



FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS

O LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

ACADÊMICO: JOSÉ ERASTO BUENO ANTUNES

**BELO HORIZONTE
2024**

JOSÉ ERASTO BUENO ANTUNES

O LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de curso –TCC – do curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Faculdade Minas Gerais – FAMIG, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel.

Orientador: *MSc.* Diego de Jesus Queiroz Rosa

Linha de pesquisa: Topografia.

**BELO HORIZONTE
2024**

AGRADECIMENTO

Primeiramente gostaríamos de agradecer a Deus pelos momentos difíceis durante o curso e que nunca me deixou desanimar para que esta pesquisa chegasse ao fim.

Agradecemos a todos os amigos, familiares que nos apoiaram e motivaram desde o início da graduação, especialmente a minha esposa Karine Isabelle Benck Antunes e ao meu filho pequeno José Raul Benck Antunes.

A todos os professores pelo vasto conhecimento passado, em especial ao nosso Professor orientador Diego de Jesus Queiroz Rosa pela paciência.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho participando direta ou indiretamente do desenvolvimento desta pesquisa, enriquecendo o nosso processo de aprendizado. Vocês certamente contribuíram em nossa formação acadêmica.

Meu muito obrigado!

RESUMO

ANTUNES, José Erasto Bueno. **O Levantamento Topográfico para a construção civil**, 32f. Monografia (Graduação Engenharia Cartografia e de Agrimensura) – Faculdade Minas Gerais - FAMIG, Belo Horizonte.

Este trabalho explora a importância do levantamento topográfico na engenharia civil, com o objetivo de destacar sua relevância para a eficiência e qualidade dos projetos desenvolvidos. A interdisciplinaridade entre a matemática, tecnologia e engenharia é evidenciada na aplicação prática dos conceitos matemáticos na topografia, permitindo a realização de cálculos precisos e análises detalhadas. Além disso, a integração de tecnologias avançadas, como drones e sistemas de informações geográficas, amplia as possibilidades de coleta e análise de dados, contribuindo para o avanço do setor da construção civil. Os desafios enfrentados na gestão eficiente dessas informações são discutidos, destacando a necessidade de estratégias inovadoras para a coleta, armazenamento e processamento de dados. Conclui-se que a sinergia entre matemática, tecnologia e engenharia na Agrimensura promove o desenvolvimento de projetos sustentáveis e de alta qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: Levantamento topográfico, Engenharia civil, Matemática, Tecnologia, Sustentabilidade.

ABSTRACT

ANTUNES, José Erasto Bueno. **Topographic Surveying for civil construction.**, 32f. Monograph (Graduate Cartographic and Surveying Engineering) – Faculdade Minas Gerais - FAMIG, Belo Horizonte.

This work explores the importance of topographic surveying in civil engineering, with the aim of highlighting its relevance for the efficiency and quality of projects developed. The interdisciplinarity between mathematics, technology and engineering is evidenced in the practical application of mathematical concepts in topography, allowing precise calculations and detailed analysis to be carried out. Furthermore, the integration of advanced technologies, such as drones and geographic information systems, expands the possibilities for data collection and analysis, contributing to the advancement of the construction sector. The challenges faced in efficiently managing this information are discussed, highlighting the need for innovative strategies for collecting, storing and processing data. It is concluded that the synergy between mathematics, technology and engineering in Surveying promotes the development of sustainable and high-quality projects.

KEYWORDS: Topographic surveying, Civil engineering, Mathematics, Technology, Sustainability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2.0 FUNDAMENTOS DA TOPOGRAFIA.....	10
2.1 Noções gerais da Topografia.....	12
3.0 A TOPOGRAFIA COMO CIÊNCIA INTERDISCIPLINAR.....	14
3.1 A relação da topografia com a construção civil.....	15
3.2 Planejamento e projeto: a base para uma construção eficiente	16
3.3 Impacto do levantamento topográfico na execução de obras	17
4.0 TECNOLOGIAS MÉTODOS EM LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	18
4.1 Descrição e aplicação dos principais equipamentos aplicado a construção civil.....	20
4.2.1. Estação Total	20
4.2.2. GPS (Sistema de Posicionamento Global)	21
4.2.3. Nível Óptico.....	22
4.2.4. Teodolito	23
4.2.5. Drone com Tecnologia LIDAR ou Fotogrametria	23
5.0 LOCAÇÃO DE OBRA E GESTÃO DA QUALIDADE	24
5.1 Processos de locação e sua relevância para a qualidade da obra.....	24
5.2 Normas técnicas e controle de qualidade na topografia	25
5.3 Contribuição do levantamento topográfico para práticas sustentáveis na construção civil	27
5.4 Desafios atuais na integração da topografia e construção civil.....	28
5.5 Tendências tecnológicas e metodológicas no levantamento topográfico.....	29
6.0 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

A Engenharia Cartográfica e de Agrimensura desempenha um papel crucial na concepção, planejamento e execução de projetos de infraestrutura e construção civil. Por meio do levantamento topográfico, essa disciplina fornece dados essenciais para a análise e representação precisa do terreno, possibilitando a tomada de decisões fundamentadas e a elaboração de projetos que atendam às necessidades técnicas e ambientais. De acordo com Veiga (2012), o levantamento topográfico não apenas fornece informações detalhadas sobre as características físicas do terreno, mas também reflete o compromisso da indústria da construção com a sustentabilidade, a inovação e a excelência em todos os níveis.

Vemos que a evolução tecnológica tem desempenhado um papel fundamental na integração da topografia com a construção civil, proporcionando novas soluções e softwares que permitem uma coleta e análise mais eficientes de dados topográficos. No entanto, como apontado por Oliveira (2013), a implementação dessas tecnologias requer investimentos em infraestrutura e treinamento, o que nem sempre é acessível para todas as empresas e profissionais do setor. Percebe-se que a falta de padronização e interoperabilidade entre os diferentes sistemas e equipamentos utilizados na topografia e na construção civil também representa um desafio, dificultando a integração e o compartilhamento de informações entre os diversos agentes envolvidos nos projetos.

A abordagem multidisciplinar e integrada entre os profissionais da Engenharia Cartográfica e de Agrimensura e da construção civil apresenta-se como um desafio relevante na atualidade. Conforme Orth e Vieira (2010), a complexidade dos projetos atuais demanda uma visão holística e colaborativa, que envolva desde o levantamento topográfico e a análise do terreno até a execução e monitoramento da obra. Promover a interação e a comunicação entre os diferentes especialistas envolvidos é essencial para garantir a integração eficiente dos dados e a tomada de decisões assertivas ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.

Portanto, temos um outro desafio significativo na integração da topografia e da construção civil diz respeito à gestão e análise dos grandes volumes de dados gerados ao longo do processo. Com o uso de tecnologias como drones, escâner a laser e sistemas de informações geográficas (SIG), a quantidade de informações coletadas durante o levantamento topográfico e a execução da obra tem aumentado

exponencialmente. Conforme Veiga et al. (2012), é essencial desenvolver estratégias eficientes de coleta, armazenamento, processamento e análise de dados, a fim de extrair insights relevantes para o planejamento e a execução dos projetos de construção civil.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo explorar a importância do levantamento topográfico na engenharia civil, destacando sua relevância para a eficiência e qualidade dos projetos desenvolvidos. Conforme Oliveira e Santos (2013), a integração da matemática na agrimensura exemplifica a sinergia entre disciplinas evidenciando a aplicabilidade prática dos conceitos matemáticos na realização de cálculos precisos de áreas e volumes. A utilização de modelos matemáticos complexos permeia todas as etapas do trabalho na agrimensura, desde a coleta de dados em campo até a entrega de resultados finais, demonstrando a importância da interdisciplinaridade nesse campo de estudo.

Justifica-se a realização deste estudo em uma forma de disseminar conhecimentos atualizados sobre as práticas de agrimensura na engenharia civil, considerando as tecnologias e metodologias mais recentes utilizadas no levantamento topográfico. De acordo com Ishida (2018), o levantamento topográfico é uma ferramenta indispensável para a promoção da sustentabilidade na construção civil, minimizando os impactos ambientais e contribuindo para o desenvolvimento de projetos mais sustentáveis. Porém, a análise aprofundada da importância do levantamento topográfico neste contexto se mostra relevante para o aprimoramento profissional e o avanço do setor da construção civil.

Com a utilização de tecnologias avançadas, como drones, escâner a laser e sistemas de informações geográficas (SIG), tem ampliado a quantidade de informações coletadas durante o levantamento topográfico e a execução de obras. Conforme Veiga et al. (2012), a gestão e análise desses grandes volumes de dados representam um desafio significativo na integração da topografia e da construção civil, exigindo o desenvolvimento de estratégias eficientes de coleta, armazenamento e processamento de informações. Assim, este estudo busca contribuir para a compreensão desses desafios e oportunidades na integração da topografia com a engenharia civil, visando aprimorar as práticas e promover o desenvolvimento sustentável do setor.

Este trabalho adotou uma metodologia de revisão de literatura em livros textos, artigos científico, entre outros com uma análise crítica e sistematizada das

publicações científicas, normas técnicas e estudos relevantes sobre o tema da integração da topografia com a construção civil. Com a revisão de literatura permitiu-se a coleta e análise de informações atualizadas e pertinentes, contribuindo para a fundamentação teórica do estudo e para a identificação de tendências, lacunas e desafios na área de interesse. Por meio da revisão de literatura, foi possível consolidar conhecimentos prévios, confrontar diferentes perspectivas e embasar as discussões e conclusões apresentadas ao longo deste trabalho de conclusão de curso.

2.0 FUNDAMENTOS DA TOPOGRAFIA

No início da evolução humana, as pessoas viviam em pequenos grupos chamados homens das cavernas. As primeiras pessoas a habitar a terra foram os nômades. Naquela época não existia o conceito de sociedade ou aldeia (MAZOYER, 2008).

Depois de passar por muitas adversidades, como falta de comida e água, guerras, ataques de outras gangues e outras raças, o ser humano sentiu a necessidade de se estabelecer em um determinado local, tornando-se sedentário e gastando seu tempo. Eles criaram uma sociedade simples. Delimitando e ampliando e utilizando o terreno de forma mais racional. Estes são os primeiros passos para um maior desenvolvimento da civilização e do terreno (MAZOYER, 2008).

Nessa altura foram realizadas diversas experiências, incluindo a construção de canais de irrigação, técnicas de cultivo mais avançadas e a construção de casas mais fortes e duradouras, o que levou ao desenvolvimento gradual de atividades agrícolas e cívicas (MAZOYER, 2008).

Para continuar este desenvolvimento, as pessoas tiveram que usar técnicas geomorfológicas como: Determinação do rumo, ângulo, localização, posição e altura. Embora ainda de forma rudimentar, à medida que a sociedade crescia cada vez mais, surgiram importantes meios de topografia e seus acessórios para possibilitar o progresso desta sociedade (COELHO JUNIOR, 2014).

A primeira sociedade a consistir em aldeias mais complexas foram os egípcios. Eram muito adeptos da produção agrícola, pois o Nilo era a sua principal fonte de água e a experiência das cheias dos rios tornou-se a base para superar as dificuldades agrícolas. Naquela época, construíram pirâmides para guardar os faraós

mortos e se imortalizarem. Eles descobriram que as bordas da pirâmide de Gizé estavam voltadas para as pontas laterais, então o ângulo era de quase 90 graus, e a distância da base estava dentro de um erro de 20 cm em comparação, então a técnica de alinhamento, posição, aprenderam ângulos (COELHO JUNIOR, 2014).

Nessa época também criaram o groma egípcio, um instrumento muito rudimentar que poderia ser usado, entre outras coisas, para alinhamento, definição de ângulos retos ou por eles determinados e nivelamento. O Egito também teve os primeiros especialistas responsáveis pela medição de macas de corda (MAZOYER, 2008).

Essas macas eram tão profissionais quanto os topógrafos de hoje. Eles foram responsáveis por realizar medições verticais, horizontais e angulares com base na cadeia de valor definida. Depois dos egípcios vieram os fenícios, mesopotâmicos, chineses, hebreus, gregos e romanos. Os fenícios construíram uma civilização rica e possuíam habilidades arquitetônicas. A obra mais importante foi a construção do Templo de Jerusalém na época do Rei Salomão. Os mesopotâmicos eram muito hábeis na construção de templos e tumbas, principalmente aqueles que tinham um aspecto obviamente artístico (MAZOYER, 2008).

Ao longo dos anos, a sociedade humana evoluiu e, com ela, as ferramentas geomorfológicas evoluíram em resposta às necessidades de avanço da sociedade. Dos instrumentos primitivos como gromas e instrumentos de corda nasceram instrumentos mais modernos como os teodolitos mecânicos como o teodolito vasconcelos (MAZOYER, 2008).

Mas a sociedade não parou e a construção já não demorava tanto, necessitando de estruturas com dimensões mais precisas. Os teodolitos mecânicos progrediram nas décadas de 80 e 90 até os teodolitos eletrônicos, culminando na década de 2000 com a introdução de estações totais e o uso mais preciso do GNSS, eliminando erros intencionais (COELHO JUNIOR, 2014).

Mas o progresso continua. Hoje utilizamos a mesma estação total de alguns anos atrás, mas com maior precisão e programas que facilitam nosso trabalho. Equipados com tecnologia para utilizar métodos modernos como RTK e GNSS, os drones também são utilizados para localização, fotogrametria de alta resolução, escaneamento a laser, e sua grande resolução permite imagens tridimensionais de altíssima resolução. Capacidade de armazenamento de dados. E surgem novas

técnicas, ferramentas e ideologias para representar o terreno e os seus elementos (COELHO JUNIOR, 2014).

2.1 Noções gerais da Topografia

A origem da palavra Topografia vem dos significados gregos Topos Graphen, que significa para nós, descrição de um lugar. Alguns autores definem Topografia, resumindo e unindo os pensamentos, como estudo de uma porção do terreno e seus elementos, não levando em conta a curvatura da Terra (MCCORMAC, 2007).

O estudo da topografia tem por objetivo o desenvolvimento de instrumentos e métodos utilizados para se obter a representação gráfica de uma porção de área sobre uma superfície plana (DOUBEK, 1989).

O objetivo principal da Topografia é realizar o mapeamento preciso do contorno, medir as dimensões e estabelecer a posição relativa de uma determinada parcela da superfície terrestre. Para tal, trabalha-se com uma aproximação na qual a complexidade da curvatura da Terra é simplificada, tratando a área de interesse como se estivesse em um plano, o que facilita a execução de projetos e a compreensão de características geográficas sem a necessidade de considerar os efeitos da esfericidade terrestre em escalas menores. Essa abordagem permite aos profissionais de engenharia, arquitetura e construção civil planejar e desenvolver seus projetos com maior precisão e eficiência (ESPARTEL, 1987).

A Topografia é uma ciência que estuda, projeta, representa, mensura e executa uma parte limitada da superfície terrestre não levando em conta a curvatura da Terra, até onde o erro de esfericidade poderá ser desprezível, e considerando os perímetros, dimensões, localização geográfica e posição (orientação) de objetos de interesse que estejam dentro desta porção (COELHO JÚNIOR et al, 2020)

Originária do termo grego que significa "dividir a Terra" ou "estudo das divisões geográficas da Terra", a Geodésia é uma disciplina científica dedicada ao estudo abrangente do planeta Terra, incluindo seus limites, relevos, formas e a disposição espacial de todos os seus componentes. Essa ciência se desdobra em três principais áreas: Geodésia Física, que foca nas propriedades físicas e gravitacionais da Terra; Geodésia Geométrica, que trata das dimensões e formas do planeta; e Geodésia por Satélites, que utiliza tecnologias orbitais para medir e mapear a Terra. Dentro deste espectro, a Topografia se estabelece como uma especialização dentro

da Geodésia Geométrica, concentrando-se no estudo detalhado de porções específicas da superfície terrestre (ESPARTEL, 1987).

Tanto a Geodésia Geométrica quanto a Topografia dedicam-se ao estudo dos contornos, relevos, posições e localizações no planeta Terra. No entanto, a principal distinção entre elas reside no escopo de seus estudos: a Geodésia Geométrica aborda o planeta tanto em sua totalidade quanto em segmentos específicos, reconhecendo e incorporando a curvatura terrestre em suas análises. Por outro lado, a Topografia concentra-se em áreas menores da superfície da Terra, operando sob a premissa de que estas sejam planas para minimizar erros em suas medições. Esta abordagem resulta na limitação da topografia a porções específicas do terreno, onde a projeção em um plano se faz necessária para assegurar a precisão dos dados, delimitando-se assim a um raio ou área específica (COELHO JUNIOR, 2014).

Na prática da Topografia, o foco é sempre direcionado ao plano topográfico e à delimitação específica da área de interesse, implicando que qualquer ferramenta desenvolvida especificamente para essa finalidade seja classificada como um instrumento topográfico. Contrariamente, o receptor de GNSS, que é capaz de determinar a posição de pontos quaisquer na superfície terrestre, não se enquadra na categoria de instrumentos topográficos, mas sim geodésicos, devido à sua abrangência e metodologia de operação. No entanto, é interessante notar que, apesar de sua natureza geodésica, os dados fornecidos por um receptor de GNSS podem ser empregados em aplicações topográficas, transformando-os assim em parte do processo topográfico (COELHO JUNIOR, 2014).

Na estrutura tradicional da Topografia, está se subdivide em Topologia e Topometria. A Topologia representa um ramo da Topografia que desconsidera medidas métricas específicas, como distâncias, ângulos, alturas, e a posição ou localização exata dos elementos. Concentra-se, em vez disso, na forma geral do terreno; por exemplo, uma montanha poderia ser simplificada representada por um cone. Esse enfoque torna a Topologia uma área menos precisa e raramente abordada por engenheiros, topógrafos e demais profissionais que se dedicam ao estudo da Topografia. Em contraste, a Topometria, que se ocupa da medição exata dessas características métricas, constitui a esmagadora maioria das atividades topográficas, representando cerca de 99,99999% dos trabalhos na área, enquanto a Topologia abrange somente uma fração mínima, cerca de 0,00001% (COELHO JUNIOR, 2014).

Neste livro, o foco será voltado para a Topometria, que se dedica ao estudo metuculoso das medidas, localizações e posições dos elementos, com um compromisso firme com a precisão. Deixando de lado a Topologia, a Topografia é então dividida em três áreas principais: Altimetria, Planimetria e Planialtimetria (DOUBEK, 1989).

A Planimetria, uma das especializações dentro da Topografia, visa mapear o terreno considerando seus contornos, dimensões e posições, mas limita-se a uma representação bidimensional. Neste segmento, o relevo e as variações de altura do terreno estudado não são objetos de análise, permanecendo, portanto, fora do escopo de investigação (DOUBEK, 1989).

A Altimetria é uma especialidade da Topografia que visa a caracterização do terreno em três dimensões, incluindo seus contornos, dimensões e localizações. Este ramo concentra-se principalmente na análise da altura e do relevo do terreno. Para realizar estudos de altimetria, frequentemente se faz necessário recorrer a dados planimétricos, tais como distâncias horizontais, para entender melhor aspectos como o perfil do terreno, sua inclinação, seções transversais e curvas de nível. Contudo, o foco principal da Altimetria é na altura, sua variável mais significativa. Importante não confundir Altimetria com Planialtimetria, que integra tanto as variáveis altimétricas quanto as planimétricas (DOUBEK, 1989).

Na Planialtimetria, tanto as variáveis altimétricas quanto as planimétricas são contempladas no estudo ou no resultado final do trabalho. Um exemplo disso seria a análise dos limites de uma propriedade (aspecto planimétrico) juntamente com as curvas de nível (aspecto altimétrico), permitindo uma compreensão completa tanto da disposição espacial quanto do relevo do terreno em questão (DOUBEK, 1989).

3.0 A TOPOGRAFIA COMO CIÊNCIA INTERDISCIPLINAR

A integração da matemática no cotidiano prático representa um desafio significativo para todos os profissionais, cuja preocupação se centra na melhor maneira de ilustrar suas aplicações reais aos seus aprendizes. Uma abordagem eficaz para abordar essa questão é evidenciar como diversas disciplinas se beneficiam da matemática como uma ferramenta fundamental (OLIVEIRA; SANTOS; ALVES, 2013).

Desta forma, a Agrimensura se destaca como um campo de estudo que exemplifica perfeitamente a sinergia entre matemática e tecnologia. Utilizando-se de

avançados recursos tecnológicos, profissionais da Agrimensura aplicam modelos matemáticos complexos para realizar cálculos precisos de áreas e volumes. Este processo é essencial e permeia todas as etapas do trabalho na Agrimensura, desde a coleta de dados em campo até a análise e interpretação desses dados para a entrega de resultados finais (OLIVEIRA; SANTOS; ALVES, 2013).

A forma prática que a matemática é empregada na Agrimensura pode servir como uma ferramenta valiosa no processo de construção do conhecimento, oferecendo aos estudantes uma perspectiva clara sobre a aplicabilidade dos conceitos matemáticos em situações reais (OLIVEIRA; SANTOS; ALVES, 2013).

Da forma que o profissional explore a topografia como uma ciência interdisciplinar, revela-se a interconexão da matemática com outras áreas, como a engenharia, a geografia e a tecnologia, neste contexto não só ajuda os estudantes a compreender a importância da matemática fora do ambiente acadêmico, mas também estimula o desenvolvimento de um pensamento crítico e analítico sobre como esses conhecimentos são aplicados na solução de problemas concretos e no avanço da sociedade (OLIVEIRA; SANTOS; ALVES, 2013).

3.1 Topografia e a construção civil

Genericamente, a Topografia visa à elaboração da planta topográfica, um processo que requer a medição precisa de distâncias e ângulos, além da determinação das coordenadas topográficas nos eixos x e y, culminando na escolha de um sistema de projeção adequado. Esse conjunto de procedimentos possibilita a definição e a representação gráfica do contorno, das dimensões e da posição relativa dos elementos na superfície terrestre, fornecendo um detalhamento exaustivo necessário para compreender as características físicas do terreno. Este processo é fundamental para uma vasta gama de aplicações práticas, desde a engenharia civil até o planejamento urbano, assegurando que os profissionais disponham das informações precisas para tomar decisões informadas (SILVA, 2018).

A topografia representa uma metodologia essencial no campo das construções, focando exclusivamente nas áreas superficiais da Terra. Esta disciplina envolve o uso de técnicas e instrumentos especializados para nivelar e preparar o terreno, tornando-o adequado para o início das obras, conforme descrito por

Zimmermann (2015). Tal prática é fundamental para garantir que a base de qualquer projeto de construção esteja devidamente alinhada e estabilizada, facilitando assim o desenvolvimento seguro e eficiente de infraestruturas.

A topografia é uma disciplina que se ocupa da medição e descrição detalhada de características específicas de uma parcela da superfície terrestre ou subaquática, incluindo mares, rios, lagos, lagoas, bem como espaços subterrâneos como minas e túneis. Esta ciência objetiva mapear o contorno, as dimensões, a elevação de pontos em relação a um marco de referência de nível, assim como o relevo, a extensão e a localização relativa de pontos dentro de um determinado território. Isso é alcançado por meio da realização de medições precisas de ângulos, distâncias, alturas (ou níveis) e/ou coordenadas, permitindo assim uma compreensão completa das características físicas do local em estudo (ZIMMERMANN, 2015).

Na construção civil, o processo de locação é crucial para garantir a durabilidade e a integridade de uma obra, consistindo em demarcar precisamente onde as fundações e outras estruturas serão construídas conforme o projeto arquitetônico. Uma aplicação prática e vital da topografia está justamente nessa etapa, onde a precisão na medição e no posicionamento evita desvios que podem levar a custos adicionais significativos (VEIGA, *et al.*, 2012).

Erros na locação, como imprecisões nas medidas ou alinhamento inadequado, resultam em consumo excessivo de materiais ao ajustar as dimensões que divergem do planejado inicialmente, como apontam Veiga *et al.* (2012). Assim, a topografia se apresenta como ferramenta indispensável para a economia de recursos e sucesso do projeto de construção.

3.2 Planejamento e projeto: a base para uma construção eficiente

O planejamento e o projeto constituem a espinha dorsal de qualquer empreendimento de construção civil, estabelecendo um roteiro detalhado que guia todas as fases da construção, desde a concepção inicial até a entrega final. Essas etapas iniciais são cruciais para a eficiência, a economia e a sustentabilidade de um projeto, pois é nesse momento que se definem os objetivos, se avaliam as condições

do local, se estabelecem os requisitos legais e ambientais, e se elaboram as soluções técnicas e arquitetônicas (BORTOLINI, 2015a).

O planejamento eficaz envolve a análise detalhada de custos, a seleção de materiais, a determinação de cronogramas e a alocação de recursos, tudo com o intuito de otimizar os processos de construção. Além disso, a integração das novas tecnologias de design, como a Modelagem da Informação da Construção (BIM), no estágio de projeto pode aprimorar a precisão das simulações e dos cálculos, contribuindo para uma execução mais ágil e menos propensa a erros (MCCORMAC, 2007).

Por outro lado, o desenvolvimento do projeto de construção é uma fase que exige alta capacidade técnica e criativa, na qual arquitetos e engenheiros trabalham juntos para transformar ideias em planos concretos e detalhados. Essa colaboração interdisciplinar é fundamental para garantir que o projeto não apenas atenda às expectativas do cliente em termos de estética e funcionalidade, mas também às normas de segurança, acessibilidade e eficiência energética (MCCORMAC, 2007).

Uma abordagem holística no projeto permite antever problemas potenciais e implementar soluções inovadoras que minimizem os impactos ambientais, reduzam os custos operacionais e melhorem a qualidade de vida dos usuários finais. Portanto, o planejamento e o projeto não são apenas a base para uma construção eficiente; eles são também o reflexo do compromisso da indústria da construção com a sustentabilidade, a inovação e a excelência em todos os níveis (VEIGA, 2012).

3.3 Impacto do levantamento topográfico na execução de obras

O impacto do levantamento topográfico na execução de obras é profundamente significativo, atuando como um pilar essencial para a precisão e o sucesso de qualquer projeto de construção. Esta prática, que envolve a coleta detalhada de dados sobre as características físicas de um terreno, fornece informações cruciais para a tomada de decisões durante todas as fases do projeto. Desde a fase de planejamento inicial, o levantamento topográfico ajuda a identificar potenciais desafios e oportunidades no terreno, como variações de relevo, a presença

de corpos d'água ou outras características que podem influenciar o design, a locação e a metodologia de construção (VEIGA, 2012).

Além disso, esses dados são indispensáveis para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e estruturais precisos, garantindo que as estruturas projetadas se integrem harmoniosamente ao ambiente existente, minimizem as necessidades de movimentação de terra e evitem impactos ambientais desnecessários. Por meio do levantamento topográfico, engenheiros e arquitetos podem também prever a necessidade de medidas de controle de erosão, drenagem adequada e outras intervenções que são vitais para a durabilidade e a funcionalidade de longo prazo da obra (VEIGA, 2012).

Além disso, o levantamento topográfico desempenha um papel crucial na fase de execução da obra, assegurando que as construções sejam realizadas exatamente conforme especificado nos planos. A precisão nas medidas e localizações que esta prática proporciona é fundamental para evitar erros de construção, que podem levar a atrasos significativos, aumentos de custos e, em casos graves, à necessidade de realizar correções dispendiosas após a construção estar concluída. O alinhamento e o nivelamento precisos, facilitados pelos dados topográficos, são essenciais para a fundação de qualquer estrutura, influenciando diretamente sua segurança e estabilidade (SILVA, 2018).

A utilização eficaz da topografia moderna, que inclui tecnologias avançadas como GPS, drones e laser scanning, permite um monitoramento contínuo do progresso da obra, possibilitando ajustes em tempo real e assegurando que cada aspecto da construção esteja em perfeita conformidade com o projeto arquitetônico e estrutural. Em resumo, o levantamento topográfico não apenas otimiza o processo de construção, reduzindo riscos e custos, mas também garante que o resultado final seja seguro, funcional e esteticamente agradável, refletindo o comprometimento com a excelência em todas as etapas do projeto (BORGES, 2013).

4.0 TECNOLOGIAS MÉTODOS EM LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

De acordo com Machado Júnior (2022), são três categorias fundamentais de levantamento topográfico: planimétrico, planialtimétrico e altimétrico, sendo que para cada um desses tipos é essencial na medição e representação topográfica de

terrenos, embora variem significativamente em termos das dimensões que analisam e do volume de informações que conseguem coletar.

Para o levantamento planimétrico, por exemplo, dedica-se exclusivamente às dimensões bidimensionais (2D) de uma superfície, capturando detalhes como muros, edificações e linhas de divisão de propriedade. Esta modalidade é particularmente útil em contextos onde a profundidade e o relevo do terreno não influenciam significativamente o planejamento ou a execução de um projeto (MACHADO JÚNIOR, 2022).

Ainda de acordo com Machado Júnior (2022), o levantamento planialtimétrico abrange uma gama mais ampla de características, incluindo tanto aspectos bidimensionais quanto tridimensionais (3D) de um terreno. Este tipo de levantamento é indispensável para a elaboração de projetos mais complexos e detalhados, como o desenvolvimento urbano ou a construção de grandes estruturas.

Devido à sua abrangência e precisão, é frequentemente requerido por órgãos reguladores para garantir que novos empreendimentos sejam projetados com uma compreensão completa das condições físicas do local. A capacidade de integrar medidas planimétricas e altimétricas permite que engenheiros e arquitetos tenham um entendimento mais holístico do espaço, facilitando a previsão de possíveis desafios na construção (MACHADO JÚNIOR, 2022).

Já finalizando sobre os levantamentos, temos o altimétrico que é focado especificamente na análise da inclinação ou declividade de um terreno. Este tipo é crucial para áreas que apresentam variações significativas em seu relevo, como terrenos montanhosos ou inclinados, onde a precisão na avaliação da inclinação é fundamental para evitar erros de construção que podem resultar em falhas estruturais ou até desastres (MACHADO JÚNIOR, 2022).

Os dados fornecidos pelo levantamento altimétrico são vitais para a tomada de decisões informadas sobre qualquer ajuste necessário nos planos de construção, garantindo que medidas preventivas sejam implementadas para lidar com as características específicas do terreno. Dessa forma, o levantamento planialtimétrico é frequentemente escolhido para liderar projetos de engenharia e construção, dado seu vasto alcance em prover informações detalhadas e integradas das características físicas de um terreno (MACHADO JÚNIOR, 2022).

4.1 Descrição e aplicação dos principais equipamentos aplicado a construção civil

São inúmeras as aplicações da topografia na construção civil, ela fornece dados precisos sobre a configuração do terreno e a posição dos elementos no espaço, que são cruciais para o planejamento e execução de projetos, dados que se não forem bem elaborados e precisos, podem gerar custos desnecessários e retrabalhos durante a execução.

São diversos equipamentos que são utilizados na topografia, para aplicação na construção civil, cada equipamento tem suas especificidades e aplicações. Podemos citar dentre eles: Estação Total; GPS (Sistema de Posicionamento Global); Nível óptico; Teodolito e Drone com tecnologia Lidar ou Fotogrametria.

4.2.1. Estação Total

Uma Estação Total combina as funcionalidades de um teodolito eletrônico, onde mede ângulos horizontais e verticais, com um distanciômetro eletrônico, que calcula distâncias precisas. Este equipamento avançado pode coletar uma grande quantidade de dados geométricos de um terreno, que são fundamentais para a elaboração de mapas detalhados e execução precisa de projetos de engenharia civil. Sua capacidade de armazenamento interno e a possibilidade de transmissão de dados para dispositivos externos facilitam o processamento e análise das informações, aumentando a eficiência em campo (CASACA et.al, 2014).



Figura 1: Estação Total – Fonte: (CASACA, et. al.; 2014)

Podemos observar na figura 01 acima uma Estação Total sendo utilizado para o levantamento topográfico, ela é regularmente utilizada em tarefas críticas de construção civil, como a definição de linhas de construção, verificação de alinhamentos e monitoramento de deformações em estruturas já existentes, sendo uma ferramenta indispensável para garantir a precisão nos projetos (CASACA et.al, 2014).

4.2.2. GPS (Sistema de Posicionamento Global)

Os equipamentos de GPS são essenciais na topografia moderna devido à sua capacidade de fornecer posicionamentos geográficos precisos em qualquer parte do mundo. Sendo amplamente utilizados na construção civil, o GPS é utilizado para uma variedade de aplicações que vão desde a demarcação e definição de terrenos até o controle de maquinário pesado em grandes obras (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012).

O GPS proporciona uma precisão impressionante, que é vital para a localização exata de infraestruturas e para assegurar que as construções estejam dentro dos limites legais do terreno. O uso de GPS em obras civis economiza tempo e recursos ao reduzir a quantidade de medições manuais necessárias, além de melhorar a coordenação entre as diversas equipes de trabalho (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012).

Na figura 2 temos o GNSS que é uma evolução do GPS e inclui outros sistemas de satélites, como o GLONASS (Rússia), Galileo (União Europeia) e BeiDou (China). Nestes receptores GNSS tem-se a maior utilização de satélites disponíveis e com isso a possibilidades de cálculos de posicionamento e precisão são bem mais rápidos e precisos (TIPOS..., 2023).



Figura 2: Estação Total – Fonte: (TIPOS..., 2023)

4.2.3. Nível Óptico

Os níveis ópticos são instrumentos precisos que medem a elevação entre pontos distintos, fundamentais para assegurar que as construções obedecem ao plano de nivelamento especificado. Esses dispositivos são cruciais para a verificação de nivelamento de fundações, pisos e outras partes de estruturas em construção, garantindo que todo o trabalho esteja de acordo com as especificações técnicas do projeto (TIPOS ..., 2023).

Na figura 03 temos uma imagem de um nível óptico, cuja facilidade de operação e a confiabilidade dos resultados fazem do nível óptico são pontos importantes desta ferramenta, dessa forma sendo insubstituível na construção civil, especialmente em tarefas de terraplanagem, onde é essencial manter uma superfície nivelada para a construção subsequente (TIPOS ..., 2023).



Figura 3: Nível Óptico – Fonte: (TIPOS..., 2023)

4.2.4. Teodolito

O teodolito é um instrumento tradicional na topografia que se especializa na medição de ângulos precisos tanto no plano horizontal quanto no vertical. Apesar de ser parcialmente substituído pelas estações totais, o teodolito ainda é amplamente utilizado devido à sua alta precisão e confiabilidade (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012).

Na construção civil, os teodolitos são essenciais para tarefas que exigem alinhamento preciso, como o estabelecimento de fachadas de edifícios ou a instalação de componentes estruturais críticos. A precisão oferecida pelos teodolitos assegura que as construções sejam erguidas exatamente conforme os planos de engenharia, evitando erros que podem comprometer a segurança e integridade das estruturas (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012).

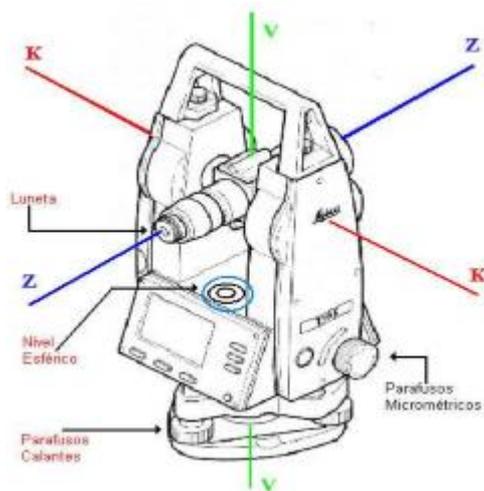


Figura 4: Teodolito – Fonte: (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012)

4.2.5. Drone com Tecnologia LIDAR ou Fotogrametria

O uso de drones equipados com tecnologia LIDAR ou sistemas de fotogrametria está revolucionando a topografia e a construção civil. Esses veículos aéreos não tripulados são capazes de coletar rapidamente dados topográficos de vastas áreas, oferecendo uma perspectiva abrangente e atualizada do progresso de grandes projetos de construção (TIPOS ..., 2023).

O LIDAR, em particular, permite a geração de modelos tridimensionais precisos do terreno, capturando detalhes minuciosos que são fundamentais para o planejamento e execução de obras complexas. Além disso, os drones facilitam a inspeção de locais de difícil acesso e podem monitorar a evolução de uma obra, proporcionando uma ferramenta valiosa para o gerenciamento de projetos e garantia de qualidade (TIPOS ..., 2023).



Figura 5: Drone com Tecnologia Lidar – Fonte: (TIPOS..., 2023)

5.0 LOCAÇÃO DE OBRA E GESTÃO DA QUALIDADE

De acordo com a norma NBR 13133 (2014), que estabelece os procedimentos para execução de levantamentos topográficos, a locação de obra é definida como "o conjunto de operações que visam materializar no terreno as dimensões e a posição de elementos de uma construção, de acordo com as especificações do projeto" (NBR 13133, 2014, p.03).

5.1 Processos de locação e sua relevância para a qualidade da obra

A locação de obras na engenharia civil é um processo fundamental que envolve a determinação precisa das dimensões e posicionamento de elementos construtivos no terreno. Através de levantamentos topográficos detalhados e precisos, os profissionais da área conseguem materializar no terreno as informações contidas nos projetos, garantindo a correta execução da obra (VEIGA, *et al.*, 2012).

A precisão na locação dos elementos estruturais, como fundações, pilares e paredes, é essencial para assegurar a qualidade e segurança da construção, evitando erros que poderiam comprometer a estabilidade e durabilidade do empreendimento (VEIGA, *et al.*, 2012).

A correta locação de obras é crucial para garantir a conformidade do projeto com as especificações técnicas e normativas vigentes. Segundo a ABNT NBR 13133 (2014), a locação de obra consiste no conjunto de operações que visam materializar no terreno as dimensões e a posição de elementos de uma construção de acordo com as especificações do projeto.

Essa definição destaca a importância da precisão na locação dos elementos construtivos, pois qualquer desvio em relação ao projeto original pode comprometer a qualidade e segurança da obra, além de gerar custos adicionais para correção de falhas (NBR 13133, 2014)

Além de garantir a conformidade com o projeto, a locação de obras também contribui para a otimização dos processos construtivos. Com uma locação precisa, é possível evitar retrabalhos e desperdícios de materiais, resultando em uma execução mais eficiente e econômica da obra. A utilização de técnicas e instrumentos topográficos avançados, como estações totais e softwares de modelagem 3D, permite aos profissionais realizar locações cada vez mais precisas e eficientes, contribuindo para a qualidade e produtividade do empreendimento (VEIGA, *et al.*, 2012).

A locação de obras desempenha um papel fundamental na garantia da segurança e durabilidade das construções. A correta posição e nivelamento dos elementos estruturais, aliados a uma fundação adequada, são essenciais para suportar as cargas e condições de uso previstas para a edificação. A topografia, por meio de seus processos de locação, fornece as informações necessárias para a correta implantação dos elementos construtivos, assegurando a estabilidade e resistência da obra ao longo do tempo. Assim, a locação de obras não apenas impacta a qualidade e eficiência da construção, mas também a segurança e durabilidade do empreendimento como um todo (VEIGA, *et al.*, 2012).

5.2 Normas técnicas e controle de qualidade na topografia

As normas técnicas desempenham um papel fundamental na área da topografia, estabelecendo diretrizes e procedimentos padronizados para a realização de levantamentos topográficos. A normatização, como a ABNT NBR 13133 (2014), define os requisitos mínimos para a execução de levantamentos topográficos, abrangendo desde a definição dos objetivos do levantamento até os métodos de coleta e processamento dos dados. O cumprimento dessas normas garante a qualidade e confiabilidade dos resultados obtidos, além de proporcionar uma base sólida para a tomada de decisões na engenharia civil.

O controle de qualidade na topografia é essencial para garantir a precisão e exatidão dos levantamentos realizados. Através de procedimentos de verificação e validação dos dados coletados, é possível identificar e corrigir eventuais erros ou inconsistências que possam comprometer a qualidade dos resultados. O uso de equipamentos calibrados e a capacitação dos profissionais envolvidos são aspectos-chave para assegurar a qualidade dos levantamentos topográficos, contribuindo para a confiabilidade das informações geradas e a tomada de decisões assertivas na engenharia (VEIGA, *et al.*, 2012).

A padronização dos processos e a adoção de boas práticas de controle de qualidade na topografia são fundamentais para garantir a interoperabilidade e comparabilidade dos dados entre diferentes levantamentos e projetos. Ao seguir as normas técnicas estabelecidas, os profissionais da área podem assegurar a consistência e integridade dos dados topográficos, facilitando a comunicação e colaboração entre os diversos agentes envolvidos em um empreendimento. Dessa forma, o controle de qualidade na topografia não apenas garante a precisão dos resultados, mas também promove a eficiência e eficácia dos processos de planejamento e execução de obras civis (VEIGA, *et al.*, 2012).

Além disso, o controle de qualidade na topografia desempenha um papel crucial na mitigação de riscos e na prevenção de falhas em projetos de engenharia. A identificação precoce de eventuais inconsistências nos dados topográficos permite a correção imediata de problemas, evitando retrabalhos e atrasos na execução da obra. A aplicação de procedimentos de controle de qualidade rigorosos contribui para a redução de custos e prazos, além de garantir a conformidade com as especificações técnicas e normativas, resultando em empreendimentos de maior qualidade e durabilidade (VEIGA, *et al.*, 2012).

5.3 Contribuição do levantamento topográfico para práticas sustentáveis na construção civil

O levantamento topográfico desempenha um papel fundamental na promoção de práticas sustentáveis na construção civil. Em primeiro lugar, ao fornecer informações detalhadas sobre o terreno, a topografia permite uma melhor análise e planejamento do uso do solo, contribuindo para a redução do impacto ambiental. Com esses dados precisos, os profissionais da construção podem tomar decisões mais conscientes e eficazes, evitando a ocupação de áreas impróprias e protegendo ecossistemas sensíveis (ZIMMERMANN, 2015).

Além disso, o levantamento topográfico auxilia na otimização do uso de recursos naturais, como água e energia. Com base nas informações coletadas, é possível projetar sistemas de drenagem eficientes, que minimizam o desperdício de água e evitam problemas de inundação. Da mesma forma, a topografia permite a identificação de áreas propícias para a instalação de sistemas de captação de energia solar ou eólica, promovendo a utilização de fontes renováveis e a redução da pegada de carbono das construções (ORTH; VIEIRA, 2010).

Outro aspecto relevante é a contribuição da topografia para a segurança das edificações. Ao mapear com precisão o terreno e identificar possíveis riscos, como áreas instáveis ou propensas a deslizamentos, o levantamento topográfico auxilia na elaboração de projetos mais seguros e resilientes. Dessa forma, a topografia não apenas protege o meio ambiente, mas também garante a proteção das estruturas construídas e a segurança dos ocupantes (ISHIDA, 2018).

Dessa forma a topografia torna-se essencial para a implementação de práticas construtivas sustentáveis, como a redução do desperdício de materiais e a otimização do uso do espaço. Com base nas informações topográficas, é possível planejar a disposição das edificações de forma a aproveitar ao máximo a topografia natural do terreno, reduzindo a necessidade de movimentação de terra e minimizando os impactos ambientais. Portanto, o levantamento topográfico se mostra como uma ferramenta indispensável para a promoção da sustentabilidade na construção civil (ISHIDA, 2018).

5.4 Desafios atuais na integração da topografia e construção civil

A integração da topografia e da construção civil enfrenta diversos desafios atuais, que vão desde a necessidade de atualização tecnológica até a capacitação de profissionais para lidar com as novas ferramentas e metodologias. Com o avanço da tecnologia, surgem constantemente novas soluções e softwares que permitem uma integração mais eficiente entre os dados topográficos e os projetos de construção. No entanto, a implementação dessas tecnologias requer investimentos em infraestrutura e treinamento, o que nem sempre é acessível para todas as empresas e profissionais do setor. Além disso, a falta de padronização e interoperabilidade entre os diferentes sistemas e equipamentos utilizados na topografia e na construção civil pode dificultar a integração e o compartilhamento de informações entre os diversos agentes envolvidos nos projetos (OLIVEIRA, 2013).

A necessidade de uma abordagem multidisciplinar e integrada entre os profissionais da topografia e da construção civil também se apresenta como um desafio relevante. A complexidade dos projetos atuais exige uma visão holística e colaborativa, que envolva desde o levantamento topográfico e a análise do terreno até a execução e monitoramento da obra. Nesse sentido, é fundamental promover a interação e a comunicação entre os diferentes especialistas envolvidos, de forma a garantir a integração eficiente dos dados e a tomada de decisões assertivas ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento (ORTH; VIEIRA, 2010).

Outro desafio significativo na integração da topografia e da construção civil diz respeito à gestão e análise dos grandes volumes de dados gerados ao longo do processo. Com o uso de tecnologias como drones, escâner a laser e sistemas de informações geográficas (SIG), a quantidade de informações coletadas durante o levantamento topográfico e a execução da obra tem aumentado exponencialmente. Nesse contexto, é essencial desenvolver estratégias eficientes de coleta, armazenamento, processamento e análise de dados, de modo a extrair insights relevantes para o planejamento e a execução dos projetos de construção civil (VEIGA, *et al.*, 2012).

Tem-se uma necessidade de atualização constante e adaptação às mudanças tecnológicas e normativas do setor representa um desafio contínuo para os profissionais da topografia e da construção civil. A evolução das tecnologias de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelagem 3D exige uma constante

atualização dos conhecimentos e habilidades dos profissionais, bem como a adequação dos processos e práticas de trabalho às novas exigências do mercado. Nesse sentido, a formação continuada e o investimento em capacitação profissional são fundamentais para superar os desafios e aproveitar as oportunidades oferecidas pela integração da topografia e da construção civil (ISHIDA, 2018).

5.5 Tendências tecnológicas e metodológicas no levantamento topográfico

As tendências tecnológicas e metodológicas no levantamento topográfico estão em constante evolução, impulsionadas pelo desenvolvimento de novas ferramentas e técnicas que visam tornar o processo mais eficiente, preciso e ágil. Uma das principais tendências é a crescente adoção de tecnologias de sensoriamento remoto, como drones e satélites, que permitem a coleta de dados topográficos de forma rápida e precisa, reduzindo a necessidade de trabalho de campo e aumentando a produtividade. Além disso, o uso de sistemas de posicionamento global (GNSS) e estações totais automatizadas tem se tornado cada vez mais comum, possibilitando a obtenção de coordenadas e medidas com alta precisão em tempo real (SILVA, *et al.*, 2020).

A integração de sistemas de informações geográficas (SIG) e modelagem 3D no levantamento topográfico também representa uma tendência importante, permitindo a visualização e análise dos dados de forma mais detalhada e integrada. A modelagem tridimensional do terreno e das estruturas facilita a identificação de interferências, a otimização do projeto e a tomada de decisões mais assertivas ao longo do processo de construção. Além disso, a utilização de softwares especializados para processamento e análise de dados topográficos tem se mostrado fundamental para a geração de informações mais precisas e a elaboração de relatórios e mapas mais completos e detalhados (SILVA, *et al.*, 2020).

Outra tendência tecnológica importante no levantamento topográfico é a utilização de nuvens de pontos e escaneamento a laser, que permitem a captura de dados tridimensionais com alta resolução e precisão. Essas tecnologias são especialmente úteis em projetos de grande complexidade e em áreas de difícil acesso, possibilitando a geração de modelos digitais do terreno e de estruturas com alto nível de detalhamento. Além disso, a automação de processos, como a integração de

dados de campo com sistemas de informação em tempo real e a utilização de algoritmos de processamento de dados, tem contribuído para a otimização e agilidade do levantamento topográfico (SILVA, *et al.*, 2020).

Essa tendência de integração de diferentes tecnologias e metodologias no levantamento topográfico, aliada à capacitação e atualização constante dos profissionais da área, tem o potencial de revolucionar a forma como os levantamentos são realizados e os dados são utilizados na construção civil. A combinação de tecnologias como drones, GNSS, escaneamento a laser e SIG, aliada a metodologias inovadoras de coleta, processamento e análise de dados, promete trazer benefícios significativos em termos de eficiência, precisão e qualidade nos projetos de engenharia e construção (SILVA, *et al.*, 2020).

6.0 CONCLUSÃO

A Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, é um campo de estudo interdisciplinar, desempenha um papel fundamental na integração da matemática, tecnologia e engenharia civil. Com a aplicação prática dos conceitos matemáticos na topografia revela a importância da precisão e da exatidão nas medições de distâncias, ângulos e coordenadas topográficas, essenciais para a elaboração de plantas topográficas detalhadas. A interconexão da matemática com outras áreas, como a engenharia e a geografia, destaca a relevância da agrimensura na solução de problemas concretos e no avanço da sociedade, estimulando o desenvolvimento de um pensamento crítico e analítico.

A utilização de tecnologias avançadas, como drones, escâner a laser e sistemas de informações geográficas (SIG), tem ampliado as possibilidades de coleta e análise de dados durante o levantamento topográfico, contribuindo para a eficiência e qualidade dos projetos desenvolvidos na engenharia civil. A gestão dessas informações representa um desafio significativo, exigindo o desenvolvimento de estratégias eficientes de coleta, armazenamento e processamento de dados para extrair insights relevantes para o planejamento e execução de projetos de construção civil.

A integração da matemática na agrimensura exemplifica a sinergia entre disciplinas, evidenciando a aplicabilidade prática dos conceitos matemáticos na realização de cálculos precisos de áreas e volumes. A utilização de modelos

matemáticos complexos permeia todas as etapas do trabalho na agrimensura, desde a coleta de dados em campo até a entrega de resultados finais, demonstrando a importância da interdisciplinaridade nesse campo de estudo. A sinergia entre matemática e tecnologia destaca a Agrimensura como um campo essencial para a realização de cálculos precisos e análises detalhadas.

Portanto, a importância do levantamento topográfico na engenharia civil é indiscutível, contribuindo para a promoção da sustentabilidade na construção civil, o desenvolvimento de projetos mais sustentáveis e a melhoria da eficiência e qualidade das obras.

A integração da topografia com a construção civil representa um desafio e uma oportunidade para o setor, exigindo o aprimoramento constante das práticas e o desenvolvimento de estratégias inovadoras para enfrentar os desafios do mercado atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133**: Execução de Levantamentos Topográficos. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BORGES, A. C. Topografia aplicada à Engenharia Civil. São Paulo. Ed. Edgar Blucher. SP, 2013.

BORTOLINI, Rafaela. **Modelo para planejamento e controle logístico de obras de sistemas pré-fabricados do tipo engineer-to-order com o uso de BIM 4D**. 2015b. reponame:Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UFRGS, [s. /], 2015b. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/127931>. Acesso em: 1 abr. 2024.

CASACA, J.; MATOS, J.; BAILO, M. **Topografia Geral**. Rio de Janeiro, Ed. LTC. RJ, 2014.

2014. COELHO JUNIOR, J. M.; ROLIM NETO, F. C.; ANDRADE, J. S. C. O. **Topografia Geral**. 1 ed. Recife, Editora UFRPE, 2014.

DOUBEK, A. **Topografia**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989, 205p.

ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. 9 ed. Rio de Janeiro, Globo, 1987.

ISHIDA, Andrei Renan. A importância da topografia e da locação de obra construção civil. 2018. 41 fls. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Construção Civil – Anhanguera Educacional, Leme, 2018.

MACHADO JÚNIOR, José. **Topografia básica**. Recife: UFRPE, 2022. 186 p. ISBN 978-65-00-28130-9.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das Agriculturas no Mundo. Do Neolítico à crise contemporânea**. São Paulo, Editora UNESP, 2008.

MCCORMAC, J. **Topografia**. 5 ed. Rio de Janeiro, Editora LTC, 2007.

OLIVEIRA, Ana Maria Libório; SANTOS, Marly Evangelista; ALVES, Sammya Christina Oliveira. Levantamento topográfico: modelagem matemática sobre áreas e volumes na agrimensura. **Itinerarius Reflectionis**, v. 9, n. 1, 3 ago. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ir.v1i14.23118>. Acesso em: 1 abr. 2024.

ORTH, D. M.; VIEIRA, S. J. Topologia aplicada ao Ensino de Engenharia. (Apostila didática Universidade Federal de Santa Catarina). Florianópolis, SC, 2010.

SILVA, J. M.; SANTOS, L. F.; OLIVEIRA, R. S. Tendências tecnológicas e metodológicas no levantamento topográfico: uma análise comparativa. *Revista de Engenharia Geoespacial*, v. 8, n. 2, p. 78-95, 2020.

SILVA, Hévellin Cristina . Nucci, Jorge Miguel APLICAÇÃO DA TOPOGRAFIA NA ENGENHARIA CIVIL. *Revista Científica Semana Acadêmica*. Fortaleza, ano MMXVIII, Nº. 000138, 29/10/2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/aplicacao-da-topografia-na-engenharia-civil>
Acessado em: 01/04/2024.

TIPOS de equipamentos topográficos e suas funções - blog da CPE topografia. 24 nov. 2023. Disponível em: <https://blog.cpetecnologia.com.br/tipos-de-equipamentos-topograficos-e-suas-funcoes/>. Acesso em: 15 abr. 2024.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia**. Universidade Federal do Paraná, Dep. Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. PR, 2012.

ZIMMERMANN, C. C. **Apostila de Topografia**. Apostila (didática) - Universidade Federal de Santa Catarina, Dep. de Engenharia Civil. Florianópolis, SC, 2015.