

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 4



ARMANDO DIAS DUARTE
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 4



ARMANDO DIAS DUARTE
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia civil 4 /
Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa -
PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-753-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.533210212>

1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias. II. Título.

CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO




A coleção de trabalhos intitulada “Coleção desafios das engenharias: Engenharia Civil 4” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de diversos trabalhos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar, pesquisas cujos resultados possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no profissional.

Os trabalhos desenvolvidos foram realizados em instituições de ensino e pesquisa no Brasil e dois trabalhos internacionais, um localizado no México e o outro no município de Valenzuela, na Espanha. Em todos esses trabalhos, foram apresentadas problemáticas distintas que são: a inovação através do desenvolvimento de um aplicativo através da tecnologia Building Information Modelling (BIM) para estimar a utilização de custos de obras em tempo real. O uso de exemplos práticos no ensino de métodos numéricos. O estudo da eliminação de erros sistemáticos através de equipamentos geodésicos e topográficos durante a execução de locações de obras. Levantamento de causas de patologias nos elevados de concreto armado. Descrição através de exemplos numéricos da habilidade do elemento de viga unificado suportar grandes translações e rotações. E por fim, uma proposta de fornecer um sistema de aterro sanitário em conjunto de um plano de gestão ambiental que seja sustentável e economicamente viável.

Os temas discutidos nesta obra, possuem a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, através de temáticas atuais com resoluções inovadoras, descritas nos capítulos da coleção. Sendo assim, a divulgação científica é apresentada com grande importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, como a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os novos pesquisadores e os que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulgarem seus resultados.

Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA ESTIMATIVA E ATUALIZAÇÃO DE CUSTOS DE OBRA EM TEMPO REAL – BIM 5D Dieisom Henrique Macagnan Abrahão Bernardo Rohden  https://doi.org/10.22533/at.ed.5332102121	
CAPÍTULO 2	23
MÉTODOS NUMÉRICOS APLICADOS A LA INGENIERÍA CIVIL Francisco José Arroyo Rodríguez Mauricio Arroyo Terrazas Marco Arroyo Terrazas  https://doi.org/10.22533/at.ed.5332102122	
CAPÍTULO 3	34
O USO INTEGRADO DE RECEPTORES GNSS E DA ESTAÇÃO TOTAL NA LOCAÇÃO DE EDIFÍCIOS Gerson Jonas Schirmer Rafael Cardoso Gelson Lauro Dal'Forno  https://doi.org/10.22533/at.ed.5332102123	
CAPÍTULO 4	48
CAUSAS DE PATOLOGIAS EM OBRAS DE ELEVADOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM Fernando Gama Gomes Marta Marielly Gomes Silva Laércio Gouvêa Gomes  https://doi.org/10.22533/at.ed.5332102124	
CAPÍTULO 5	62
ANÁLISE NAO LINEAR DE ARCOS UTILIZANDO A FORMULAÇÃO CO-ROTACIONAL William Taylor Matias Silva Sebastião Simão da Silva  https://doi.org/10.22533/at.ed.5332102125	
CAPÍTULO 6	83
RELLENO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE VALENZUELA Roberto Alejandro Rojas Holden  https://doi.org/10.22533/at.ed.5332102126	
SOBRE O ORGANIZADOR	95
ÍNDICE REMISSIVO	96

O USO INTEGRADO DE RECEPTORES GNSS E DA ESTAÇÃO TOTAL NA LOCAÇÃO DE EDIFÍCIOS

Data de aceite: 01/12/2021

Gerson Jonas Schirmer

Universidade Federal de Santa Maria
Cachoeira do Sul, RS
<http://lattes.cnpq.br/3126508135174880>

Rafael Cardoso

Universidade Federal de Santa Maria
<http://lattes.cnpq.br/8891486684628691>

Gelson Lauro Dal'Forno

Universidade Federal de Santa Maria
<http://lattes.cnpq.br/8170266741593551>

RESUMO: A presente pesquisa teve como objetivo estudar e favorecer o processo construtivo eliminando erros sistemáticos como desaprumo, locação de paredes e pilares fora do lugar, através da integração simultânea de equipamentos geodésicos e topográficos na execução de locações de obras. Simulou-se a locação de uma obra em um local plano e que permitiu a sua repetição pelo número de andares propostos (vinte andares). As coordenadas geodésicas destes pontos foram obtidas com o auxílio de equipamento GPS. Após processamento dos dados os mesmo foram convertidos ao sistema PTL, com emprego do programa TRANSGEOLocal, o qual realiza operações matemáticas de translação e de rotações de eixos em relação a um ponto comum aos dois sistemas (ponto origem). Para proceder-se a locação dos demais pavimentos, primeiramente ocupou-se, simultaneamente,

dois pontos aleatórios e afastados, no interior da obra, com o equipamento GPS. Essa operação permitiu a verificação da posição de cada pilar, em relação ao seu eixo, nos vinte andares da presente pesquisa. A eficácia da metodologia recomenda-se: o uso de equipamentos de alta precisão, instalação do receptor GNSS em tripé e base nivelante, emprego simultâneo de três receptores GNSS, conhecimento da teoria dos erros e sua aplicação para o controle dos enganos e erros sistemáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Locação de obra, GPS, Estação Total, TRANSGEOLocal, Acurácia.

USE INTEGRATED GNSS RECEIVERS AND TOTAL STATION IN BUILDINGS LEASE

ABSTRACT: This research aimed to study and promote the constructive process by eliminating systematic errors as plumb, lease walls and pillars out of place by the simultaneous integration of geodetic and topographical equipment in the execution of works of locations. Feigned to lease a work on a local level and that allowed its repetition by the number of proposed floors (twenty floors). The geodetic coordinates of points were obtained with the GPS equipment aid. After processing the same data were converted to PTL system with employment TRANSGEOLocal program which performs mathematical operations and translational axis of rotation relative to a point common to the two systems (the origin point). To proceed to lease the other floors, first it was occupied simultaneously two random points and apart within the work with GPS equipment. This operation allowed the verification of the position

of each pillar, in relation to its axis in twenty floors of this research. The effectiveness of the methodology recommended: the use of high-precision equipment, GNSS receiver installation on tripod and tribrach, simultaneous use of three GNSS receivers, errors theory of knowledge and its application to the control of mistakes and systematic errors.

KEYWORDS: Work rental, GPS, Total Station, TRANSGEOLOCAL, Accuracy.

1 | INTRODUÇÃO

As ciências da Geodésia e da Topografia experimentaram ao fim do último século e, nos primórdios deste, uma grande evolução. Evolução esta, que se faz notar, tanto no que se refere à teoria, como no desenvolvimento de equipamentos e programas computacionais.

Dentre os equipamentos e técnicas novas, merecem destaque o posicionamento por satélites (GPS, GLONASS, Galileu, Compass/BeiDou), a medida eletrônica de ângulos e distâncias (estação total), o laser scanner, as imagens orbitais e suborbitais de alta resolução. Por sua vez, os softwares e os hardwares voltados para os cálculos e representações gráficas de trabalhos geodésicos e topográficos e, que podem ser associados às obras de engenharia, têm facilitado e melhorado a exatidão e a representação destas tarefas.

No entanto, no Brasil, toda essa evolução tem sido pouco adequada e utilizada para implantação de edificações. Ainda, a maioria das pequenas, quanto médias e grandes obras de edificações continua a ser implantada empregando a tradicional e ultrapassada técnica da execução do esquadro, com linha e trena de fita de aço, quando não de fibra, sobre o gabarito. E, quando da implantação de mais de um andar a locação dos pavimentos superiores ainda é predominante por prumada associada ao emprego de estação total.

Algumas empresas e/ou profissionais preocupados com a obtenção de uma melhor qualidade de locação e, conseqüentemente, com a qualidade, já vem locando obras com o emprego de estações totais, ainda que, somente no subsolo e térreo, na maioria das vezes.

Como é do conhecimento, os equipamentos de GNSS (siglas em inglês que indicam os sistemas de posicionamento por satélites artificiais) fornecem coordenadas em um sistema tridimensional (X, Y, Z) cuja origem é o centro de massa da Terra. Posteriormente, tradicionalmente, elas podem ser transformadas em coordenadas geodésicas (latitude, longitude e altura elipsoidal) ou ainda em Coordenadas Transversas de Mercator (UTM), ou suas adaptações para áreas menores (RTM e LTM) que são coordenadas cartográficas.

No entanto, essas coordenadas não são compatíveis com o sistema de coordenadas no Plano Topográfico Local (PTL), pois apresentam as distorções lineares características deste sistema cartográfico.

Para que os dados geodésicos, obtidos a partir de rastreamento com equipamentos GNSS, possam ser integrados aos dados obtidos com equipamentos topográficos é necessário transformá-los ao PTL. BURKHOLDER (1997, 2000, 2003) Dal Forno, et. al, (2007), JEKELI (2006).entre outros usam da metodologia denominada por BURKHOLDER de 3D para efetuarem esta transformação e compatibilização. Assim procedendo, é possível

integrar dados geodésicos e topográficos para operações no PTL. Diante do acima exposto é possível integrar simultaneamente equipamentos geodésicos e topográficos na execução de locações em diversos níveis.

Assim, este trabalho tem por objetivo de oferecer informações técnicas que possam contribuir para a escolha de clientes e projetistas entre a locação com equipamentos sofisticados e a locação convencional. Além disso, apresentar informações técnicas relativas à locação de gabaritos com a utilização integrada de equipamentos GNSS e estação total. Discutindo aspectos executivos, facilidade, agilidade, precisão e exatidão, listando-se suas vantagens e desvantagens.

Expor referência que permitam a pesquisadores e projetistas optarem de uma maneira técnica e econômica, pela locação tradicional e a aqui descrita.

De acordo com a NBR 13133 (ABNT, 1994, p. 3), Norma Brasileira para execução de Levantamento Topográfico, o levantamento topográfico é definido por:

“Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhes visando à sua exata representação planimétrica numa escala predeterminada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminada e/ou pontos cotados.”

Locação de uma obra é a operação inversa ao levantamento¹. O sucesso da obra dependerá de um correto levantamento, de um projeto bem elaborado e de uma boa locação.

Existem diferentes métodos de locação, os quais variam em função do tipo de edificação. É evidente que há diferenças em se locar um “Shopping Center” de 450 x 300 m de área, de um edifício de vários pavimentos de 30 x 38 m de área ou uma habitação térrea de 8 x 12 m de área. No projeto de locação a obra estará referenciada a um ponto conhecido e previamente definido. A partir deste ponto, passa-se a locar no solo a projeção da obra desenhada na planta. É comum ter-se como referência, para a locação da obra, os seguintes pontos: o alinhamento da rua; um poste localizado no alinhamento do passeio; um ponto deixado pelo topógrafo quando da realização do controle da terraplenagem; ou uma lateral do terreno quando este estiver corretamente localizado.

1.1 Locação com auxílio de equipamentos topográficos

A demarcação da obra é feita através de pontos materializados (marco, piquete, estacas, demarcação no meio fio) dentro ou fora do canteiro da mesma, usando-se três coordenadas, duas planimétricas, e uma altimétrica. (X, Y, Z), as quais são retiradas do

¹ Levantamento consiste na obtenção, em campo, das medidas de ângulos e distâncias que permitirão, em escritório, calcular e desenhar a superfície levantada. A locação consiste em tomarmos os dados calculados em escritório, de um determinado projeto de obra, e implantá-lo no terreno.

projeto e inseridas na estação total.

A medição das distâncias, ângulos e altura é feita pela estação total, tendo apenas o operado de estação que se preocupa com os pontos materializados diminuindo com isto possíveis erros e enganos. Material empregado: Estação total; Tripé; Trena de aço; Bastão e Prisma. As coordenadas são retiradas do arquivo CAD ou qualquer outro programa similar e passadas para o terreno.

1.2 Erros em levantamentos

Os erros de observação são modernamente denominados “propriedades estatísticas das observações” GEMAEL (1994, 2004) e são devidos:

a) à falibilidade humana proveniente de nossas imperfeições; b) à imperfeição do equipamento devida à fabricação, ajustes ou características básicas do mesmo; c) à influência das condições ambientais ou naturais que são incontroláveis e influenciam os instrumentos e os processos e; d) aos arredondamentos de cálculos. Nessas circunstâncias, o verdadeiro valor das grandezas medidas nunca é atingido, conforme as classificações tradicionais podem ser definidas como *sistemáticos e acidentais*.

De acordo com FLORESTAL (2009, pag. 90), são feitas medidas de grandeza - direções, distâncias e desníveis - para que se possa fazer a representação da superfície da Terra. Estas medições invariavelmente são afetadas pelo acaso, por mais que os equipamentos utilizados sejam os melhores do mercado e por mais cuidadoso que o topógrafo seja em um levantamento, resultando que o valor medido não fica igual ao valor real. Esta diferença entre o valor real e o obtido é chamada de erro.

Assim, os erros relacionados às medições de topografia são classificados como: Erros sistemáticos; b) Erros acidentais e; c) Erros grosseiros ou enganos.

Erros sistemáticos

Os erros sistemáticos têm as suas causas conhecidas e podem ser, portanto, evitados com o emprego de técnicas especiais de observação, ou eliminados posteriormente mediante o emprego de fórmulas teóricas como consta na obra de GEMAEL (1994,2004). As principais características dos erros sistemáticos são: Ocorrem sempre no mesmo sentido; Apresentam o mesmo valor em medições sucessivas, e; São cumulativos.

Eles seguem, na maioria das vezes, alguma lei matemática ou física. Os erros sistemáticos estão ligados à imperfeição ou calibração dos equipamentos, às imperfeições do observador e dos métodos usados e às influências das condições ambientais.

Para DAL'FORNO (2007), os erros quando são descobertos podem ser quantificados e corrigidos mediante a calibração ou testes do equipamento, e procurando-se analisar e compreender as interações do ambiente com as observações efetuadas. A literatura é pródiga em exemplos desses erros, além de procedimentos básicos de como evitá-los e corrigi-los. Alguns exemplos clássicos de como evitá-los podem ser referidos: A reiteração

e a pontaria direta e inversa nas observações angulares (erros instrumentais) e a colocação do aparelho a igual distância das miras no nivelamento geométrico (erro devido às condições ambientais).

Erros acidentais ou aleatórios

De acordo com DAL'FORNO (2007) os erros acidentais ou aleatórios são inevitáveis e ocorrem devido a causas desconhecidas e incontroláveis. Têm magnitude desconhecida, mas que pode ser estimada. Observações repetidas sobre a mesma grandeza, mesmo depois de eliminados os enganos e os erros sistemáticos, ainda podem se apresentar inconsistentes. Essas inconsistências “ocorrem ora num ora noutro sentido e que não podem ser vinculados a nenhuma causa conhecida”². Os erros acidentais acontecem ao acaso e são ocasionados pelas incertezas do ser humano, imperfeições dos instrumentos e pelas dificuldades dos instrumentos determinarem as influências do ambiente sobre as medidas tomadas. Sempre se manifestam independentes de quem observa, de que instrumento e de que método é utilizado.

São erros acidentais os que não podem ser previstos e de natureza desconhecida. Poderão apresentar valores positivos ou valores negativos. Não há como evitar esse tipo de erro.

Segundo GÓMEZ (2003, pág. 9) “para se lidar com dados numéricos de qualquer tipo, é sumamente importante aprender a diferença entre uma medida e uma contagem, entre um engano e um erro, e entre um erro sistemático e um erro aleatório”.

ANDRADE (1998), afirma que o conhecimento das técnicas de obtenção de valores confiáveis e das “medidas de qualidade” das observações é indispensável para se obter observações de alta precisão. Dizendo ainda que, para que o valor de uma medida possa ser considerado bom ou não os indicadores estatísticos de sua confiabilidade devem se fazer presentes.

Erros grosseiros ou enganos

DAL'FORNO (2007) afirma que os enganos são comumente denominados de erros grosseiros em muitos textos ou compêndios. Entretanto, eles não apresentam comportamento de erros, pois não seguem nem uma lei ou regra e nem estão associados a processos estatísticos. Possuem um paradigma totalmente diferente das inexatidões das medidas. Assim, conforme DAL'FORNO (2007) Apud BUCKNER (2003) a separação em enganos e erros pode dirimir confusões geradas por má associação do significado das palavras na abstração e interpretação de um problema.

Enganos têm como causas principais as falhas humanas, associadas com a negligência, a desatenção, ao treinamento inadequado e a maus hábitos. Condições

² GEMAEL, Camil. Introdução ao ajustamento de Observações. Aplicações geodésicas. Curitiba; Editora UFPR. 1994, pág. 60.

adversas e emoções também são possíveis fontes de enganos. A principal característica dos enganos são deles serem relativamente grandes, quando comparados aos demais erros. Como exemplos de tipos de enganos, pode-se citar: A calagem displicente do teodolito, da estação total ou da antena de GPS em um ponto; A inversão de dígitos em uma leitura; A escolha errada de um pixel em uma imagem.

De acordo com GEMAEL (1994), até em registros eletrônicos de dados, é possível a ocorrência de enganos. Porém, nem sempre os enganos podem ser detectados facilmente. Outra fonte, merecedora de atenção especial, é a tomada de decisões sem uma evidência ou informação suficiente. DAL'FORNO (2007) segue afirmando que o observador é que tem o domínio sobre os mesmos e cabe a ele o cuidado indispensável para evitá-los, ou de detectá-los.

1.3 Precisão e acurácia

A caracterização dos erros, conforme foi realizada sucintamente acima, traz embutida a noção geral de precisão e acurácia (exatidão). Porém, são inevitáveis e necessárias às definições e a distinção entre as mesmas, principalmente no que se refere a levantamentos topográficos, geodésicos e/ou cartográficos, bem como, na tomada de medidas sobre documentos cartográficos.

Olhando para os alvos pode-se observar que os pontos do alvo da esquerda estão precisos, pois apresentam uma concentração em um determinado ponto. Porém não acurados, pois se encontram afastados do centro do alvo (verdadeiro valor ou verdade). Mas, se observar o alvo da direita verá que os pontos encontram-se acurados, ou seja, precisos e concentrados no centro do alvo, onde é a sua referência.

O que se pode concluir é que precisão é a concentração de pontos em torno da média, e acurácia é a concentração de pontos precisos em torno de um referencial verdadeiro.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo mostra como a pesquisa foi realizada, os equipamentos empregados e suas etapas dentro do escopo metodológico a fim de apontar como as conclusões foram feitas da forma que se propõe.

2.1 Materiais

Para a execução deste trabalho foram empregados os seguintes equipamentos: Estação total e acessórios:

Estação Total marca RUIDE modelo RTS – 820 R⁵ apresentada na Figura 5, com precisão angular de 2", conforme as especificações da NBR 13.133/94, Tripé para apoio da mesma, bastão e prisma para o auxílio da visada ré direta e inversa, mini prisma para locação e coleta dos pontos. Além disso, foi utilizado também um receptor GNSS GPS,

marca SOUTH modelo S86-S.

Para a transformação das coordenadas geodésicas em coordenadas no plano topográfico utilizou-se do programa TRANSGEOLocal V2.1, disponível em <http://sevenengenharia.eng.br/downloads/>

Para a representação dos resultados gráficos valeu-se do programa Auto CAD Civil 3D.

O processamento das observações GPS foram executadas no programa SSO, TopCon Tools. Apesar dos dados terem sido coletados em duas frequências, pela incompatibilidade entre o equipamento e o software, só foi possível obter as coordenadas a partir da frequência L1. Os cálculos matemáticos e estatísticos foram executados no programa Excel.

2.2 Local do experimento

A presente pesquisa foi efetuada em uma área de estacionamento não ativado ao tráfego, localizado aos fundos do posto Petrobras, dentro do Campus da Universidade Federal de Santa Maria.

Como o objetivo do presente trabalho é viabilizar a integração simultânea de equipamentos geodésicos e topográficos na execução de locações de obra em diversos níveis, e como não havia disponibilidade de edificação para a execução real do trabalho, simulou-se a locação de uma obra em um local plano e que permitisse a sua repetição pelo número de andares propostos.

Optou-se por simular uma construção constante de um pavimento térreo e vinte andares. Tal escolha se deve a facilidade para se estabelecer percentagem estatística (95% corresponde a 19 andares).

Para o desenvolvimento do trabalho, realizaram-se a implantação de três pontos de base, externos a área do prédio, estáveis e permanentes, que permitissem, a partir deles, a locação em uma área de 420,54 m² dos eixos dos pilares que corresponderiam ao pavimento térreo.

As coordenadas geodésicas destes pontos foram obtidas com o auxílio de equipamento GPS, com tempo de rastreamento de trinta minutos, em cada ponto. Após processamento dos dados os mesmos foram convertidos ao sistema PTL, com emprego do programa TRANSGEOLocal.

De posse das coordenadas no PTL, e do levantamento topográfico prévio do local, usando o programa Auto CAD Civil 3D, determinou-se as coordenadas dos pilares, georreferenciadas aos pontos de base.

Estes pontos dos pilares, após a sua implantação serviram como testemunhas para a locação dos vinte pavimentos superiores.

Para proceder-se a locação dos demais pavimentos, primeiramente ocupou-se, simultaneamente, dois pontos aleatórios e afastados, no interior da obra, com o equipamento

GPS. O tempo de rastreamento em cada ponto foi de 30 minutos. Esta operação foi repetida vinte vezes, assumindo-se para cada operação dois pontos diferentes.

No levantamento geodésico foram determinadas as coordenadas geodésicas de quarenta pontos (PV1A, PV1B, PV2A, PV2B, PV3A, PV3B, PV4A, PV4B, PV5A, PV5B, PV6A, PV6B, ..., PV20A, PV20B), implantados na área estudada com auxílio de pregos de aço, fixados no chão com marreta e demarcados com auxílio de tinta. As coordenadas geodésicas, de cada par de observações, foram transformadas para o mesmo PTL do andar térreo, (através do programa TRANSGEOLocal), e a partir daí associadas às coordenadas dos pilares. Essa operação permitiu a verificação da posição de cada pilar, em relação ao seu eixo, nos vinte andares da presente pesquisa.

As diferenças de coordenadas dos eixos dos pilares obtidas em relação ao andar térreo (testemunha), adquiridas em cada repetição, foram tabuladas e posteriormente calculadas as distâncias correspondentes. De posse dessas informações calculou-se as médias e os desvios padrões para o total de trinta e seis pilares de cada pavimento e, para cada pilar dos vinte pavimentos.

3 | RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar a análise e a discussão dos resultados obtidos. Assim sendo, foram analisadas as imprecisões das coordenadas de cada pilar, em todos os andares, quando comparadas com as do pavimento térreo.

Os dados dos 36 pilares para cada um dos pavimentos, com seus respectivos deslocamentos nos eixos x e y e seu deslocamento total, todos expressos em centímetros. Nas duas últimas linhas das Quadros são apresentadas as médias dos deslocamentos totais e o seus desvios padrões entre todos os pilares.

Se verificou discrepâncias acima das aceitáveis para o objetivo deste trabalho. Estes resultados desprezados tem a característica de apresentarem um erro sistemático (concentração dos desvios no primeiro quadrante e com valores acima do dobro dos obtidos nos demais pavimentos). Na realidade, estes erros sistemáticos tem origem em um engano (erro grosseiro), ou seja, a falta de verticalidade do bastão suporte do GPS. Chegou-se a tal conclusão, a partir da constatação que nestes pavimentos os dados coletados por rastreamento GPS, foram efetuados por um ajudante do autor. Tal ajudante, com formação de segundo grau, tem pouca informação sobre controle de erros.

Observou-se que nestes pavimentos as médias, na maioria dos casos, são superiores ao dobro das médias obtidas pelo autor e, os desvios padrões também são mais elevados, o que caracteriza uma maior dispersão dos dados e conseqüentemente uma menor precisão.

Para efeito de estabelecer critério de boa locação, o autor estabeleceu que seria recomendável um deslocamento de um centímetro no centro do pilar, e aceitável até uma

vez e meia este deslocamento.

Constatou-se que no pilar P06 as discrepâncias em 95% de suas locações apresentam valores superiores ao estabelecido pelo autor como recomendável, chegando a atingir o valor máximo de 4,9 cm, no 2º pavimento. Esta elevação constante nas discrepâncias leva a crer que houve um deslocamento no pino de aço testemunha do pilar, não superior a um centímetro.

Este fato não ocorreria em uma locação real de uma obra, uma vez que, cada andar seria marcado independentemente da materialização do ponto do andar térreo. Provavelmente este ponto foi deslocado pelo tráfego de caminhões pesados no local do experimento.

Observando-se a Quadro 1 é possível verificar que as discrepâncias das 720 locações (36 x 20) em 64,72 % dos casos é inferior ao valor estabelecido como recomendável e, em 75, 69 % dos casos é inferior ao valor aceitável.

Valores	Total	%
Discrepâncias ≤ 1.0	466	64.72
Discrepâncias ≤ 1.1	495	68.75
Discrepâncias ≤ 1.2	507	70.42
Discrepâncias ≤ 1.3	530	73.61
Discrepâncias ≤ 1.4	540	75.00
Discrepâncias ≤ 1.5	545	75.69
Discrepâncias > 1.5	175	24.31
Total	720	100

Quadro 1 – Distribuição das discrepâncias totais em número e percentagem.

Fonte: O autor.

Quando se desprezam os seis primeiros pavimentos, cujos resultados das discrepâncias foram considerados contaminados por erros grosseiros (enganos), as distribuições das discrepâncias apresentadas no Quadro1 passam a ter 98,61 % de resultados iguais ou inferiores ao valor aceitável (497 pontos de um total de 504).

Para melhor visualização dos resultados dos Quadro foram feitas a representação gráfica da distribuição das discrepâncias nos pilares de canto.

Observando a Figura 1, a qual representa o pilar 1 e tomando como base o pilar do pavimento térreo, pode-se observar que 60% dos pontos encontram-se acurados. Em 12 andares as locações do pilar 1 estão com deslocamento menor ou igual a 1 cm e 75% está

com seu deslocamento menor ou igual a 1,3 cm, valor este menor do que o aceitável.

Tendo em vista que, aplicando-se este método de locação os erros não se propagam, pois cada andar é locado independentemente do outro. No nosso caso o deslocamento do centro do pilar P01, no 20º pavimento, em relação ao térreo, ficou em 0,5 cm.

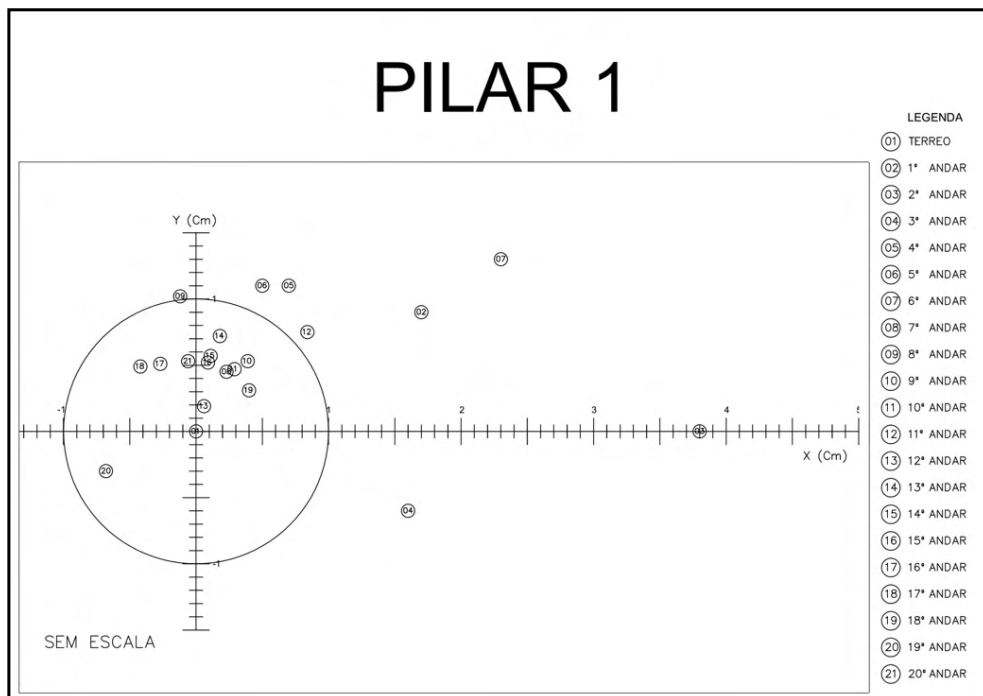


Figura 1 - Discrepâncias de locação, por andar no pilar P01.

Na Figura 2, que representa o Pilar 3, pode-se observar o que segue: i) quando se consideram todos os andares as locações apresentam erros grosseiros (andares 2, 3, 4 e 6); ii) erros sistemáticos em todos os outros andares (viés para o 1º quadrante); iii) baixa precisão (grande dispersão) e iv) em função das constatações anteriores pode-se concluir neste caso houve erros grosseiros na instalação do GPS para o primeiro caso e, possivelmente, pequeno deslocamento do pino testemunha.

PILAR 3

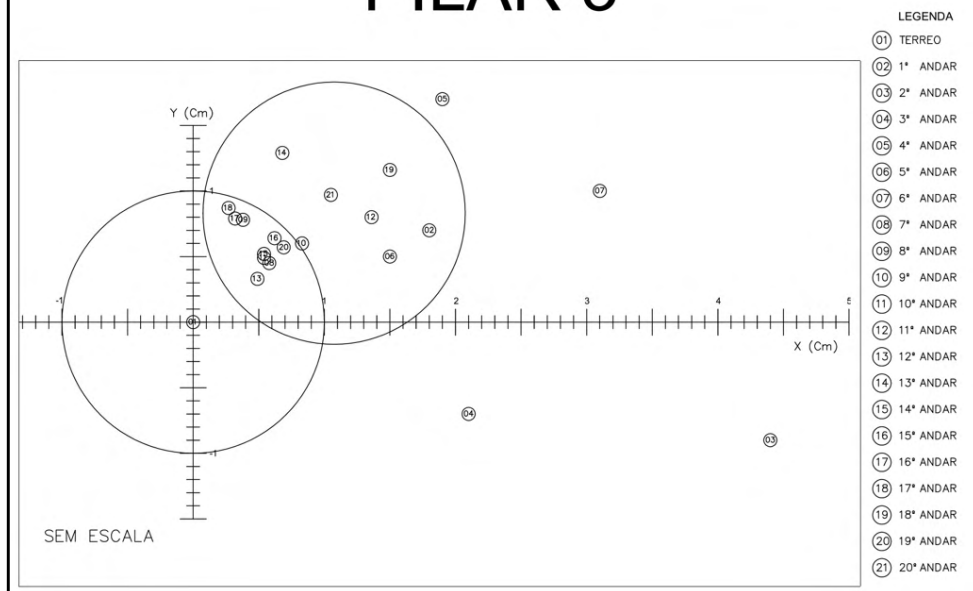
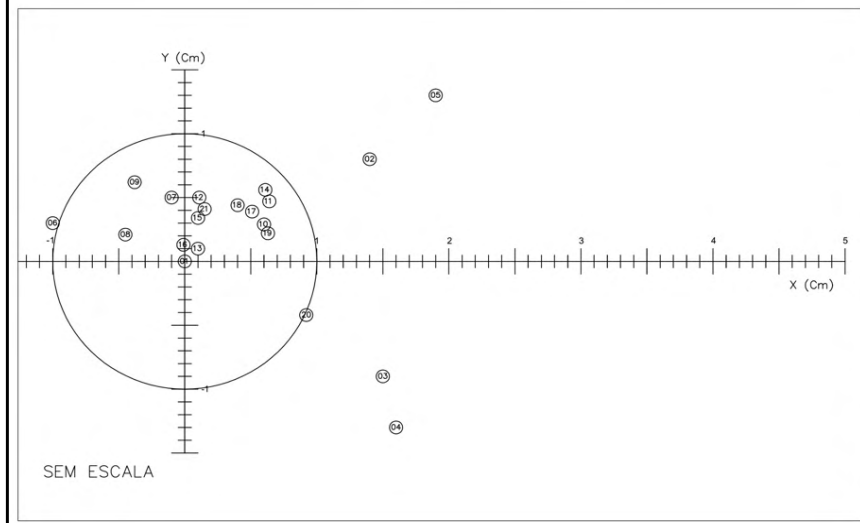


Figura 2 - Discrepâncias de locação, por andar no pilar P03.

Na Figura 3 que representa o pilar P34 os pontos encontram se acurados e 70% deles encontram se dentro do raio de 1 cm e, dos seis pontos que se encontram externos a este raio, cinco deles são pontos suspeitos de possuírem um erro grosseiro.

Por sua vez a Figura 3 que representa o pilar P36, apresenta as mesmas características e percentagem Figura 4. O que só vem a reforçar que o operador do aparelho Receptor GPS, deve ter extremo cuidado, para que o mesmo fique no prumo, para melhor acurácia do seu trabalho.

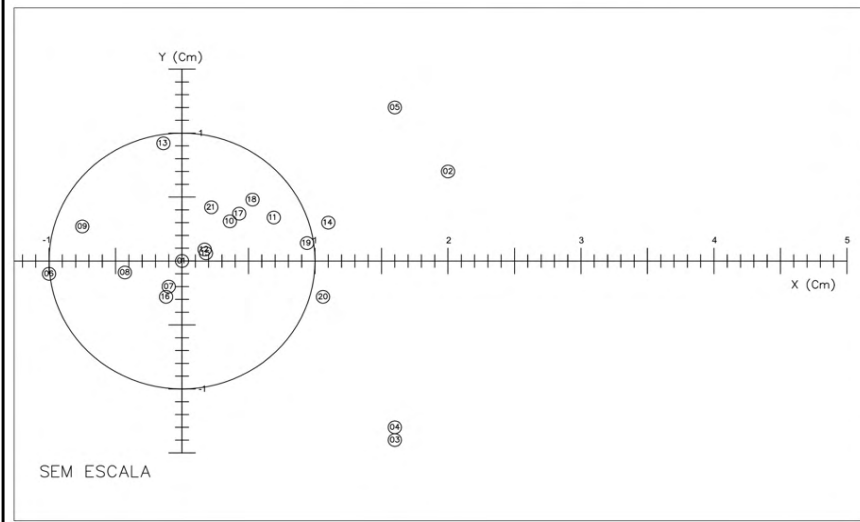
PILAR 34



- LEGENDA
- 01 TERREO
 - 02 1° ANDAR
 - 03 2° ANDAR
 - 04 3° ANDAR
 - 05 4° ANDAR
 - 06 5° ANDAR
 - 07 6° ANDAR
 - 08 7° ANDAR
 - 09 8° ANDAR
 - 10 9° ANDAR
 - 11 10° ANDAR
 - 12 11° ANDAR
 - 13 12° ANDAR
 - 14 13° ANDAR
 - 15 14° ANDAR
 - 16 15° ANDAR
 - 17 16° ANDAR
 - 18 17° ANDAR
 - 19 18° ANDAR
 - 20 19° ANDAR
 - 21 20° ANDAR

Figura 3 - Discrepâncias de localização, por andar no pilar P34

PILAR 36



- LEGENDA
- 01 TERREO
 - 02 1° ANDAR
 - 03 2° ANDAR
 - 04 3° ANDAR
 - 05 4° ANDAR
 - 06 5° ANDAR
 - 07 6° ANDAR
 - 08 7° ANDAR
 - 09 8° ANDAR
 - 10 9° ANDAR
 - 11 10° ANDAR
 - 12 11° ANDAR
 - 13 12° ANDAR
 - 14 13° ANDAR
 - 15 14° ANDAR
 - 16 15° ANDAR
 - 17 16° ANDAR
 - 18 17° ANDAR
 - 19 18° ANDAR
 - 20 19° ANDAR
 - 21 20° ANDAR

Figura 4 – Discrepâncias de localização, por andar no pilar P36.

4 I CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O método proposto se mostrou eficaz para os propósitos desta pesquisa e pode ser recomendado para a locação de edifícios convencionais de vários pavimentos. Os resultados obtidos, com a sua utilização, são superiores aqueles resultantes da aplicação do método tradicional.

A sua exatidão, quando se desprezam os pontos afetados pelo erro grosseiro (engano) fica, em 83,93 % dos casos menor ou igual ao recomendado (1 cm) e 98,61 % inferior a 1,5 cm, valor este perfeitamente aceitável em locações convencionais.

Os resultados obtidos podiam ser menos discrepantes se tivessem sido empregados equipamentos mais sofisticados, atualizados e calibrados. A ação de dois operadores, com formação diferenciada, também influenciou nos resultados.

Tomando-se os cuidados acima recomendados, pode-se dizer que o método, aqui proposto, é adequado, acurado, rápido e não propaga erros que por ventura ocorram na locação do pilar em um pavimento.

Para que se melhore a eficácia da metodologia aqui sugerida, recomenda-se:

O uso de equipamentos de alta precisão: estação total com precisão angular superior a 2" e linear a 2 mm/km +2 ppm, equipamentos GNSS de duas frequências (L1/L2); Instalação do receptor GNSS em tripé e base nivelante; Emprego simultâneo de três receptores GNSS, o que permite o emprego de triangulação e conseqüentemente maior precisão nas coordenadas dos pontos de controle; Conhecimento da teoria dos erros e sua aplicação para o controle dos enganos e erros sistemáticos é recomendável e de extrema importância; Para controle das influencias ambientais recomenda-se que a locação de todos os andares, seja feita, de preferencia, em um mesmo horário. Sugere-se que os trabalhos, tanto de coleta de dados, quanto de locação, sejam executados numa mesma faixa de temperatura; O emprego de funcionários altamente treinados.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 13133:1994 Versão Corrigida: 1996: **Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1996, p3.

AGUIRRE, Argentino J. ; FILHO, José Américo M., : **Introdução à Cartografia**. UFSM. 2007.

ANDRADE, J. : Bittencourt. **Fotogrametria**. Ed. SBEE, Curitiba. 1998. _____. **Fotogrametria**. 2ª Ed. Revista, ampliada e atualizada. SBEE, Curitiba. 2003.

BURKHOLDER, E.F., 1997: "**Definition and Description of a Global Spatial Data Model (GSDM)**". <http://www.zianet.com/globalcogo/gsdmdefn.pdf>. Acessado em 19/08/2014

BURKHOLDER, E.F., 2000: "**The Global Spatial Data Model (GSDM)**". <http://www.ncgia.ucsb.edu/globalgrids/papers/burkholder.pdf>. Acessado em 19/08/2014

BURKHOLDER, E.F., 2003:“**The Global Spatial Data Model (GSDM): A New Paradigm for Spatial Information.**” https://www.fig.net/pub/fig_2002/Ts3-3/TS3_3_burkholder.pdf. Accessed 19/08/2014

DAL'FORNO, Gelson Lauro. : **Topografia**. Apostila não publicada. Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

DAL'FORNO, Gelson. Lauro. ; DAPPER F.; STRIEDER, A. J.;AGUIRRE, A. J. TRANSGEOLocal – Programa Computacional para Transformação de Coordenadas Geodésicas em Coordenadas Locais e o Processo Inverso. In: **Anais VI Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas**, UFPR, 2009.

DAL'FORNO, Gelson Lauro; AGUIRRE, Argentino José; HILLEBRAND, Fernando Luís; GREGÓRIO, Fabiano de Vargas. : Transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas no plano topográfico local pelos métodos da norma NBR 14166:1998 e o de rotações e translações. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação**. Recife-PE, 27-30 de Julho de 2010.

FLORESTAL, E. J. M.: Apostila de topografia. **Apostila do Curso Técnico de Geoprocessamento**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

GEMAEL, Camil.: **Introdução ao ajustamento de observações**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1994.

_____. **Introdução ao ajustamento de observações**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2004.

GEMAEL, Camil. : **Introdução a geodésia física**. Curitiba: Editora UFPR, 1999.

JEKELI, Christopher. : Geometric Reference Systems in Geodesy. **Division of Geodesy and Geospatial Science School of Earth Sciences**, Ohio State University. July 2006.

PER ENGE; CHEN, A.; LORENZO, D.; XINGXIN GAO,G.; CHERMAN LO. : GNSS over China. **The Compass MEO Satellite Codes. Stanford University InsideGNSS**. July/August 2007, p.36-43.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acurácia 34, 39, 44

Autodesk Revit 2020 1, 14

B

BIM 1, 2, 3, 4, 9, 11, 16, 17, 20, 21, 22

C

Construção civil 1, 2, 3, 21, 22, 50, 61

Corrosão 48, 49, 54, 56, 58, 59, 60

D

Diseño 23, 81, 82, 85, 94

Dynamo 2.1 1

E

Elemento de viga Bernoulli-Timoshenko 62

Estação total 34, 35, 36, 37, 39, 46

Estruturas de concreto 48, 49, 50, 51, 59, 60, 61

F

Formulação co-rotacional 62, 63, 79, 80, 81

G

GPS 34, 35, 39, 40, 41, 43, 44

I

Ingeniería 23, 24, 32, 33, 82, 83, 85, 94

L

Locação de obra 34

M

Manutenção 3, 48, 58, 59, 60, 61

Métodos dos elementos finitos 62

Métodos numéricos 23, 24, 32, 33, 81, 82

Modos de deformação naturais 62

N

Não-linearidade geométrica 62

O

Orçamentação 1, 2, 12

P

Patologias 48, 49, 50, 60

Plan de gestión ambiental 84, 87

Plataforma 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12

Programação 1, 6, 7, 8, 9, 11

Projetos 2, 3, 12, 50, 52

S

Sinapi 1, 10, 11, 12, 13, 20

Softwares 1, 3, 6, 7, 8, 35

Suelo 84, 85, 86

T

TecNM 23

TRANSGEOLOCAL 34, 35, 40, 41, 47

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 4

- 
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 4

- 
-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br