconferência (3 respostas) e uma resposta que indicou o uso de simuladores dos instrumentos: “Protótipo digital do equipamento”.

Por fim, a última questão deixou um espaço aberto para que os estudantes pudessem escrever algo que não foi abordado ou aprofundar em algum tema. Foram 5 respostas para essa questão. Quatro dessas cinco respostas foram sobre aspectos do ERE que não gostariam que continuassem no ensino presencial, sendo que a resposta a seguir engloba o que foi dito nas outras três e vai além: “Exigência de exercícios semanais como prova

presença; exigência forçada da participação do aluno; provas online em que não é possível voltar a questões anteriores; exigência de formação de grupos em tempos difíceis de se estabelecer comunicação. Além disso, uso de site específico da disciplina ou whatsapp e outros aplicativos terceiros não oficiais da USP como principal meio de contato ao invés da plataforma do Moodle já estabelecida”.

A outra resposta: “Acredito que o contato prático com determinadas disciplinas (não só Geomática) são fundamentais para o desenvolvimento de habilidades importantíssimas para a formação do engenheiro, sobretudo o diálogo, a capacidade de comunicação, o trabalho em equipe presencial, entre outros. Me parece que essas habilidades são desenvolvidas mais eficientemente de forma presencial, bem como a sinergia de trabalhar em equipe e todas as habilidades que, de alguma forma, possam estar relacionadas a ela”. Essa aborda habilidades e competências que são mais fáceis de serem desenvolvidas no ensino presencial, com o contato entre estudantes e docentes.

De forma geral, os estudantes possuem uma visão que segue na mesma linha dos docentes, mostrando que existem ferramentas e metodologias mais comuns ao ensino remoto que podem ser trazidas e trabalhadas no ensino presencial permitindo o ganho de tempo, a dinamização e flexibilização do espaço-tempo da aula, colaborando com a adoção de metodologias ativas, olhando no caminho do ensino híbrido com a finalidade de potencializar a aprendizagem e formação dos engenheiros do Século XXI.

6.3. Grupo 4 - Docentes de Geomática (Topografia e Geodesia) para cursos de Engenharia Civil em outras IES

Buscando compreender como a Pandemia e o ERE impactaram o ensino de Topografia e Geodesia em outros contextos, foi elaborado um questionário parecido com o questionário aplicado aos docentes de Geomática I para Engenharia Civil da EPUSP (Grupo 1) e disponibilizado para docentes de Topografia e Geodesia para Engenharia Civil de outras IES brasileira e internacional, convidando-os a responder e colaborar com esta pesquisa.

Este questionário foi dividido em 4 seções: perfil do respondente; ensino remoto emergencial; ensino remoto emergencial de Geomática; desafios e possibilidades para o ensino remoto de Geomática.

O endereço eletrônico para acessar o questionário foi enviado via *e-mail* para os docentes. Os endereços do *e-mail* foram buscados nas páginas de algumas IES que possuem o curso de graduação em Engenharia Civil. Para este questionário foram obtidas 23 respostas.

Dentre os 23 respondentes: 19 são do sexo masculino e 4 do sexo feminino, 82,6% e 17,4% respectivamente; 22 são doutores e apenas um é mestre; no momento em que responderam ao questionário, 20 lecionavam no curso de Engenharia Civil, 2 já haviam lecionado, mas não estavam mais lecionando e apenas um nunca lecionou no curso de Engenharia Civil; 13 são docentes em Universidade Federal, 9 são docentes em Universidade Estadual e um docente leciona em uma Universidade portuguesa; 14 lecionam em IES localizada no Sudeste, 7 na região Sul, um na região Nordeste e conforme mencionado anteriormente, um leciona em uma Universidade de Portugal; 17 lecionam ou já lecionaram disciplinas da área das informações espaciais para outros cursos, como Engenharia Ambiental, Geologia, Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Geofísica, Zootecnia, Agronomia, Arquitetura e Urbanismo, entre outras.

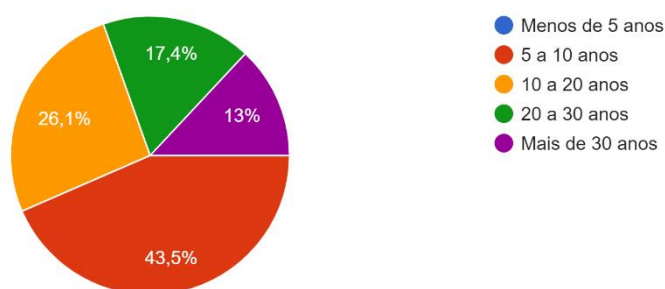
Sobre o perfil dos docentes que aceitaram participar dessa pesquisa respondendo ao questionário, os 3 que não estavam lecionando para Engenharia Civil terão suas respostas consideradas, pois acredita-se que conhecer a realidade de outras IES contribuirá para esta pesquisa. Foram enviadas mais de 50 correspondências eletrônicas convidando docentes de diversas IES, inclusive particulares e comunitárias, porém, nenhum docente desse perfil de IES respondeu ao questionário. Também foram convidados a participar da pesquisa docentes de IES da região Norte e Centro-Oeste, não havendo respostas destes.

Fechando a primeira seção de perfil dos respondentes, a figura 6.45 apresenta o tempo de experiência na carreira docente no Ensino Superior, onde a maior parte (10 respondentes) lecionam entre 5 e 10 anos, 6 estão na carreira docente entre 10 e 20 anos, 4 entre 20 e 30 anos, e 3 docentes lecionam há mais de 30 anos.

Figura 6.45 – Tempo de Experiência na carreira docente no Ensino Superior dos respondentes do Grupo 4.

Quantos anos você possui de experiência na docência no Ensino Superior?

23 respostas



Fonte: Autoria Própria

A segunda seção do questionário consistiu em perguntas sobre o ERE de forma geral para os docentes, realizando perguntas muito parecidas com a primeira seção do questionário aplicado ao Grupo 1. Essa seção tem como objetivo compreender o contexto do ERE na IES em que o docente está inserido, e como este desenvolveu a sua prática.

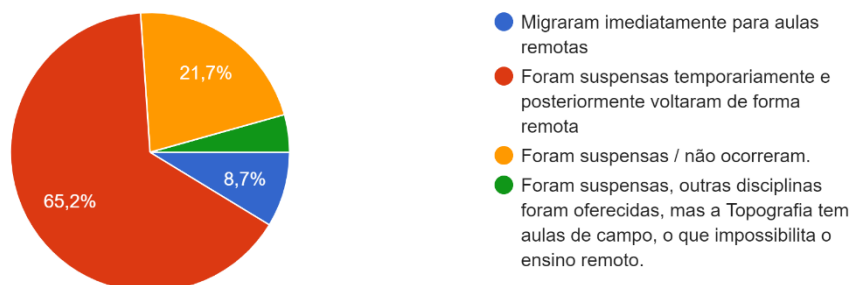
A primeira pergunta desta seção abordou como a IES trabalhou a migração (ou não migração) para o Ensino Remoto durante a Pandemia (figura 6.46.). De acordo com as respostas, foi possível perceber que para 17 (87%) dos 23 respondentes as aulas de Topografia e Geodésia foram realizadas de forma remota, enquanto para 6 (13%) as aulas foram suspensas e não ocorreram até o momento em que responderam a este questionário.

Dentre os 17 que tiveram as aulas migradas para o ERE, a maioria (12 respondentes) trabalhou com os estudantes de forma síncrona e assíncrona combinadas, ou seja, aulas em tempo real através de videoconferência combinadas com atividades fora do espaço-tempo da aula. Trabalharam apenas de forma síncrona 3 respondentes, enquanto 2 migraram para aulas/atividades assíncronas.

Figura 6.46 – Migração para o ERE nas IES que os respondentes do Grupo 4 atuam.

DURANTE a Pandemia COVID 19 as aulas de Geomática (Topografia e Geodesia) para Engenharia Civil em sua Instituição de Ensino Superior:

23 respostas



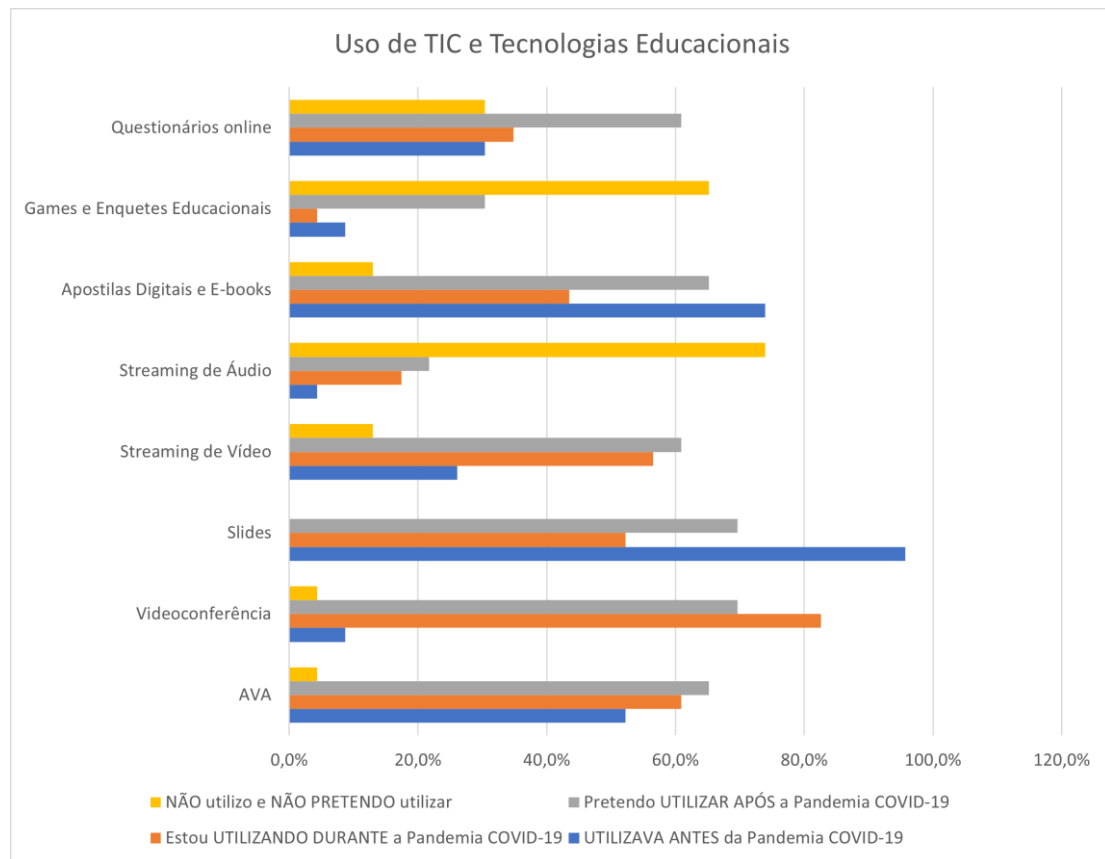
Fonte: Autoria Própria

As próximas questões versaram sobre TIC e ferramentas tecnológicas educacionais que foram utilizadas pelos docentes (figura 6.47), da mesma forma que foi perguntado aos docentes da EPUSP, buscando saber se utilizavam antes da pandemia, estão utilizando durante a pandemia, pretendem utilizar após a pandemia, ou se não utilizavam e não pretendem utilizar.

Observando o padrão de respostas dos docentes externos, percebe-se um comportamento semelhante ao dos docentes da EPUSP, onde algumas TIC são consolidadas, como o uso do ambiente virtual de aprendizagem, apresentação por slides, textos em formato digital. Da mesma forma, a pandemia possibilitou a vivência e o conhecimento do potencial de aplicação de algumas tecnologias como as videoconferências, plataformas de *streaming* de vídeo e dos questionários *online*. Pode-se perceber também que podcasts e outras formas de compartilhamento de áudio não são uma tecnologia apreciada pelos docentes da área, muito provavelmente devido ao fato da necessidade da visualização espacial que a disciplina exige.

Também foi deixado um espaço aberto para os docentes comentarem o uso de outras ferramentas não contempladas no questionário. Um dos docentes falou que sempre gostou da liberdade que o quadro proporciona para as aulas, e que durante a pandemia tem utilizado uma mesa digitalizadora combinada com um simulador de quadro branco para se adaptar ao ERE. Outros dois professores que responderam a essa pergunta apresentaram justificativas para que o ensino de Topografia e Geodésia não fosse realizado de forma remota devido a sua alta carga horária de atividade prática.

Figura 6.47 – Perfil de utilização de tecnologias educacionais e TIC dos docentes do Grupo 4.



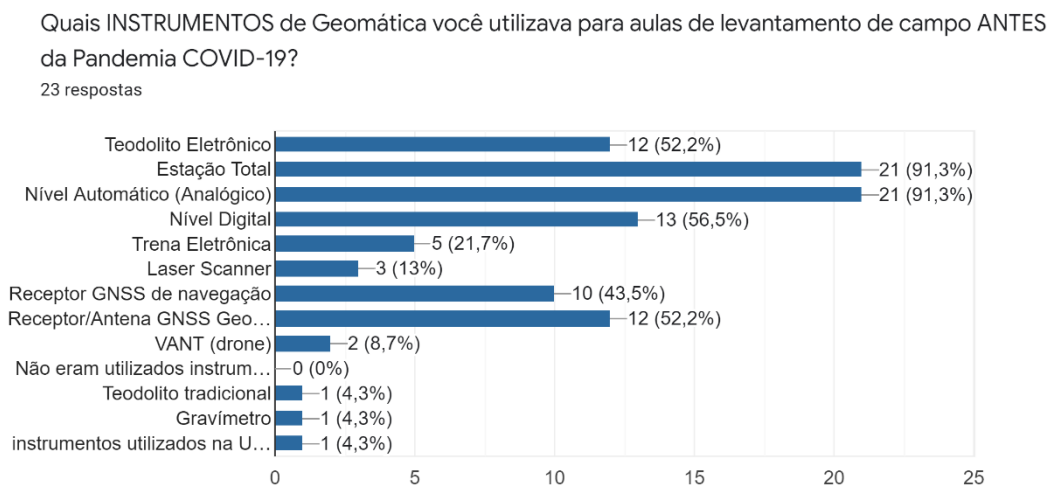
Fonte: Autoria Própria

A terceira seção do questionário aplicado ao Grupo 4 é igual à segunda aplicada ao Grupo 1. A seção começa perguntando sobre o uso de instrumentos específicos de Topografia e Geodésia que eram utilizados nas aulas práticas antes da Pandemia (figura 6.48).

Observando o gráfico da figura 6.48 é possível observar que há a predominância do uso de estação total e nível, porém alguns apontam ainda para o uso de teodolitos, o que, se combinados com outros instrumentos com mais recursos tecnológicos, como a estação total, pode representar uma abordagem didática de trabalhar a evolução dos equipamentos, bem como conhecer o teodolito.

Em contrapartida, na mesma proporção dos teodolitos, observa-se o uso de instrumentos de posicionamento por satélites, o que representa um avanço na abordagem tecnológica da área. O mesmo pode ser dito do uso de drones e laserscanners. No entanto, há um caso em que é reportado que não havia o uso de instrumentos, o que, para a aprendizagem na área da Geomática, pode representar uma perda significativa.

Figura 6.48 – Perfil de utilização de instrumentos de Geomática antes da pandemia pelos docentes do Grupo 4.

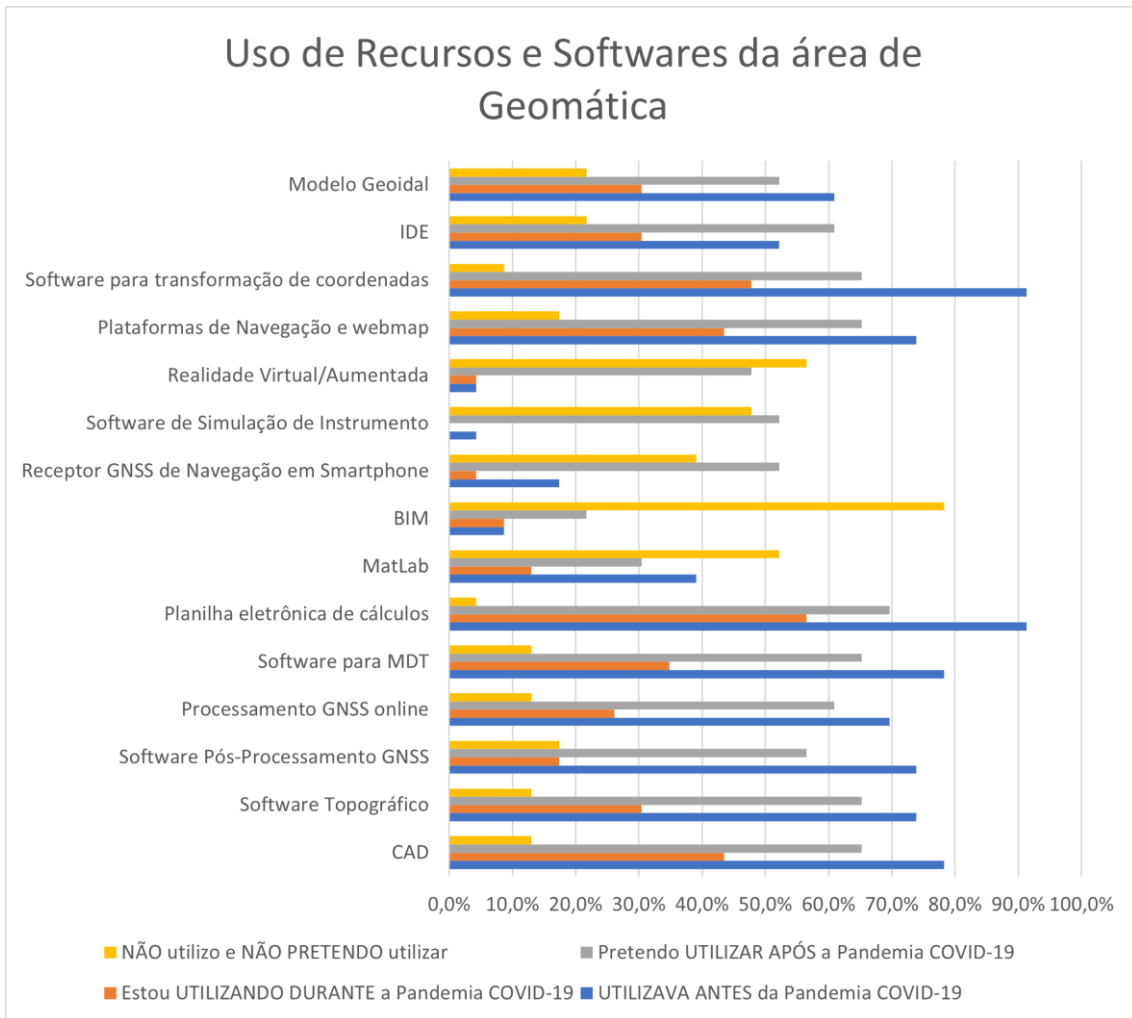


Fonte: Autoria Própria

Também foram perguntados sobre a utilização de recursos tecnológicos e *softwares* utilizados especificamente na área de Geomática (figura 6.49).

Os padrões de respostas que podem ser visualizados na figura 6.49 seguem na mesma linha das respostas para tais perguntas apresentadas pelos docentes da EPUSP. Há *softwares* e recursos consolidados e muito utilizados nas aulas de Topografia e Geodésia como CAD, *softwares* de processamento de dados topográficos e as planilhas eletrônicas de cálculos (Excel). É possível perceber também, assim como na análise do Grupo 1, que O ERE vem mostrando possibilidades, principalmente para a retomada das aulas presenciais, de tecnologias que podem ser utilizadas para potencializar a aprendizagem na área, como o uso de simuladores de instrumentos topográficos, aplicativos que emulam um receptor de navegação GNSS em *smartphones* e o processamento de dados GNSS. Por fim, mostra também que há tecnologias, como o BIM, que são importantes para a Engenharia Civil, que possuem entrada para a Geomática abordá-lo, porém que não são trabalhados. Provavelmente, a posição da disciplina que costuma ser oferecida nos anos iniciais do curso dificulta a utilização do BIM, pois este pode exigir o conhecimento de projeto de edificações (estrutural, elétrico, hidráulico, etc.), no entanto, é possível trabalhar os conhecimentos de informações espaciais em ambiente BIM, independentemente dos demais conhecimentos, permitindo, portanto, uma primeira aproximação dos estudantes com a ferramenta através da disciplina Geomática e posteriormente a integração com as demais áreas do conhecimento.

Figura 6.49 – Perfil de utilização de recursos tecnológicos e *softwares* de Geomática pelos docentes do Grupo 4.



Fonte: Autoria Própria

No fim da seção, da mesma forma como foi feita para o Grupo 1, os respondentes do Grupo 4 tiveram um espaço livre para apresentar outro recurso não abordado nas questões anteriores. Três docentes responderam: um informou que usa o *CrowdMag*, aplicativo desenvolvido pelo NOAA que permite trabalhar dados sobre o campo magnético da Terra.

Outro docente apontou o uso de bases cartográficas, ortofotos, e nuvem de pontos de laserscanner. As bases cartográficas e ortofotos, na EPUSP são trabalhadas na Geomática II, no entanto, as nuvens de pontos são cada vez mais uma realidade na área das informações espaciais e sua abordagem nas disciplinas de Geomática aparentam, da mesma forma, uma questão de tempo para serem consolidadas. O último disse que acredita que ensino de Topografia sem aulas de campo seria muito complicado e que talvez simuladores podem auxiliar nessa questão.

Por fim, a última seção deste questionário buscou compreender o que os professores que o responderam pensam sobre o ensino remoto de Geomática em um mundo pós-pandemia. A primeira pergunta quis saber se a vivência e experiência do ERE mudou a opinião sobre o ensino remoto, onde 87% dos respondentes afirmaram que mudaram de opinião.

A segunda pergunta abordou a visão sobre a qualidade da aprendizagem de Geomática com o ensino remoto. Aproximadamente metade dos respondentes acreditam ser possível melhorar a qualidade com um ensino híbrido, combinando presencial e remoto. Já o restante dos respondentes se dividiu em dois grupos, os que acreditam que seja possível chegar à mesma qualidade, e o outro grupo que não acredita ser possível igualar ou melhorar a qualidade com a combinação do ensino presencial e remoto.

Combinando a resposta dessas duas perguntas, onde 87% disse ter mudado de opinião sobre o ensino remoto com a pandemia, e aproximadamente 75% acreditar em uma aprendizagem com qualidade igual ou superior ao utilizar o ensino híbrido, isso representa uma possível quebra de paradigma sobre o uso, no ensino presencial, dos recursos tecnológicos mais comuns ao ensino remoto.

Entretanto, quando perguntados sobre o uso dos instrumentos e realização de atividades práticas e levantamento topográfico em campo, 82,6% dos docentes acreditam que só são possíveis de serem realizadas com a presença e acompanhamento do docente.

Encerrando o questionário foram realizadas duas perguntas abertas sobre as potencialidades e dificuldades inerentes ao ensino remoto de Geomática. Sobre as potencialidades, 15 docentes responderam, 10 mencionaram que videoaulas e outros recursos podem ser boas abordagens para trabalhar conceitos e teoria, porém as aulas práticas de campo são necessárias, podendo ser trabalhadas de forma combinada com simuladores e videoaulas sobre o uso dos instrumentos.

Três docentes mencionaram que o uso das TIC potencializa a aprendizagem por projetos e outras metodologias ativas, o que aponta para um caminho convergente às novas DCNs. Outros dois docentes disseram que acreditam que as tecnologias potencializam; porém, afirmaram conhecer pouco sobre as TIC, o que aponta para a necessidade de investimento em aperfeiçoamento e formação continuada dos docentes pelas IES.

Sobre as dificuldades, 17 responderam a essa questão, e de forma quase unânime, 16 abordaram as atividades práticas e levantamentos de campo como um fator limitante e dificultador para um ensino remoto de Geomática. Essa questão pode ser bem exemplificada pela resposta a seguir:

“Sim, há dificuldades para as aulas práticas no ensino remoto de Geomática. É muito importante que ocorram aulas práticas para que o estudante aprenda sobre rotinas de planejamento e estratégia de estudo e trabalho práticos em Geomática, compreensão sobre critérios e parâmetros, compreensão sobre levantamentos em campo e obtenção de dados, vivência, observação e compreensão executiva dos fatos envolvidos na realização in loco dos levantamentos, compreensão de todas as dificuldades, causas e fontes de erros práticos em Geomática, compreensão sobre potencial de instrumentos, equipamentos, materiais e softwares, compreensão sobre calibração e funcionamento de equipamentos, compreensão sobre pós-processamento de informações em laboratório, cálculos e suas verificações e avaliações da aderência e coerência e/ou inconsistência e incoerência dos dados obtidos em campo, compreensão do significado de erros e se são aceitáveis ou não

e como proceder nesse sentido, compreensão das informações processadas, desenvolvimento de projetos e demais atividades práticas”.

A resposta que não aborda esta temática toca um ponto igualmente importante, e de cunho institucional e cultural:

“As dificuldades residem na necessidade de haver um suporte técnico de informática dedicado ao assunto e na necessidade de haver um sistema organizacional informatizado que permita gerir todos os procedimentos. Se o sistema não funcionar adequadamente e com eficiência, a tendência é o abandono e a busca por soluções caseiras. Entendo que os professores e os alunos poderão se adaptar facilmente a esse tipo de ensino, porém, a universidade precisará ter capacidade para prover um sistema ágil e eficiente para os alunos, o corpo técnico e os professores. Na minha opinião, a garantia de assessoria contínua, engajada e eficiente do corpo técnico é um gargalo preocupante. O corpo técnico, muitas vezes, não está acostumado a ter esse tipo de responsabilidade. A minha experiência é que os alunos estão abertos a todo tipo de inovação, porém, rapidamente voltam aos processos com os quais estão acostumados quando sentem que a nova proposta não parece estar implantada com seriedade. Todas as minhas tentativas de inovação esbarraram na falta de continuidade e no engajamento do corpo técnico, que por ter outras responsabilidades assumidas, não está disposto a assumir novas responsabilidades ‘inventadas’ por professores”.

Este é um bom tema para encerrar este capítulo, pois mostra que a mudança só é efetiva, duradoura e consolidada quando há o apoio institucional, investimento em tecnologia e em capacitação pessoal, criação de espaços para discussão e avanços, transparência com a comunidade acadêmica e conscientização de todos os atores envolvidos da importância deste processo, apresentando dados e resultados sobre sua eficiência e os benefícios que com isso serão trazidos. É preciso haver quebra de paradigma e mudança da cultura em nível institucional, mas isso é feito pelos indivíduos que formam a comunidade desta instituição.

7. O Ensino de Geomática (Topografia) em mundo Pós-COVID-19: um momento oportuno para reflexões

Os anos de 2020 e 2021 foram marcados pela pandemia causada pelo vírus SARS-COV 2 (Coronavírus – COVID 19). A pandemia implicou na necessidade de isolamento e distanciamento social. Diversas atividades foram suspensas e tiveram que se adaptar a essa realidade e na área da Educação não foi diferente. No mundo inteiro aulas foram suspensas, e a maioria das instituições de ensino espalhadas pelo globo passou a utilizar das TIC para realizar um ensino remoto de forma emergencial.

Os dois anos de ERE propiciaram uma imersão em novas tecnologias, novas metodologias, onde estudantes, docentes e gestores experimentaram e vivenciaram essas novidades, adaptando o ensino de suas disciplinas, repensando o processo de aprendizagem e buscando, nessa nova forma de lecionar e estudar imposta pela pandemia, meios para suprir falhas e garantir ao menos o mínimo necessário de qualidade da aprendizagem em uma situação emergencial.

Os eventos acontecidos nesses dois anos possibilitaram quebra de paradigmas, conhecimento de novas abordagens e possibilidades educativas, apresentaram ferramentas e técnicas que podem potencializar a aprendizagem, mas também mostraram como o ensino presencial, o contato entre os indivíduos faz falta, evidenciaram o quão cansativo é ficar por horas na frente de uma tela de computador, e no caso específico da Topografia, evidenciaram ainda mais o quão importante são as aulas e atividades práticas de campo, o contato com os instrumentos e com as técnicas de medição.

Em 2022 não é possível dizer que a pandemia acabou. Ainda há casos de contaminação com o coronavírus em todo o mundo; no entanto, o agravamento de saúde dos indivíduos devido a contaminação com o vírus e, principalmente, a sobrecarga em hospitais e serviços de saúde está mais controlada, o que vem permitindo, desde o segundo semestre de 2021, uma volta gradual das atividades presenciais adaptadas à nova realidade do convívio com o vírus e em uma situação ainda de pandemia.

No caso do Ensino Superior no Brasil, essa retomada das atividades presenciais vem acontecendo gradualmente, principalmente a partir do ano de 2022. É uma nova realidade, um momento de retomada para docentes e estudantes após vivenciarem dois anos de ERE. Todos trazem consigo uma bagagem e uma nova visão sobre o ensino remoto, seus desafios e suas possibilidades. Na EPUSP, o ensino em nível de graduação vem retomando as atividades presenciais em 2022.

Dessa forma, pensar em um legado que o ERE pode ter deixado para o ensino daqui para frente é um exercício complexo, pois se trata de um momento de transição, onde estudantes e docentes passaram por dois anos exaustivos, cansados de tanta exposição às tecnologias, retomando as atividades presenciais e readaptando-se a essa forma “deixada de lado” por dois anos.

Como foi possível perceber pelas respostas de docentes e discentes (capítulo 6), boa parte acredita em um ensino híbrido como potencializador da aprendizagem; pensam que o uso de TIC combinado com boas metodologias de ensino, podem tornar o processo educativo melhor, mais agradável, dinâmico e personalizado. No entanto, será necessário algum tempo para consolidação do uso dessas tecnologias e metodologias no ensino superior.

O uso de metodologias ativas, de tecnologias interativas e imersivas, a consolidação de um modelo híbrido requer tempo e espaço para serem realizadas. Durante esse período transitório de retomada do ensino presencial, é preciso olhar para os dois anos de ERE e refletir sobre o que pode ser aproveitado, o que é viável, o que não faz sentido, e em um processo de experimentação, colocar elementos, tecnologias e metodologias novas e diferentes, testando o que funciona, consolidando aquilo que poderá contribuir para um ensino-aprendizagem efetivo e formação de profissionais com competências e habilidade exigidas em mundo pós-pandêmico em constante evolução.

Nessa linha, esse capítulo divide-se em duas partes, tratadas a seguir.

7.1 Aprendizagem por competências

Nesta primeira serão discutidas, com base nas novas DCNs para a Engenharia, como a aprendizagem por competências são funcionais para a aprendizagem do estudante de Engenharia Civil do Século XXI, em que a disciplina de Geomática com foco em Topografia possui potencial para ser trabalhada com a aprendizagem baseada em competências, mostrando, inclusive, que essa já é uma realidade na disciplina de Geomática I da EPUSP.

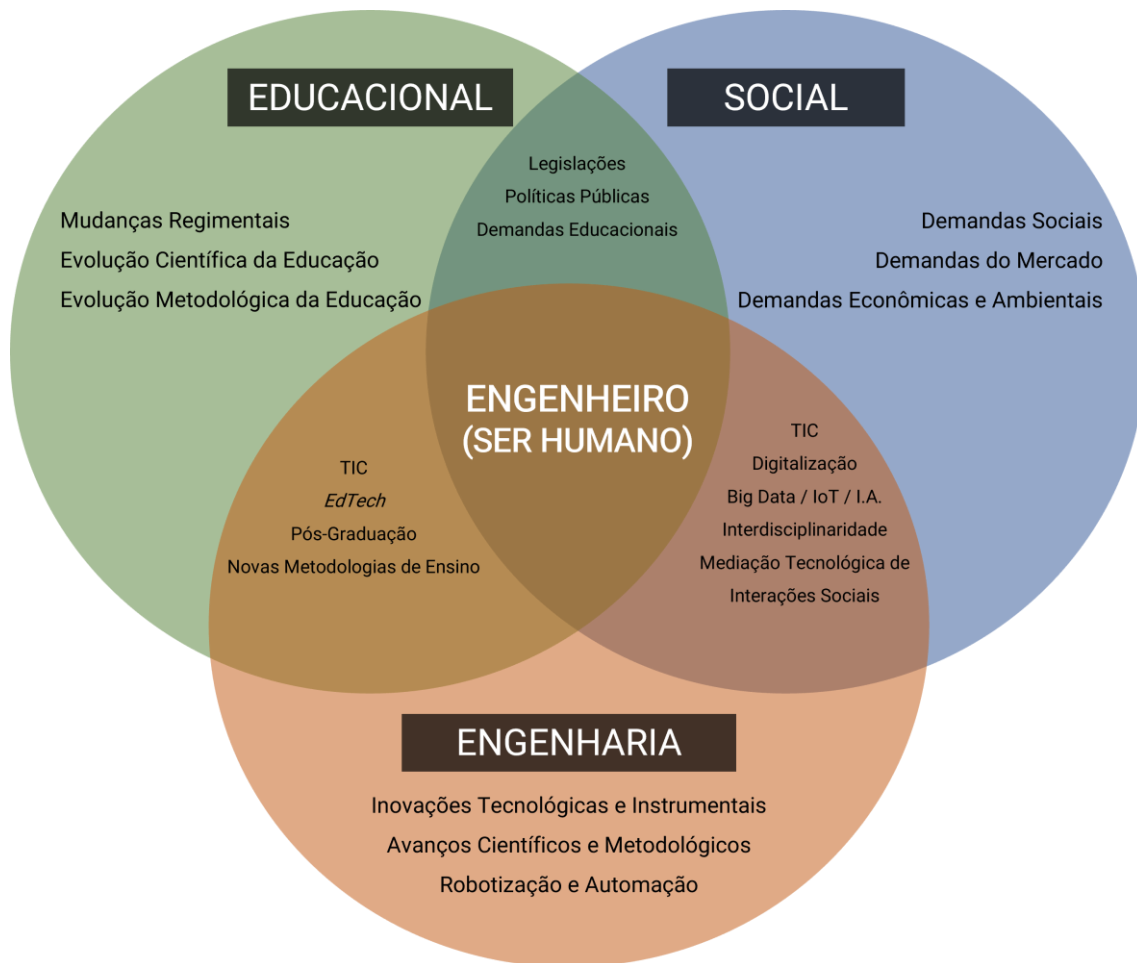
Para iniciar a discussão sobre habilidades e competências desejáveis na área da Topografia e Geodésia para os futuros engenheiros civis, é preciso, antes, destacar que a área da Geomática, bem como a área da Engenharia Civil, está evoluindo e transformando em ritmo acelerado, como algumas outras. Áreas como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (AI), *big data*, entre outras fazem parte e estão cada vez mais integradas a área da Geomática.

No campo do ensino, cada vez mais, informações estão disponíveis e facilitadas aos estudantes. As TIC e *EdTechs* estarão cada vez mais presentes no processo de aprendizagem do estudante, e, por sua vez, mais integradas com as áreas de IoT, AI e *big data*. As dinâmicas de ensino e das relações interpessoais também mudam rapidamente. O ensino da Geomática, assim como de outras áreas da Engenharia, segue as demandas da própria área da Engenharia, da área educacional e da sociedade (figura 7.1). Esse processo não ocorre de forma passiva em que o ensino recebe as demandas e por elas é moldado, mas sim através de um intercâmbio, em que as Universidades, através do ensino, pesquisa e extensão, também contribuem e influenciam nos rumos da Engenharia, da Educação e da sociedade.

As mudanças e evoluções não cessarão, a tendência é exatamente a contrária: cada vez ocorram mais mudanças e evoluções e provavelmente em ritmo mais acelerado. Como lidar com essas mudanças, estar preparado para as transformações e continuar proporcionando uma formação de qualidade na área é o desafio que se faz presente na vida profissional do professor de Engenharia do hoje e do amanhã, e, provavelmente, uma das habilidades mais importantes para o profissional engenheiro da atualidade e do futuro, é a capacidade e resiliência, de se adaptar às mudanças que acontecem no mundo em um ritmo cada vez mais acelerado.

No entanto, é preciso lembrar que todos os atores envolvidos nesse processo de ensino-aprendizagem são pessoas (seres humanos) únicas, com suas individualidades, dificuldades, facilidades, contexto e histórico de desenvolvimento e vivência. A formação em Engenharia, habitualmente prezou pela formação técnica, mas muitas vezes negligenciou, ou não deu a devida importância aos aspectos sociais e humanos do que é ser engenheiro. De suas responsabilidades e da necessidade de uma conduta ética.

Figura 7.1 – Dimensões de Influência no Ensino de Geomática



Fonte: Autoria Própria

A formação por competências é uma forma de mudar essa abordagem. Ao incentivar o uso de metodologias ativas de aprendizagem, coloca o estudante como centro das atenções, protagonista da sua aprendizagem. Implica em olhar para o outro, trabalhar para seu desenvolvimento, valorizando aspectos sociais e humanos, dando espaço para as individualidades. Vale ressaltar que as competências podem ser aprendidas, enquanto as habilidades são inatas ao indivíduo (PERRENOUD, 1999), ou seja, uma formação por competências, focada na aprendizagem dos estudantes deve, também, buscar a identificação e a valorização das habilidades dos indivíduos envolvidos no processo educacional. Vale lembrar que embora inatas, as habilidades podem ser potencializadas.

Nas novas DCNs para a Engenharia (MEC, 2019), o Capítulo II - “Do Perfil e Competências esperadas do Egresso” (Anexo XI) apresenta e descreve em seus artigos 3, 4 e 5 as competências esperadas para a formação do profissional engenheiro do Século XXI.

Na seção 2.3 desta tese, o quadro 2.1 apresenta os temas que se acredita serem o conteúdo mínimo desejável para a formação do engenheiro civil na área da Geomática. Pensar o ensino da Geomática, e da Engenharia de forma geral, nos dias de hoje e no futuro, não consiste apenas em pensar no conteúdo a ser ensinado e aprendido.

O conteúdo é sim importante, o engenheiro, não importa se de antigamente, de hoje ou do futuro, precisa ter uma base teórica e conceitual sólida e muito bem desenvolvida. Os conceitos não podem ser abandonados; no entanto, podem e devem ser trabalhados de uma forma diferente. A aprendizagem da base teórica e conceitual pode ser realizada a partir do desenvolvimento de competências. Desta forma, pensar o ensino-aprendizagem hoje deve ser um exercício de reflexão sobre como trabalhar os conteúdos dispostos no quadro 2.1, combinados com as habilidades e competências apresentadas pelas novas DCNs, escolhendo metodologias e ferramentas tecnológicas (mídias) que permitam otimizar e potencializar este trabalho.

O ensino da área da Topografia e Geodésia é um “prato cheio” para o desenvolvimento de competências, sendo que já há muitas trabalhadas na formação da EPUSP. Utilizando como exemplo, o trabalho de campo, prática habitual da disciplina, vê-se que nele os estudantes trabalham a formulação e resolução de problemas reais; observam, medem, processam e representam dados e informações do mundo; devem ser criativos; seguem metodologias e normas; trabalham em grupos; trabalham com instrumentos tecnológicos onde são estimulados a ter autonomia e aprender a aprender; desenvolvem a comunicação gráfica, escrita e oral, preparando plantas, relatório e apresentando o trabalho na entrevista de avaliação do grupo. Outras aulas e atividades na Geomática possuem o potencial de trabalhar essas competências e outras apresentadas nas novas DCNs.

Desta forma, pensando em algumas metodologias e tecnologias, na segunda parte desta seção, serão apresentadas, a partir da pesquisa realizada durante esta tese e da vivência do autor, sugestões de aplicações do uso de TIC e metodologias ativas para potencializar a aprendizagem em Topografia e Geodésia. As proposições e sugestões aqui realizadas são baseadas e pensadas para a disciplina Geomática I para o curso de Engenharia Civil da EPUSP, mas não são restritas a este universo. Poderão ser adaptadas e aplicadas ao ensino desta área para outros cursos da USP e para o curso de Engenharia Civil e para outros cursos de outras IES.

7.2 Aplicações das TICs para potencializar o ensino de Geomática

Nesta segunda parte serão apresentadas, descritas e discutidas sugestões de aplicações do uso de TIC e metodologias ativas para potencializar a aprendizagem em Geomática I.

a) Gravação de videoaulas e uso da plataforma e-aulas USP

Um dos principais pontos do ERE indicados como positivos e com bom potencial de aplicação pós-pandemia pelos estudantes que responderam ao questionário (seção 6.2) foram as videoaulas disponibilizadas para poderem assistir quantas vezes forem necessárias e quando lhes for mais conveniente. Isso, de alguma maneira, reforça a responsabilidade do aluno por sua própria formação e pede uma resposta e avaliação sincera por parte de cada um quanto ao próprio empenho .

A USP possui uma plataforma chamada e-aulas²⁶ onde disponibiliza para o público interno e externo conteúdos de professores da Universidade que tenham interesse em compartilhar suas aulas nesse ambiente.

“A plataforma e-Aulas USP é um serviço *web* que dá acesso a conteúdos educacionais em mídia digital produzidos ou apoiados pela Universidade de São Paulo.

²⁶ <https://eaulas.usp.br/portal/home>

Por meio desse serviço a USP busca ampliar a disseminação pública do conhecimento incentivando e apoiando seus professores na criação e disponibilização de áudios, vídeos, textos e apresentações ligados a disciplinas de diferentes cursos da Universidade” (USP, 2022).

Há um incentivo da Universidade para que esses conteúdos sejam produzidos e divulgados, bem como reconhece o potencial que o emprego das TIC possui para a aprendizagem.

“O enorme benefício didático observado com o consumo de objetos educacionais digitais, em especial aqueles em vídeo, foi a principal motivação para o desenvolvimento e implementação do e-Aulas USP. O emprego da linguagem audiovisual e a facilidade de acesso aos conteúdos por meio da internet têm demonstrado serem grandes aliados na formação, não só de nossos alunos, mas também de estudantes e interessados de fora da comunidade USP” (USP, 2022).

O mundo caminha para a lógica dos dados abertos, e o e-aulas acompanha essa tendência. A produção de conteúdo de qualidade na área da Geomática disponibilizados nessa plataforma pode ter um poder de alcance além da EPUSP e contribuir com a formação na área de forma geral. Da mesma forma, conteúdos produzidos em outras IES e que possuam qualidade e complementem os conteúdos produzidos na EPUSP, podem também ser utilizados em Geomática I. Esse compartilhamento tende a ser benéfico para todos.

No entanto, caso não se deseje compartilhar as videoaulas, ou algumas delas, na página “como funciona” do portal e-aulas USP há a disponibilização de um tutorial²⁷ com boas práticas para a gravação de videoaulas, que pode e deve ser utilizado independentemente da disponibilização do conteúdo na plataforma.

As videoaulas possibilitam aplicações que vão além da disponibilização dos conteúdos para os estudantes poderem assistir em qualquer horário e local (espaço-tempo) e poder rever quantas vezes quiser. Esses, por si só, já seriam motivos que justificariam a produção de conteúdo, que sim, demandam trabalho, porém podem ser reaproveitados para diversas turmas por alguns anos, principalmente quando diz respeito à produção de conteúdo teóricos e conceituais.

O uso de videoaulas, combinado com outras mídias, como textos, apostilas, artigos, possibilitam que o espaço-tempo da aula seja utilizado para realizar práticas, debater aplicações, aprofundar conceitos e trabalhar a consolidação do conhecimento.

Outro ponto interessante das videoaulas é a possibilidade de realizar o rodízio dos docentes da área da Geomática na gravação dos conteúdos. Os docentes podem produzir os conteúdos dos temas aos quais possuem maior aderência, tornando possível que todos os estudantes de Geomática I da EPUSP os conheçam, tenham contato com suas expertises e possibilite uma aprendizagem e formação ainda mais significativa desses estudantes.

As videoaulas ainda permitem uma participação de convidados externos. Por exemplo, pode-se convidar um especialista em um tema para participar de uma gravação

²⁷ <https://eaulas.usp.br/portal/download-contents.action?alias=Tutorial+de+Ajuda+ao+Docente+%28como+elaborar+conte%C3%BAdos%29&fileName=1584730700636.pdf&type=others>

sobre um tema específico e ser disponibilizado para os estudantes aprofundarem e conhecerem mais sobre aquele assunto e terem acesso a visões distintas e formas diferentes de abordagem.

b) Gravação de vídeo tutoriais de uso de instrumentos, técnicas de levantamento, e uso de *softwares*.

Em continuação ao item anterior, alguns vídeos podem ter características de treinamento e tutoriais de uso e manipulação dos instrumentos, indicações sobre como operá-los em campo, técnicas de medição, informações sobre o uso de alguns *softwares*, bem como apresentações e descrições de exercícios, projetos e trabalhos de campo.

Esse conteúdo tende a ser mais exclusivo da disciplina, podendo ser disponibilizado apenas para as turmas que tem aula naquele semestre, através da comunidade da disciplina no e-disciplinas. Além disso, pode ser um bom material de consulta e ajuda aos estudantes, principalmente durante a execução do trabalho de campo da disciplina, no caso específico da Geomática I.

c) Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*) combinado com outras metodologias ativas

Ao utilizar videoaulas e outras mídias para que os estudantes tenham acesso aos conceitos fundamentais e à teoria básica da disciplina (item a desta seção), abre-se uma porta para a utilização das aulas invertidas.

As aulas invertidas (*flipped classroom*), convém lembrar, é uma metodologia que implica na disponibilização de conteúdo pré-aula ao estudante deve acessar o conteúdo e assistir, ler, realizar atividades que forem propostas para que sejam realizadas, antes da aula.

No espaço-tempo da aula, os conceitos abordados no material pré-aula são retomados de forma ativa, ou seja, propondo que sejam realizados exercícios, debates entre os estudantes, trabalhos baseados em solução de problemas, projetos, atividades laboratoriais. E, nessa tarefa, sempre retomando a teoria e os conceitos, com abordagens práticas e protagonismo dos estudantes, com o papel fundamental do docente para guiar, auxiliar e conduzir as atividades.

Em um mundo cada vez mais dinâmico, frente às dificuldades encontradas pela carga horária baixa disponível para o ensino da área, o uso dessa dinâmica tende a possibilitar uma otimização do tempo da aula, melhor aproveitamento dos estudantes, aprendizagem significativa e que assuntos que não eram abordados ou aprofundados por falta de tempo, possam assim o serem.

d) Games e plataformas de enquetes educacionais.

Em continuação ao item anterior, uso de jogos e de plataformas de enquetes educacionais como o *kahoot* e *mentimeter* podem ser utilizados em diversos momentos do espaço-tempo da aula para recordar e consolidar conceitos, bem como provocar os estudantes a refletirem sobre aplicações e situações.

Aplicar, no início da aula, um questionário curto com perguntas sobre os principais temas abordados no conteúdo pré-aula, por exemplo, pode ajudar os estudantes

a relembrem o material que estudaram, indicar os pontos-chave dessa aula e “quebrar o gelo” inicial. Em momentos “aleatoriamente escolhido” durante a aula pode funcionar como um instante de reforço dos aspectos mais importantes da aula, convidando o estudante a refletir. No fim da aula, pode servir como um fechamento que consolide os principais conceitos, aprofunde alguns pontos, indique “tarefas” pós-aula e deixe “um gancho” para o que virá na próxima aula.

Esse tipo de mídia e abordagem requer cuidado para ser utilizado no sentido de não ficar muito repetitivo e cansativo. Não se recomenda utilizar em todas as aulas e a todo momento, mas sim, deve ser pensado para ser utilizado em momentos em que a interação seja importante, ou momentos mais tensos em que um momento de descontração pode auxiliar no andamento e aproveitamento da aula.

e) Videoconferências para orientações e monitorias.

Um outro ponto levantado pelos estudantes nas respostas ao questionário (seção 6.2) foi o ganho que se teve com o uso de plataformas de videoconferência para tirar dúvidas com professores e com monitores.

A videoconferência pode “encurtar” distâncias e aproximar pessoas que não estão no mesmo ambiente. Em uma cidade como São Paulo, com problemas de trânsito, com grandes distâncias de deslocamento, possibilitar que momentos como plantões de dúvidas, orientações e monitorias possam ser realizadas também de forma remota, utilizando plataformas de videoconferência, tende a ser um ganho para a aprendizagem.

É preciso, com certeza, estabelecer regras, limites, conciliar com sessões de orientação e monitoria presenciais, porém, pode sim ser uma boa aplicação desta tecnologia para tornar o processo de aprendizagem em Geomática ainda mais adaptado aos tempos modernos.

f) Ambiente Moodle e-disciplinas e ambientes colaborativos.

Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), como o Moodle e-disciplinas USP, são plataformas desenhadas e construídas para potencializar o processo educacional. Há no Moodle uma riqueza na disponibilidade de diferentes recursos, que visa atender aos diversos objetivos educacionais e perfis de docentes e estudantes.

No ensino presencial o ambiente Moodle pode (e deve) apoiar o andamento das aulas e disciplinas de diversas formas. Um uso que já era muito empregado antes da pandemia é do AVA como repositório de conteúdo, uma espécie de biblioteca virtual da disciplina. Esse uso é importante e deve continuar. Deve ser feito de forma organizada, esquematizada, permitindo que o estudante encontre o material indicado para cada aula, para cada momento (pré-aula, aula e pós-aula). O ambiente, deve, portanto, ser também um espaço para organização da disciplina, combinando as divisões das aulas e dos momentos com seus respectivos conteúdos.

O Moodle também possibilita a realização de exercícios, disponibilização e entrega de tarefas, correções, *feedbacks*, atribuição de notas e conceitos. Também permite a integração entre os atores envolvidos naquela disciplina através do fórum e do chat.

Outra potencialidade dessa plataforma é seu uso como ambiente colaborativo, em que estudantes compartilham projetos, preparam documentos e desenvolvem trabalhos em grupo. Não é o único ambiente colaborativo que deve ser utilizado para fins

educacionais. É preciso observar o contexto de aplicação. Por exemplo, em um trabalho que envolve diversas contas e tabelas de dados, uma planilha de cálculo na nuvem compartilhada entre estudantes e docentes tende a ser mais efetivo.

g) Uso do “jogo caça-ao-tesouro GNSS” para a graduação e desenvolvimento do jogo em aplicativo para *smartphones*.

Na Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, na disciplina PTR5003 – Fundamentos de Informações Espaciais, é aplicado um exercício prático em forma de atividade lúdica chamada “Caça ao Tesouro” (Anexo X).

Nesse exercício, os estudantes utilizam um receptor GNSS de navegação (modelo Garmin eTrex) para seguir orientações para chegar a pontos notáveis do entorno do Prédio da Engenharia Civil da EPUSP e coletar alguns dados e realizar algumas medições, para posterior cálculo, elaboração de um relatório e discussão, em sala de aula, sobre os resultados obtidos com um receptor de navegação. Esse exercício permite abordar diversos conceitos a partir dos resultados obtidos na prática, diferença de precisão e qualidade do posicionamento entre os diversos métodos de posicionamento por satélite, aplicações em que um receptor de navegação atende à demanda, teoria dos erros, precisão e exatidão, cálculo de distâncias entre dois pontos, cálculo de área pela Fórmula de Gauss, erros envolvidos em levantamentos GNSS, intensidade do sinal GNSS e sua relação com obstáculos.

Pensando na utilização de sala de aula invertida, metodologias ativas de aprendizagem, esse exercício pode ser aplicado, talvez com pequenas adaptações, para os estudantes de graduação. Isso permitirá aos estudantes trabalharem e visualizarem na prática diversos conceitos que podem ter sido apresentados em videoaulas, e depois podem ser discutidos e consolidados no espaço-tempo da aula. Até mesmo o material de orientações para a realização deste exercício pode ser disponibilizado antes para os estudantes, permitindo que estes possam realizar a parte prática antes, e o momento da aula ser utilizado para a discussão dos resultados, aprofundamento dos conceitos e de aplicações práticas e consolidação do desenvolvimento do conhecimento.

Esse exercício também pode ser repensado, tanto para aplicação na Graduação como na Pós-Graduação, na utilização de aplicativos que emulam receptores GNSS de navegação em *smartphones* como o GPSTest, por exemplo. As capturas de tela (figura 7.2) ilustram telas desse aplicativo.

O aplicativo possui diversas telas e permite mudar o sistema de coordenadas, o sistema geodésico de referência, visualizar bússola, com origem no norte verdadeiro e magnético, trabalhando conceito de declinação magnética, mostra a intensidade do sinal, o sistema ao qual o satélite está referenciando. Possibilita utilizar ou não a correção da ondulação geoidal a partir de um modelo geoidal global.

A combinação do exercício com o uso do aplicativo de emulação de receptor de navegação amplia as possibilidades de abordagem, permite a visualização de diversos conceitos na prática e potencializa o desenvolvimento de uma aprendizagem mais significativa.

Essa experiência pode ser aprimorada com o desenvolvimento de um aplicativo do jogo “caça ao tesouro”, onde as instruções vão aparecendo na tela para o estudante, que deve navegar por uma base cartográfica (Open Street Map que é gratuito por exemplo). O aplicativo pode ter os recursos de um emulador de um receptor de

navegação, onde após cada instrução, o estudante alternará entre as telas para observar as informações solicitadas e armazená-las nos espaços correspondentes do aplicativo.

Figura 7.2 – Exemplos de telas de dados do aplicativo GPS Test



Fonte: Capturas de Tela do Aplicativo GPSTest

O desenvolvimento da atividade toda em um aplicativo único em forma de *game* pode aproximar os estudantes dos conceitos e aplicações práticas, deixar o processo educacional mais agradável e interativo e conectado com as necessidades do mundo atual.

Outra vantagem desse aplicativo é que em um segundo momento, ele pode ser aprimorado e disponibilizado para que outros docentes, de outras IES, em qualquer lugar do Brasil e do mundo, possam adaptá-lo, e utilizá-lo em suas aulas.

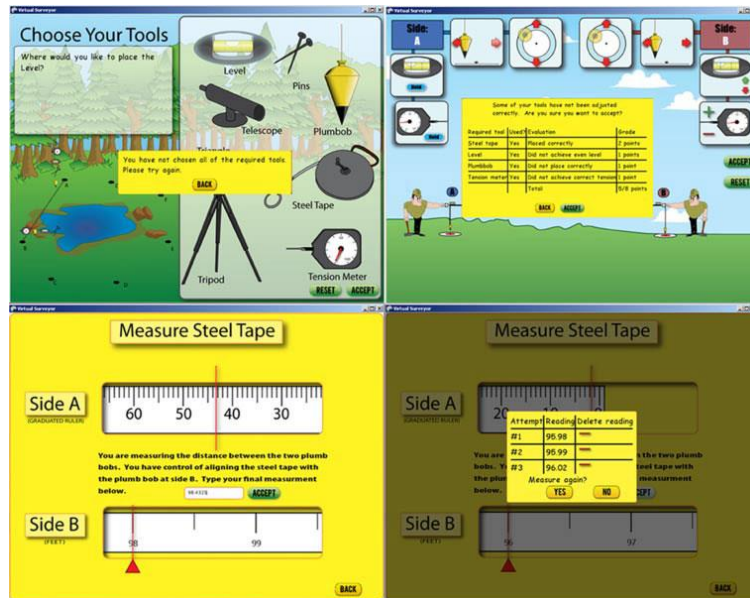
h) Investimento em pesquisas para desenvolvimento de sistemas de simulação gráfica de instrumentos e técnicas de medição.

A última sugestão é provavelmente a mais complexa e requer mais tempo e investimento para ser realizada. Tanto alguns estudantes como docentes indicaram o uso de ambientes computacionais gráficos que permitam a simulação de atividades práticas, sendo que esses ambientes podem ou não utilizar realidade virtual e/ou aumentada.

Mais importante que o uso de realidade virtual ou aumentada é a simulação dos instrumentos, do seu uso e operação, da realização de medições e de situações que são comuns em trabalhos de campo. Conforme apresentado no capítulo 3, Dib e Adamo-Villani publicaram alguns trabalhos apresentando soluções nesse caminho, desenvolvidas na Universidade de Purdue, Nova Jersey, E.U.A, através do *software* de simulação VLE²⁸.

As figuras 7.3 a 7.6 mostram alguns exemplos desses *softwares* de simulação por eles desenvolvido.

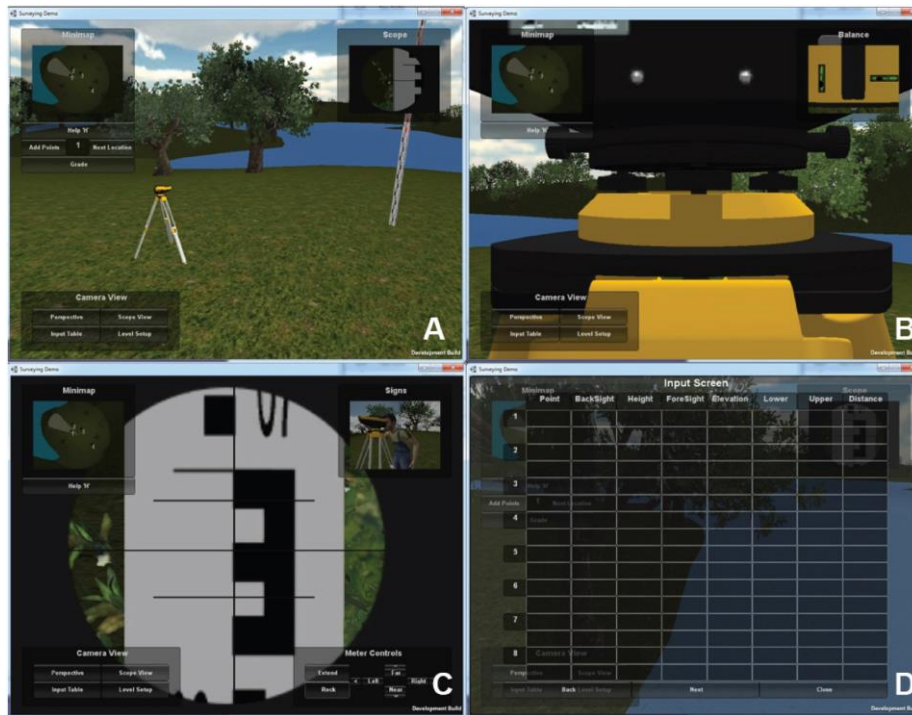
Figura 7.3 – Captura de Tela do VLE, Simulador de Topografia desenvolvido na Universidade de Purdue – E.U.A – Escolha de instrumentos e medições com trena.



Fonte: (DIB; ADAMO-VILLANI, 2011)

²⁸ VLE (Virtual Learning Environment) – video do simulador no youtube: https://www.youtube.com/watch?v=-jTYq_rOfic&list=PL84VcUp5xaBsRutUS-8KR2lwFhx8KfI9G&index=4

Figura 7.4 – Captura de Tela do VLE, Simulador de Topografia desenvolvido na Universidade de Purdue – E.U.A – Nivelamento Geométrico: medição de distâncias aproximadas, nivelamento do instrumento, leitura da mira estadimétrica e caderneta de campo.



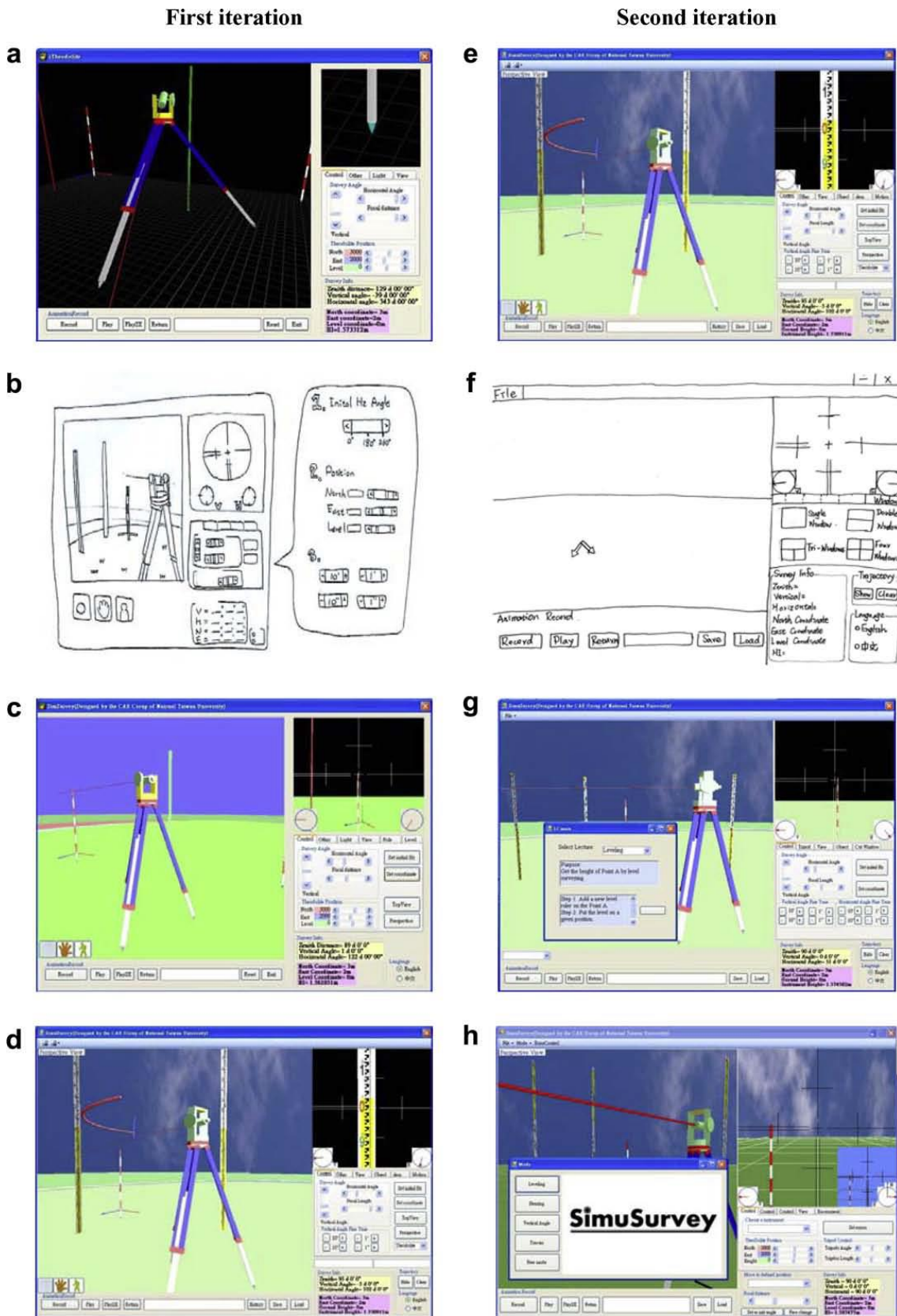
Fonte: (DIB; ADAMO-VILLANI, 2014)

Figura 7.5 – Captura de Tela do VLE, Simulador de Topografia desenvolvido na Universidade de Purdue – E.U.A – sinalizações para comunicação entre membros da equipe de levantamento de campo em Nivelamento Geométrico.



Fonte: (DIB; ADAMO-VILLANI, 2014)

Figura 7.6 – Captura de Tela do SimuSurvey, Simulador de Topografia desenvolvido na Universidade Nacional de Taiwan – Desenvolvimento do ambiente virtual



Fonte: (LU et al., 2009)

A partir da experiência desses autores, e de outros que apresentaram soluções nessa linha, combinados com o andamento comum da disciplina Geomática I, sugere-se alguns tópicos e temas que podem ser desenvolvidos ambientes de simulação virtual que podem auxiliar no ensino de Geomática na EPUSP:

- i. Reconhecimento de instrumentos e escolha do instrumento correto para cada aplicação / situação;
- ii. Instalação dos instrumentos em suas diversas etapas: instalação do tripé, instalação da estação total ou nível, centragem, nivelamento, checagem da centragem, checagem do nivelamento;
- iii. Sinalizações e comunicação em campo;
- iv. Medições com trenas;
- v. Mira, Colimação e ajuste fino da visada em nível e estação total;
- vi. Leitura da mira estadimétrica em nivelamento geométrico;
- vii. Nivelamento geométrico simples;
- viii. Nivelamento e contranivelamento;
- ix. Circuitos em nivelamento geométrico;
- x. Medição e leitura de direções e ângulos e distâncias em estação total;
- xi. Levantamento de Detalhes com estação total;
- xii. Poligonação com estação total;
- xiii. Nivelamento trigonométrico com estação total;
- xiv. Locação de obras com estação total;
- xv. Desenvolvimento do ambiente virtual tridimensional do entorno do prédio da EPUSP e simulação do trabalho de campo da disciplina.

As aplicações não se encerram nessas apresentadas, e não necessariamente precisam ser desenvolvidas e implementadas nessa ordem. O desenvolvimento de soluções como essa permitiriam, inclusive, que a EPUSP colaborasse com o ensino de Geomática em outras IES.

Entretanto, pode significar um campo fértil para uma área de pesquisa em nível de Pós-Graduação no PPGT e de colaboração interdisciplinar entre programas, por exemplo, com o Laboratório de Tecnologias Interativas (Interlab USP)²⁹ vinculado ao Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais (PCS).

Os itens acima descritos são sugestões do autor desta tese a partir da pesquisa realizada e de sua vivência e experiência. De forma alguma são indicações impositivas, muito pelo contrário, são sugestões e um convite a pensar o ensino da Geomática I, tanto na EPUSP, como em outras IES.

A autonomia é um princípio importante do trabalho docente, e cabe ao colegiado, de forma conjunta, e aos professores, de forma individual, pensarem sobre a aprendizagem dos estudantes, e diante da sua realidade, dos objetivos institucionais, do contexto de aplicação, olharem para essas sugestões como um ponto de partida para um momento reflexivo sobre a prática docente e o processo formativo, adaptando essas sugestões, criando alternativas e novas formas que tornem o processo ensino-

²⁹ <https://pcs.usp.br/interlab/>

aprendizagem mais agradável para todos e significativo para os estudantes, proporcionando uma formação sempre melhor dos novos engenheiros.

“Você quer ser engenheiro ou um apertador de botões?”.

(Professor Me. Mauro Pereira de Mello)

8. Considerações Finais – Pandemia Covid-19 e Ensino Remoto Emergencial: Momento Disruptivo para o Ensino de Geomática?

No início desta tese foram expostas uma série de questões impulsionadoras desta pesquisa. Agora, no fechamento do texto essas questões são retomadas, buscando mostrar como foram respondidas ao longo da tese: O ensino remoto emergencial, em decorrência do distanciamento social imposto pela Pandemia COVID-19, provocará mudanças substanciais a ponto de ser considerada uma ruptura no ensino de Geomática? Tendo em vista o histórico de mudanças e evoluções no ensino da área na EPUSP (Capítulo 5) e as respostas apresentadas por docentes e discentes (Capítulo 6) é possível perceber uma quebra de paradigmas acerca do Ensino Remoto e isso tende a ser um fator motivador de mudanças, tendendo a ser um ponto marcante para possíveis mudanças que virão nos anos seguintes ao fim da pandemia e retomada das aulas presenciais.

As questões continuam: Quais os desafios e possibilidades se apresentam para o ensino remoto de Geomática? Esse momento de ensino remoto emergencial poderá deixar algum legado para o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Geomática? As tecnologias imersivas aplicadas a Educação podem ser uma tendência para o Ensino de Geomática? As tecnologias e metodologias de aulas trabalhadas no ensino remoto poderão ser agregadas ao ensino presencial? Todas essas questões se complementam. Os desafios e as oportunidades são o da adaptação e formação para inserir e trabalhar com tecnologias interativas e imersivas, em conjunto com metodologias ativas de aprendizagem, focando na formação por competências, desenvolvendo as habilidades e competências dos estudantes, trabalhando o ensino híbrido como uma forma de fazer com que cada vez mais o estudante seja o protagonista de sua aprendizagem e o centro do processo educativo.

Todas essas perguntas foram condensadas e nortearam a questão que representa o problema central da pesquisa: Como o ensino remoto, suas metodologias e tecnologias, pode ser trabalhado como uma possibilidade no Ensino de Geomática no curso de Engenharia Civil na EPUSP mantendo a qualidade e a identidade do ensino da área na Escola?

Em toda a tese foram vistos e trabalhados temas que fomentavam a discussão de modo que permitisse buscar respostas para essa pergunta. As revisões da literatura e discussões estabelecidas nos capítulos 2 e 3, em conjunto com a pesquisa histórica apresentada no capítulo 5, buscaram estabelecer uma base conceitual para os resultados e discussões apresentados nos Capítulos 6 e 7, que, em conjunto, mostram que é possível sim trabalhar com as tecnologias e metodologias “inerentes” ao ensino remoto de forma a potencializar o ensino presencial, sendo essa a tendência e o legado deixado pelo ERE, mantendo (e podendo melhorar) a qualidade e a identidade do ensino da área na EPUSP.

O ensino de Topografia na EPUSP passou por diversas transformações ao longo do tempo, transformações essas que decorreram de mudanças políticas e administrativas e evoluções científicas e tecnológicas. Um dos objetivos específicos deste trabalho foi reconstituir e sintetizar a evolução do Ensino de Topografia no curso de Engenharia Civil da EPUSP. É um período longo, mais de 125 anos desde a fundação da Escola, rico de detalhes, mudanças, evoluções e contribuições para o ensino das informações espaciais.

Durante muito tempo a absorção e inserção das evoluções no currículo ficou a cargo dos lentes catedráticos e, secundariamente, a seus assistentes. Na década de 1960

ocorreu a Reforma Universitária que acabou com o regime de cátedras e criou o sistema de departamentos, a carreira docente e a valorização e incentivo do desenvolvimento de programas de pós-graduação e a titulação dos docentes do Ensino Superior. O acompanhamento das evoluções passou a ser colegiada e o desenvolvimento do conhecimento em nível de pós-graduação foi um propulsor para os avanços no ensino em nível de graduação.

A pós-graduação por sua vez como espaço de pesquisa e formação docente possibilitou e possibilita a formação de redes que interligam docentes pesquisadores de instituições diferentes em pesquisas conjuntas que por sua vez também acabam exercendo uma influência nos rumos do ensino praticado pelos docentes.

Um dos fatores que contribuiu para que a EPUSP mantivesse sua característica vanguardista e de inovação promovendo a inserção desses conteúdos de forma consistente e consolidada é a existência da área de concentração com uma linha de pesquisa em Informações Espaciais no PPGET. Isso ficou claro através dos dados e análises do Capítulo 6.

Aliado a isso, outro ponto importante foi o desenvolvimento e incorporação de docentes em diversos momentos que trouxeram suas expertises derivadas das pesquisas que realizaram ao longo de sua carreira antes de entrarem na EPUSP e/ou durante o desenvolvimento de suas carreiras como docentes pesquisadores do PPGET.

Desde o fim da década de 1990 a velocidade da evolução tecnológica tem tornado a sociedade mais volátil. Esse fenômeno impacta todas as áreas da sociedade, não sendo diferente na área da Educação.

O segundo objetivo específico deste trabalho foi realizar uma análise sobre como as transformações, mudanças e evoluções influenciaram o ensino de Topografia na EPUSP. O Capítulo 5 desta tese traz uma descrição sistematizada de toda a história do ensino de Topografia na EPUSP, apresentando e discutindo fatores internos e externos que influenciaram e impulsionaram mudanças e evoluções para o ensino da área.

Já o terceiro objetivo específico da tese tratou de compreender e analisar o cenário atual do ensino de Geomática para a Engenharia Civil da EPUSP. Como foi visto nos Capítulos 5 e 6, o ensino da área passou por mudanças que foram sendo incorporadas de forma a se adaptar ao contexto em que a Escola está inserido. Essas mudanças são cada vez mais céleres nas últimas décadas do Século XX e durante o Século XXI, acompanhando o ritmo das evoluções e mudanças no mundo, sendo este o cenário atual, que segue como perspectiva de futuro para o ensino de Geomática, o de formar profissionais com uma sólida base conceitual e com habilidades e competências para se adaptar as mudanças tecnológicas.

Nas aulas de Topografia, durante muito tempo, a apresentação dos instrumentos era realizada de forma minuciosa e detalhada. Atualmente essa apresentação não é mais realizada para a maioria dos instrumentos. Isso se deve a uma soma de fatores: a carga horária dos cursos atualmente é substancialmente menor; a disponibilidade e a facilidade para encontrar manual e outros materiais em diversos formatos como texto, imagens, vídeo e áudio sobre os equipamentos. Também por uma mudança de filosofia de ensino: não se quer formar topógrafos, mas engenheiros que consigam dialogar com eles e saibam como aplicar e utilizar a Topografia e a Geodésia na prática profissional do engenheiro civil.

O engenheiro civil que quiser atuar especificamente na área das informações espaciais, bem como em qualquer outra área, precisará aprofundar sua formação, e

aprender no exercício profissional e/ou cursos específicos, para fazer frente aos desafios e às necessidades.

O último objetivo específico desta pesquisa foi de analisar e propor um ensino híbrido, a partir do uso de metodologias ativas de aprendizagem, TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) e da combinação do ensino presencial com momentos de ensino remoto, como potencializador do ensino de Geomática na EPUSP. Isso foi discutido e trabalho principalmente no capítulo 7.

Muito se tem falado de ensino híbrido, do uso de tecnologia na Educação, de um ensino centrado no estudante através das metodologias ativas de aprendizagem e da formação por competências. Isso é o que as novas DCNs para Engenharia preconizam e estabelecem, uma formação em Engenharia que prepara para uma sociedade dinâmica, que evolui em ritmo acelerado, onde há a necessidade de se adaptar às evoluções e buscar soluções para demandas e desafios.

Esses são os desejos e anseios da sociedade. É olhar para a sociedade e para suas mudanças e novas necessidades sem se esquecer das responsabilidades, habilidades e competências necessárias para a formação de um bom profissional de Engenharia.

As novas DCNs para as Engenharias preconizam essa mudança, e nesta tese buscou-se realizar conexões das novas diretrizes com o uso de tecnologias e metodologias ativas de aprendizagem como uma forma intrínseca de romper barreiras da distância e do tempo, de um ensino híbrido que forme engenheiros conectados ao seu tempo e preparados para o futuro.

Em um momento pandêmico, ou de início de transição para o pós-pandêmico, é difícil e arriscado afirmar que o ERE, provocado pela necessidade de distanciamento social imposta pela pandemia, foi um momento disruptivo para o ensino de Geomática.

Entretanto, olhando para o passado, olhando para as respostas de docentes e discentes aos questionários, pensando que as DCNs, publicadas antes da pandemia, já apontavam para este caminho. Desta forma, este trabalho corre o risco de afirmar que é possível perceber que há quebras de paradigmas e que tudo indica que o ERE promoveu celeridade a um processo de mudança que já era eminente, porém, que tenderia a ser mais moroso.

Mesmo com essas dificuldades, sendo este o objetivo deste trabalho, verificar e analisar o ERE como um momento disruptivo no ensino de Geomática para a Engenharia Civil da EPUSP e o ensino híbrido como uma possibilidade potencializadora para o tal ensino, esta tese, apoiada em toda a pesquisa histórica da evolução do ensino de Topografia na Escola, combinada com a análise sobre tecnologias, metodologias e discussão sobre o ERE na disciplina Geomática I, possibilita a olhar para o ensino híbrido como uma possibilidade de evolução do ensino da área na EPUSP e a pandemia e o ERE implicaram em uma experimentação durante esta vivência forçada pelo distanciamento social.

Outra importante consideração é que em meio a toda discussão sobre novas metodologias e tecnologias, sobre ensino híbrido, deve-se estar atento às possibilidades que os avanços tecnológicos possibilitam para o ensino, entretanto, não se pode desprezar o fato de que não se trata de utilizar os mais avançados recursos tecnológicos a qualquer custo e de qualquer forma. No campo do ensino há possibilidades de potencializar a aprendizagem por meio de instrumentos e técnicas mais modernas, passando antes por instrumentos menos modernos, que possibilitem ao estudante uma compreensão do processo e dos conceitos envolvidos.

Como exemplo, nas aulas de Topografia compreender e aprender como funciona a caderneta eletrônica é importante, mas, também pode contribuir didaticamente para a

aprendizagem do estudante, um possível futuro profissional da Topografia, ao menos nos primeiros contatos com os equipamentos e os métodos de levantamento, ter contato com a caderneta de campo analógica. Esse recurso, profissionalmente defasado, de realizar as leituras e anotações a lápis ou caneta na caderneta, permitirá ao estudante compreender melhor o método, e como a caderneta eletrônica tem recursos para evitar a ocorrência de erros grosseiros. Um método clássico, ainda que ultrapassado tecnologicamente, pode ajudar a entender, de forma didática, todo o processo.

O estudante de Engenharia deve ser preparado para a solução de problemas, muitas vezes para a atuação prática, para o uso de recursos tecnológicos, no entanto este não necessariamente deve ser especialista nos recursos tecnológicos. Sua formação deve ser pautada e embasada por conceitos e conhecimentos científicos consolidados que embasem suas tomadas de decisões e possibilitem sua fácil adaptação as diferentes tecnologias existentes e que possam vir a surgir. A tecnologia é mídia, e a mídia é apenas o meio, e a finalidade é a aprendizagem do estudante.

Portanto, esta tese que defende que as metodologias e tecnologias inerentes ao ensino remoto são uma possibilidade potencializadora para o ensino de Geomática na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e que pode ser um aliado para enfrentar os desafios dos avanços tecnológicos e da automação de processos da área, buscou trazer contribuições para uma discussão necessária sobre como o ERE pode influenciar o futuro do ensino da área na EPUSP e como este ensino e formação, que é uma dos melhores do país, pode ser ainda melhor, mais conectado com o presente e com o futuro.

Como já mencionado em outras partes do texto, esta tese não tem o intuito de findar a discussão sobre este assunto, mas sim de contribuir com uma discussão sobre o ensino de Geomática e sua evolução, discussão essa que deve ser frequente não apenas na EPUSP, mas em todas as IES. Aqui buscou-se trazer novos elementos e combinações de possibilidades que se mostram potencializadoras para o ensino da área, vivenciadas e experimentadas durante o ERE, que necessitam de reflexão e discussão para que sejam lapidadas para serem incorporadas não mais de forma emergencial. Espera-se que essa discussão não se encerre nesta pesquisa, que trabalhos futuros continuem a discutir esses e outros aspectos que venham somar e contribuir para a formação em Engenharia na área das informações espaciais.

Comecei estas conclusões com a epígrafe contendo uma frase que ouvi algumas vezes do Professor Me. Mauro Pereira de Mello durante suas aulas no curso de graduação em Engenharia Cartográfica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Esta foi uma frase que sempre me marcou, desde os tempos de aluno de graduação, seguindo comigo até os dias atuais. A utilizo muito em minhas aulas de Topografia, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para os cursos de graduação em Engenharia Civil, Engenharia Ambiental, Arquitetura e Urbanismo e Ciências Biológicas. Acredito que esta simples frase carrega consigo um grande significado da relação da profissão engenheiro com as tecnologias.

Referências

- ADONIAS, Isa; FURRER, Bruno. **Mapa: Imagens da Formação Territorial Brasileira**. Rio de Janeiro: Odebrecht, 1993.
- AGGREY, John *et al.* Multi-GNSS precise point positioning with next-generation smartphone measurements. **Journal of Spatial Science**. v. 65, n. 1, p. 1-20, 2019.
- AINA, Yusuf Adedoyin. Geomatics Education in Saudi Arabia: status, challenges and prospects. **International Research in Geographical and Environmental Education**. v. 18, n. 2, p. 111-119, 2009.
- ALI, Abdalla Elsadig. A statistical comparison of precision of engineering theodolites. **Australian Surveyor**. v. 33, n. 7, p. 582-585, 1987.
- ALVES, Lucineia. Educação a distância: conceitos e história no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta a Distância**. V. 10, p. 83-92, 2011.
- ALVES, L. **Game Over: jogos eletrônicos e violência**. São Paulo: Futura, 2005.
- ALVES, Israel Ferreira; SCHIMIGUEL, Juliano; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. Vantagens do uso de simuladores gráficos no curso de programação em CNC para alunos de Engenharia Mecânica. **Revista de Ensino de Engenharia**. v. 32, n. 1, 2013.
- AMEM, Bernadete Malmegrim Vanzella; NUNES, Lena Cardoso. Tecnologias de Informação e Comunicação: contribuições para o processo interdisciplinar no ensino superior. **Revista Brasileira de Educação Médica**. v. 30, n. 3, p. 171-180, 2006.
- ANGUELOV, Dragomir *et al.* Google Street View: Capturing the World at Street Level. **Computer**. v. 43, n. 6, p. 32-38, 2010.
- ARAÚJO, Bruno Melo de; GRANATO, Marcus. Do Mundo do Trabalho ao Mundo do Museu: A Trajetória do Teodolito Keuffel & Esser do Museu da História da Topografia e Engenharia Cartográfica (Pernambuco – Brasil). **XVIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação – ENANCIB 2017**. Marília, SP: out. 2017. Disponível em: <<http://enancib.marilia.unesp.br/index.php/xviiienancib/ENANCIB/paper/viewFile/111/1007>> Acesso em: 03 dez 2019.
- ARCHELA, Rosely Sampaio; ARCHELA, Edison. Síntese Cronológica da Cartografia no Brasil. **Portal da Cartografia**. v. 1, n. 1, p. 93-110, 2008.
- AUTOR DESCONHECIDO. The Geodimeter: an instrument for the accurate measurement of distances by high-frequency light variations. **Empire Survey Review**. v. 11, n. 85, p. 290-301, 1952.
- AVRAM, Daniel; et al. Surveying Theodolite Between Past and Future. **Journal of Young Scientist**. v. 4, p. 129-134, 2016.
- BACICH, Lilian; NETO, Adolfo Tanzi; TREVISANI, Fernando de Mello (*org.*) **Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- BAHADUR, Berkay. A Study on the Real-Time Code-Based GNSS Positioning with Android Smartphones. **Measurement**. v. 194, n. 15, 2022.
- BALDASSARI, Marcos Rogério Fernandes; PRADO, Liz Áurea. **A importância do emprego do simulador de voo para o treinamento do CRM (cockpit resource management) das tripulações nas organizações militares da aviação do Exército Brasileiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Curso Gestão, Assessoramento e Estado-Maior, Escola de Formação Complementar do Exército, 2020.

Disponível em: < <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/8020>> Acesso em: 10 mar. 2022.

BARABÁSI, Albert-László; PÓFASI, Márton. **Network Science**. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.

BARBOZA, Christina Helena. Twentieth-Century astronomical heritage: the case of the Brazilian National Observatory. **Proceedings of the International Astronomic Union**. v. 1, p. 106-108, 2015.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Almedina, 2011.

BARDINI, Vivian Silveira dos Santos; SPALDING, Marianne. Aplicação de Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Experiência na Área de Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**. v. 36, n. 1, p. 49-58, 2017.

BARTHA, G. New Challenges and Responses in the Education of Geodesy. University of Miskolc, Dpt. Of Geodesy and Mine Surveying. Hungary: 2010. Disponível em <<http://www.uni-miskolc.hu/~gbmweb/letoltesek/athens.pdf>> Acesso em: 14 set. 2016.

BARTOS, Karol et al. The issue of documentation of hardly accessible historical monuments by using of Photogrammetry and Laser Scanner Techniques. **Geoinformatics FCE CTU**. v. 6, p. 40-47, 2011.

BATTERSBY, Sarah E. et al. Implications of Web Mercator and its use in Online Mapping. **Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization**. v. 49, n. 2, p. 85-101, 2014.

BAXANDALL, David. The Circular Dividing engine of Edward Troughton, 1793. **Transactions of the Optical Society**. v. 25, n. 3, p. 153-140, 1924.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à Engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. 3 ed. Editora da UFSC, Florianópolis: 2012.

BÉDARD, Yvan; GAGNON, Pierre; GAGNON, Paul-André. Modernizing Surveying and Mapping Education: The Programs in Geomatics at Laval University. **CISM Journal**. v. 42, n. 2, p. 105-114, 1988.

BEDNARCZYK, Michal. The Use of Augmented Reality in Geomatics. **Environmental Engineering 10th International Conference**. Lituânia, 27-28 abr. 2017.

BEIER, José Rogério. O Gabinete Topográfico de São Paulo: a formação de engenheiros construtores de estradas como instrumento de governo da província de São Paulo (1835-1849). **Revista Brasileira de História da Ciência**. v. 6, n. 2, p. 320-337. Rio de Janeiro: 2013.

BELL, Trudy E. The Roles of Lesser-Known American Telescope Makers. **Journal of the Antique Telescope Society**. v. 23, p. 9-18, 2002.

BELLONI, M. L. **Educação a Distância**. 5ª Edição. Campinas: Autores Associados, 2009.

BENNETT, J. A. **The Divided Circle: A history of instruments for Astronomy, Navigation and Surveying**. Oxford: Phaidon, 1987.

BENNETT, J. A. Geometry and Surveying in Early-Seventeenth-Century England. **Annals of Science**. v. 48, n. 4, p. 345-354, 1991.

- BERGER, Margot. Graphic Calculators: An interpretative framework. **For the Learning of Mathematics**. v. 18, n. 2, p. 13-20, 1998.
- BERGSTRAND, Erik. The Geodimeter System: A short discussion of its principal function and future development. **Journal of Geophysical Research**. v. 65, n. 2, p. 404-409, 1960.
- BERRY, Ralph Moore. History of Geodetic Levelling in the Unites States. **Surveying and Mapping**. v. 36, n. 2, p. 137-153, 1976.
- BESHR, A. A. A.; ALBO ELNAGA, I. M. Investigating the accuracy of digital levels and reflectorless total stations for purposes of geodetic engineering. **Alexandria Engineering Journal**. v. 50, n. 4, p. 399-405, 2011.
- BETTEGA, Ana Luísa *et al.* Simulador de dreno de tórax: desenvolvimento de modelo de baixo custo para capacitação de médicos e estudantes de medicina. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**. v. 46, n. 1, p. 1-8, 2011.
- BEZ, Marta Rosecler. **Construção de um modelo para uso de simuladores na implementação de métodos ativos de aprendizagem nas escolas de medicina**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS): Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Tese de Doutorado, 2013.
- BLITZKOW, Denizar; MATOS, Ana Cristina Cancorro de. A Evolução dos Referenciais Usados em Geodésia: a era moderna. **Boletim de Ciências Geodesicas**. v. 8, n. 1, p. 3-16. Curitiba: 2002.
- BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives**. v. 1, New York: David Mckay, 1956.
- BÖES, Jeferson Spiering *et al.* Adoção do BIM no curso de Engenharia Civil através de Projetos Integradores. **ENEBIM 2019**. II Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM. Fortaleza (CE): 21-23 nov. 2019.
- BONTEMPI JUNIOR, Bruno. Escola Politécnica de São Paulo: Produção da Memória e da Identidade Social dos Engenheiros Paulistas. **História da Educação**. v. 19, n. 46, p. 223-242. Porto Alegre, 2015.
- BORGES, Alberto de Campos. **Topografia Aplicada à Engenharia Civil**. v. 1. ed. 1. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- BORGES, Alberto de Campos. **Topografia Aplicada à Engenharia Civil**. v. 1. ed. 2. São Paulo: Blucher, 1992.
- BRAGGIO, Ana Karine. A Gênese da Reforma Universitária Brasileira. **Revista Brasileira de História da Educação**. v. 19, p. 1-26, 2019.
- BRANOS, Rovy; ESSEX, Christopher. Synchronous and Asynchronous Communication Tools in Distance Education. **TechTrends**. v. 45, n. 1, 2001.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/2762/ldb_8.ed.pdf?sequence=1>. Acesso em: 30 mai. 2020.
- BREITENBERGER, Ernst. Gauss's geodesy and the axiom of parallels. **Archive of History of Exact Sciences**. v. 31, n. 3, p. 273-289. New York: Springer-Verlag, 1984.

- BRUSCAGLIONI, Raffaello. The Filotecnica Salmoiraghi System of Precision Automatic Level. **Bulletin Géodésique**. v. 36, n. 1, p. 49-53, 1955
- BURGESS, Jean; GREEN, Joshua. **Youtube e a Revolução Digital: como o maior fenômeno da cultura participativa transformou a mídia e a sociedade**. São Paulo: Aleph, 2009.
- CABRAL, Cesar Rogério et al. Acervo de Instrumentos Topográficos Fabricados no Brasil. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositiva**. p. 421-424. Rio de Janeiro: SBC, 6 a 9 nov. 2017.
- CAMPOS, Cristina. **Ferrovias e saneamento em São Paulo. O Engenheiro Antonio Francisco de Paula Souza e a construção de rede de infra-estrutura territorial e urbana paulista, 1870-1893**. Tese (Doutorado – Área de Concentração: História e Fundamentos da Arquitetura e Urbanismo) -FAUUSP. São Paulo: 2007.
- CAMPOS, Cristina; GITAHY, Maria Lucia Caira. O percurso de um engenheiro politécnico paulista. Antonio Francisco de Paula Souza e a configuração das redes de infra-estrutura em São Paulo, nas últimas décadas do Século XIX. **Pós**. v. 16, n. 26, p. 184-200. São Paulo: 2009.
- CARBONELL CARRERA, Carlos; BERMEJO ASENSIO, Luis Alberto. Augmented Reality as a Digital Teaching Environment to Develop Spatial Thinking. **Cartography and Geographic Information Science**. v. 44, n. 3, p. 259-270, 2017.
- CARBONELL CARRERA, Carlos; SAORÍN, José Luis; MEDLER, Stephany Hess. Pokémon GO and Improvement in Spatial Orientation Skills. **Journal of Geography**. v. 117, n. 6, p. 245-253, 2018.
- CARDÃO, Celso. **Topografia**. ed. 5. Belo Horizonte: Editora Engenharia e Arquitetura, 1985.
- CARTER, William E.; CARTER, Merri Sue. Simon Newcomb, America's first great astronomer. **Physics Today**. v. 62, n. 2, p. 46-51, 2009.
- CARVALHO, Carlos Vitor de Alencar; CARVALHO, Janaina Veiga; SILVA, Júlio César da. VAPD-2D: simulador para apoio ao Ensino de Engenharia Ambiental. **Revista Eletrônica TECCEN**: v. 1, n. 2, 2008.
- CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- CASTRO JUNIOR, Carlos Alberto Correia e; et al. Evolução da Infraestrutura Gravimétrica no Brasil. **Geociências**. v. 37, n. 2, p. 361-384, 2018.
- CELESTE FILHO, Macioniro. Os Primórdios da Universidade de São Paulo. **Revista Brasileira de História da Educação**. v. 9, n. 1, p. 187-204, 2009.
- CELESTE FILHO, Macioniro. **A Constituição da Universidade de São Paulo e a Reforma Universitária da Década de 1960**. São Paulo: Editora Unesp, 2013.
- CELLARD, A. **A análise documental**. In: POUPART, J. et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, Vozes, 2008.
- CENTENO, Jorge Antonio Silva; MITISHITA, Edson Aparecido. Laser scanner aerotransportado no estudo de áreas urbanas A experiência da UFPR. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis: INPE, p. 3645-3652, 2007.

CGG, Comissão Geographica e Geologica. **Relatório da Comissão Geographica e Geologica 1886**. Anexo N. 7. In: Relatório apresentado a Assembleia Legislativa Provincial de São Paulo pelo Presidente da Provincia Barão do Parnahyba no dia 17 de janeiro de 1887. São Paulo: Typographia a vapor de Jorge Seckler & Comp., 1887.

CHAPMAN, Allan. The Accuracy of angular measuring instruments used in astronomy between 1500 and 1850. **Journal for the History of Astronomy**. v. 14, n. 2, p. 133-137, 1983.

CHIANN, Chang *et al.* **Relatório de análise estatística sobre o projeto “Avaliação do desempenho de indivíduos com sequela de Acidente Vascular Encefálico (AVE) em um simulador de direção veicular”**. [S.l: s.n.], 2021.

CINTRA, Jorge Pimentel. O Ensino de Topografia nas Escolas de Engenharia. **Anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia COBENGE 85**. Brasília: ABENGE, 1985.

CINTRA, Jorge Pimentel. **Exercícios de Topografia – Topografia Básica – PTR 285**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1988.

CINTRA, Jorge Pimentel. **Automação da Topografia: Do Campo ao Projeto**. Tese de Livre Docência. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1993.

CINTRA, Jorge Pimentel. **PTR 2201 – Informações Espaciais I: Notas de Aula**. São Paulo: EPUSP, 2012.

CINTRA, Jorge Pimentel, NERO, Marcelo Antonio. New Method for Positional Cartography Quality Control in Digital Mapping. **Journal of Surveying Engineering**. v. 141, n. 3, p. 141-153, 2015.

CINTRA, Jorge Pimentel; VEIGA, L A K. Considerações sobre o cálculo da declividade em MDT de malha regular. **GIS Brasil'98 : geoinformação no campo e na cidade**. Curitiba: Sagres, 1998.

CLARK, Richard E. Reconsidering Research on Learning from Media. **Review of Educational Research**. v. 53, n. 4, p. 445-459, 1983.

CLARK, Richard E. Media will never influence learning. **Educational Technology Research and Development**. v. 42, n. 2, p. 21-29, 1994.

COELHO, Luiz; BRITO, Jorge Nunes. **Fotogrametria Digital**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007.

COLLINS, Chris. Looking to the Future: Higher Education in Metaverse. **EDUCAUSE Review**. v. 43, n. 5, p. 51-63, 2008.

CONCA, Silvia Antonia. Salmoiraghi, Angelo Andrea Maria Luigi in **Dizionario biografico degli italiani**. v. 89. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana, 2017

CONFEDERAÇÃO, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Resolução nº 218**. Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Brasília: 29 de junho de 1973. Disponível em: <<https://www.fca.unesp.br/Home/Graduacao/0218-73.pdf>> Acesso em: 22 de março de 2021.

CONFEDERAÇÃO, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Resolução nº 1095**. Discrimina as atividades e competências profissionais do engenheiro agrimensor e cartógrafo e insere o respectivo título na Tabela de Títulos Profissionais do Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília: 29 de

novembro de 2017. Disponível em: <<http://normativos.confea.org.br/downloads/1095-17.pdf>> Acesso em: 20 de março de 2021.

CONTE, Karina de Melo. **Espaço formativo da docência: um estudo a partir do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE) da Universidade de São Paulo**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de São Paulo. 2013.

COOLEY, James W.; TUKEY, John W. An Algorithm for the Machine Calculation of Complex Fourier Series. **Mathematics of Computation**. v. 19, n. 90, p. 297-201. Providence: American Mathematical Society, 1965.

CORRÊA, Iran Carlos Stalliviere. **Instrumentos de Topografia. Recordando sua História**. Porto Alegre: Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe, 2009. Acesso em: <<https://rl.art.br/arquivos/1682043.pdf>> acesso em: 18 jul 2019.

COSGROVE, Denis. Maps, Mapping, Modernity: Art and Cartography in the Twentieth Century. **Imago Mundi**. v. 57, n. 1, p. 35-54, 2005.

COSTA, Sonia Maria Alves; FORTES, Luiz Paulo Souto. A Evolução da Geodésia: da observação às estrelas aos satélites. **Revista Brasileira de Geografia**. v. 64, n. 1, p. 136-145, 2019.

COUTTS, Brian. Should we replace the word “Geomatics”? **GIM International**. 2017. Disponível em: <<https://www.gim-international.com/content/article/should-we-replace-the-word-geomatics>> Acesso em: 23 mar. 2022.

COX, R. C. The Development of Survey Instrumentation 1780 – 1980. **Survey Review**. v. 28, n. 220, p. 283-303, 1986.

CRAGLIA, Max; et al. Digital Earth 2020: towards the vision for the next decade. **International Journal of Digital Earth**. v. 5, n. 1, p. 4-21, 2012.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CURY, Carlos Roberto Jamil. Graduação/Pós-Graduação: a busca de uma relação virtuosa. **Educação e Sociedade**. v. 25, n. 88, p. 777-793, 2004.

DAVIDSON, M. W. Pioneers in Optics: Étienne-Jules Marey and Ignazio Porro. **Microscopy Today**. v. 18, n. 5, p. 44-46, 2010.

DE JONG, Steven M.; VAN DER MEER, Freek D. **Remote Sensing Image Analysis: Including the Spatial Domain**. New York: Springer, 2004.

DIAS, José Luiz Pereira da Costa; CARDOSO, José Roberto. Os 120 anos da Escola Politécnica de São Paulo. **Revista Brasil Engenharia**. n. 618, p. 136-141. São Paulo: 2014. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/org/informativos/linksite/artengenhariaeducacao618.pdf>> Acesso em : 10 ago 2017.

DIAS, Penha Maria Cardozo. Leonhard Euler’s “principle of mechanics” (an essay on the foundations of the equations of motion). **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 39, n. 4. São Paulo: 2017.

DIB, Hazar; ADAMO-VILLANI, Nicoletta. An innovative software application for surveying education. **Computer Applications in Engineering Education**. v. 22, n. 3, p. 551-562, 2011.

- DIB, Hazar; ADAMO-VILLANI, Nicoletta. A Study of the Effects of Teaching Avatars on Students' Learning of Surveying Mathematics. **International Journal of Information and Communication Technology Education**. v. 12, n. 2, p. 1-13, 2016.
- DIB, Hazar; ADAMO-VILLANI, Nicoletta; GARVER, Stephen. Realistic versus Schematic Interactive Visualizations for Learning Surveying Practices. **International Journal of Information and Communication Technology Education**. v. 10, n. 2, p. 62-74, 2014a.
- DIB, Hazar; ADAMO-VILLANI, Nicoletta; GARVER, Stephen. An Interactive Virtual Environment for Learning Differential Leveling: Development and Initial Findings. **Advances in Engineering Education**. v. 4, n. 1, p. 1-17, 2014b.
- DOGGETT, Anthony Mark. The Videoconferencing Classroom: What do Students Think?. **Journal of Industrial Teacher Education**. v. 44, n. 4, p. 29-41, 2008.
- DONIN, Alexandry Ripke; RUBIO, Ricardo José Hundelshausen. Simulação computacional para análise de tráfego. **Revista Científica Multidisciplinar do CEAP**. v. 2, n. 1, 2020.
- DOURADO, Letícia Negreiros *et al.* Ensino de Engenharia de Tráfego com apoio de softwares de simulação. **COBENGE 2016**. Anais do XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Natal (RN): 27 a 30 set. 2016.
- DOYLE, Frederick J. Digital Terrain Models: An Overview. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v. 44, n. 12, p. 1481-1485, 1978.
- DRACUP, Joseph F. History of Geodetic Surveying, Part VIII: Break with the Past, 1950 – 1970. **ACSM Bulletin**. 1997. Disponível em: <https://aagsmo.org/wp-content/uploads/2018/07/History-Part-VIII-march__001.pdf>. Acesso em: 29 set. 2020.
- DREYER-EIMBCKE, Oswald. **O descobrimento da Terra: história e histórias da aventura cartográfica**. São Paulo: Melhoramentos, 1992.
- DUNCAN, E. E. Geomatics Education in Ghana. **Proceedings of FIG Working Week**. Atenas, mai. 2004.
- DUNN, J. The 50 best videos for teachers interested in gamification. **Edumic: Connecting Education & Technology**, 12 set. 2012.
- EHRHART, Matthias; LIENHART, Accurate Measurements with Image-Assisted Total Station and Their Prerequisites. **Journal of Surveying Engineering**. v. 143, n. 2, p. 1-12, 2017.
- EINSTEIN, Albert. **Escritos da Maturidade**. Trad. Maria Lúcia X. A. Borges. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.
- ELMÔR FILHO, Gabriel *et al.* **Uma Nova Sala de Aula é Possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
- EKMAN, Martin. A concise history of the theories of tides, precession-nutation, and polar motion (from antiquity to 1950). **Surveys in Geophysics**. v. 14, p. 587-617, 1993.
- ELHASSAN, Ismat M.; ALI, Abdalla E. Experimento on Accuracy of Optical Theodolites. **Journal of Surveying Engineering**. v. 117, n. 4, p. 143-150, 1991.
- EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Programmas dos Cursos 1896 – 1898**. São Paulo: EPUSP, 1898.

EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Anuário da Escola Polytechnica de São Paulo para o ano de 1900**. 1º ano. Typographia do DiarioOfficial, São Paulo: 1900.

EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Anuário da Escola Polytechnica de São Paulo para o ano de 1907**. 8º ano. Typographia do DiarioOfficial, São Paulo: 1907.

EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Programmas dos Cursos 1900 – 1909**. São Paulo: EPUSP, 1909.

EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Programmas 1914 – 1920**. São Paulo: EPUSP, 1920.

EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Programas das Cadeiras e das Aulas do ano de 1946**. São Paulo: EPUSP, 1946.

EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Anuário da Escola Politécnica de São Paulo para o ano de 1946**. São Paulo: 1946.

EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Anuário da Escola Politécnica de São Paulo para o ano de 1982**. São Paulo: 1982.

EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Anuário da Escola Politécnica de São Paulo para o ano de 1984**. São Paulo: 1984.

EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Galeria de Diretores**. Disponível em: <<https://www.poli.usp.br/institucional/diretoria/galeria-de-diretores>> Acesso em: 05 ago 2017.

EREMCHENKO, Eugene; et al. Digital Earth and Evolution of Cartography. **Procedia Computer Science**. v. 66, p. 235-238, 2015.

FANG, Yibing; CECCARELLI, Marco. Medium Size Companies of Mechanical Industry in Northern Italy During the Second Half of the 19th Century *in* SORGE, Francesco; GENCHI, Giuseppe (Eds.). **Essays on the History of Mechanical Engineering. History of Mechanism and Machine Science**. v. 31. Heidelberg: Springer, 2016.

FARMAN, Jason. Mapping the Digital Empire: Google Earth and the process of postmodern cartography. **New Media & Society**. v. 12, n. 6, p. 869-888, 2010.

FARRAN, Neide Lima; CINTRA, Jorge Pimentel. O Primeiro Mapeamento Sistemático do Brasil: Significado e Construção. In: **Congresso Brasileiro de Cartografia, XXI**, 2003, Belo Horizonte. Anais, Belo Horizonte, SBC, 2003. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/160-C32.pdf> Acesso em: 30 ago 2019.

FÁVERO, Maria de Lourdes Albuquerque. A Universidade no Brasil: das origens à Reforma Universitária de 1968. **Educar**. n. 28, p. 17-36, 2006.

FEITOSA, Murilo Carvalho; LAVOR, Otávio Paulino. Ensino de Circuitos Elétricos com Auxílio de um Simulador PHET. **REAMEC**. v. 8, n. 1, 2020.

FERNANDES, Florestan. Florestan Fernandes. **Língua e Literatura**. v. 10-13, n. comemorativo, p. 75-114, 1984.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**. v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

- FERREIRA, Márcia Pinheiro; GRANATO, Marcus. A Luneta de Bamberg no Museu de Astronomia e Ciências Afins: pesquisa e trajetória (1907-2016). **MIDAS**, v. 8, 2017.
- FIGUEIROA, Silvia Fernanda de Mendonça. **Modernos Bandeirantes: A Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo e a Exploração Científica do Território Paulista(1886-1931)**. Dissertação de Mestrado em História. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo: São Paulo, 1987.
- FITZ, Paulo Roberto. **Cartografia Básica**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREITAS, Maria Isabel Castreghini de. Da Cartografia Analógica à Neocartografia: Nossos Mapas Nunca Mais Serão os Mesmos? **Revista do Departamento de Geografia**. (spe), p. 23-39, 2014.
- FRÖHLICH, C.; METTENLEITER, M. Terrestrial Laser Scanning – New Perspectives in 3D surveying. **International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. v. 36, n. 8, p. 7-13, 2004.
- FROOME, K. D.; BRADSELL, R. H. Distance Measurement by means of a light ray modulated at a microwave frequency. **Journal of Scientific Instruments**. v. 38, n. 12, p. 458-462, 1961.
- GAGNON, Pierre; COLEMAN, David J. Geomatics an Integrated, Systemic Approach to Meet the Needs for Spatial Information. **CISM Journal**. v. 44, n. 4, p. 377-382, 1990.
- GARCIA, Gilberto J.; PIEDADE, Gertrudes, C. R. **Topografia Aplicada às Ciências Agrárias**. ed. 5. São Paulo: Nobel, 1984.
- GEE, J. P. Are Video Games Good for Learning?. **Keynote ITU-Conferenece**. 2006. Disponível em: < <https://www.idunn.no/doi/epdf/10.18261/ISSN1891-943X-2006-03-02>> Acesso em 10 mar. 2022.
- GEMAEL, Camil. A evolução da geodesia. **Revista Brasileira de Cartografia**. n. 46, p. 1-8. Rio de Janeiro, 1995.
- GEMAEL, C. **Introdução à Geodésia Física**. Curitiba,1999. 302p. Editora da Universidade Federal do Paraná.
- GILLISPIE, Charles Coulston. **Pierre-Simon Laplace, 1749-1827: a life in exact science**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1997.
- GOLDEMBERG, José. **USP 80 anos**. São Paulo: EDUSP, 2015.
- GONZÁLEZ, José Luis de la Cruz; et al. Evolución Histórica de la Instrumentación Topográfica. **Boletín del Instituto de Estudios Giennenses**. n. 169, p. 637-646, 1998.
- GREMIO POLYTECHNICO. A Escola Polytechnica e o Movimento Constitucionalista. **Revista Polytechnica**. p. 283-287. GremioPolytechnico: São Paulo, 1932. Disponível em: <memoria.poli.usp.br> Acesso em: 20 mar. 2018.
- GIONGO, Marcos et al. LiDAR: princípios e aplicações florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v. 30, n. 63, p. 231-244, 2010.
- GODA, Yoshiko; MITSUHARA, Hiroyuki. Learning Experiences in a Full 3D Conference: Relationships with 3D factors and innovative mindsets. **2021 IEEE International Conference on Engineering, Technology & Education (TALE)**, 2021, pp. 119-125, doi: 10.1109/TALE52509.2021.9678846.

- GOMARASCA, Mario A. **Basics of Geomatics**. New York: Springer, 2009.
- GONZÁLEZ, José Luis de la Cruz; et al. Evolución Histórica de la Instrumentación Topográfica. **Boletín del Instituto de Estudios Giennenses**. n. 169, p. 637-646, 1998.
- GOSCIOLA, Vicente. **Roteiro para Novas Mídias: do Game à TV Interativa**. São Paulo: Senac, 2003.
- GORELICK, Noel et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**. v. 202, p. 18-27, 2017.
- GRUNER, Heinz. Photogrammetry: 1776 – 1976. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v. 43, n.5, p. 569-574, 1977.
- GUDWIN, Ricardo. **Aprendizagem Ativa**. Unicamp, 2018. Disponível em: <<https://faculty.dca.fee.unicamp.br/gudwin/activelearning>> Acesso em: 10 dez. 2021.
- GUIMARÃES, Gabriel do Nascimento; BLITZKOW, Denizar. Problema de Valor de Contorno da Geodésia: Uma Abordagem Conceitual. **Boletim de Ciências Geodésicas**. v. 17, n. 4, p. 607-624. Curitiba: 2011.
- HAAR, Ewout ter. Integração de Tecnologia Educacional na USP. **Revista Medicina Ribeirão Preto**. v. 54, n. 1, 2021.
- HALLAM, A. Alfred Wegener and the Hypothesis of Continental Drift. **Scientific American**. v. 232, n. 2, p. 88-97. 1975.
- HANNAH, J.; BALLANTYNE, B.; KHAN, M. K. Geomatics: does the name make a difference?. **Geomatica**. v. 54, n. 2, p. 147-156, 2000.
- HARARI, Yuval Noah. **Sapiens – Uma breve história da humanidade**. Trad. Janaína Marcoantonio. Porto Alegre: L&PM, 2015.
- HARTCUP, Guy. **The Effect of Science on the Second World War**. London: Macmillan Press LTD, 2000.
- HEISKANEN, W. A.; MORITZ, H. **Physical Geodesy**. San Francisco: W.H. Freeman, 1967.
- HELMERT, Friedrich Robert. **Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie**. Leipzig: 1880.
- HERZFELD, Ute Christina, et al. Transview: a program for matching universal transverse Mercator (UTM) and geographic coordinates. **Computers & Geosciences**. v. 25, n. 7, p. 765-773, 1999.
- HIDALGO-SÁNCHEZ, Francisco *et al.* SurveyingGame: Gamified Virtual Environment for Surveying Training *In* GIORDANO, Andrea; RUSSO, Michele; SPALLONE, Roberta. **Representation Challenges: New Frontiers of AR and AI Research for Cultural Heritage and Innovative Design**. 2022. Disponível em: <<https://series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/book/845>> acesso em: 01 nov. 2022.
- HILDENBRAND, J.D. Aerogeofísica no Brasil e a evolução das tecnologias nos últimos 50 anos. In: SIMPÓSIO DE GEOFÍSICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, I, São Paulo, 2002. **Anais...** São Paulo: SBGeof. HILL, Donald. **A History of Engineering in Classical and Medieval Times**. London: Routledge, 1996.
- HOBBIE, Dierk. **The Development of Photogrammetric Instruments and Methods at Carl Zeiss in Oberkochen**. München: Deutsche Geodätische Kommission, 2010. Disponível em: <<https://www.isprs.org/society/history/Hobbie-The-development-of->

photogrammetric-instruments-and-methods-at-Carl-Zeiss-in-Oberkochen.pdf> Acesso em : 30 ago 2019.

HODGES, Charles *et al.* The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. **Educause Review**. 2020. Disponível em: <<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning#fn8>> Acesso em: 10 jul. 2020.

HOFFMAN-WELLENHOF, Bernhard; et al. **GNSS – Global Navigation Satellite Systems – GPS, GLONASS, Galileo and more**. Wien, Austria: SpringerWienNewYork, 2008.

HÖPFNER, Von Joachim. **Bibliographie Friedrich Robert Helmert (1843–1917)**. Potsdam: GFZ-Potsdam, 2013. Disponível em: <<http://gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/item/escidoc:117035/component/escidoc:117034/JH%20HelmertBibliographie.pdf>> Acesso em: 09 jul. 2019.

HORN, Michael B.; STAKER, Heather. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

HUMPHRIES, G. J.; BRAZIER, H. H. First Order Traversing with the Tellurometer. **Empire Survey Review**. v. 14, n. 109, p. 290-298, 1958.

HUNTER, G. J. Ensuring the Survival of Geomatics Engineering at the University of Melbourne. **Surveying and Land Information Systems**. v. 61, n. 4, p. 255-262, 2001.

IPBUKER, Cengizhan. The Reason of Changing the Name to “Geomatics”. **FIG Congress 2010 – Facing the challenges, building the capacity**. Sidney, Australia: 11 – 16 abr. 2010.

IHDE, Johannes; REINHOLD, Andreas. Friedrich Robert Helmert, founder of modern geodesy, on the occasion of the centenary of his death. **History of Geo and Space Sciences**. v. 8, p. 79-95, 2017.

IM, Yeap Chu *et al.* Learning Effectiveness of Virtual Land Surveying Simulator for Blended Open Distance Learning Amid Covid-19 Pandemic. **IJACSA – International Journal of Advanced Computer Science and Applications**. v. 13, n. 4, p. 607-615, 2022.

INGENSAND, H. The evolution of digital levelling techniques – limitations and new solution in LILJE, Mikael. **Geodesy Surveying in the Future, The Importance of Heights**, Gävle, Sweden, 15-17th of March, 1999, p. 59–68.

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION. **Mission**. 2014. Disponível em: <<https://icaci.org/mission/>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

ISO, International Organization of Standardization. **ISO/TR 19122:2004**. Geographic Information / Geomatics – Qualification and Certification of Personnel. Genebra: 2004.

ISPRS, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. **Statute**. 2016. Disponível em: <<https://www.isprs.org/documents/statutes16.aspx>>. Acesso em: 12 ago 2019.

JACKSON, Danielle *et al.* Integrating an augmented reality sandbox challenge activity into a large-enrollment introductory geoscience lab for nonmajors produces no learning gains. **Journal of Geoscience Education**. v. 67, n. 3, p. 237-248, 2019.

JACQUES, Sébastien *et al.* Synchronous E-learning in Higher Education during the COVID-19 Pandemic. **2021 IEEE Global Engineering Education Conference**

(EDUCON). Viena, Austria, 21-23, abr. 2021.
DOI: 10.1109/EDUCON46332.2021.9453887.

JENNY, Bernhard. Adaptive Composite Map Projections. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**. v. 18, n. 12, p. 2575-2582, 2012.

KARNEY, C. F. F.; DEAKIN, R. E. "F. W. Bessel (1825): The Calculation of longitude and latitude from geodetic measurements". **Astronomische Nachrichten**. v. 331, n. 8. P. 852-861. Weinheim: 2010.

KENNIE, T. J. M.; PETRIE, G. **Engineering Surveying Technology**. Boca Raton: Taylor & Francis – CRC Press, 1990.

KHORRAM, Siamak et al. **Principles of Applied Remote Sensing**. New York: Springer, 2016.

KONECNY, Gottfried. Recent Global Changes in Geomatics Education. ISPRS Commission VI, Symposium 2002: New approaches for Education and Communication. **ISPRS Archives**. v. XXXIV, n. 6. São José dos Campos, SP: 16-18 set. 2002. Disponível em: <<https://www.isprs.org/proceedings/XXXIV/part6/papers/019.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

KORTELING, Hans J. E.; HELSDINGEN, Anne S.; SLUIMER, Ralf S. An empirical evaluation of transfer-of-training of two flight simulation games. **Simulation & Gaming**. v. 48, n. 1, p. 8 -35, 2017.

KOZMA, Robert B. Learning with media. **Review of Educational Research**. v. 61, n. 2, p. 179-211, 1991.

KRAAK, Jan-Menno; BROWN, Allan. **Web Cartography**. London: CRC Press, 2003.

KRATHWOHL, D. R. A revision of bloom's taxonomy: an overview. **Theory into Practice**. n. 41, v. 4, p. 212-218, 2002.

KWAN, Alistair. Vernier scales and other early devices for precise measurement. **American Journal of Physics**. v. 79, n. 4, p. 368-373, 2011.

LAMOREAUX, Naomi R.; SOKOLOFF, Kenneth L. **Financing Innovation in the United States, 1870 to Present**. v. 1. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2007.

LARSEN, Harold R. Gurley four-inch army theodolite. **Eos, Transactions American Geophysical Union**. v. 26, n. 1, p. 19-27, 1945.

LEITE, Werlayne Stuart Soares; RIBEIRO, Carlos Augusto do Nascimento. A Inclusão das TICs na Educação Brasileira: Problemas e Desafios. **Magis, Revista Internacional de Investigación em Educação**. v. 5, n. 10, p. 173-187. Bogotá: Pontifícia Universidade Javariana, 2012.

LEITZ, Helmut. Two Electronic Tacheometers by Zeiss. **Survey Review**. v. 20, n. 156, p. 258-264, 1970.

LEON, Alejandro; PEÑA, Marta. Gamification Tools in the learning of shipbuilding in the undergraduate marine engineering education. **Computer Applications in Engineering Education**. v. 30, n. 2, p. 458-471, 2022.

LEVIN, Eugene *et al.* Geospatial Virtual Reality for Cyberlearning in the field of Topographic Surveying: Moving Towards a Cost-Effective Mobile Solution. **International Journal of Geo-Information**. v. 9, n. 7, p. 433-466, 2020.

- LEVINSON, Nancy Smiler. **Magellan and the first voyage around the world**. New York: Clarion Books, 2001.
- LI, Xiao; et al. Mapping the Knowledge domains of Building Information Modelling (BIM): A Bibliometric Approach. **Automation in Construction**. v. 84, p. 195-206, 2017.
- LIMONGI, Fernando de Magalhães Papaterra. Mentores e Clientelas da Universidade de São Paulo. IN: MICELI, Sérgio. **História das Ciências Sociais no Brasil**. v. 1. São Paulo: Vértice, 1989.
- LISEC, A.; RUIZ FERNANDEZ, L. Á. European Project on Higher Education in the Fields Related to Geomatics as Support for Mobility of Students and Teachers. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. v. 37, n. 1. Beijing: 2008.
- LISI, Marco. Emerging Technologies: the digital revolution around and above us. **GEOmedia**. v. 21, n. 3, p. 12 – 17, 2017.
- LITTO, F. e FORMIGA, M. (Org) **Educação a Distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- LOBIANCO, Maria Cristina Barbosa. **Determinação das alturas do geoide no Brasil**. São Paulo, 2005. 165p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), Escola Politécnica, USP.
- LONGHITANO, G. A. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2010.
- LOSCHIAVO DOS SANTOS, Maria Cecília. **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: 1894 - 1984**. EDUSP, São Paulo: 1985.
- LU, Cho-Chien *et al.* Improvement of a computer-based surveyor-training tool using a user-centered approach. **Advanced Engineering Informatics**. v. 23, n. 1, p. 81–92, 2009.
- LUHMANN, Thomas. Panorama Photogrammetry for Architectural Applications. **Mapping**. v. 139, p. 40-45, 2010.
- MACEACHREN, Alan M.; KRAAK, Menno-Jan. Research Challenges in Geovisualization. **Cartography and Geographic Information Science**. v. 28, n. 1, p. 3-12, 2001.
- MACLAUGHLIN, Eric J.; SUPEMAW, Robert B.; HOWARD, Kellee A. Impact of Distance Learning Using Videoconferencing Technology on Student Performance. **American Journal of Pharmaceutical Education**. v. 68, n. 3, p. 1-6, 2004.
- MAIA, C. e MATTAR, J. **ABC da EaD: educação a distância hoje**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- MAIELLARO, N. et al. Laser scanner and camera-equipped UAV architectural surveys. **International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. v. 40, n. 5, p. 381-386, 2015.
- MAMIGONIAN, Armen. O Processo de Industrialização em São Paulo. n. 50, p. 83-102. São Paulo: 1976. **Boletim Paulista de Geografia**. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/article/view/1123/984>> Acesso em: 21 jun. 2019.

- MANIERO, Léo; VANDERLINDE, Walpy. **Curso de Topografia**. ed. 3. São Paulo: EPUSP, 1954.
- MARTINS, Carlos Benedito. A Reforma Universitária de 1968 e a Abertura para o Ensino Superior Privado no Brasil. **Educação & Sociedade**. v. 30, n. 106, p. 15-35. Centro de Estudos Educação e Sociedade: Campinas, 2009.
- MARTINS, Samuel Frazão; OLIVEIRA, Lídia. As tecnologias de videoconferência no Ensino Superior Público Português: tendências e boas práticas. **Observatório Journal**. v. 5, n. 4, p. 225-255, 2011.
- MATTAR, João. Interatividade e Aprendizagem. In LITTO, F. M.; FORMIGA, M. **Educação a Distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson, 2009.
- MAYOUD, M. et al. Technological evolution of measurement tools dilemmas, illusions and realities. **Second International Workshop on Accelerator Alignment**. Desy, 1990. Disponível em: <http://www-group.slac.stanford.edu/met/iwaa/toc_s/Papers/MMayo90.pdf> Acesso em 09 jul. 2019.
- MCCONNELL, Anita. **Instrument Makers to the World: A history of Cooke, Troughton & Simms**. York: University of York, 1992.
- MCCONNELL, Anita. Astronomers at War: The viewpoint of Troughton & Simms. **Journal for the History of Astronomy**. v. 25, n. 3, p. 319-235, 1994.
- MCCONNELL, Anita. **Jesse Ramsden (1735-1800): London's leading scientific instrument maker**. New York: Routledge, 2007.
- MCDUGALL, K. et al. Challenges Facing Spatial Information and Geomatics Education in Higher Education Sector. **Combined Trans Tasman Survey Conference & 2nd Queensland Spatial Industry Conference**. Cairns, 18-26 set. 2006.
- MEC, Ministério da Educação. **Educação Profissional: Referenciais Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico**. Área Profissional: Geomática. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/geomatic.pdf>> Acesso em: 22 mar. 2021.
- MEC, Ministério da Educação. **Educação Profissional: Referenciais Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico**. Área Profissional: Geomática. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/geomatic.pdf>> Acesso em: 22 mar. 2021.
- MEC, Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES Nº 11, de 11 de março de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. 2002.
- MEC, Ministério da Educação. **Resolução Nº 2, de 18 de junho de 2007**. Dispõe sobre carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação, bacharelados, na modalidade presencial. 2007.
- MEC, Ministério da Educação. **Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura**. Brasília, 2000. Disponível em: <<https://abmes.org.br/arquivos/documentos/Referenciais-Curriculares-Nacionais-v-2010-04-29.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2022.
- MEC, Ministério da Educação (a). **Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. 2019.
- MEC, Ministério da Educação (b). **Portaria Nº 2.117, de 6 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre a oferta de carga horária na modalidade de Ensino a Distância - EaD em cursos de

graduação presenciais ofertados por Instituições de Educação Superior - IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino.

MEC, Ministério da Educação. **Portaria Nº 343, de 17 de março de 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus – COVID-19. 2020.

MELLO NETTO, G. de. Estudo Comparativo dos Métodos Topográficos de Determinação das Diferenças de Nível. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**. v. 21, p. 51-59. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1964.

MENDONÇA, Ana Teresa Pollo. **Por mares nunca dantes cartografados: a permanência do imaginário antigo e medieval na cartografia moderna dos descobrimentos marítimos ibéricos em África, Ásia e América através dos oceanos Atlântico e Índico nos Séculos XV e XVI**. Dissertação (Mestrado em História). Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2007.

MENDONÇA, André Luiz Alencar de; SLUTER, Claudia Robbi. Análise da Relação entre Ensino e Pesquisa em Ciências Geodésicas e a Cobertura do Mapeamento Sistemático no Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**. n. 63, p. 1-10, 2011.

MICELI, Paulo. **O tesouro dos mapas. A cartografia na formação do Brasil**. São Paulo: Instituto Cultural Banco Santos, 2002.

Miranda, Luísa; Dias, Paulo. Ambientes de comunicação síncrona na web como recurso de apoio à aprendizagem de alunos do ensino superior. **SIIE, Simpósio Internacional de Informática Educativa**. Braga: Centro de Competência Nónio da Universidade do Minho. p. 239-250, 2003.

MITCHELL, J. E.; EDWARDS, F. H. The Geodimeter NASM 3. **Cartography**. v. 2, n. 3, p. 114-117, 1958.

MOGETTI, Rosimere Silva; BROD, Fernando Augusto Treptow. LOPES, João Ladislau Barbará. Videoaula Interativa como Recurso de Ensino para Educação Profissional a Distância. **Revista Educacional Interdisciplinar**. v. 8, n. 1, 2019.

MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, Fundamentos e Aplicações**. ed. 2. São Paulo: Editora Unesp, 2008.

MONMONIER, Mark. **Rhumb Lines and Map Wars: A Social History of the Mercator Projection**. Chicago: The University of Chicago Press, 2004.

MOORE, M. e KEARSLEY. **Educação a Distância: uma visão integrada**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MORAN, José. Educação Híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje. *In* BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello. **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MORAN, José; BACICH, Lilian. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2017.

MOURA, Alison Pereira de *et al.* Simulador didático para análise de campos elétricos e magnéticos de linhas de transmissão de circuitos duplos. **Revista de Enseñanza de la Física**. v. 31, n. 2, 2019.

MULAHUSIC, Admir *et al.* Comparison and analysis of results of 3D modelling of complex cultural and historical objects using different types of terrestrial laser scanner. **Survey Review**. 2018.

MUELENHAUS, Ian. **Web Cartography: Map Design for Interactive and Mobile Devices**. Boca Raton: CRC Press, 2008.

NADOLINETS, Leonid et al. **Surveying Instruments and Technology**. Boca Raton: Taylor & Francis, CRC Press, 2017.

NAGUMO, Estevon; TELES, Lúcio França; SILVA, Lucélia de Almeida. A Utilização de Vídeos do Youtube como Suporte ao Processo de Aprendizagem. **Revista Eletrônica de Educação**. v. 14, n. 1, p. 1-12, 2020.

NEUGEBAUER, Otto Eduard. The Early History of the Astrolabe – Studies in Ancient Astronomy IX. **Isis**. v. 40, n. 3, p. 240-256, 1949.

NGS, National Geodetic Survey. **What is the Geoid?**. Última atualização em 30 jan. 2001. Disponível em: <https://www.ngs.noaa.gov/GEOID/geoid_def.html> Acesso em: 02 jul. 2019.

NGS, National Geodetic Survey. **NGS Horizontal Network History**. Última atualização em 19 jun. 2019. Disponível em: <https://geodesy.noaa.gov/web/about_ngo/history/NGShorizontal.shtml> Acesso em: 28 set. 2020.

NITZKE, Julio Alberto. A Inserção das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na Prática Didática de Engenharia. **Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2003**. Rio de Janeiro: set 2003.

NOVO, Evlyn M. L. de Moares; **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

NRCAN, Natural Resources Canada. **Geomatics**. 2021. Disponível em: <<https://www.nrcan.gc.ca/science-and-data/science-and-research/geomatics/10776>> Acesso em: 22 mar. 2021.

NUNES, Gilson Antônio. Observatório de uma centenária Escola de Engenharia e sua função hoje *in* MATSUURA, Oscar T. (organizador). **História da Astronomia no Brasil**. v. 1. Recife: Cepe, 2014.

OLIVEIRA, Katielle Dantas *et al.* Laboratório Virtual de Química: Blender 3D auxiliando no ensino de química. **COBENGE 2012**. Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém (PA): 03 a 06 set. 2012.

OLIVEIRA, Vanderli Fava et al. Um Estudo Sobre a Expansão da Formação em Engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia ABENGE**. v. 32, n. 3, p. 37-56, 2013.

OLIVEIRA, Vanderli Fava. Evolução da organização do curso de Engenharia no Brasil. *In* OLIVEIRA, Vanderli Fava (organizador). **A Engenharia e as Novas DCNs – Oportunidade para formar mais e melhores engenheiros**. São Paulo: LTC, 2019 (a).

OLIVEIRA, Vanderli Fava. As inovações nas atuais diretrizes para a Engenharia: Estudo comparativo com as anteriores. *In* OLIVEIRA, Vanderli Fava (organizador). **A Engenharia e as Novas DCNs – Oportunidade para formar mais e melhores engenheiros**. São Paulo: LTC, 2019 (b).

OLIVEIRA, Vanderli Fava; FAVA, Ricardo Proba. **Dados Sobre a Formação em Engenharia EaD no Brasil**. Observatório da Educação em Engenharia da UFJF, 2015. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/Engenharia-EAD.pdf>> Acesso em: 03 out. 2020.

OLIVEIRA, Saionara Nunes de; PRADO, Marta Lenise do; KEMPFER, Silvana Silveira. Utilização da simulação no ensino da enfermagem: revisão integrativa. **Revista Mineira de Enfermagem**. v. 18, n. 2, 2014.

PAULA SOUZA, Antonio Francisco de. **Relatório apresentado ao cidadão Dr. Secretário do Interior pelo Dr. Director da Escola Polytechnica de São Paulo**. São Paulo: EPUSP, 1895.

PAULA SOUZA, Antonio Francisco de. **Elementos de Taqueometria: cleps, descrição e uso prático deste instrumento**. São Paulo: s.d., 1895.

PADILHA, Rodrigo Bastos. **Antônio Francisco de Paula Souza: criador da Escola Politécnica de São Paulo, engenheiro, político e educador**. São Paulo: Leopardo Editora, 2010.

PEREIRA, Pedro Augusto Izidoro; RIBEIRO, Rochele Amorim. A inserção do BIM no curso de graduação em Engenharia Civil. **Revista Eletrônica Engenharia Viva**. v. 2, n. 2, 2015.

PEREIRA, Ana Carolina Reis. Os Desafios do uso das Tecnologias Digitais na Educação em Tempos de Pandemia. **ETD – Educação Temática Digital**. v. 24, n. 1, p. 187-205, 2021.

PÉREZ-MARTIN, Enrique *et al.* Realidad Aumentada y 3D en Expersión Gráfica y Geomática. **10th International Conference on Education and New Learning Technologies**. Jul. 2018.

PERRENOUD, Pierre. **Construir competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PETRONE, Pasquale. As Indústrias Paulistanas e os Fatores de Sua Expansão. **Boletim Paulista de Geografia**. n. 14, p. 26-37. São Paulo: 1953. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/article/view/1347/1187>> Acesso em: 21 jun. 2019.

PETRIE, Gordon; TOTH, Charles K. Introduction to Laser Ranging, Profiling, and Scanning IN SHAN, Jie; TOTH, Charles K. **Topographic Laser Ranging and Scanning**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2009.

PICHARDO, Juan Ignacio *et al.*, Students and Teachers Using Mentimeter: Technological Innovation to Face the Challenges of the COVID-19 Pandemic and Post-Pandemic in Higher Education. **Education Sciences**. v. 11, p. 667-685, 2021.

PIMENTEL, A. O método da análise documental: seu uso numa pesquisa histórica. **Cadernos de Pesquisa**, n.114, p.179-195, 2001.

PINTO, Luiz Edmundo Kruschewsky. **Curso de Topografia**. Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA, 1988.

PIPPA, Tania Cristina Maggioni. **A Função Logaritmo e a Régua de Cálculo**. Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC USP. São Carlos: USP, 2014.

PONTES, Júlia Isabel *et al.* Pernambuco Tridimensional: potencialidade de geração de produtos cartográficos de apoio a gestão de bacias hidrográficas. **XIX SBSR**. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos (SP): 14-17 abr. 2019.

PRADO, Barbara Irene Wasinski; ARAUJO, Erico Peixoto; AMARAL, Francisco Armond. A realidade aumentada no planejamento da paisagem. **Paisagem e Ambiente**. v. 31, n. 46, 2020.

PRENSKY, M. **Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais**. São Paulo: SENAC, 2012.

PUENTE, I. et al. Review of Mobile Mapping and Surveying Technologies. **Measurement**. v. 46, n. 7, p. 2127-2145, 2013.

PUN-CHENG, L. S. C.; KWAN, T. Y. L. The Development of Geomatics Education in Hong Kong. **International Research in Geographical and Environmental Education**. v. 10, n. 1, p. 88-91, 2001.

QUINTAIROS, Paulo; ELISEI, Cristina de Carvalhos Ares; VELLOSO, Viviane Fushimi. Síncrono e Assíncrono: a nova discussão sobre as atividades on-line. **REPATEC Revista de Pesquisa Aplicada e Tecnologia**. v. 3, n. 4, 2021.

RAMOS, Semírames Cartonilho de Souza *et al.* Teaching, Monitoring and Promoting Health in times of COVID-19 Pandemic. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 8, 2021.

RAWLINSON, C. Automatic Angle Measurement in the AGA 700 Geodimeter-Principles and accuracies. **Survey Review**. v. 23, n. 180, p. 249-270, 1976.

REED, Sarah *et al.* Pilot Study Using the Augmented Reality Sandbox to Teach Topographic Maps and Surficial Processes in Introductory Geology Labs. **Journal of Geoscience Education**. v. 64, n. 3, 199-214, 2018.

REICHENEDER, Karl. Reference-Value of Gravity at Potsdam. **Bulletin Géodésique**. v. 51, n.1, p. 80-81, 1959.

RICHARDS, John A.; JIA, Xiuping. **Remote Sensing Digital Image Analysis**. 4 ed. Berlin: Springer-Verlag, 2006.

ROCHA, Flavia Sucheck Mateus da *et al.* O Uso de Tecnologias Digitais no Processo de Ensino Durante a Pandemia da COVID-19. **Revista Interacções**. v. 55, n. 1, p. 58-82, 2020.

RODRIGUES, Lúcio Martins. **Notas de Aula do Curso de Topografia do Dr. Lúcio Rodrigues**. São Paulo: EPUSP, 1923.

ROMERO, Cristhy Willy da Silva *et al.* Comparação entre representações gráficas de modelos digitais de superfície para projetos de Engenharia. **XIX SBSR**. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos (SP): 14-17 abr. 2019.

ROTH, R. E. et al. A Process for Assessing Emergent Web Mapping Technologies. In: **INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE (ICC): From pole to pole, 26th, 2013**. Dresden. Proceedings... Dresden: ICA, 2013. p. 1-15. (#380)

RÜEGER, Jean M. **Electronic Distance Measurement: an introduction**. Berlin: Springer-Verlag, 1990.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?. **Revista Ambiente Construído**. v. 13, n. 2, p. 151-165, 2013.

RUSSEL, T. L. **The no significant difference phenomom: As reported in 355 research reports, summaries, and papers**. North Carolina State University, 1999.

- SAKIMURA, Ritsuo; MARUYAMA, Kyuichi. Development of a New Generation Imaging Total Station System. **Journal of Surveying Engineering**. v. 133, n. 1, p. 14-22, 2007.
- SANTANA, José Carlos Barreto de. Euclides da Cunha e a Escola Politécnica de São Paulo. **Estudos Avançados**. v. 10, n. 26, p. 311-327. São Paulo: 1996
- SANTOS, Ademir Pereira dos; CARLOS, Rosa Matilde Pimpão. Theodoro Sampaio e a primeira base geodésica do Brasil. **Terra Brasilis (Nova Série)**. v. 8, p. 1-11, 2017.
- SANTOS, Paulo Marques dos. O Instituto Astronômico e Geofísico da USP *in* MATSUURA, Oscar T. (organizador). **História da Astronomia no Brasil**. v. 1. Recife: Cepe, 2014.
- SANTOS, Sara Rios Bambirra; SILVA, Maria Aparecida. Os cursos de engenharia no Brasil e as transformações nos processos produtivos: do Século XIX aos primórdios do Século XXI. **Educação em Foco**. v. 11, n. 12, p. 21-35, 2008.
- SANTOS, Ricardo Silva *et al.* Realidade Aumentada no Processo de Ensino-Aprendizagem da Topografia em Projeto da Engenharia Civil. **Ctrl+E 2018: III Congresso sobre Tecnologias na Educação**. Fortaleza (CE): 5-8 jun. 2018.
- SANTOS, Geórgia Maria Ricardo; SILVA, Maria Elaine da; BELMONTE, Bernardo do Rego. COVID-19: ensino remoto emergencial e saúde mental de docentes universitários. **Revista Brasileira de Saúde Materno-Infantil**; v. 21, n. 1, p. 245-251, 2021.
- SARAIVA, Terezinha. Educação a Distância no Brasil: lições da história. **Em Aberto**. v. 16, n. 70, p. 17-27, 1996.
- SÁVIO, Marco Antônio Cornacioni. As Guerras de Minerva: a Revista Politécnica e a construção de uma ideia de ciência em São Paulo, 1904 – 1917. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**. v. 20, supl., p. 1315-1332. Rio de Janeiro: 2013.
- SCHERER, Michael; LERMA, José Luis. From the conventional Total Station to the Prospective Image Assisted Photogrammetric Scanning Total Station: Comprehensive Review. **Journal of Surveying Engineering**. v. 135, n. 4, p. 173-178, 2009.
- SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.
- SEEBER, Günter. **Satellite Geodesy**. ed. 2. Berlin: Walter de Gruyter, 2003.
- SEEMANN, Jörn. Linhas Imaginárias na Cartografia: A Invenção do Primeiro Meridiano. **Geograficidade**. v. 3, p. 31-44, 2013.
- SEIXAS, Carlos Alberto *et al.* Implantação de Sistema de Videoconferência Aplicado a Ambientes de Pesquisa e de Ensino de Enfermagem. **Revista Brasileira de Enfermagem**. v. 57, n. 5, p. 620-624, 2004.
- SHAFFER, D. W. *et al.* Video Games and the Future of Learning. **Phi Delta Kappan**. v. 87, n.2, p. 105-111, 2005.
- SILVA, Cristiano Alves da et al. Avaliação da acurácia do cálculo de volume de pilhas de rejeito utilizando VANT, GNSS e LiDAR. **Boletim de Ciências Geodésicas**. v. 22, n.1, p. 73-94, 2016.
- SILVA, Edna Lúcia da. Rede Científica e a Construção do Conhecimento. **Informação & Sociedade**. v. 12, n.1, 2002.
- SILVA, Irineu. SEGANTINE, Paulo Cesar Lima. **Topografia para Engenharia: teoria e prática de Geomática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

SILVA, Irineu da. El Futuro de la Educación em Geomática para la Ingeniería Civil. **Anais do XVI Concención y Feria Internacional Informática 2016: Conectando Sociedades**. Havana, Cuba: 14-18 mar. 2016.

SILVA, Irineu da. Geomatics Applied to Civil Engineering State of the Art in **GHOSH, Jayanta Kumar; SILVA, Irineu da. Applications of Geomatics in Civil Engineering – Select Proceedings of ICGCE 2018**. Singapore: Springer Nature, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-13-7067-0>

SILVA, Juniele Martins; MENDES, Estevane de Paula Pontes. **Abordagem qualitativa: pesquisa documental, entrevista e observação**. In MARAFON, Glaucio José *et al.* Pesquisa Qualitativa em Geografia: reflexões teórico-conceituais e aplicadas. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2013.

SILVA, Maria Madalena Santos da *et al.* Metodologia de Classificação das Componentes Angulares de Teodolitos e Estações Totais em Laboratório. **Boletim de Ciências Geodésicas**. v. 16, n. 3, p. 403-419, 2010.

SILVA, Hilmar Ferreira da *et al.* Videoconferência, estratégia educacional em tempos de pandemia COVID-19. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 10, p. 1-19, 2021.

SKEMPTON, A. W.; BROWN, J. John and Edward Troughton, mathematical instruments makers. **Notes and Records of the Royal Society of London**. v. 27, n. 2, p. 233-249, 1973.

SMART, Charles E. **The Makers of Surveying Instruments in America Since 1700**. ed. 2. New York: Martino Fine Books, 2005.

SOUSA, Henrique Lima de. Sensoriamento Remoto com VANTs: uma nova possibilidade para aquisição de geoinformações. **Revista Brasileira de Geomática**. v. 5, n. 3, p. 326-342, 2017.

SOUSA, Marcos Timóteo Rodrigues de; ROSAS, Celbo Antonio Fonseca. O Uso do Teodolito Mecânico no Ensino de Topografia: As formas “artesanais” de coleta de dados frente as novas tecnologias de precisão. **Ciência Geográfica**. v. 23, n. 1, p. 309-315, 2019.

SOUZA, Ana Cláudia Ribeiro de. **Escola Politécnica e suas Múltiplas Relações com a cidade de São Paulo 1893-1933**. Tese de Doutorado em História. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo: São Paulo, 2006.

SOUZA, Rodrigo de; CYPRIANO, Elysandra Figueredo. MOOC: uma alternativa contemporânea para o ensino de astronomia. **Ciências da Educação**. v. 22, n. 1, p. 65-80, 2016.

SPURR, Stephen H. George Washington, Surveyor and Ecological Observer. **Ecology**. v. 32, n. 3, p. 544-549, 1951.

STAKE, Robert E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.

SUTERA, Salvatore. The nineteenth century: instruments to observe, the contribution of Italian makers. **Memorie della Società Astronomia Italiana**. v. 61, n. 4, p. 899-904, 1990.

TEIXEIRA, Carla Regina de Souza *et al.* O uso de simulador no ensino de avaliação clínica em enfermagem. **Texto e Contexto Enfermagem**. v. 20, n. especial, p. 187-193, 2011.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **História da Engenharia no Brasil: Século XX**. 2 ed. Clavero, Rio de Janeiro: 1994.

TERRALL, Mary Representing the Earth's Shape: The Polemics Surrounding Maupertuis's Expedition to Lapland. **Isis**. v. 83, no. 2, p. 218-237. Chicago: jun. 1992.

TERRALL, Mary. **The Man Who Flattened the Earth: Maupertuis and the Sciences in the Enlightenment**. Chicago: University of Chicago Press, 2002.

TIBÚRCIO, Bianca Mandarin da Costa. **Instrumentos Científicos, um desafio para os museus: Estudo de caso das comissões de Luiz Cruls ao Planalto Central do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio, 2013.

TORGE, Wolfgang. **Geodesy**. Translation of Geodäsie. 2 ed. Berlin; New York: de Gruyter, 1991.

TORI, Romero. **Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017.

TORI, Romero; HOUNSSEL, Marcelo da Silva; KIRNER, Claudio. Realidade Virtual. In TORI, Romero; HOUNSSEL, Marcelo da Silva (org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. ed. 3. Porto Alegre: Editora SBC, 2020.

TRAVASSOS, Luiz Eduardo Panisset; ARÊDA, Lucas Diniz de; PAULO, Pedro Oliveira. Uso de modelos tridimensionais no ensino da Geografia Física e Paleontologia. **Boletim Alfenense de Geografia**. v. 1, n.2, p. 63-75, 2021.

TRINDER, John C.; FRASER, Clive S. The Case for a Change of Name of a Discipline in the Academic Context. **Australian Surveyor**. v. 39, n. 2, p. 87-91, 1994.

TULER, Marcelo; SARAIVA, Sérgio. **Fundamentos de Geodesia e Cartografia**. Porto Alegre: Bookman, 2016.

USP, Universidade de São Paulo. Baixa o Estatuto da Universidade de São Paulo. Resolução n. 3.461, de 07 de outubro de 1988. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=consolidada-resolucao-no-3461-de-7-de-outubro-de-1988#a45>> Acesso em: 28 de agosto de 2018.

USP, Universidade de São Paulo. Dispõe sobre os colegiados da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Resolução n. 3.512, de 08 de maio de 1989. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-3512-de-08-de-maio-de-1989>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2018.

USP, Universidade de São Paulo. Baixa o Regimento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Resolução n. 4.628, de 04 de janeiro de 1999. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-4628-de-04-de-janeiro-de-1999-2>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2018.

USP, Universidade de São Paulo Dispõe sobre reestruturação departamental da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Resolução n. 4.697, de 03 de setembro de 1999. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-4697-de-03-de-setembro-de-1999>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2018.

USP, Universidade de São Paulo. Dispõe sobre alteração de nome de departamento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Resolução n. 4.966, de 24 de outubro de 2002. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-4966-de-24-de-outubro-de-2002>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2018.

USP, Universidade de São Paulo. Dispõe sobre alteração de dispositivo do Regimento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Resolução n. 5.309, de 23 de março de 2006. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-5309-de-23-de-marco-de-2006>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2018.

USP, Universidade de São Paulo. Altera o Regimento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Resolução n. 5.555, de 17 de junho de 2009. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-5555-de-17-de-junho-de-2009>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2018.

USP, Universidade de São Paulo. Altera dispositivo do Regimento da Escola Politécnica. Resolução n. 5.835, de 12 de abril de 2010. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-5835-de-12-de-abril-de-2010>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2018.

USP, Universidade de São Paulo Altera dispositivo do Regimento da Escola Politécnica. Resolução n. 6.481, de 21 de dezembro de 2012. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-6481-de-21-de-dezembro-de-2012>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2018.

USP, Universidade de São Paulo. **Informações da Disciplina PTR3111 – Geomática I.** Universidade de São Paulo, Júpiter – Sistema de Graduação. 2014. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sldis=PTR3111&codcur=3022&codhab=3000>> Acesso em: 08 fev 2020.

USP, Universidade de São Paulo. **Informações da Disciplina PTR3311 – Geomática II.** Universidade de São Paulo, Júpiter – Sistema de Graduação. 2017. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sldis=PTR3311&codcur=3022&codhab=3000>> Acesso em: 08 fev 2020.

USP, Universidade de São Paulo. **Informações da Disciplina PTR3012 - Projeções Cartográficas para Planejamento e Projeto de Engenharia.** Universidade de São Paulo, Júpiter – Sistema de Graduação. 2016. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sldis=PTR3012&codcur=3022&codhab=3000>> Acesso em: 08 fev 2020.

USP, Universidade de São Paulo. **Informações da Disciplina PTR3511 – Navegação por GNSS.** Universidade de São Paulo, Júpiter – Sistema de Graduação. 2018. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sldis=PTR3511&codcur=3022&codhab=3000>> Acesso em: 08 fev 2020.

USP, Universidade de São Paulo. **Informações da Disciplina PTR3512 – Geoprocessamento Aplicado a Transportes.** Universidade de São Paulo, Júpiter – Sistema de Graduação. 2018. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sldis=PTR3512&codcur=3022&codhab=3000>> Acesso em: 08 fev 2020.

USP, Universidade de São Paulo. **e-aulas: portal de videoaulas da Universidade de São Paulo**. Disponível em: <<https://eaulas.usp.br/portal/how-it-works.action>> Acesso em: 10 mai. 2022.

UREN, John; PRICE, Bill. **Surveying for Engineers**. ed. 5. New York: Palgrave MacMillan, 2010.

UYSAL, M. et al. DEM Generation with UAV Photogrammetry and accuracy analysis in Sahitler Hill. **Measurement**. v. 73, p. 539-543, 2015.

VALENTE, José Armando. Informática na Educação: Conformer ou Transformar a Escola. **Perspectiva**. v. 13, n. 24, p. 41-49, 1995.

VANÍČEK, Petr; KRAKIWSKY, Edward J. **Geodesy: The Concepts**. 2nd edition. North-Holland, Amsterdam: Elsevier. 1986, 697 p. 290-301, 1952.

VANÍČEK, Petr; SJÖBERG, Lars E. Reformulation of Stokes Theory for Higher Than Second-Degree Reference Field and Modification of Integration Kernels. **Journal of Geophysical Research**. v. 96, n. B4, p. 6529-6539, 1991.

VANÍČEK, Petr. **An online tutorial in Geodesy**. New Brunswick: Academic Press of University of New Brunswick, 2001.

VAZ, Jhonnes Alberto et al. Comparação da Cobertura e Acurácia entre os Sistemas GLONASS e GPS Obtidas dos Dados de Observação de uma Estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo. **Revista Brasileira de Monitoramento Contínuo**. v. 65, n. 3, p. 529-539, 2013.

VAZ, Jhonnes Alberto; GILBERTO, Irene Jeanete Lemos. De Engenheiro a Professor: a construção da profissionalidade docente. **Anais do XVIII ENDIPE: Didática e Prática de Ensino no contexto político contemporâneo – cenas da Educação Brasileira**. Campo Grande: UFMT, 2016. Disponível em: <https://www.ufmt.br/endipe2016/downloads/233_10221_37102.pdf> Acesso em: 02 jun. 2020.

VILAÇA, Márcio Luiz Corrêa. Educação a Distância e Tecnologias: conceitos, termos e um pouco de história. **Revista Magistro**. v. 1, n. 2, p. 89-101, 2010.

VILELA, João Paulo; LIMA, Fernando; ZANCANELI, Mariana. Reflexões sobre a simulação ambiental e BIM: uma abordagem pedagógica em Arquitetura e Urbanismo. **SIGRADI 2015**. XIX Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital. Florianópolis (SC): 01 dez. 2015.

VILLAS-BOAS, Valquíria; SAUER, Laurete Zanol. Aprendizagem ativa na educação em Engenharia em tempos de indústria 4.0. In. OLIVEIRA, Vanderli Fava (organizador). **A Engenharia e as Novas DCNs – Oportunidade para formar mais e melhores engenheiros**. São Paulo: LTC, 2019.

VIRACUCHA QUINGA, Edwin Guillermo; SAMY PATRICIO, Manosalvas Granja. Prototipo Caja de Arena de Realidad Aumentada GS-Sandbox. **Revista da Escuela Politécnica Nacional de Ecuador**. v. 47, n. 2, p. 63-68, 2021.

WADLEY, Trevor Lloyd. The Tellurometer system of distance measurement. **Empire Survey Review**. v. 14, n. 106, p. 146-160, 1957.

- WALDROP, Mitchell. The Origins of Personal Computing. **Scientific American**. v. 285, n. 6, p. 84-91, 2001.
- WALLACE, Luke et al. Evaluating Tree Detection and Segmentation Routines on Very High Resolution UAV LiDAR Data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**. v. 52, n. 12, p. 7619-7628, 2014.
- WALKER, Jack A. Geomatics Education at the Oregon Institute of Technology Civil Engineering and Geomatics Department. **Surveying and Land Information Science**. v. 62, n. 1, p. 49-50, 2002.
- WATT, I. B. Testing the Zeiss Th.3 Theodolite, Subtense Bar and Associate Equipment. **Survey Review**. v. 12, n. 128, p. 76-88, 1963.
- WILD-HEERBRUG. **Virtual Archive of Wild Heerbrugg – Distance Meters**. Disponível em: <http://wild-heerbrugg.com/distance_meters.htm#DI5S> Acesso em: 10 dez. 2019.
- WINTER, Heinrich. Who Invented the Compass?. **The Mariner's Mirror**. v. 23, n. 1, p. 95-102, 1937.
- WOLF, Paul R. Surveying and Mapping: history, current status, and future projections. **Journal of Surveying Engineering**. v. 128, n. 3, p. 79-107, 2002.
- ZAMPIERI, Maria Teresa; JAVARONI, Sueli Liberatti. A Constituição de Ambientes Colaborativos de Aprendizagem em Ações de Formação Continuada: abordagem experimental com GeoGebra. **Bolema**. v. 32, n. 61, p. 375-397, 2018.
- ZANGENEHNEJAD, Farzaneh; GAO, Yang. GNSS smartphones positioning: advances, challenges, opportunities, and future perspectives. **Satellite Navigation**. v. 24, n. 2, p. 1-23, 2021.
- ZIMMERMAN, Edward G. Angle Measurement—Transits and Theodolites *in* BRINKER, R.C.; MINNICK, R. (eds.). **The Surveying Handbook**. Boston: Springer, 1987.
- ZIMMERMAN, Jonathan. **Coronavirus and the Great Online-Learning Experiment**. Chronicle of Higher Education, 2020. Disponível em: <<https://www.chronicle.com/article/Coronavirusthe-Great/248216>>. Acesso em 17 ago. 2020.
- ZUMACH, Fernando Cassoli; GUIRARDELLO, Reginaldo. Aplicação do método da continuação homotópica na plataforma EMSO. **Brazilian Journal of Development**. v. 5, n. 4, 2019.

Anexo I

Questionário aplicado a Docentes de Geomática para o curso de Engenharia Civil da EPUSP.

O Ensino Remoto de Geomática: Provisório ou Possibilidade na Escola Politécnica de São Paulo

Esse questionário é exclusivo para docentes de Geomática da Escola Politécnica da USP

Esse questionário tem finalidade de coleta de dados para pesquisa de Doutorado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo com objetivo de compreender como evoluções tecnológicas e científicas promoveram rupturas e mudanças no Ensino de Geomática.

A pandemia COVID-19 oportunizou uma migração emergencial do ensino para a modalidade remota, sendo este um provável momento de ruptura e impulsionador de mudança.

A sua resposta a este questionário é importante para a pesquisa possibilitando a compreensão da visão dos docentes da área sobre sua possível vivência de ensino remoto durante a pandemia, bem como sua visão sobre a possibilidade para o ensino remoto de Geomática no pós-pandemia.

A pesquisa segue a política de não divulgação dos dados primários, bem como visa preservar a identidade e integridade dos respondentes.

O tempo estimado para responder este questionário é de 10 minutos

***Obrigatório**

1. Endereço de e-mail *

Ensino
Remoto
Emergencial
de
Geomática

Esta seção tem como objetivo compreender se houve ensino remoto de Geomática durante a pandemia e como este pode ser um ponto de ruptura para que esta modalidade possa ser mais utilizada pós-pandemia.

Considerando a Pandemia COVID 19, quais recursos e ferramentas tecnológicas de Educação você UTILIZAVA, UTILIZA e PRETENDE UTILIZAR em suas aulas?

Abaixo serão listados diversos recursos e ferramentas tecnológicas de Educação. Você pode selecionar uma ou mais opções para cada recurso/ferramenta

2. Ambiente Virtual de Aprendizagem (Moodle, Canvas, Blackboard, Google Classroom, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

3. Aplicativos de Vídeo Chamada (Google Meet, Zoom, Microsoft Teams, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

4. Apresentação de Slides (Microsoft Power Point, Prezi, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

5. Vídeo (Youtube, arquivo de vídeos, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

6. Áudio (podcasts, arquivos de áudio, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

7. Apostilas em formato Digital e E-books *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

8. Games Educacionais (Kahoot, Socrative, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

9. Questionário online (Google Forms, Survey Monkey, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

10. Se você utilizava, está utilizando ou pretende utilizar OUTRO recurso/ferramenta tecnológica de EDUCAÇÃO, descreva aqui.

**Ensino Remoto
Emergencial de
Geomática**

Esta seção tem como objetivo compreender como os instrumentos e recursos tecnológicos específicos da Geomática podem ser trabalhados no ensino remoto da área.

11. Quais INSTRUMENTOS de Geomática você utilizava para aulas de levantamento de campo ANTES da Pandemia COVID-19? *

Marque todas que se aplicam.

- Teodolito Eletrônico
- Estação Total
- Nível Automático (Analogico)
- Nível Digital
- Trena Eletrônica
- Laser Scanner
- Receptor GNSS de navegação
- Receptor/Antena GNSS Geodésico
- VANT (drone)

Outro: _____

Considerando a Pandemia COVID 19, quais RECURSOS TECNOLÓGICOS e SOFTWARES de Geomática você UTILIZAVA, UTILIZA e PRETENDE UTILIZAR em suas aulas?

Abaixo serão listados diversos recursos e ferramentas tecnológicas de Educação. Você pode selecionar uma ou mais opções para cada recurso/ferramenta

12. Software de Desenho Assistido por Computador (AutoCAD e outros) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

13. Software de Processamento de dados de Levantamentos Topográficos (TopoGRAPH, DataGeosis, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

14. Software de pós processamento GNSS (RTKLib, EZSurv, Bernese, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

15. Serviço de processamento GNSS online (IBGE PPP, outros) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

16. Software ou recurso de processamento ou visualização de Modelos Digitais de Terreno *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

17. Software de planilha de cálculos (Microsoft Excel, LibreOffice Calc, outros) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

18. Software científico de matemática (MatLab, SciLab, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

19. Software de BIM - Modelagem da Informação da Construção (REVIT, ArchiCAD, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

20. Aplicativo em smartphone de receptor GNSS de navegação (GPSTest, outros) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

21. Software ou aplicativo de simulação de instrumentos *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

22. Simuladores e/ou dispositivos de realidade virtual e/ou realidade aumentada *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

23. Aplicativos e/ou softwares de posicionamento e navegação (Google Maps, Waze, Open Street Map, Google Earth, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

24. Serviços online de cálculo de transformação de coordenadas (Calculadora INPE, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

25. Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

26. Software ou serviço online de Modelo Geoidal (EGM, MAPGEO) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

27. Se você utilizava, está utilizando ou pretende utilizar OUTRO recurso/ferramenta tecnológica de GEOMÁTICA, descreva aqui.

Ensino
Remoto de
Geomática

Esta seção tem como objetivo compreender se o ensino remoto emergencial durante a Pandemia COVID-19 pode ser um ponto de ruptura e impulsionador de mudança para o desenvolvimento do ensino remoto de Geomática

28. A vivência do Ensino Remoto Emergencial durante a Pandemia COVID-19 mudou sua opinião sobre o ensino remoto? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

29. Você acredita ser possível um ensino remoto de Geomática com QUALIDADE IGUAL ou SUPERIOR a do ensino presencial? *

Marcar apenas uma oval.

- SIM, acredito que seja possível MELHORAR a qualidade através do ensino TOTALMENTE remoto.
- SIM, acredito que seja possível IGUALAR a qualidade através do ensino TOTALMENTE remoto.
- SIM, acredito que seja possível MELHORAR a qualidade através do ensino PARCIALMENTE remoto (híbrido).
- SIM, acredito que seja possível IGUALAR a qualidade através do ensino PARCIALMENTE remoto (híbrido).
- NÃO acredito que seja possível.
- Não conheço o suficiente para opinar

30. Pensando na possibilidade de um modelo de ensino remoto de Geomática, você acredita que as aulas práticas de levantamento de campo: *

Marcar apenas uma oval.

- Só são possíveis de serem realizados na presença do professor
- Os estudantes poderão realizar sem supervisão presencial do docente, apenas após terem acesso a material sobre o método de levantamento.
- Os estudantes poderão realizar sem supervisão presencial do docente, apenas após terem acesso a material e atingirem um desempenho mínimo em uma avaliação sobre o método de levantamento.
- Os estudantes poderão realizar sem supervisão presencial do docente, com autonomia para decidirem o momento do curso em que realizará a atividade prática
- Pode ser substituído por vídeos e ferramentas de simulação e/ou realidade virtual e aumentada
- Outro: _____

Ensino Remoto de Geomática na POLI uma realidade possível?

Esta seção tem como objetivo aprofundar o conhecimento sobre a visão dos docentes de Geomática da POLI sobre a possibilidade do Ensino Remoto na Escola.

31. Durante a Pandemia COVID-19 você continuou realizando as mesmas aulas e utilizando as mesmas estratégias de ensino que está habituado a trabalhar no ensino presencial ou buscou incorporar novas estratégias para o ensino remoto? Se incorporou novas estratégias, descreva quais.

32. Durante o ensino emergencial remoto na Pandemia COVID-19, o desempenho e o aprendizado dos estudantes, comparado com as turmas anteriores que cursaram Geomática na modalidade presencial:

Marcar apenas uma oval.

- Em geral foi o mesmo, com casos pontuais de dificuldades técnicas que ocasionaram perda no desempenho do estudante
- Impulsionou um índice maior de abandono da disciplina, no entanto, a turma que continuou na disciplina teve o mesmo desempenho
- Foi melhor
- Foi um pouco pior
- Foi muito pior
- Outro: _____

33. Houve mudança na forma de avaliação durante o ensino remoto emergencial? Se sim, descreva como essa adaptação foi realizada.

34. Na sua opinião, existem potencialidades para o desenvolvimento do ensino remoto de Geomática na POLI? Se sim, quais?

35. Na sua opinião, existem dificuldades para o desenvolvimento do ensino remoto de Geomática na POLI? Se sim, quais?

36. Pensando na possibilidade futura do ensino remoto de Geomática, como você gostaria que este fosse desenvolvido na Escola Politécnica da USP?

Fim do Questionário
sobre Ensino Remoto de
Geomática

Obrigado por responder a este questionário, sua resposta é muito importante para o desenvolvimento da pesquisa.

Caso queira entrar em contato para conhecer ou contribuir mais com a pesquisa, entre em contato através do e-mail jhannes.vaz@usp.br

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Anexo II

Questionário aplicado a Docentes de Geomática para curso de Engenharia Civil.

O Ensino Remoto de Geomática: Provisório ou Possibilidade?

*Obrigatório

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Convidamos o(a) senhor(a) para participar como voluntário da pesquisa Ensino Remoto de Geomática: Provisório ou Possibilidade? que está sob a responsabilidade do pesquisador Jhonnes Alberto Vaz, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, localizado na Av. Prof. Luciano Gualberto, 380 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-010, podendo ser contatado através do e-mail jhonnes.vaz@usp.br

O(a) senhor(a) estará livre para decidir participar ou não como voluntário(a) da pesquisa. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema. Não participar é um direito seu, bem como retirar o consentimento a qualquer momento, sem perdas ou penalidade.

DESCRIÇÃO E ESCLARECIMENTO DA PESQUISA: Esse questionário tem finalidade de coleta de dados para pesquisa de Doutorado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo com objetivo de compreender como evoluções tecnológicas e científicas promoveram rupturas e mudanças no Ensino de Geomática. A pandemia COVID-19 oportunizou uma migração emergencial do ensino para a modalidade remota, sendo este um provável momento de ruptura e impulsionador de mudança, e o objetivo deste questionário é verificar a percepção dos docentes de Geomática (Topografia e Geodésia), para cursos de Engenharia Civil, sobre a experiência do Ensino Remoto Emergencial durante a pandemia COVID-19 e perspectivas futuras para o ensino da área e sua relação com o Ensino Remoto.

RISCOS: Apreciando o ser humano como indivíduo social, apropriado de valores, culturas, crenças e emoções, podem haver riscos relacionados a possíveis constrangimentos ou desconfortos ao responder o questionário. Buscou-se minimizar esses riscos (i) as perguntas foram feitas de forma clara e objetiva; (ii) algumas perguntas tem o campo aberto onde os participantes podem responder como quiserem e da forma que interessar e se sentir a vontade; (iii) algumas perguntas não são obrigatórias de serem respondidas; (iv) não é obrigatória a identificação do respondente ao participar da pesquisa, ficando a identificação associada única e exclusivamente ao interesse do participante de receber os resultados da pesquisa quando esta estiver finalizada; (v) por fim o participante tem o direito de parar de responder e deixar o questionário a qualquer momento, bastando fechar o navegador (ou aba) correspondente a este formulário, sem nenhum prejuízo ao respondente e sem ter as suas respostas armazenadas. Para evitar que algumas respostas sejam perdidas, além do armazenamento das respostas no ambiente original do google formulários, estas serão armazenadas também em formato PDF na nuvem e em HD externo do pesquisador com acesso aos dados primários restrito ao pesquisador e seu orientador e co-orientador de Doutorado na Escola Politécnica da USP.

BENEFÍCIOS AO PARTICIPANTE VOLUNTÁRIO: Não há benefícios diretos aos respondentes do questionário, e também não há nenhuma forma de remuneração para participação da pesquisa, tampouco haverá custos para os participantes voluntários. Há benefícios indiretos de participar da pesquisa e fomentar a discussão acerca de tema atual e de possível interesse da comunidade docente e demais interessados no Ensino de Geomática, na formação em Engenharia e Ensino Remoto em geral.

Esclarecemos que os participantes voluntários dessa pesquisa tem plena liberdade em recusar a participar do estudo e responder o questionário e que essa decisão não acarretará em nenhum tipo de punição ou penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos e publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários e ficando assegurado o sigilo sobre sua participação.

1. O tempo estimado para a resposta deste questionário é de 7 minutos. O(a) senhor(a) aceita participar desta pesquisa? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

Perfil do
Respondente

Essa primeira seção têm como objetivo compreender o perfil dos respondentes do questionário

2. Qual a Instituição de Ensino Superior você leciona Geomática (Topografia e Geodésia)? *

3. Você leciona Geomática (Topografia e Geodésia) para Engenharia Civil? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Já lecionei, mas atualmente não.

4. Assinale outros cursos de graduação para os quais leciona Geomática (Topografia e Geodésia).

Marque todas que se aplicam.

- Engenharia de Agrimensura e Cartográfica
 Engenharia Ambiental e Sanitária
 Engenharia Florestal
 Engenharia de Minas
 Agronomia
 Arquitetura e Urbanismo
 Geologia

Outro: _____

5. Quantos anos você possui de experiência na docência no Ensino Superior? *

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 5 anos
- 5 a 10 anos
- 10 a 20 anos
- 20 a 30 anos
- Mais de 30 anos

6. Sexo *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
- Feminino

7. Titulação (Formação) *

Marcar apenas uma oval.

- Graduação
- Mestrado
- Doutorado

8. Caso deseje receber os resultados da pesquisa, deixe seu e-mail aqui.

Ensino
Remoto
Emergencial
de
Geomática

Esta seção tem como objetivo compreender se houve ensino remoto de Geomática durante a pandemia e como este pode ser um ponto de ruptura para que esta modalidade possa ser mais utilizada pós-pandemia.

9. DURANTE a Pandemia COVID 19 as aulas de Geomática (Topografia e Geodesia) para Engenharia Civil em sua Instituição de Ensino Superior: *

Marcar apenas uma oval.

- Migraram imediatamente para aulas remotas
- Foram suspensas temporariamente e posteriormente voltaram de forma remota
- Foram suspensas / não ocorreram.
- Outro: _____

10. Quanto ao SINCRONISMO das aulas remotas durante a Pandemia COVID 19. As aulas de Geomática (Topografia e Geodesia) para Engenharia Civil em sua Instituição de Ensino Superior: *

Marcar apenas uma oval.

- Ocorreram apenas com aulas/atividades SÍNCRONAS
- Ocorreram apenas com aulas/atividades ASSÍNCRONAS
- Ocorreram com aulas/atividades SÍNCRONAS e ASSÍNCRONAS
- NÃO ocorreram.
- Outro: _____

Considerando a Pandemia COVID 19, quais recursos e ferramentas tecnológicas de Educação você UTILIZAVA, UTILIZA e PRETENDE UTILIZAR em suas aulas?

Abaixo serão listados diversos recursos e ferramentas tecnológicas de Educação. Você pode selecionar uma ou mais opções para cada recurso/ferramenta

11. Ambiente Virtual de Aprendizagem (Moodle, Canvas, Blackboard, Google Classroom, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

12. Aplicativos de Vídeo Chamada (Google Meet, Zoom, Microsoft Teams, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

13. Apresentação de Slides (Microsoft Power Point, Prezi, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

14. Vídeo (Youtube, arquivo de vídeos, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

15. Áudio (podcasts, arquivos de áudio, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

16. Apostilas em formato Digital e E-books *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

17. Games Educacionais (Kahoot, Socrative, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

18. Questionário online (Google Forms, Survey Monkey, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

19. Se você utilizava, está utilizando ou pretende utilizar OUTRO recurso/ferramenta tecnológica de EDUCAÇÃO, descreva aqui.

Ensino Remoto
Emergencial de
Geomática

Esta seção tem como objetivo compreender como os instrumentos e recursos tecnológicos específicos da Geomática podem ser trabalhados no ensino remoto da área.

20. Quais INSTRUMENTOS de Geomática você utilizava para aulas de levantamento de campo ANTES da Pandemia COVID-19? *

Marque todas que se aplicam.

- Teodolito Eletrônico
- Estação Total
- Nível Automático (Analogico)
- Nível Digital
- Trena Eletrônica
- Laser Scanner
- Receptor GNSS de navegação
- Receptor/Antena GNSS Geodésico
- VANT (drone)
- Não eram utilizados instrumentos de Geomática

Outro: _____

- Considerando a Pandemia COVID 19, quais RECURSOS TECNOLÓGICOS e SOFTWARES de Geomática você UTILIZAVA, UTILIZA e PRETENDE UTILIZAR em suas aulas?

Abaixo serão listados diversos recursos e ferramentas tecnológicas de Educação. Você pode selecionar uma ou mais opções para cada recurso/ferramenta

21. Software de Desenho Assistido por Computador (AutoCAD e outros) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

22. Software de Processamento de dados de Levantamentos Topográficos (TopoEVN, TopoGRAPH, DataGeosis, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

23. Software de pós processamento GNSS (RTKLib, EZSurv, Bernese, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

24. Serviço de processamento GNSS online (IBGE PPP, outros) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

25. Software ou recurso de processamento ou visualização de Modelos Digitais de Terreno *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

26. Software de planilha de cálculos (Microsoft Excel, LibreOffice Calc, outros) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
 Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
 Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
 NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

27. Software científico de matemática (MatLab, SciLab, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

28. Software de BIM - Modelagem da Informação da Construção (REVIT, ArchiCAD, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

29. Aplicativo em smartphone de receptor GNSS de navegação (GPSTest, outros) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

30. Software ou aplicativo de simulação de instrumentos *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

31. Simuladores e/ou dispositivos de realidade virtual e/ou realidade aumentada *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

32. Aplicativos e/ou softwares de posicionamento e navegação (Google Maps, Waze, Open Street Map, Google Earth, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

33. Serviços online de cálculo de transformação de coordenadas (Calculadora INPE, etc.) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

34. Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

35. Software ou serviço online de Modelo Geoidal (EGM, MAPGEO) *

Marque todas que se aplicam.

- UTILIZAVA ANTES da Pandemia COVID-19
- Estou UTILIZANDO DURANTE a Pandemia COVID-19
- Pretendo UTILIZAR APÓS a Pandemia COVID-19
- NÃO utilizo e NÃO PRETENDO utilizar

36. Se você utilizava, está utilizando ou pretende utilizar OUTRO recurso/ferramenta tecnológica de GEOMÁTICA, descreva aqui.

Ensino
Remoto de
Geomática

Esta seção tem como objetivo compreender se o ensino remoto emergencial durante a Pandemia COVID-19 pode ser um ponto de ruptura e impulsionador de mudança para o desenvolvimento do ensino remoto de Geomática

37. A vivência do Ensino Remoto Emergencial durante a Pandemia COVID-19 mudou sua opinião sobre essa modalidade de ensino? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

38. Você acredita ser possível um ensino remoto de Geomática com QUALIDADE IGUAL ou SUPERIOR a do ensino presencial? *

Marcar apenas uma oval.

- SIM, acredito que seja possível MELHORAR a qualidade através do ensino TOTALMENTE remoto.
- SIM, acredito que seja possível IGUALAR a qualidade através do ensino TOTALMENTE remoto.
- SIM, acredito que seja possível MELHORAR a qualidade através do ensino PARCIALMENTE remoto (híbrido).
- SIM, acredito que seja possível IGUALAR a qualidade através do ensino PARCIALMENTE remoto (híbrido).
- NÃO acredito que seja possível.
- Não conheço o suficiente para opinar

39. Pensando na possibilidade de um modelo de ensino remoto de Geomática, você acredita que as aulas práticas de levantamento de campo podem ser realizadas: *

Marcar apenas uma oval.

- Somente COM supervisão presencial do professor
- SEM supervisão presencial do professor: apenas após terem acesso a um conteúdo específico
- SEM supervisão presencial do professor: apenas após terem acesso a um conteúdo E atingir um desempenho mínimo em uma avaliação específica
- SEM supervisão presencial do docente: os estudantes tem autonomia para decidirem o momento do curso em que realizará a atividade prática
- Pode ser substituída por vídeos e ferramentas de simulação e/ou realidade virtual
- Não conheço o suficiente para opinar
- Outro: _____

40. Na sua opinião, existem potencialidades para o desenvolvimento do ensino remoto de Geomática? Se sim, quais?

41. Na sua opinião, existem dificuldades para o desenvolvimento do ensino remoto de Geomática? Se sim, quais?

Fim do Questionário
sobre Ensino Remoto de
Geomática

Obrigado por responder a este questionário, sua resposta é muito importante para o desenvolvimento da pesquisa.

Caso queira entrar em contato para conhecer ou contribuir mais com a pesquisa, entre em contato através do e-mail jhannes.vaz@usp.br

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Anexo III

Questionário aplicado aos discentes ingressantes em Engenharia Civil na EPUSP no ano de 2020.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Convidamos o(a) senhor(a) para participar como voluntário da pesquisa, respondendo ao "Questionário sobre o Ensino Remoto de Geomática na POLI" que está sob a responsabilidade do pesquisador Jhonnes Alberto Vaz, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, localizado na Av. Prof. Luciano Gualberto, 380 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-010, podendo ser contatado através do e-mail jhonnes.vaz@usp.br

O(a) senhor(a) estará livre para decidir participar ou não como voluntário(a) da pesquisa. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema. Não participar é um direito seu, bem como retirar o consentimento a qualquer momento, sem perdas ou penalidade.

DESCRIÇÃO E ESCLARECIMENTO DA PESQUISA: Esse questionário tem finalidade de coleta de dados para pesquisa de Doutorado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo com objetivo de compreender como evoluções tecnológicas e científicas promoveram rupturas e mudanças no Ensino de Geomática. A pandemia COVID-19 oportunizou uma migração emergencial do ensino para a modalidade remota, sendo este um provável momento de ruptura e impulsionador de mudança, e o objetivo deste questionário é verificar a percepção dos estudantes de Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP acerca das possibilidades e dificuldades para a aprendizagem da Geomática (Topografia e Geodésia) em ambiente virtual, diante da experiência com o Ensino Remoto Emergencial durante a pandemia COVID-19 e perspectivas futuras para o ensino da área e sua relação com o Ensino Remoto.

RISCOS: Apreciando o ser humano como indivíduo social, apropriado de valores, culturas, crenças e emoções, podem haver riscos relacionados a possíveis constrangimentos ou desconfortos ao responder o questionário. Buscou-se minimizar esses riscos (i) as perguntas foram feitas de forma clara e objetiva; (ii) algumas perguntas tem o campo aberto onde os participantes podem responder como quiserem e da forma que interessar e se sentir a vontade; (iii) algumas perguntas não são obrigatórias de serem respondidas; (iv) não é obrigatória a identificação do respondente ao participar da pesquisa, ficando a identificação associada única e exclusivamente ao interesse do participante de receber os resultados da pesquisa quando esta estiver finalizada; (v) por fim o participante tem o direito de parar de responder e deixar o questionário a qualquer momento, bastando fechar o navegador (ou aba) correspondente a este formulário, sem nenhum prejuízo ao respondente e sem ter as suas respostas armazenadas. Para evitar que algumas respostas sejam perdidas, além do armazenamento das respostas no ambiente original do google formulários, estas serão armazenadas também em formato PDF na nuvem e em HD externo do pesquisador com acesso aos dados primários restrito ao pesquisador e seu orientador e co-orientador de Doutorado na Escola Politécnica da USP.

BENEFÍCIOS AO PARTICIPANTE VOLUNTÁRIO: Não há benefícios diretos aos respondentes do questionário, e também não há nenhuma forma de remuneração para participação da pesquisa, tampouco haverá custos para os participantes voluntários. Há benefícios indiretos de participar da pesquisa e fomentar a discussão acerca de tema atual e de possível interesse da comunidade docente e demais interessados no Ensino de Geomática, na formação em Engenharia e Ensino Remoto em geral.

Esclarecemos que os participantes voluntários dessa pesquisa tem plena liberdade em recusar a participar do estudo e responder o questionário e que essa decisão não acarretará em nenhum tipo de punição ou penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos e publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários e ficando assegurado o sigilo sobre sua participação.

O tempo estimado para a resposta deste questionário é de 5 minutos. O(a) *
senhor(a) aceita participar desta pesquisa?

Sim

Não

Perfil do Respondente

Essa seção tem como objetivo compreender o perfil dos respondentes do questionário

Você ingressou na Escola Politécnica em 2020? *

- Sim
- Não

Sexo *

- Masculino
- Feminino

Idade *

- Menor de 18 anos
- Entre 18 e 20 anos
- Entre 20 e 25 anos
- Acima de 25 anos

Curso *

- Engenharia Civil
- Outro: _____

Você cursou Geomática I no primeiro semestre de 2020? *

- Sim, cursei no primeiro semestre de 2020.
- Não, cursei em outro semestre.
- Não cursei Geomática

Você foi aprovado em Geomática I?

- Sim
- Não

Você reside com:

- Pais (pai e mãe, apenas pais, apenas mãe)
- Avós
- Parentes
- Amigos
- Sozinho
- Outro: _____

Acessibilidade ao Ensino Remoto

Essa seção tem como objetivo compreender a acessibilidade ao Ensino Remoto dos respondentes do questionário

As perguntas a seguir estão referidas ao período do Ensino Remoto Emergencial no ano de 2020 devido a pandemia COVID-19

O seu acesso às aulas síncronas (via google meet ou zoom) eram realizadas utilizando: (pode escolher mais de uma opção) *

- Computador (Desktop)
- Notebook (Laptop)
- Tablet
- Celular (Smartphone)
- Outro: _____

O seu acesso ao material disponibilizado pelos professores e ao edisciplinas eram realizados utilizando: (pode escolher mais de uma opção) *

- Computador (Desktop)
- Notebook (Laptop)
- Tablet
- Celular (Smartphone)
- Outro: _____

Seu acesso à internet foi realizado majoritariamente via: *

- internet de banda larga doméstica por wi-fi
- pacote de dados de telefonia móvel (4G, 3G, etc.)
- Outro: _____

Em uma nota de 1 a 5, como você classifica a qualidade da rede de acesso a internet que você utilizou regularmente? *

- 1 2 3 4 5
- Baixíssima Qualidade (Muitas dificuldades operacionais) Altíssima Qualidade (nenhuma dificuldade operacional)

O computador que você utilizou era de uso: *

- Exclusivo
- Compartilhado com mais uma pessoa
- Compartilhado com outras 2 ou mais pessoas
- Não tenho computador

Quanto ao uso de softwares específicos: *

- Não tive dificuldade, pois todos eram softwares livres ou com acesso disponibilizados pela Universidades
- Tive dificuldades operacionais, pois meu computador não suportou o funcionamento de alguns softwares
- Tive dificuldades de acessibilidade, pois tiveram softwares que exigiam a compra de uma licença
- Não tenho computador
- Outro: _____

O espaço físico no qual você predominantemente assistia às aulas e executava as tarefas e estudos era: *

- Com mobiliário específico e ergonômico para estudos e de uso exclusivo
- Com mobiliário específico e ergonômico para estudos e de uso compartilhado
- Com mobiliário adaptado para estudos e de uso exclusivo
- Com mobiliário adaptado para estudos e de uso compartilhado
- Com mobiliário inadequado e de uso exclusivo
- Com mobiliário inadequado e de uso compartilhado
- Outro: _____

Em uma nota de 1 a 5, qual o nível de dificuldade que você encontrou para se adaptar e acompanhar as aulas remotas?

- 1 2 3 4 5
- Nenhuma dificuldade Muita dificuldade

Ensino Remoto de Geomática I

Essa seção tem como objetivo compreender a opinião dos respondentes do questionário sobre o ensino remoto de Geomática I

Em uma escala de 1 a 5, quanto você julga que o ensino remoto pode ter gerado dificuldades para o seu aprendizado em Geomática I? *

- 1 2 3 4 5
- Nenhuma Dificuldade Muita Dificuldade

Caso não tivesse acontecido a pandemia, e o ensino de Geomática I tivesse acontecido de forma presencial, você acredita que sua aprendizagem: *

- Seria a mesma
- Seria melhor
- Seria pior

Caso não tivesse acontecido a pandemia, e o ensino de Geomática I tivesse acontecido de forma presencial, você acredita que seu desempenho: *

- Seria o mesmo
- Seria melhor
- Seria pior

Você acredita que algumas ferramentas e práticas do Ensino Remoto podem potencializar e serem utilizadas no Ensino Presencial? *

- Sim
- Não

No que diz respeito às aulas práticas e de levantamento de campo, em uma escala de 1 a 5, quanto você julga que elas podem ter feito falta para o seu aprendizado? *

1 2 3 4 5

Não fez falta, sem prejuízos à aprendizagem

Fez muita falta, dificultando muito a aprendizagem

Na sua opinião, quais as dificuldades para a aprendizagem da Geomática I no Ensino Remoto?

Sua resposta _____

Na sua opinião, quais as potencialidades para a aprendizagem da Geomática I no Ensino Remoto?

Sua resposta _____

Comentários Livres (Fique à vontade para tecer comentários acerca deste tema que não tenham sido contemplados no questionário ou que queira aprofundar na explicação).

Sua resposta _____

Anexo IV

Questionário aplicado aos discentes veteranos em Engenharia Civil na EPUSP no ano de 2021.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Convidamos o(a) senhor(a) para participar como voluntário da pesquisa, respondendo ao "Questionário sobre o Ensino Remoto de Geomática na POLI" que está sob a responsabilidade do pesquisador Jhonnes Alberto Vaz, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, localizado na Av. Prof. Luclano Gualberto, 380 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-010, podendo ser contatado através do e-mail jhonnes.vaz@usp.br

O(a) senhor(a) estará livre para decidir participar ou não como voluntário(a) da pesquisa. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema. Não participar é um direito seu, bem como retirar o consentimento a qualquer momento, sem perdas ou penalidade.

DESCRIÇÃO E ESCLARECIMENTO DA PESQUISA: Esse questionário tem finalidade de coleta de dados para pesquisa de Doutorado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo com objetivo de compreender como evoluções tecnológicas e científicas promoveram rupturas e mudanças no Ensino de Geomática. A pandemia COVID-19 oportunizou uma migração emergencial do ensino para a modalidade remota, sendo este um provável momento de ruptura e impulsionador de mudança, e o objetivo deste questionário é verificar a percepção dos estudantes de Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP acerca das possibilidades e dificuldades para a aprendizagem de Geomática (Topografia e Geodésia) em ambiente virtual, diante da experiência com o Ensino Remoto Emergencial durante a pandemia COVID-19 e perspectivas futuras para o ensino da área e sua relação com o Ensino Remoto.

RISCOS: Apreciando o ser humano como indivíduo social, apropriado de valores, culturas, crenças e emoções, podem haver riscos relacionados a possíveis constrangimentos ou desconfortos ao responder o questionário. Buscou-se minimizar esses riscos (i) as perguntas foram feitas de forma clara e objetiva; (ii) algumas perguntas tem o campo aberto onde os participantes podem responder como quiserem e da forma que interessar e se sentir a vontade; (iii) algumas perguntas não são obrigatórias de serem respondidas; (iv) não é obrigatória a identificação do respondente ao participar da pesquisa, ficando a identificação associada única e exclusivamente ao interesse do participante de receber os resultados da pesquisa quando esta estiver finalizada; (v) por fim o participante tem o direito de parar de responder e deixar o questionário a qualquer momento, bastando fechar o navegador (ou aba) correspondente a este formulário, sem nenhum prejuízo ao respondente e sem ter as suas respostas armazenadas. Para evitar que algumas respostas sejam perdidas, além do armazenamento das respostas no ambiente original do google formulários, estas serão armazenadas também em formato PDF na nuvem e em HD externo do pesquisador com acesso aos dados primários restrito ao pesquisador e seu orientador e co-orientador de Doutorado na Escola Politécnica da USP.

BENEFÍCIOS AO PARTICIPANTE VOLUNTÁRIO: Não há benefícios diretos aos respondentes do questionário, e também não há nenhuma forma de remuneração para participação da pesquisa, tampouco haverá custos para os participantes voluntários. Há benefícios indiretos de participar da pesquisa e fomentar a discussão acerca de tema atual e de possível interesse da comunidade docente e demais interessados no Ensino de Geomática, na formação em Engenharia e Ensino Remoto em geral.

Esclarecemos que os participantes voluntários dessa pesquisa tem plena liberdade em recusar a participar do estudo e responder o questionário e que essa decisão não acarretará em nenhum tipo de punição ou penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos e publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários e ficando assegurado o sigilo sobre sua participação.

Perfil do Respondente

Essa seção tem como objetivo compreender o perfil dos respondentes do questionário

Você ingressou na Escola Politécnica em: *

- 2019
- 2018
- 2017
- 2016
- 2015 ou antes

Sexo *

- Masculino
- Feminino

Idade *

- Entre 18 e 20 anos
- Entre 20 e 25 anos
- Acima de 25 anos

Curso *

- Engenharia Civil
- Outro: _____

Você cursou Geomática I em qual ano? *

- 2020
- 2019
- 2018
- 2017
- 2016
- 2015 ou antes

Você foi aprovado em Geomática I?

- Sim
- Não

Você reside com:

- Pais (pai e mãe, apenas pais, apenas mãe)
- Avós
- Parentes
- Amigos
- Sozinho
- Outro: _____

Acessibilidade ao Ensino Remoto

Essa seção tem como objetivo compreender a acessibilidade ao Ensino Remoto dos respondentes do questionário

As perguntas a seguir estão referidas ao período do Ensino Remoto Emergencial no ano de 2020 devido a pandemia COVID-19

O seu acesso às aulas síncronas (via google meet ou zoom) eram realizadas utilizando: (pode escolher mais de uma opção) *

- Computador (Desktop)
- Notebook (Laptop)
- Tablet
- Celular (Smartphone)
- Outro: _____

O seu acesso ao material disponibilizado pelos professores e ao disciplinas eram realizados utilizando: (pode escolher mais de uma opção) *

- Computador (Desktop)
- Notebook (Laptop)
- Tablet
- Celular (Smartphone)
- Outro: _____

Seu acesso à internet foi realizado majoritariamente via: *

- internet de banda larga doméstica por wi-fi
- pacote de dados de telefonia móvel (4G, 3G, etc.)
- Outro: _____

Em uma nota de 1 a 5, como você classifica a qualidade da rede de acesso a internet que você utilizou regularmente? *

- 1 2 3 4 5
- Baixíssima Qualidade (Muitas dificuldades operacionais) Altíssima Qualidade (nenhuma dificuldade operacional)

O computador que você utilizou era de uso: *

- Exclusivo
- Compartilhado com mais uma pessoa
- Compartilhado com outras 2 ou mais pessoas
- Não tenho computador

Quanto ao uso de softwares específicos: *

- Não tive dificuldade, pois todos eram softwares livres ou com acesso disponibilizados pela Universidades
- Tive dificuldades operacionais, pois meu computador não suportou o funcionamento de alguns softwares
- Tive dificuldades de acessibilidade, pois tiveram softwares que exigiam a compra de uma licença
- Não tenho computador
- Outro: _____

O espaço físico no qual você predominantemente assistia às aulas e executava * as tarefas e estudos era:

- Com mobiliário específico e ergonômico para estudos e de uso exclusivo
- Com mobiliário específico e ergonômico para estudos e de uso compartilhado
- Com mobiliário adaptado para estudos e de uso exclusivo
- Com mobiliário adaptado para estudos e de uso compartilhado
- Com mobiliário inadequado e de uso exclusivo
- Com mobiliário inadequado e de uso compartilhado
- Outro: _____

Em uma nota de 1 a 5, qual o nível de dificuldade que você encontrou para se adaptar e acompanhar as aulas remotas?

- 1 2 3 4 5
- Nenhuma dificuldade Muita dificuldade

Ensino Remoto de Geomática I

Essa seção tem como objetivo compreender a opinião dos respondentes do questionário sobre o ensino remoto de Geomática I

Em uma escala de 1 a 5, quanto você julga que o ensino remoto pode ter gerado dificuldades para aprendizado daqueles que cursaram Geomática I de forma remota? *

1 2 3 4 5

Nenhuma Dificuldade Muita Dificuldade

Você acredita que algumas ferramentas e práticas do Ensino Remoto podem potencializar e serem utilizadas no Ensino Presencial? *

- Sim
- Não

No que diz respeito às aulas práticas e de levantamento de campo de Geomática, em uma escala de 1 a 5, quanto você julga que elas podem fazer falta para o aprendizado e andamento do curso? *

1 2 3 4 5

Não fez falta, sem prejuízos à aprendizagem Fez muita falta, dificultando muito a aprendizagem

Em uma escala de 1 a 5, você julga quão importante a disciplina Geomática I foi para a sua formação como Engenheiro Civil? *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Considerando sua experiência como estudante do ensino presencial da POLI somada a experiência do Ensino Remoto Emergencial (ERE) na POLI. Quais ações do ERE você gostaria que permanecessem e fossem consolidadas para o Ensino Presencial na POLI?

Sua resposta

Especificamente para a disciplina de Geomática I. Quais ações/ferramentas do Ensino Remoto você acredita que poderiam potencializar o Ensino Presencial da Geomática na POLI?

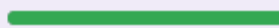
Sua resposta

Comentários Livres (Fique à vontade para tecer comentários acerca deste tema que não tenham sido contemplados no questionário ou que queira aprofundar na explicação).

Sua resposta

[Voltar](#)

[Enviar](#)



Página 4 de 4

[Limpar formulário](#)

Anexo V

Quadro das principais evoluções científicas, metodológicas e tecnológicas na área da Topografia do final do Século XIX ao início do Século XXI.

Época	País	Evento
Final do Século XVI	Reino Unido	Thomas Digges publica um estudo de um instrumento, que na época batizou de <i>theodolitus</i> , que foi a base para o surgimento de vários equipamentos óptico-mecânicos.
1609	Itália	Invenção do telescópio por Galileu Galilei. Teve por base o estudo publicado por Thomas Digges.
Início do Século XVII	Reino Unido	Edmund Gunter, clérigo britânico, desenvolveu a corrente de Gunter (<i>Gunter's chain</i>), instrumento que permitia medir distâncias. Durante algum tempo a corrente (<i>chain</i>) foi uma unidade de medida linear. Também desenvolveu uma variante de equipamento existentes, o quadrante e a escala de Gunter.
Início do Século XVII	França	Pierre Vernier aperfeiçoou o nônio, criado anteriormente pelo português Pedro Nunes, resultando no instrumento batizado com seu sobrenome. O vernier, assim como o nônio, é um dispositivo que permite a leitura frações lineares e angulares, aumentando a precisão das leituras da época.
Século XVII	França	Melchisedech Thevenot inventou o nível de bolha tubular (<i>level vial</i>), que consiste em um tubo de vidro preenchido com fluído de maneira a criar uma bolha. A bolha tubular passou a permitir a realização do nivelamento de equipamentos com maior precisão
1657	Países Baixos	Christiaan Huygens inventou o relógio de pêndulo, instrumento que permitia maior precisão na determinação da hora, além de medição da aceleração da gravidade.
1670	França	O padre e astrônomo Jean-Félix Picard realizou a primeira medição do raio da Terra da era moderna, sendo a primeira atualização deste valor 19 séculos depois da determinação de Eratóstenes. Criou para isso a primeira rede de triangulação.
1687	Reino Unido	Sir Isaac Newton formulou a lei da gravitação universal e com ela a defesa de que a forma da Terra era um elipsoide achatado nos polos devido

		ao movimento de rotação da Terra em torno do seu próprio eixo.
Início do Século XVIII	Reino Unido	Jonathan Sisson desenvolveu o nível Y (<i>Wye level</i>), com precisão de aproximadamente 1 polegada em 1 milha. Também desenvolveu teodolitos, com base no trabalho de Thomas Digges. Os teodolitos de Sisson incorporavam o dispositivo vernier e tinham precisão de 5 minutos de arco. Esse britânico, fabricante de instrumentos, também desenvolveu quadrantes, telescópios e escalas lineares.
1735 a 1743	França	A Academia Francesa de Ciências organizou duas expedições de para realização de observações em levantamentos de campo medindo dois arcos de meridiano, um em uma região próxima ao Equador liderado por La Condamine e outra próxima ao polo liderado por Maupertuis, confirmando a teoria de Isaac Newton sobre o achatamento dos polos e a forma elipsoidal da Terra.
1773	Reino Unido	Jesse Ramsden inventou a máquina de divisão de círculos mecânicos (<i>mechanical circle-dividing machine</i>). Sua invenção, em conjunto com outros aparelhos e dispositivos criados anteriormente, permitiu a criação do instrumento Teodolito como se conhece atualmente
Final do Século XVIII	Europa	Aumento das medições geodésicas e com objetivo de medição do tamanho e da forma da Terra e determinação de coordenadas e azimutes de pontos. Os levantamentos eram realizados através de redes de triangulação. Este aumento foi impulsionado pelo advento dos teodolitos e dos fios e fitas de medição de distância.
Final do Século XVIII	França	Expedições francesas criaram a unidade de medida linear metro a partir da medição equivalente a um décimo de milionésimo da distância entre o Polo Norte e a linha do Equador
Início do Século XIX	E.U.A.	William J. Young desenvolveu e aprimorou o trânsito, variante do teodolito.
1810	Brasil	Criação da Academia Real Militar. Primeira Escola de formação de Engenheiros Geógrafos Militares do Brasil.
1819	Suíça	Fundação da Companhia Kern & Co. levando o nome de seu fundador Jakob Kern.

1826	Reino Unido	Fundação da Empresa empresa Troughton & Simms, importante fabricante de instrumentos ópticos.
1835 – 1849	Brasil	Período de existência do Gabinete Topográfico de São Paulo. Primeira escola a conceder cartas de engenheiros construtores de estrada na província.
1845	E.U.A.	Fundação da W & L E Gurley, Troy NY. Importante fabricante de instrumentos ópticos do Século XIX. O Nível de Gurley foi muito utilizado em expedições de campo no final do Século XIX e início do Século XX.
1846	Alemanha	Fundação da empresa Carl Zeiss.
1849	França	Aimé Laussedat foi pioneiro no uso de fotografias terrestres para compilar cartas topográficas
1858 e 1862	França	Laussedat realiza os primeiros experimentos aerofotogramétricos primeiro utilizando pipas como plataforma e posteriormente balões.
1864	Itália	Fundação da Filotecnica Salmoiraghi em Milão. Importante fabricante de instrumentos ópticos do final do Século XIX e início do Século XX.
1864	E.U.A.	O uso de fitas para medir distância advém da época do Império Romano. No entanto em 1864 foi concedida ao <i>designer</i> (alfaiate) William H. Bangs a patente por desenvolver a fita de bolso (<i>pocket tape</i>). Foi a partir do final do Século XIX que <i>surveyors</i> e <i>designers</i> buscaram novos materiais e técnicas para confeccionar melhores fitas e trenas.
Segunda metade do Século XIX	Alemanha	Otto Kersten e Albrecht Meydenbauer publicaram pela primeira vez um artigo com o termo fotogrametria.
Segunda metade do Século XIX	Mundo	Utilização de balões cativos não tripulados para diversos fins. Pode ser considerado o surgimento dos primeiros protótipos de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT).
Segunda metade do Século XIX	Brasil	Antônio Francisco de Paula Souza participa de diversos projetos de engenharia ferroviária em São Paulo e no Brasil. O trabalho de Paula Souza trouxe ganho de agilidade à execução de projetos realizando levantamentos topográficos com o taqueômetro Cleps.
1886	Brasil	Fundação da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo (CGG). Início da realização de levantamentos com operações de triangulação em território nacional.

1889	E.U.A.	O físico croata, erradicado nos E.U.A., Nikola Tesla sugeriu o uso de ondas de rádio refletida para a medição de distância.
1890	Brasil	Criada a Comissão da Carta Geral, posteriormente chamada de Serviço Geográfico do Exército. Atualmente é intitulada Diretoria do Serviço Geográfico (DSG).
1893	Brasil	Criação da Escola Politécnica de São Paulo
1895	Brasil	Antônio Francisco de Paula Souza publica o livro “Elementos de Taqueometria: Cleps, descrição e uso prático deste instrumento” (SOUZA, 1895).
1896	França	Charles Edouard Guillaume iniciou o desenvolvimento do Invar, liga metálica a base de Níquel (Ni) e Ferro (Fe) com baixo coeficiente de dilatação térmica. Recebeu posteriormente, em 1920, o premio Nobel de Física por sua descoberta.
Século XX		
Início do Século XX	Mundo	Desenvolvimento e aprimoramento de VANTs para imageamento e mapeamento para uso militar.
1914 – 1918	Mundo	I Guerra Mundial
1915	E.U.A.	A <i>U.S. Coast & Geodetic Survey</i> inicia os estudos e produção de miras estadimétricas (<i>leveling rods</i>) a base de Invar.
Década de 1920	Mundo	Após a aplicação da Aerofotogrametria durante a I Guerra Mundial para fins de mapeamento e reconhecimento territorial, diversas empresas de aerofotogrametria foram criadas. Durante a década de 1920 começaram a ser realizados diversos serviços de aerofotogrametria para mapeamento cadastral em diversos lugares do mundo.
1921	Suíça	Fundação da Companhia Wild Heerbrugg.
1923	E.U.A.	Primeira patente reconhecida para uso do eletromagnetismo na medição de distâncias
1925	Suíça	Desenvolvimento do Teodolito Wild T-3.
1926	Brasil	Criação da Diretoria de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo, que 8 anos depois se transformou no Departamento de Estradas de Rodagem (DER-SP). Essa criação ocorreu a partir de um embrião de um departamento desta área criado em 1920 dentro da Secretaria de Agricultura do Estado.
1934	Brasil	Fundação da Universidade de São Paulo (USP)

1934	Brasil	Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Primeiramente chamado de Instituto Nacional de Estatística, em 1938 incorporou o Conselho Brasileiro de Geografia e passou a ter o nome atual.
1936	U.R.S.S.	Desenvolvimento de instrumento eletro-óptico para medição de distâncias no Instituto Óptico da U.R.S.S.
Década de 1940	E.U.A.	Desenvolvimento do Shoran (<i>Short Range Navigation</i>) e do Hiran (<i>High Range Navigation</i>). Sistemas precursores do GPS no uso de ondas de rádio para determinação de distância.
1941	Brasil	Fundação da DF Vasconcellos, importante empresa brasileira de instrumentação óptica. Fabricou teodolitos com ampla utilização no Brasil.
1943	Suécia	O físico Erik Östen Bergstrand desenvolveu o primeiro “Geodímetro” (<i>Geodimeter – Geodetic Distance Meter</i>), que em 1950 passou a ser produzido e comercializado pela companhia sueca AGA com o nome <i>Geodimeter NASM-1</i> e <i>NASM-2</i> , permitindo que grandes distâncias pudessem ser medidas também a noite.
1951	Mundo	Durante a Assembléia Geral da União Internacional de Geofísica e Geodesia (IUGG) recomendou-se o uso da projeção utilizada em larga escala pelo Serviço de Cartografia do Exército Americano (<i>US Army Map Service</i>). Esta é a projeção conforme de Gauss-Krüger modificada, renomeada para Universal Transversa de Mercator (UTM).
1954	África do Sul	O engenheiro eletricista sul-africano Trevor Lloyd Wadley desenvolveu o primeiro distanciômetro por ondas de rádio seguindo o princípio de medição da fase da onda. Posteriormente, em 1957, esse equipamento foi batizado de Telurômetro (<i>tellurometer</i>).
1956	Brasil	O Serviço Geográfico do Exército passou a utilizar a projeção UTM no mapeamento sistemático brasileiro.
1957	Rússia (na época URSS)	Lançamento do satélite artificial Sputnik 1. Marca a conquista do espaço pelo homem e o início da era espacial.
1958	E.U.A.	Surgimento do termo Modelo Digital de Terreno (MDT – em inglês <i>DTM – Digital Terrain Model</i>) nos estudos publicados pelo professor Charles L.

		Miller do <i>Massachusetts Institute of Technology</i> (MIT).
1958	Brasil	Fundação da Sociedade Brasileira de Cartografia (SBC).
1960	E.U.A.	O Físico Theodore Maiman descobriu o laser (acrônimo em inglês para “Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação”).
Década de 1960	Mundo	Surgimento das primeiras tecnologias de escaneamento (varredura) tridimensional baseada no uso de luzes, câmeras e projetores.
1962	Brasil	Acontece em Salvador, Bahia, o I Congresso Brasileiro de Cartografia.
1965	Brasil	Criação do primeiro curso civil de graduação em Cartografia na antiga Universidade Estadual da Guanabara (UEG), atual Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Posteriormente este foi transformado no primeiro curso civil de Engenharia Cartográfica do Brasil.
1967	Brasil	Estabelecimento da Comissão de Cartografia (COCAR). Em 2003 passou a se chamar Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR).
1969	E.U.A.	Willard S. Boyle e George E. Smith desenvolveram o sensor imageador conhecido como dispositivo de carga acoplada (CCD) (<i>charge-coupled device</i>), base para o Sensoriamento Remoto.
1970	Alemanha	Lançamento da Zeiss Reg ELTA 14, considerada a primeira Estação Total da história.
1970	Brasil	Primeiro Número da Revista Brasileira de Cartografia (RBC) publicado pela SBC. O Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, fixa atribuições profissionais dos Engenheiros Cartógrafos – Resolução 197, de 16 de outubro de 1970.
Década de 1970	E.U.A.	Início do desenvolvimento do programa NAVSTAR-GPS (<i>Navigation System with Timing and Ranging – Global Positioning System</i>) popularmente conhecido por GPS.
Década de 1970	Brasil	Surgimento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade de São Paulo (PPGET), do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná (PPGCG – UFPR) e Programa de Pós-Graduação no INPE.

		Criação dos cursos de Engenharia Cartográfica da Universidade Estadual Paulista (UNESP) no Campus de Presidente Prudente, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e da Universidade Federal do Paraná (UFPR).
1971	Brasil	Criação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
1972	E.U.A.	Lançamento da primeira calculadora eletrônica portátil da Hawlett Packard: a HP-35. Essa é considerada uma das primeiras calculadoras científicas do mundo.
1972	Brasil	Chegada das calculadoras eletrônicas de quatro operações ao Brasil.
1973	E.U.A.	Surgimento da telefonia móvel.
1977	Brasil	O SAD-69 (<i>South American Datum 1969</i>) foi adotado como o Sistema Geodésico de Referência oficial brasileiro.
1982	E.U.A.	Lançamento do <i>Software</i> de desenho assistido por computador Autodesk AutoCAD. Surgimento da pilha de protocolos (TCP/IP <i>Internet Protocol Suite</i>) que padronizou o conceito de uma rede mundial de redes totalmente interligados, o que permitiu a criação e expansão da internet.
1983	E.U.A.	Desenvolvimento dos primeiros níveis a laser.
1984	E.U.A.	Surgimento dos primeiros receptores GPS comerciais. Lançamento do Sistema de Referência Geodésico geocêntrico WGS-84 (<i>World Geodetic System 1984</i>).
1985	E.U.A.	Surgimento dos primeiros sensores de varredura 3D (<i>scanners</i>) a utilizar a tecnologia do laser.
1986	Mundo	As estações totais começam a se tornar mais acessíveis, sendo lançadas por diversas empresas fabricantes de equipamentos de medição e começaram a ser empregadas em maior escala em levantamentos topográficos e geodésicos.
1989	E.U.A.	A Empresa Magellan lança o NAV 1000, considerado primeiro dispositivo de navegação por satélites portátil (gps de mão – <i>hand-held device</i>).

1990	Suíça	<p>Criação da Companhia Leica Geosystems a partir da fusão de diversas companhias, dentre elas a Wild Heerbrugg e Kern & Co.</p> <p>A Leica Geosystems lança o nível NA2000, primeiro nível digital comercial. Este utiliza um sensor CCD para realizar as leituras em uma mira com código barras.</p>
1990	E.U.A.	Surgimento do primeiro equipamento (navegador) capaz de rastrear simultaneamente sinais dos sistemas GPS e GLONASS. Pode ser considerado o primeiro receptor multi sistemas GNSS (<i>Global Navigation Satellite Systems</i>).
1992	Brasil	<p>IBGE inicia a implantação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC).</p> <p>IBGE, em parceria com a EPUSP lança o Modelo de Ondulação Geoidal do Brasil MAPGEO92</p>
1994	E.U.A.	<p>O sistema GPS se tornou totalmente operacional com 24 satélites.</p> <p>Surgimento do IGS (<i>International GNSS Service</i>). O IGS disponibiliza produtos e dados sobre os sistemas GNSS com acesso aberto.</p>
1995	Brasil	A empresa Alezi Teodolini criou o <i>software</i> DataGeosis para processamento de dados topográficos.
1996	Brasil	IBGE inicia a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC).
1998	E.U.A.	Lançamento do <i>software</i> de processamento de dados topográficos “TopoGRAPH TG 98”.
1999	E.U.A.	Lançamento do pacote “Keyhole EarthViewer”, que era comercializado em CD e foi a origem do <i>software</i> Google Earth.
2000	E.U.A.	Desativação da Disponibilidade Seletiva (SA – <i>Selective Availability</i>) do sistema GPS. Isso permitiu a expansão e popularização do uso civil do sistema norte americano de posicionamento e navegação por satélite.
Século XXI		
Século XXI	Mundo	As Estações Totais passaram a receber cada vez mais tecnologia embarcada a caminho da robotização e automação de processos e integração de mais sensores e equipamentos como Estações

		Totais dotadas de antena e receptor GNSS e câmeras fotográficas.
		Empresas de tecnologia de antenas e receptores GPS começam a desenvolver dispositivos cada vez menores e mais baratos, com diversas finalidades de aplicação, devido a desativação da SA.
		Desenvolvimento e ampliação do uso da tecnologia LiDAR (<i>Light Detection and Ranging</i>) terrestre e aerotransportada.
2001	E.U.A.	Ataque Terrorista às torres gêmeas. A partir desse ano o investimento em pesquisa e desenvolvimento de VANT aumentou consideravelmente nos E.U.A.
2002	Europa	A Agência Espacial Europeia lançou o projeto do sistema de posicionamento e navegação por satélites GALILEO. Primeiro sistema GNSS desenvolvido e controlado pela comunidade civil.
2004	E.U.A.	Google adquire o “Keyhole EarthViewer” e lança no ano seguinte o <i>software</i> Google Earth.
2004	Reino Unido	Steve Coast fundou a “OpenStreetMap”, serviço de mapas na internet baseado em código aberto.
2004	Brasil	Nova versão do Modelo de Ondulação Geoidal do Brasil é lançada (MAPGEO2004) pelo IBGE em parceria com a EPUSP.
2005	E.U.A.	O Google lança o serviço Google Maps.
2005	Europa	Lançamento do Satélite GIOVE-A, primeiro satélite do sistema GALILEO. Esse satélite foi utilizado apenas com finalidade da realização de testes do sistema. O primeiro satélite operacional foi GALILEO foi lançado em 2011.
2005	Bélgica	A empresa Metris lançou o Laser-radar MV224 que é um dos pioneiros dentre os equipamentos <i>laser scanners</i> terrestre comerciais.
2005	Canadá	A empresa Creiform lançou 3D Handyscan um instrumento de varredura tridimensional a laser de mão (<i>handheld 3d laser scanner</i>).
2005	Brasil	Através da resolução nº 1, de 25 de fevereiro de 2005, o IBGE alterou Sistema de Referência do Sistema Geodésico Brasileiro para o SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).
2007	Mundo	Assinatura de um memorando de cooperação internacional entre os sistemas GPS e GLONASS.
2007	E.U.A.	A empresa Google lança o serviço Streetview que disponibiliza imagens panorâmicas de 360° na horizontal e 290° na vertical de diversos locais do mundo. Essas imagens panorâmicas são adquiridas através de um levantamento cinemático com a

		integração de câmeras a outros sensores como GNSS e varredura a laser embarcados em veículos automotivos.
2008	Brasil	Foi instituída a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) através do Decreto nº 6.666 de 27 de novembro de 2008.
		O INPE lançou em 2008 o TOPODATA (Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil) com resolução espacial do MDE de 30 metros. Os dados disponibilizados no TOPODATA são resultados de processamentos dos dados do SRTM.
2009	Suíça, Canadá e Alemanha	A empresa Leica Geosystems lança o HDS6100, a empresa Topcon lança o GLS-1500 e a Zoller&Fröhlich lança o Imager 5006i, <i>lasers scanners</i> terrestres que apresentam diversos avanços tecnológicos que permitem coletar um volume maior de dados em um intervalo de tempo menor.
2009	Brasil	O IBGE disponibiliza o serviço de processamento <i>online</i> de posicionamento por ponto preciso (IBGE-PPP) de dados GNSS. No mesmo ano o IBGE também lançou o serviço RBMC-IP. Este serviço passou a permitir que usuários utilizassem os dados da RBMC em tempo real para fazerem uso das técnicas de posicionamento RTK (<i>Real Time Kinematic</i>) e DPGS (GPS diferencial).
2010	E.U.A.	A empresa norte americana FARO lança o FARO 3D <i>laser scanner</i> terrestre com características de portabilidade (dimensões e peso) e com custo mais baixo que os demais modelos de outras empresas.
2010	Brasil	IBGE, em parceria com a EPUSP, lança nova versão do Modelo de Ondulação Geoidal do Brasil (MAPGEO 2010).
Década de 2010	Mundo	Desenvolvimento das Estações Totais robotizadas cada vez mais automatizadas, integradas a controladoras de mão e aos <i>smartphones</i> , com cada vez mais sensores e dispositivos integrados ao equipamento. Desenvolvimento e consolidação do mercado de antenas e receptores GNSS. O mercado dos VANTs e sensores de varredura a laser terrestres e aerotransportados começa a se desenvolver e aumentar a popularidade.
2012	Rússia	O sistema GLONASS se tornou totalmente operacional.

2013	E.U.A.	A empresa Bentley adquire o <i>software</i> “TopoGRAPH TG 98” que passou a se chamar Bentley Topograph.
2015	E.U.A.	ESRI lança o ArcGIS Pro 1.0.
2015	Brasil	Lançamento do MAPGEO2015 mantendo a parceria entre IBGE e EPUSP no desenvolvimento do Modelo de Ondulação Geoidal do Brasil.
2018	Suíça	A empresa Leica lança o <i>laser scanner</i> terrestre BLK360 que além de ser um equipamento de varredura tridimensional a laser mais leve e menor, conta com diversos outros sensores embarcados e comunicação com <i>smartphones</i> , sendo apresentado como um instrumento projetado para uso na construção civil e com integração mais fácil e direta com <i>softwares</i> CAD e BIM.
2020	Mundo	Pandemia COVID-19

Anexo VI

Quadro das evoluções e mudanças nos regimentos e títulos concedidos (cursos) que contém disciplina(s) de Topografia e afins em seu currículo na EPUSP.

Ano	Regimento	Anos Preparatórios	Anos de Curso	Total de Anos	Títulos Concedidos
1893	1°		5	5	Engenheiro Civil
			3	3	Engenheiro Agrônomo
			2	2	Agrimensor
1894	2°	3	3	6	Engenheiro Civil
		1	4	5	Engenheiro Agrônomo
		3	3	6	Engenheiro Arquiteto
		2	0	2	Agrimensor
		3	0	3	Engenheiro Geógrafo
1897	3°	3	3	6	Engenheiro Civil
		3	3	6	Engenheiro Arquiteto
		1	4	5	Engenheiro Agrônomo
		1	1	2	Agrimensor
1901	4°	3	3	6	Engenheiro Civil
		3	3	6	Engenheiro Arquiteto
		1	4	5	Engenheiro Agrônomo
		1	1	2	Agrimensor
1911	5°	3	3	6	Engenheiro Civil
		3	3	6	Engenheiro Arquiteto
		3	0	3	Agrimensor
1918	6°	3	3	6	Engenheiro Civil
		3	3	6	Engenheiro Arquiteto
		3	0	3	Agrimensor
1925	7°	3	3	6	Engenheiro Civil
		3	3	6	Engenheiro Arquiteto
		3	0	3	Agrimensor
1931	8°	0	5	5	Engenheiro Civil
		0	5	5	Engenheiro Arquiteto

		0	3	3	Agrimensor
1935	9°	0	5	5	Engenheiro Civil
		0	5	5	Engenheiro Arquiteto
		0	3	3	Agrimensor
1940	10°	0	5	5	Engenheiro Civil
		0	5	5	Engenheiro Arquiteto
		0	6	6	Eng. De Minas e Metalúrgico
		0	3	3	Agrimensor
1965	11°	0	5	5	Engenheiro Civil
		0	5	5	Engenheiro de Minas
1972	12°	0	5	5	Engenheiro Civil
		0	5	5	Engenheiro de Minas
1984	13°	0	5	5	Engenheiro Civil
		0	5	5	Engenheiro de Minas
		0	6	6	Habilitação em Engenharia Sanitária ³⁰
1989	14°	0	5	5	Engenharia Civil
		0	5	5	Engenharia de Minas e Metalurgia
1999	15°				Engenharia Ambiental
		0	5	5	Engenharia Civil
		0	5	5	Engenharia de Minas
		0	5	5	Engenharia de Petróleo

Fonte: Adaptado de (LOSCHIAVO DOS SANTOS, 1985), (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1989) e (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1999)

³⁰ De acordo com o Anuário da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo de 1984 (EPUSP, 1984), no dia 15 de dezembro de 1982 a Congregação da Escola Politécnica resolveu criar a habilitação em Engenharia Sanitária. O Conselho Universitário em 22 de novembro de 1983, aprovou a habilitação em Engenharia Sanitária, sendo necessário para a obtenção do título da habilitação cursar um 11º semestre de disciplinas específicas, sendo a estrutura curricular comum a Engenharia Civil até o 10º semestre.

Anexo VII

Quadro de componentes curriculares da área da Topografia e sua inserção nos currículos de Engenharia Civil da EPUSP.

	Componente Curricular	Semestre/ano	Regi- mento	Observações
1	Topografia e Elementos de Física Matemática	2º ano	1º (1893)	II Cadeira do 2º Ano do Curso Geral (1893)
2	Trigonometria Esférica e Elementos de Astronomia e Geodesia	3º ano	1º (1893)	I Cadeira do 3º Ano do Curso Geral (1893)
3	Topografia. Elementos de Geodesia e de Astronomia	3º ano	2º (1894)	II Cadeira do 2º Ano do Curso Geral (1894-1896)
4	Desenho Topográfico e de elementos de Arquitetura	3º ano	2º (1894)	Aula do 2º Ano do Curso Geral (1897-1901)
5	Topografia. Elementos de Geodesia e de Astronomia	3º ano	3º (1897)	II Cadeira do 2º Ano do Curso Geral (1897-1901)
6	Desenho Topográfico e de elementos de Arquitetura	3º ano	3º (1897)	Aula do 2º Ano do Curso Geral (1897-1901)
7	Topografia, Redacção de Projetos e Terraplenagem	2º ano	4º (1901)	III Cadeira do 1º Ano do Curso Geral (1902-1907)
8	Desenho Geométrico e Topográfico	2º ano	4º (1901)	Aula do 1º Ano do Curso Geral (1902-1907)
9	Trigonometria Esférica - Elementos de Astronomia - Elementos de Geodesia	3º ano	4º (1901)	II Cadeira do 2º Ano do Curso Geral (1902-1907)
10	Desenho Arquitetônico e Cartográfico	3º ano	4º (1901)	Aula do 2º Ano do Curso Geral (1902-1907)
11	Topografia (métodos e instrumentos). Medição e Legislação de terras	2º ano	4º (1901)	III Cadeira do 1º Ano do Curso Geral (1908-1910)
12	Desenho Topográfico	2º ano	4º (1901)	2ª Aula do 1º Ano do Curso Geral (1908-1910)

13	Astronomia e Geodesia	3º ano	4º (1901)	II Cadeira do 2º Ano do Curso Geral (1908- 1910)
14	Desenho Cartográfico	3º ano	4º (1901)	2ª Aula do 2º Ano do Curso Geral (1908- 1910)
15	Prática de Instrumentos Geodésicos; Determinação de Coordenadas Geográficas; Construção de Plantas	3º ano	4º (1901)	Prática do 2º Ano do Curso Geral (1908- 1910)
16	Topografia (métodos e instrumentos). Medição e Legislação de terras	2º ano	5º (1911)	III Cadeira do 1º Ano do Curso Geral (1911- 1917)
17	Desenho Topográfico	2º ano	5º (1911)	2ª Aula do 1º Ano do Curso Geral (1911- 1917)
18	Astronomia e Geodesia	3º ano	5º (1911)	II Cadeira do 2º Ano do Curso Geral (1911- 1917)
19	Desenho Cartográfico	3º ano	5º (1911)	2ª Aula do 2º Ano do Curso Geral (1911- 1917)
20	Prática de Instrumentos Geodésicos; Determinação de Coordenadas Geográficas; Construção de Plantas	3º ano	5º (1911)	Prática do 2º Ano do Curso Geral (1911- 1917)
21	Topografia (métodos e instrumentos). Medição e Legislação de terras	2º ano	6º (1918)	IV Cadeira do 1º Ano do Curso Geral (1918- 1924)
22	Desenho Topográfico	2º ano	6º (1918)	Aula do 1º Ano do Curso Geral (1918- 1924)
23	Astronomia e Geodesia	3º ano	6º (1918)	Cadeira do 2º Ano do Curso Geral (1918- 1924)
24	Astronomia, Geodesia e Topografia	3º ano	7º (1925)	II Cadeira do 2º Ano do Curso Geral (1925- 1930)

25	Desenho Topográfico e Cartográfico	3º ano	7º (1925)	Aula do 2º Ano do Curso Geral (1925-1930)
26	Topografia, Medição e Legislação de Terras	1º ano	8º (1931)	IV Cadeira do 1º Ano do Biênio Inicial do Curso de Engenharia (1931-1934)
27	Desenho Topográfico	1º ano	8º (1931)	Aula do 1º Ano do Biênio Inicial do Curso de Engenharia (1931-1934)
28	Geodesia Elementar, Astronomia de Campo	2º ano	8º (1931)	III Cadeira do 2º Ano do Biênio Inicial do Curso de Engenharia (1931-1934)
29	Desenho Topográfico e Cartográfico	2º ano	8º (1931)	Aula do 2º Ano do Biênio Inicial do Curso de Engenharia (1931-1934)
30	Topografia	1º ano	9º (1935)	IV Cadeira do 1º Ano do Biênio Inicial do Curso de Engenharia (1935-1939)
31	Geodesia Elementar, Astronomia de Campo	2º ano	9º (1935)	III Cadeira do 2º Ano do Biênio Inicial do Curso de Engenharia (1935-1939)
32	Desenho Topográfico e Cartográfico	2º ano	9º (1935)	Aula do 2º Ano do Biênio Inicial do Curso de Engenharia (1935-1939)
33	Topografia	1º ano	10º (1940)	V Cadeira do 1º Ano do Biênio Inicial do Curso de Engenharia (1940-1964)
34	Geodesia Elementar, Astronomia de Campo	2º ano	10º (1940)	V Cadeira do 2º Ano do Biênio Inicial do Curso de Engenharia (1940-1964)
35	Desenho Topográfico e Cartográfico	2º ano	10º (1940)	Aula do 2º Ano do Biênio Inicial do Curso

				de Engenharia (1940-1964)
36	Topografia I	3º semestre	11º (1965)	Componente Curricular do Curso de Engenharia Civil (1965-1971)
37	Topografia II	4º semestre	11º (1965)	Componente Curricular do Curso de Engenharia Civil (1965-1971)
38	Topografia I	3º semestre	12º (1972)	Componente Curricular do Curso de Engenharia Civil (1972-1983)
39	Topografia II	4º semestre	12º (1972)	Componente Curricular do Curso de Engenharia Civil (1972-1983)
40	Topografia I	3º semestre	13º (1984)	Componente Curricular do Curso de Engenharia Civil (1984-1989)
41	Topografia II	4º semestre	13º (1984)	Componente Curricular do Curso de Engenharia Civil (1984-1988)
42	Topografia Básica	3º semestre	14º (1989)	(1989-1999)
43	Técnicas Topográficas e Cartográficas	4º semestre	14º (1989)	(1989-1999)
44	Informações Espaciais I	3º semestre	15º (1999)	(2000-2014)
45	Informações Espaciais II	4º semestre	15º (1999)	(2000-2014)
46	Geomática I	1º semestre	15º (1999)	(2015-atualmente)
47	Geomática II	5º semestre	15º (1999)	(2015-atualmente)

Fonte: Autoria Própria

Anexo VIII

Quadro dos Temas e conteúdo que compõem o eixo estruturante do Ensino de Topografia na EPUSP.

Nº	Tema	Conteúdo
I	Conceitos Básicos de Topografia e Geodésia	Definições, a influência da curvatura da Terra nas medições, breve histórico da Topografia e Geodesia, bem como da evolução do conhecimento da forma da Terra, divisão da topografia, escala, grandezas e unidades de medida e conceitos matemáticos utilizados em Topografia;
II	Teoria dos Erros	Ênfase em exatidão e precisão dos instrumentos e considerações sobre a escolha dos mesmos.
III	Superfícies de Referências e Sistemas de Coordenadas	Estudo das superfícies planas, esféricas e elipsoidais; coordenadas cartesianas e polares; plano topográfico local e normas técnicas
IV	Planimetria	conceitos, métodos de levantamento planimétrico (atualmente poligonais e irradiação) e instrumentos (medidores de ângulos e distâncias)
V	Altimetria	Conceitos, métodos de levantamento altimétrico (nivelamento) e instrumentos (níveis). Representação do Relevo.
VI	Trabalho de Campo	Aulas, exercícios e trabalhos práticos visando apresentar o funcionamento e operação dos instrumentos e técnicas de levantamento de campo. Preenchimento de caderneta de campo.
VII	Cálculo e Processamento de Dados	Aprofundamento nos cálculos dos métodos de levantamento planimétricos e altimétricos trabalhados, bem como o processamento dos dados obtidos nos levantamentos de campo. Normas Técnicas
VIII	Desenho Topográfico	Teoria e Prática da representação gráfica de plantas topográficas seguindo padrões e normas técnicas.
IX	Locação Topográfica	Conceito e técnicas de locação de obras; descrição metodológica dos cálculos e medições em campo do processo de locação topográfica. Normas Técnicas
X	Implantação de Projetos	Estudo e Traçado de Vias; Demais aplicações da Topografia em Implantações de Projetos

XI	Terraplenagem, Avaliação de Áreas e Cálculo de Volumes	Métodos de cálculo de área com foco na fórmula de Gauss; Projeto de movimentação de terra (terraplenagem) com traçado de plataformas planas e inclinadas; Cálculo de volumes a partir de curvas de nível e em projetos de terraplenagem.
XII	Levantamento Cadastral	Conceitos, aspectos técnicos e legais do Cadastro Técnico e Multifinalitário.
XIII	Sistemas de Projeções Cartográficas e Cartas	Definições, conceitos e características das Projeções Cartográficas; Sistema UTM; Bases Cartográficas
XIV	Geodésia	Conceitos básicos sobre os referências utilizados em geodésia, os problemas geodésicos relacionados a altitude e modelos geoidais, o Sistema Geodésico Brasileiro e transformação de coordenadas.
XV	Astronomia ³¹	Conceitos de astronomia de posição, sistemas de coordenadas e métodos de posicionamento através de observações astronômicas
XVI	Posicionamento por Satélites	Conceitos; Sistemas GNSS; erros e métodos de posicionamento; aplicações em Engenharia.
XVII	Aerofotogrametria e Sensoriamento Remoto ³²	
XIX	SIG e Geoprocessamento ³³	

Fonte: Autoria Própria

³¹ Tema não tratado atualmente.

³² Este tema foi sendo acrescentado ao longo do tempo conforme o desenvolvimento desta área. Primeiramente foi abordado na disciplina de Topografia, atualmente é abordado em Geomática II.

³³ SIG e Geoprocessamento foram sendo incorporados no ensino da área e diante da sua evolução logo passaram a ser trabalhado em disciplinas específicas, sendo atualmente tema da disciplina Geomática II.

Anexo IX

Quadro das principais mudanças e evoluções no conteúdo dos componentes curriculares de Topografia por temas do eixo estruturante do Ensino de Topografia na EPUSP.

Nº	Tema	Principais Mudanças
I	Conceitos Básicos de Topografia e Geodésia	<ul style="list-style-type: none">• Aparece com a mesma estrutura desde a década de 1890;• Estudo da Forma da Terra e sua evolução passou a ser fortemente impactada pelos avanços propiciados pelas medições de satélites artificiais a partir da década de 1960;• Aparecimento de Calculadoras Científicas nas décadas de 1980 e 1990.
II	Teoria dos Erros	<ul style="list-style-type: none">• Década de 1890 até a década de 1910 era um conteúdo secundário inserido no ensino da leitura e escolha dos equipamentos;• A partir da década de 1920 começou a aparecer como um tópico específico de conteúdo.
III	Superfícies de Referências e Sistemas de Coordenadas	<ul style="list-style-type: none">• Década de 1890 até década de 1960 o conteúdo era: Plano Topográfico, Elipsóides e Sistemas de Coordenadas;• A partir da década de 1970 os elipsoides foram incorporados em superfícies de referência e Plano Topográfico passou a ser abordado Plano Topográfico Local.
IV.1	Planimetria (conceitos)	<ul style="list-style-type: none">• Desde o início da EPUSP são abordados os conteúdos: definições, distâncias, direções (ângulos), azimutes e rumos, declinação magnética (cada vez com menos ênfase).
IV.2	Planimetria (métodos de levantamento)	<ul style="list-style-type: none">• Década de 1890 até década de 1910 eram abordados os seguintes conteúdos: Levantamentos expeditos, Alinhamento e Estaqueamento, triangulação e determinação de coordenadas, problema de Pothenot, Taqueometria;• Na década de 1920 passou-se a abordar os seguintes conteúdos: Levantamento por coordenadas, por caminhamento (poligonação), por irradiação, por interseção e por triangulação; Taqueometria;

		<ul style="list-style-type: none"> • A partir da década de 1970 passou-se a abordar a irradiação como método de levantamento de detalhes; • Na década de 1990 foram suprimidas as técnicas de interseção e triangulação, ficando apenas a poligonação e levantamento de detalhes (irradiação); • A partir dos anos 2000 a abordagem da taqueometria começou a perder cada vez mais espaço, em função dos pontos detalhe serem levantados por irradiação.
IV.3	Planimetria (instrumentos)	<ul style="list-style-type: none"> • Década de 1890 até 1910: diastímetros (fitas, réguas e cordões métricos, corrente e basímetro), teodolitos, trânsito, bússola, taqueometro (Cleps), esquadro, sextante gráfico e plancheta; • A partir da década de 1920: Teodolito Keuffel & Esser, trânsito, bússola, taqueometro, planchetas, esquadros, sextante, trenas e fitas; • Na década de 1950 é incorporado o uso dos teodolitos Kern, Zeiss e Wild. Não aparecem mais como instrumentos as • pranchetas, esquadros e sextantes; • Na década de 1970 passa-se a utilizar os teodolitos DF Vasconcellos, além de retirar de uso dos trânsitos e fitas, permanecem as trenas; • No final da década de 1980 e início da década de 1990 foram adquiridos teodolitos eletrônicos, distanciômetros eletrônicos e as primeiras estações totais. Esses substituíram imediatamente os teodolitos DF Vasconcellos e taqueômetros; • Década de 2000 trabalhou-se com estações totais e secundariamente com trenas (apenas mencionadas nas aulas teóricas);
V.1	Altimetria (conceitos)	<ul style="list-style-type: none"> • Da década de 1890 até a década de 1910 era tratada a Utilidade e Necessidade do Nivelamento, superfícies de referência, nível verdadeiro e nível aparente e refração atmosférica; • A partir da década de 1920 passou a ser abordado: Diferença entre altitude e cota, relações entre as diferentes

		<p>altitudes, representação da altimetria, declividade e superfícies de referência;</p> <ul style="list-style-type: none"> • A partir da década de 1990 foi incorporado os conteúdos referentes a MDT.
V.2	Altimetria (métodos de levantamento)	<ul style="list-style-type: none"> • A partir da década de 1890: Conceitos de nivelamento: geométrico, trigonométrico e barométrico; • Na década de 1990 foi retirado o nivelamento barométrico.
V.3	Altimetria (instrumentos)	<ul style="list-style-type: none"> • Década de 1890 até década de 1910 eram utilizados os níveis de perpendicular e de reflexão, níveis d'água e de bolha de ar, Níveis americanos, clísimetros, barômetros, taqueômetro e miras • A partir da década de 1920 passou-se a utilizar os níveis de luneta (Nível de Gurley e Nível de luneta fixa), clinômetros, clisímetros, barômetros, miras, nível de pedreiro, nível de água e nível a pínulas; • Na década de 1950 deixou-se de utilizar os clisímetros, níveis de pedreiro, nível de água e nível a pínulas; • Década de 1970 passou-se a utilizar níveis óptico-mecânicos. Uso de teodolitos e trenas no nivelamento trigonométrico; • A partir da década de 1990 começou a ser utilizado o nível automático Nikon AX-2S. Uso de estação total no nivelamento trigonométrico
VI	Trabalho de Campo	<ul style="list-style-type: none"> • Os trabalhos de campo da década de 1890 até a década de 1920 eram: Prática de Levantamentos Planimétrico e Altimétricos com os diversos instrumentos utilizados na época, resolução de problemas e cálculo das cadernetas; • Da década de 1930 até a década de 1970 foram realizados levantamentos planialtimétrico da Praça Buenos Aires (atual Parque Buenos Aires), Campos do Jordão, bairro do Pacaembú e outros locais. Utilizava-se cadernetas de campo analógicas

		<ul style="list-style-type: none"> • A partir da década de 1970 passou-se a realizar o levantamento planialtimétrico e locação topográfica na Cidade Universitária. A Engenharia civil deslocou-se da Poli Velha, no Centro da cidade, para o Campus Butantã. • Nos anos 2000 iniciou a utilização da caderneta eletrônica das estações totais;
VII	Cálculo e Processamento de Dados	<ul style="list-style-type: none"> • Da década de 1890 até a década de 1970 eram ensinados e realizados os cálculos com auxílio de calculadoras mecânicas e subsidiariamente réguas de cálculo; • Na década de 1970 os alunos passaram a utilizar calculadoras eletrônicas; • A partir dos anos 1990 teve início o uso de <i>softwares</i> específicos de Topografia para cálculo dos trabalhos.
VIII	Desenho Topográfico	<ul style="list-style-type: none"> • Da década de 1890 até década de 1910 era trabalhada a elaboração de Planta Topográfica através de desenho técnico instrumental trabalhado em um componente curricular prático (Aula) chamado “Desenho Topográfico e Cartográfico”³⁴; • A partir da década de 1920 aparece o registro do uso de coordenatôgrafos de quadrículas para demarcar os eixos e quadrículas do desenho; • A partir da década de 1960 esse equipamento entra em desuso • Na década de 1980 começou a aparecer registros de estudos sobre a computação gráfica e uso do CAD para o desenho das plantas topográficas; • A partir da década de 1990 começa a ser utilizado <i>softwares</i> de CAD para realização de desenhos topográficos, e disponibilização dos mesmos em salas para os alunos.
IX	Locação Topográfica	<ul style="list-style-type: none"> • Os primeiros registros da abordagem de locação topográfica começam a aparecer na década de 1920; • Desde a década de 1920 aborda-se a locação topográfica de edificações e vias.

³⁴ Há variações no nome das aulas ao longo do tempo, ver quadro 4.3.

X	Implantação de Projetos	<ul style="list-style-type: none"> • Não aparece registros sobre a abordagem deste tema na década de 1890; • Da década de 1970 em diante passou a dar mais ênfase na implantação de plataformas, como exemplo prático;
XI	Terraplenagem, Avaliação de Áreas e Cálculo de Volumes	<ul style="list-style-type: none"> • A abordagem da terraplenagem era muito detalhada até a década de 1910, passando a ter bastante ênfase, porém com um pouco menos de aprofundamento da década de 1920 até a década de 1980, que a partir dos anos 1990 passou a ser abordada de forma menos aprofundada e em conjunto com implantação de projetos; • Avaliação de áreas sempre esteve presente; • Cálculo de volumes sempre esteve presente. • Deve-se ter em conta que havia uma disciplina específica sobre terraplenagem e movimentação de terra, aplicada a estradas
XII	Levantamento Cadastral	<ul style="list-style-type: none"> • Da década de 1890 até meados da década de 1960 abordava-se: Divisão de polígonos e propriedades agrárias, demarcação de terras públicas, vistorias e partilhas. • Não consta a abordagem desse tema nas décadas de 1970, 1980 e boa parte da década de 1990; • Passou a ser abordado a partir do final da década de 1990 através da NBR (14.166), elaborada pela ABNT sob a supervisão de docentes do PTR.
XIII	Sistemas de Projeções Cartográficas e Cartas	<ul style="list-style-type: none"> • Nas duas primeiras décadas da EPUSP eram abordados os seguintes assuntos: projeções estereográficas e ortográficas, desenvolvimento cônico e cilíndrico; • A partir da década de 1910 deixou-se de trabalhar com as projeções estereográficas e ortográficas e passou-se a abordar projeções perspectivas e zenitais; • A partir da década de 1990 começa-se a trabalhar conceitos de projeções cartográficas, projeção UTM e

		<p>transformação de sistemas de coordenadas;</p> <ul style="list-style-type: none"> • A partir da década de 2010 passou-se a abordar apenas a projeção UTM e a partir de 2015, e projeções cartográficas passou a ser tema de disciplina eletiva.
XIV	Geodésia	<ul style="list-style-type: none"> • O ensino de Geodésia foi bastante aprofundado e detalhado desde o início até meados da década de 1960 • A partir do final da década de 1960 e início da década de 1970 continuou tendo destaque e ênfase, no entanto, de forma um pouco menos aprofundada que nos anos anteriores; • A partir da década de 1990 passou-se a abordar os conceitos básicos de Geodésia com um menor grau de aprofundamento, mas com maior rigor e atualização conceitual. Em 2015 passou a ser tratada de forma complementar nas disciplinas eletivas de UTM e GPS
XV	Astronomia	<ul style="list-style-type: none"> • O ensino de Astronomia foi bastante aprofundado e detalhado desde o início até meados da década de 1960 • A partir do final da década de 1960 e início da década de 1970 continuou sendo ministrada, mas com ênfase na aplicação da determinação do norte verdadeiro a partir de visada ao sol, inclusive com aulas práticas. • E também com aplicações na insolação de edifícios, coisa que permanece para alunos de arquitetura (FAU) • tendo destaque e ênfase, no entanto, de forma um pouco menos aprofundada que nos anos anteriores; • A partir da década de 1990 o ensino da Astronomia passou a perder cada vez mais espaço, não constando mais nos registros o seu ensino a partir da década de 2010.
XVI	Posicionamento por Satélites	<ul style="list-style-type: none"> • Começa a ser um conteúdo abordado a partir da década de 1990; • Foi um tema bastante aprofundado durante a década de 2000; • Na década de 2010 começou a ser abordado de forma menos aprofundada, apresentando os conceitos e aplicações

		básicas, sendo os assuntos desenvolvidos com maior profundidade em disciplina eletiva específica.
XVII	Aerofotogrametria	<ul style="list-style-type: none"> • Começou a ser abordado na década de 1910 apenas a fotogrametria terrestre, pois não existia a aérea; • A partir da década de 1920 começa a ser abordada também a aerofotogrametria; • A partir da década de 1970 continua tendo destaque e ênfase, no entanto, com um grau de aprofundamento um pouco menor; • A partir dos anos 1990 começou a diminuir ainda mais o grau de aprofundamento, mas com uma ou duas aulas de visão geral do processo e muitas aplicações; • Não aparece nas disciplinas na década de 2000, voltando a aparecer em meados da década seguinte, para desaparecer definitivamente com a redução da carga horária
XVIII	Sensoriamento Remoto	<ul style="list-style-type: none"> • Tema incorporado a partir da década de 1990, abordado atualmente em Geomática II.
XIX	SIG e Geoprocessamento	<ul style="list-style-type: none"> • Tema incorporado a partir da década de 1990, abordado atualmente em Geomática II.

Anexo X

Exercício prático de navegação com utilização de receptores GPS e-trex – “caça ao tesouro”.

PTR 5003 - Fundamentos de Informações Espaciais

Nome: _____ Nº. USP: _____

Trabalho Prático IP 06 Prática de Navegação com a Utilização de Receptores GPS E-trex

O objetivo deste exercício é demonstrar a baixa acurácia de receptores GPS de mão para a utilização em levantamentos topográficos. Para isso serão utilizados: um receptor e-trex e uma planta topográfica da região. Os receptores e-trex utilizam as informações do código C/A (Clear Access) transmitidos pelos satélites do sistema GPS para calcular as coordenadas da posição de receptor.

1) Iniciar o rastreamento do receptor GPS GARMIN E-trex (Botão ligar e aguardar). Conferir o sistema de unidades em <menu> → setup. Introduzir as coordenadas e navegar até o ponto 1 (M-05) em <menu> → pontos [enter] → 0-9 [enter] → 001[enter] → IR PARA[enter].

2) No ponto M-05, referenciado na planta topográfica, está localizado um marco GPS. Analise as diferenças entre as coordenadas encontradas pelo seu receptor e as descritas no quadro abaixo (consideradas oficiais). Explique por que as medidas altimétricas apresentam um erro maior do que as medidas planimétricas.

Correlação	Coordenadas ponto M-05 (metros)		
	E (Leste)	N (Norte)	h – (Alt. Geodésica)
Referencial	323000	7393787	721,29
Medida			

Erro indicado pelo receptor: _____ metros

3) Colete 6 vezes seguidas a coordenada do mesmo ponto da questão anterior (M-05). Calcule a média e o desvio padrão das medidas.

Medições	Coordenadas (metros)		
	E (Leste)	N (Norte)	h (Altura Geométrica)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
média			
desvio padrão			

4) No receptor devem ser armazenados os três pontos da tabela abaixo, no formato de uma rota que segue a Avenida Professor Almeida Prado em direção ao prédio da Engenharia Civil. Marque na planta as posições dos pontos dadas pelo receptor GPS, através do display e através da navegação. Anote também qual ponto de referência (ex.: poste, orelhão, etc.) foi encontrado no local.

Ponto	E (m)	N (m)	h (m)	Ponto encontrado
001	0323028	7393821	736	
002	0323126	7393962	737	
003	0323275	7393950	720	

5) Calcule o erro envolvido ao utilizar o receptor e-trex na medição de distâncias. Para isso utilize os pontos marcados na planta topográfica que formam as retas AB e BC. Que conclusões podem ser retiradas dessa análise.

ponto	E (m)	N (m)
A		
B		
C		

Reta	Distância em planta	Distância com o receptor	Erro (em %)
AB			
BC			

6) Posicione-se nos vértices da área hachurada localizada no meio do estacionamento da EP, capture os dados desses com o seu receptor GPS de mão. Plote-os na planta topográfica. Feche a poligonal formada, estime o erro da área formada e compare-o com os da questão anterior.

Obs: Utilize a fórmula de Gauss para obter o valor da área hachurada indicada no mapa (ÁREA).

E (m)	N (m)

$$Área = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^n N_i E_{i+1} - \sum E_i N_{i+1} \right)$$

Área Calculada sobre a Planta Topográfica	Área calculada a partir das coordenadas obtidas com o receptor GPS de navegação	Erro (em %)

7) Faça uma última medição no ponto W localizado na entrada do prédio da engenharia civil (em frente ao balcão de recepção). Ocorreu diminuição do sinal? Explique o fato.

Anexo XI

Capítulo II das NOVAS DCNs (MEC, 2019).

CAPÍTULO II DO PERFIL E COMPETÊNCIAS ESPERADAS DO EGRESSO

Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;

II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;

III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;

IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;

V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;

VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:

I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto:

a) ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;

b) formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;

II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação:

a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.

b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;

c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.

d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;

III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos: a) ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;

b) projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;

c) aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;

IV - implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia:

a) ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.

b) estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;

c) desenvolver sensibilidade global nas organizações;

d) projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;

e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;

V - comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica:

a) ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;

VI - trabalhar e liderar equipes multidisciplinares: a) ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;

b) atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;

c) gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;

d) reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais);

e) preparar-se para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado;

VII - conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão:

a) ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.

b) atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando; e

VIII - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação:

a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

b) aprender a aprender.

Parágrafo único. Além das competências gerais, devem ser agregadas as

Art. 5º O desenvolvimento do perfil e das competências, estabelecidas para o egresso do curso de graduação em Engenharia, visam à atuação em campos da área e correlatos, em conformidade com o estabelecido no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), podendo compreender uma ou mais das seguintes áreas de atuação:

I - atuação em todo o ciclo de vida e contexto do projeto de produtos (bens e serviços) e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando-os;

II - atuação em todo o ciclo de vida e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção; e

III - atuação na formação e atualização de futuros engenheiros e profissionais envolvidos em projetos de produtos (bens e serviços) e empreendimentos.