

GEOMÁTICA: SUA IMPORTANCIA E O SEU CONTEXTO COMO CIÊNCIA E SUAS CONTRIBUIÇÕES TECNOLÓGICAS

Paulo Cesar Lima Segantine
Irineu da Silva
Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP
Departamento de Engenharia de Transportes
pclsegantine@usp.br;
irineu@sc.usp.br

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar a Geomática como uma ciência que coordena e sistematiza conhecimentos para a obtenção de dados espaciais a partir da aplicação de tecnologias para gerar produtos a serem utilizados na elaboração de um projeto de engenharia. Apresentam-se também algumas definições/conceitos relevantes para o melhor entendimento das aplicações desta ciência devido a sua importância no processo de desenvolvimento das nações. É relevante destacar a importância da coleta de dados espaciais. Desta forma, o ensino desta disciplina nos cursos de engenharia civil torna-se importante visto que ela é fruto da integração de ciências e técnicas que convergem na direção da produção de informações espaciais, pois é matéria-prima fundamental do planejamento e subsidiar ações e tomadas de decisão.

Abstract

The aim of this paper is to present Geomatics as a science that coordinates and systematizes knowledge to obtain spatial data from the application of technologies to generate products to be used in the preparation of an engineering project. It also presents some relevant definitions/concepts for a better understanding of the applications of this science due to its importance in the development process of nations. It is relevant to highlight the importance of spatial data collection. Thus, the teaching of this discipline in civil engineering courses becomes important since it is the result of the integration of sciences and techniques that converge towards the production of spatial information, as it is the fundamental raw material for planning and subsidizing actions and decision-making.

1 Introdução

Como parte de suas atribuições profissionais, o engenheiro confronta-se no dia a dia com situações nas quais ele precisa determinar localizações, dimensões e formas de objetos que se encontram sobre a superfície terrestre, ou próximo dela. A partir de então, surge a necessidade da realização da coleta de dados espaciais e a sua melhor forma de representação sejam por meio de plantas, cartas, mapas, modelo numérico de terrenos e/ou superfícies e outros meios de representação (analógica ou digital) que as tornem coerentes para sua aplicação nos projetos de engenharia.

Classicamente, diz-se que os problemas a implantação dos elementos geométricos de um projeto de engenharia são realizados por métodos topométricos contidos na Topografia. Em virtude dos avanços metodológicos, tecnológicos e científicos ocorridos nas últimas três décadas pode-se afirmar que o termo Topografia não é mais adequado para englobar as atividades inerentes envolvidas acima apontadas. Desta forma, surgiu a necessidade da criação de um termo que apresentasse um significado mais abrangente que englobasse as ciências, as técnicas e os métodos, que tratassem da coleta, da organização, do armazenamento, dos modelos matemáticos, do georreferenciamento, da verificação da qualidade dos dados espaciais coletados, da representação cartográfica, da gestão dos bancos de dados e do posicionamento de dados espaciais sobre a superfície terrestre, de forma a reuni-las em uma área de conhecimento coerente com as novas tecnologias e necessidades das Geociências e da Engenharia. Daí surgiu o termo *Geomática*, já internacionalmente aceito pela comunidade científica e acadêmica.

Existe uma vasta bibliografia que apresenta uma discussão a respeito da questão: A Geomática é uma ciência ou é uma tecnologia? Aliada a esta questão, pode-se ainda indagar qual é a importância da Geomática para a engenharia civil? Além de apresentar respostas para estas questões, pretende-se neste trabalho apresentar algumas definições e esclarecimentos importantes a respeito da Geomática seja do ponto de vista das ciências e das tecnologias, uma vez que a conceituação exata a respeito deste termo apresenta um equilíbrio entre as duas áreas, sendo que em determinados momentos ocorre o predomínio de um sobre o outro.

2 Definições

Apresentam-se a seguir algumas definições importantes para alcançar os objetivos do presente artigo.

Geociências: Dá-se o nome de Geociências a qualquer uma das ciências relacionadas com o estudo do planeta Terra, tais como, Cartografia, Geografia, Geologia, Geofísica, Oceanografia, Geodésia, Topografia,

Astronomia, Meteorologia, entre outros.

Técnica: é um procedimento que tem como objetivo a obtenção de um determinado resultado, seja na ciência, na tecnologia, na arte ou em qualquer outra área. Por outras palavras, pode ser entendida como um conjunto de regras, normas técnicas ou protocolos que se utiliza como meio para chegar a um resultado do objetivo proposto de forma racionada.

Tecnologia: é o conjunto de técnicas, habilidades, métodos e processos usados na produção de bens ou serviços, ou na realização de objetivos, como em investigações científicas. Tem por função o aperfeiçoamento das habilidades, a transformação de nossos costumes e proporcionar uma melhoria na qualidade de vida, trazendo-nos novidades que ampliem a praticidade com a qual são realizadas determinadas situações.

Método: é um modo de colocar em prática alguma ação específica, em alguma parte pontual do projeto. Em outras palavras é um conjunto de ações (passo a passo) que uma pessoa realiza de forma mais ou menos estruturada (regras precisas e fáceis) na realização de uma tarefa que pode ser reproduzido mais de uma vez.

Metodologia: representa uma ciência cujo objetivo está ligado ao estudo do método. Em outras palavras representa um campo de estudo que visa buscar os melhores métodos a fim de que se produza o conhecimento. Pode ser entendido também como o caminho que deverá ser seguido em toda a execução do projeto, a implementação de planejamento do que precisa ser executado e em que ordem as atividades deverão ser realizadas.

Topografia: etimologicamente este termo significa a descrição exata e minuciosa de um lugar. Tem por objetivo prover, a partir de pontos fundamentais de um sistema geodésico, meios de localização, descrição e representação de objetos e elementos da superfície topográfica (física) terrestre por intermédio de técnicas, métodos e instrumentos topográficos.

Geodésia: é a ciência e a arte que tem por finalidade a determinação de modelos de representação das formas, das dimensões e do campo gravitacional da Terra e a definição de sistemas de referências e sua materialização na superfície terrestre. Ela compreende todos os estudos envolvidos nas operações das medições de campo (levantamento geodésico) bem como os estudos dos modelos matemáticos e métodos de cálculos para a obtenção de resultados acurados.

Entre as diversas ciências categorizadas como Geociências, a Topografia e a Geodésia possuem uma posição de destaque para a Engenharia Civil, pelo fato de serem áreas de conhecimento relacionadas com o mapeamento da Terra e, portanto, fundamentais para o desenvolvimento de projetos de engenharia. Neste sentido, é importante destacar a diferença básica entre elas: pode-se dizer que a Geodésia se preocupa com o planeta Terra como um todo enquanto a Topografia se preocupa com as irregularidades locais.

Geomática: Este termo é utilizado para definir a área do conhecimento científico que engloba as ciências, as técnicas e os métodos que tratam da medição, da modelagem matemática, da definição dos sistemas de referência terrestre, da representação espacial e do posicionamento de objetos na superfície terrestre ou próximos a ela, de forma a agrupá-las em uma matéria de estudo coerente com as novas tecnologias e necessidades da Engenharia. Resumidamente, pode-se entender a Geomática como o agrupamento dos conhecimentos científicos relacionados a determinação geométrica, físico-espacial e temporal de objetos da superfície terrestre ou próximos a ela.

Diante do exposto, pode-se afinal indagar: a Geomática é uma ciência por coordenar e sistematizar conhecimentos para a produção de informações georreferenciadas ou é uma tecnologia que se propõe a explicar termos técnicos que estão presentes na aplicação de métodos e técnicas? Diante de tal indagação, não se pode negar a importância de seu conhecimento para auxiliar nos processos de desenvolvimento de um país, visto que a informação acurada é fonte primordial para a elaboração de projetos de engenharia.

Enquanto ciência a Geomática, a partir da aplicação de métodos científicos na sistematização da produção de informações de dados geoespaciais, pode se transformar em tecnologia quando passa a definir as técnicas a serem utilizadas para alcançar os objetivos propostos. Pode-se afirmar que várias ciências e tecnologias que contribuem para o alcance dos objetivos, assim como são infinitas as aplicações na engenharia das informações geradas pela Geomática.

Sem sombra de dúvidas, a Geomática vem cristalizando a sua importância como área de conhecimento uma vez que ela envolve várias ciências e técnicas e se apropriando parcialmente de cada uma delas na geração de dados espaciais acurados.

Apresenta-se a seguir o campo de abrangência da Geomática e as atribuições relevantes à ela creditadas:

- *Desenvolver normas, padrões e especificações que permitam regular a produção e o uso de dados espaciais nas diversas áreas de aplicação das Geociências e das Engenharias;*
- *Desenvolver teorias, técnicas e métodos que permitam modelar matematicamente dados espaciais com a finalidade de torná-los adequados para uso nas mais diversas aplicações das Geociências e das Engenharias;*
- *Desenvolver teorias, técnicas e métodos que permitam determinar os modelos de representação da forma da Terra e estabelecer todas as condições necessárias para definir o tamanho, a posição e os contornos de qualquer parte da superfície terrestre;*

- *Desenvolver teorias, técnicas e métodos que permitam determinar atributos geométricos e geográficos de objetos no espaço, sobre ou sob a superfície terrestre, e representá-los nas formas de plantas, cartas, mapas, arquivos digitais ou qualquer outro tipo de armazenamento eletrônico, para posterior planejamento e administração do uso da terra, do espaço físico cadastral e da construção, por meio de Sistemas de Gestão Territorial (SGT), de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e de Modelos da Informação da Construção - BIM;*
- *Desenvolver técnicas e métodos que permitam implantar elementos geométricos sobre ou sob a superfície terrestre, de acordo com informações predefinidas oriundas de projetos de engenharia;*
- *Desenvolver teorias, técnicas e métodos que permitam monitorar a movimentação no espaço de estruturas artificiais ou naturais submetidos a ações de cargas ou efeitos ambientais que causem deformações e/ou deslocamentos;*
- *Desenvolver teorias, técnicas, equipamentos e aplicativos informatizados que permitam o avanço da Geomática e/ou facilitem a sua aplicação.*

De acordo com o exposto, a Geomática preocupa-se com a gestão de dados espaciais. Preferencialmente, com os geoespaciais. Um dado, como o próprio nome indica, significa algo conhecido, algo fornecido, ou em outras palavras, algo que pode ser explicado e sobre o qual se podem fazer inferências. Ele é espacial quando a sua localização pode ser estabelecida em um espaço definido e geoespacial quando esse espaço se refere a um planeta. Em se tratando da Terra, diz-se, neste caso, que o dado está georreferenciado. Em resumo, um dado espacial descreve um fenômeno associado a alguma dimensão espacial que pode, portanto, ser uma entidade jurídica como, por exemplo, os clientes de uma loja, ou como uma entidade geométrica formada, conceitualmente, por pontos, linhas, polígonos e volumes e, fisicamente, por objetos, tais como, ruas, lotes, edifícios etc.

A Geomática, evidentemente, se preocupa com as entidades geométricas, definindo dado espacial como um termo genérico que indica, numericamente, o valor de uma grandeza física que representa a localização, a orientação, a dimensão e a forma de uma entidade geométrica no espaço. Quando se associa um atributo (descrição) ao dado espacial, se tem uma informação, de onde se originam os termos informações geoespaciais e geoinformação. Outros termos correlatos são: geodata, dado geográfico, dado topográfico e dado geodésico.

3 Ciências e técnicas englobadas pela Geomática

O uso do termo dado espacial, ou geoespacial é recente para a engenharia. Ele é resultado dos avanços tecnológicos dos processos de medição e tratamento das informações geográficas, que permitiram a sua manipulação em um ambiente 3D e por meios computacionais, ao invés do seu uso restrito em uma representação gráfica (2D).

O valor de um dado geoespacial é determinado em função de relações físicas e geométricas e de modelos matemáticos que estabelecem relações numéricas entre as entidades geoespaciais de forma a permitir o seu uso e armazenamento. Desta forma, para que ele represente uma informação geoespacial confiável, ele precisa ser determinado e modelado matematicamente segundo preceitos de ciências e técnicas das Geociências, que incluem disciplinas de formação acadêmica variadas e abrangentes, tais como: Geodésia; Topografia; Teoria dos Erros e Estatística; Cartografia; Hidrografia; Fotogrametria; Sensoriamento Remoto; Desenho Assistido por Computador – CAD; Gerenciamento Cadastral; Gestão de bancos de dados; Sistemas de Informação Geográfica (SIG); Sistemas de Navegação Global por Satélites (GNSS); Modelos de Informação da Construção – BIM e outras disciplinas correlatas.

Não cabe aqui neste trabalho a descrição de cada uma destas disciplinas e, portanto, indica-se aos leitores interessados a consultares a bibliografia indicada.

4 Aplicações da Geomática na engenharia

Com o objetivo de esclarecer as aplicações da Geomática, apresenta-se a seguir uma breve descrição das principais práticas da Geomática relacionadas às áreas de engenharia.

4.1 Especificações técnicas para coleta de dados espaciais e padronizações

A coleta de dados espaciais em um projeto de engenharia deve seguir regras básicas de procedimentos de campo, assim como padrões e normas técnicas nacionais e internacionais. Além disso, os bancos de dados para o armazenamento de tais informações devem ser estruturados adequadamente para que eles possam ser usados para diferentes aplicações e para o intercâmbio de dados em diferentes plataformas de um mesmo projeto. Assim, é atribuição da Geomática preparar as especificações para a coleta dos dados espaciais para os projetos de engenharia, incluindo técnicas, métodos, instrumentos e tolerâncias aceitáveis; estruturar e padronizar os bancos de dados; indicar instruções para a modelagem matemática dos dados, o georreferenciamento e a disponibilização dos dados em diferentes formatos (gráficos e alfanuméricos).

4.2 Modelagem matemática dos dados e georreferenciamento

Após a coleta dos dados no campo, eles devem ser modelados e georreferenciados de acordo com modelos

matemáticos e sistemas de referências geodésicos ou topográficos apropriados para que contenham dados geoespaciais adequados para o uso em projetos de engenharia. A modelagem matemática dos dados é realizada por intermédio de cálculos topométricos, que dependem do método de medição utilizado no campo. O georreferenciamento significa conectar os dados modelados com o sistema de referência (geodésico ou topográfico) considerado para o trabalho. Isso pode ser realizado por meio de coordenadas geodésicas, projeções cartográficas ou sistemas de coordenadas plano retangulares em um Sistema Geodésico Local – SGL ou em um Plano Topográfico Local – PTL. É função do profissional da Geomática indicar a modelagem matemática e o processo de georreferenciamento mais adequado para cada aplicação.

4.3 Validação dos dados espaciais

Após a modelagem e georreferenciamento dos dados, eles precisam ser avaliados quanto a sua qualidade posicional, tanto interna como externa. A qualidade interna representa o nível de similaridade entre os dados produzidos e aqueles considerados verdadeiros, ou seja, que deveriam ter sido produzidos. Trata-se, neste caso, da garantia da melhor conexão possível entre o modelo conceitual (modelo matemático) e o modelo físico. Este tipo de avaliação somente pode ser realizado por meio de valores adotados como referências. Paralelamente a este conceito, a qualidade externa refere-se ao nível de adequação do dado geoespacial produzido às necessidades do projeto. A validação, neste caso, depende do objetivo para o qual o dado geoespacial foi gerado e somente pode ser concretizada por meio de avaliações realizadas pelo usuário. Inserir neste conceito de validação dos dados, a geração dos metadados.

Um metadado significa literalmente “dados de um dado”, ou seja, a descrição sobre um dado que permita a sua utilização de acordo com as prerrogativas de sua criação. Por exemplo, a informação de que um ponto de apoio topográfico possui uma determinada precisão, foi determinado por meio de uma poligonização topográfica, em uma determinada data, é um exemplo de metadado. Prover essa informação juntamente com os dados é outro recurso que deve ser requerido para a validação dos dados espaciais.

Adicionalmente aos conceitos citados é importante que os produtos gerados estejam em acordo com as especificações do projeto, com as prerrogativas de normas técnicas nacionais e internacionais e aos aspectos jurídicos de proteção a manipulação e difusão de dados geoespaciais.

4.4 Determinação de coordenadas planialtimétricas de pontos de apoio

Esta prática diz respeito à determinação da posição planimétrica e altimétrica de marcos geodésicos ou topográficos para o estabelecimento de redes de pontos de apoio, que serão utilizados como referências físicas para a implantação de projetos de engenharia. Para a determinação planimétrica, aplicam-se técnicas de posicionamento topográfico baseadas nas medições de direções, ângulos e distâncias ou por intermédio do uso da tecnologia GNSS. A determinação da componente vertical é realizada por intermédio da medição da diferença de altura entre pontos do terreno aplicando-se métodos de nivelamento topográfico ou, dependendo da precisão desejada, técnicas de medições com o uso da tecnologia GNSS.

4.5 Levantamento de detalhes

O levantamento de detalhes ou, como é conhecido genericamente, levantamento topográfico, é realizado com a finalidade de coletar dados de campo para a aplicação em modelos matemáticos com o objetivo de prover informações para a elaboração de mapeamentos ou bancos de dados espaciais de um projeto de engenharia. Os dados são coletados, neste caso, em função dos pontos de apoio preestabelecidos no terreno e aplicando-se técnicas de medições topográficas, medições por intermédio da tecnologia GNSS, técnicas de levantamentos aerofotogramétricos ou técnicas de medições com instrumentos de varredura laser terrestres.

4.6 Levantamento cadastral

Dá-se o nome de levantamento cadastral ao conjunto de operações de medições para a coleta de dados geoespaciais planimétricos ou planialtimétricos e de registros de informações alfanuméricas descritivas de seus atributos para o estabelecimento de documentos geométricos e descritivos sobre um dado geoespacial. De forma semelhante ao levantamento de detalhes, este tipo de levantamento é realizado por intermédio de pontos de apoio preestabelecidos sobre o terreno, aplicando-se técnicas de medições topográficas, medições por intermédio da tecnologia GNSS, técnicas de levantamentos aerofotogramétricos ou técnicas de medições com instrumentos de varredura laser terrestre.

4.7 Levantamento de nuvem de pontos para modelagens 3D

Dá-se o nome de nuvem de pontos a qualquer agrupamento de pontos com coordenadas espaciais conhecidas obtido por meio de levantamentos topográficos de alta densidade de pontos, tais como, as técnicas fotogramétricas e os escaneamentos laser aéreos ou terrestres. A modelagem de superfícies por meio de tais agrupamentos de pontos é um recurso da Geomática que vem se destacando para as mais diversas aplicações da engenharia e que merecem, por isto, a atenção do leitor. Maiores detalhes sobre este assunto devem alcançadas em bibliografia especializada.

4.8 Levantamento de perfis e seções transversais de terrenos

O levantamento de perfis e de seções transversais de terrenos pode ser considerado como um caso particular de levantamento planialtimétricos de detalhes. O trabalho, neste caso, consiste em estabelecer as altitudes ou diferenças de níveis entre pontos notáveis do terreno situados ao longo de um alinhamento, denominado perfil longitudinal ou, transversal a ele, denominado seção transversal. As técnicas de medições empregadas para este tipo de levantamento são as mesmas indicadas para o levantamento de detalhes.

4.9 Produtos fotogramétricos

A geração de dados geoespaciais por intermédio de técnicas fotogramétricas é outra prática da Geomática utilizada com grande destaque na engenharia. Incluem-se nesta categoria a geração de nuvens de pontos com coordenadas espaciais conhecidas, as ortofotos e a geração de mapas digitais (mapas de linhas), entre outros.

4.10 Configuração e apresentação dos dados geoespaciais

Para serem úteis para projetos de engenharia, os dados espaciais devem ser configurados e apresentados de forma simples e de fácil compreensão pelos usuários. O principal método de apresentação de dados espaciais é sua representação gráfica digital em ambiente CAD. Neste tipo de representação, o usuário tem acesso a qualquer informação planimétrica do conjunto de dados, incluindo as coordenadas planas topográficas (X, Y) de qualquer ponto representado no desenho. No entanto, ele tem poucas informações sobre a terceira dimensão, o que torna necessário considerar a utilização de uma modelagem numérica de terreno ou de uma superfície de referência para que se conheça o valor da altitude ortométrica (H) de qualquer ponto na superfície do terreno, em função de suas coordenadas planimétricas (X, Y) representadas no desenho. Outra forma de apresentação de dados espaciais de destaque no cenário atual da Geomática é a representação gráfica por meio de imagens digitais ortorretificadas, isto é, imagens digitais representadas em projeção ortogonal, georreferenciadas, nas quais as deformações inerentes a uma imagem fotográfica são suprimidas.

Nos últimos anos, a apresentação de dados espaciais sob a forma de modelos 3D contribuiu enormemente para o desenvolvimento de um novo tipo de representação de dados espaciais, o qual é baseado em conjuntos de pontos.

4.11 Implantação de obras

A implantação ou locação de uma obra civil consiste basicamente na materialização sobre o terreno dos elementos de construção de um objeto, cujas informações estejam disponíveis em um projeto de engenharia. Trata-se, por exemplo, da implantação sobre o terreno dos vértices de um edifício, dos eixos dos pilares de uma ponte, dos elementos geométricos de uma via de transporte e até mesmo de uma peça mecânica, entre outros. O trabalho de campo, neste caso, consiste em orientar o posicionamento de um ponto ou um elemento geográfico (linha, curva, etc.) por meio da indicação de ângulos e/ou distâncias em relação a pontos ou alinhamentos de referência predeterminados sobre o terreno.

Para casos de obras especiais, tais como, terraplenagem, construção de rodovias e outros, tem-se utilizado os denominados sistemas de controle de máquinas, que permitem o controle dimensional dos trabalhos por meio da automação de máquinas. A utilização deste tipo de sistema em grandes obras aumenta a produtividade e diminui os custos de implantação.

4.12 Monitoramento geodésico de estruturas

Segundo os conceitos de Geomática, monitorar uma estrutura significa realizar medições de pontos de controle dimensional, com o intuito de conhecer o seu comportamento estrutural ao longo do tempo. Por meio de medições topográficas e geodésicas é perfeitamente possível determinar as coordenadas espaciais de pontos específicos de uma estrutura para, por meio delas, calcular as suas deformações ou seus deslocamentos ao longo do tempo. Desta forma, pode-se monitorar o comportamento geométrico de construções arrojadas, como obras de arte de engenharia, barragens, pontes, viadutos, diques, taludes e muitos outros. Praticamente todas as grandes obras civis exigem um acompanhamento de rotina ou medições em condições críticas de carga, as quais podem ser realizadas por intermédio de instrumentos topográficos, tais como estações totais, sensores de inclinação, níveis topográficos digitais, instrumentos de varredura laser e receptores GNSS.

4.13 Levantamento subterrâneo

Dá-se o nome de levantamento subterrâneo ao conjunto de operações topográficas realizadas em obras subterrâneas de engenharia, tais como levantamento de galerias ou túneis, exploração do subsolo (minas), etc. As condições inerentes a este tipo de trabalho não permitem, na maioria das vezes, que se apliquem diretamente as técnicas de medições topográficas clássicas. Elas exigem a aplicação de técnicas específicas, porém, baseadas nos princípios clássicos.

4.14 Levantamento hidrográfico

Hidrografia é a ciência que tem por objetivo a determinação de dados espaciais que permitem a descrição,

gestão e representação da superfície terrestre submersa. A partir desta definição, um levantamento hidrográfico consiste nas operações de campo realizadas com a finalidade de estabelecer plantas, cartas e mapas de bacias hidrográficas e do fundo de lagos, rios, mares, oceanos e outros corpos de água. As linhas costeiras podem ser desenhadas, as superfícies submersas podem ser determinadas, o fluxo das águas de um rio pode ser estimado e outras informações relativas à navegação, controle de enchentes e desenvolvimento de projetos de recursos hídricos podem ser obtidas por meio de um levantamento hidrográfico.

4.15 Levantamento “as built”

O levantamento “as built” é uma variável do levantamento de detalhes. Trata-se de um levantamento particular, uma vez que ele é realizado durante ou após a construção de uma obra de engenharia. Seu objetivo é retratar o estado de uma construção em um determinado momento. Em geral, é realizado para verificar se a construção foi ou está sendo executada de acordo com as especificações do projeto, uma vez que ela pode sofrer alterações durante a execução, seja por dificuldades técnicas ou financeiras, seja por opção do projetista.

4.16 Mensuração técnica industrial

Em alguns casos de construções civis particulares, como as industriais, ou na montagem de máquinas ou equipamentos especiais como navios, turbinas e comportas de barragens, plataformas petrolíferas ou qualquer outro tipo de objeto industrial de grandes dimensões, pode ser necessário aplicar técnicas de medições de um ramo específico da Topografia, denominado Topografia Industrial ou Topografia Técnico-Industrial. Para alcançar o alto nível de precisão exigido para estes tipos de levantamentos, a Topografia Industrial baseia-se em sistemas de medições compostos por equipamentos especiais e programas de computadores desenvolvidos essencialmente para a determinação e a análise de pontos no espaço (metrologia 3D). Os equipamentos mais comuns usados para este fim são os teodolitos eletrônicos, as estações totais de alta precisão e os interferômetros a laser.

5 Importância da Geomática para a engenharia civil

A maioria das pessoas não pensam em Geomática até que precisem dela em algum momento. Muitos já ouviram sobre este assunto, mas não percebem realmente sua importância. O levantamento topográfico (Geomática) começou a ser praticado há milhares de anos. É, de fato, uma das profissões mais antigas do mundo.

O levantamento topográfico pode ajudar muito na proteção de um investimento. A compra de uma propriedade, como um terreno, uma casa ou um espaço comercial, é um grande investimento - possivelmente o maior investimento que a pessoa faz na vida. Um levantamento fornece informações importantes que determinarão se uma propriedade é uma boa compra ou não, como por exemplo:

- 1.) Se a propriedade está contida em uma área sujeita a inundações.
- 2.) Se a escritura apresentada ao comprador realmente descreve precisamente o tamanho real da propriedade, a descrição dos elementos construtivos ou de vegetação nela contido etc.
- 3) A descrição das condições do relevo da propriedade etc.

Estas são apenas algumas das informações que um levantamento topográfico pode apresentar. Existem muitos mais detalhes que podem ser apresentados, dependendo do tipo de levantamento topográfico contratado para descrever área.

Em relação à área de engenharia civil, a Geomática preocupa-se com a coleta de dados geoespaciais relativos a objetos naturais e artificiais da superfície terrestre e com as suas apresentações, em formatos adequados, para que os engenheiros e arquitetos possam utilizá-los em seus projetos. Fornecendo a posição, a forma e a natureza dos dados geoespaciais, por meio de métodos e tecnologias topográficas e geodésicas, a Geomática é a interface entre a engenharia e o mundo real, desempenhando um papel importante desde os estágios iniciais do projeto até o produto final da obra.

Neste contexto, para demonstrar a importância da Geomática para a engenharia civil, considerem-se as etapas do fluxo de trabalho de uma obra de construção civil de grande porte e as interações da Geomática nesse fluxo, conforme indicado na Figura 1.1.

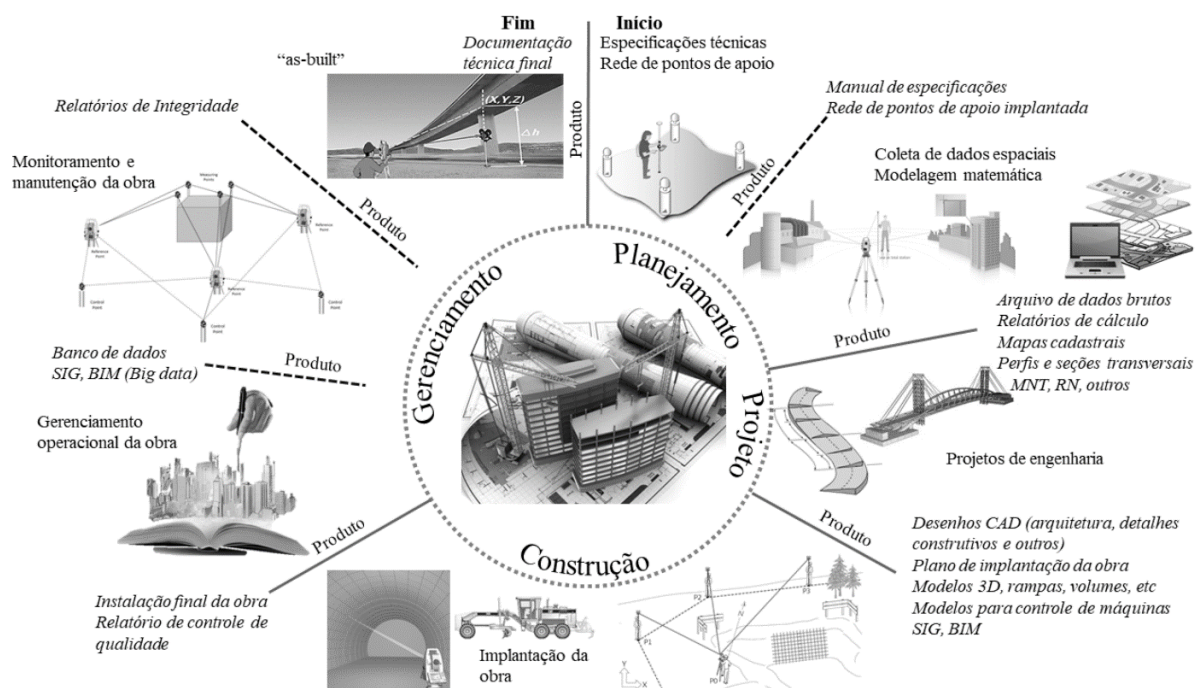


Figura 1.1: Interações da Geomática no fluxo de trabalho de uma obra de engenharia civil.

Descreve-se a seguir os detalhes de cada uma das etapas e suas interrelações, conforme apresentado na Figura 1.1.

5.1 Planejamento da obra

Nenhum projeto de engenharia civil pode ser desenvolvido sem informações detalhadas sobre a área onde ele será implantado. Além disso, nenhum projeto de engenharia civil pode ser executado sem a existência de uma rede de pontos de apoio. As atividades dos profissionais da Geomática, nesta fase de trabalho, incluem basicamente a preparação das especificações técnicas para a coleta dos dados espaciais; padronização dos bancos de dados e indicações das tolerâncias dos valores medidos e calculados; instruções para a modelagem matemática dos dados; georreferenciamento e, finalmente, a disponibilização dos dados espaciais em formatos gráficos e alfanuméricos. Os produtos disponibilizados nesta fase podem incluir: diretrizes para a coleta de dados; marcos implantados das redes de pontos de apoio horizontal e vertical; relatórios de medições; banco de dados com informações espaciais primárias e derivadas; plantas cadastrais; malhas de pontos 3D; perfis e seções transversais do terreno, Modelo Numérico do Terreno (MNT) ou Modelo Numérico de Superfície (MNS) e pontos de Referência de Nível (RN).

5.2 Projeto da obra

Após a conclusão da etapa de planejamento, os engenheiros devem ter à sua disposição um conjunto completo de dados geoespaciais suficientes para elaborarem seus projetos. Na maioria das vezes, isso significa representações gráficas em ambiente CAD, com informações dos dados geoespaciais referenciados a um sistema de referência específico. Os projetistas têm assim todas as informações e dados geoespaciais disponíveis para desenvolverem e gerenciarem o *layout* das instalações, projetos de infraestrutura, de transportes, de edificações, incluindo projetos arquitetônicos e detalhes construtivos, visualizações 3D, terraplenagem, cálculo de volume, diagramas de massa, elementos para suporte de controle automático de máquinas, controle ambiental e muitos outros, dependendo do tipo de projeto e da sua vida útil. As metodologias dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e da Modelos de Informação da Construção (BIM) também são iniciadas nesta etapa. Neste ponto, quanto maior a interação entre todos os profissionais envolvidos no projeto, maiores as chances de sucesso.

5.3 Construção da obra

Na fase da construção da obra, a informação precisa ser consideravelmente ampliada e a informação topográfica deve ser suficientemente boa para controlar o progresso da construção no seu dia a dia. A coleta de dados geoespaciais em tempo real e procedimentos automatizados são necessários para o gerenciamento do progresso diário da construção. Ao mesmo tempo, dá-se início aos procedimentos de implantação da obra, em que as estacas, os alinhamentos, as rampas e outros tipos de informações geométricas são estabelecidos para controlarem o trabalho de construção e garantirem que cada elemento da obra seja construído na posição e no nível corretos. Sem sombras de dúvidas a utilização de equipamentos automatizados melhora a qualidade dos

serviços prestados. Execução e certificação de controles de qualidade e relatórios de produção também são tarefas imperativas realizadas nesta fase do projeto.

5.4 Gestão da obra

A fase de gestão da obra engloba a gestão dos elementos da construção, o monitoramento da estabilidade do terreno e das estruturas e a execução de medições *as-built*. As tecnologias SIG e BIM são essenciais para este tipo de gestão e substituem efetivamente os bancos de dados relacionais utilizados no passado. Sensores de medição em tempo real, câmeras digitais, drones e transmissão de dados via Internet são tecnologias disponíveis para garantir a qualidade e a eficácia da construção e do monitoramento estrutural. Desnecessário dizer que metadados, codificação e padronização do protocolo de comunicação se tornam indispensáveis para a realização da integração das informações, neste estágio. Finalmente, a conclusão da construção é mapeada por uma medição *as-built*, a fim de apresentar o resultado final da obra.

6 Instituições e organizações importantes para a Geomática

Devido à abrangência científica e à variedade de campos de aplicação da Geomática, existem várias instituições e organizações nacionais e internacionais que buscam racionalizar o desenvolvimento e o uso das diversas disciplinas envolvidas com a Geomática. Por meio de portais da Internet, elas disponibilizam informações variadas que podem conter, entre outros, modelos matemáticos variados, aplicativos informatizados, imagens, mapas, literatura, fóruns de discussões, etc. Neste sentido, para orientar o leitor em suas buscas via Internet, apresenta-se a seguir uma lista de portais de instituições e organizações governamentais e civis de destaque para a Geomática.

Nacionais

- www.ibge.gov.br/ - IBGE: Pesquisar em Geociências;
- www.cartografia.org.br/ - Sociedade Brasileira de Cartografia (SBC);
- www.igc.sp.gov.br/ - Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC);
- www.incra.gov.br/ - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA);

Internacionais

- www.fig.net/ - Fédération Internationale des Géomètres (FIG);
- <http://www.acsm.net:80/> - American Congress on Surveying and Mapping (ACSM);
- www.aagsmo.org - The American Association for Geodetic Surveying (AAGS);
- www.navcen.uscg.gov - U.S. Coast Guard Navigation Center (NAVCEN);
- www.usno.navy.mil - U.S. Naval Observatory (USNO);
- www.asce.org - American Society of Civil Engineers (ASCE);
- www.ordnancesurvey.co.uk - The Ordnance Survey;
- www.ngs.noaa.gov/ - National Geodetic Survey (NGS);
- www.iers.org - International Earth Rotation and Reference Systems Service;
- www.igs.org - International GNSS Service.
- www.jpl.nasa.gov/ - Jet Propulsor Laboratory - NASA/USA;
- www.iso.org/committee/53732/x/catalogue/ - ISO/TC 172/SC 6 Secrétariat;
- <https://www.din.de/en> - DIN standards.

7 Conclusões

Consciente das constantes discussões acadêmicas e científicas a respeito de considerar a Geomática no campo das ciências ou das tecnologias e dos conceitos apresentados pelas universidades em todo o mundo, é relevante destacar a unanimidade a conclusão da importância desta área de conhecimento no processo de desenvolvimento de um país, uma vez que a cada dia torna-se importante a obtenção dados espaciais (informações espaciais) para a elaboração de projetos de engenharia. Os dados espaciais podem ser considerados como a principal matéria prima para o planejamento e quando agrega atributos do objeto o seu uso fica potencializado, pois as variáveis *O que?*, *Quando?* e *Onde?* são elementos essenciais nas ações e no auxílio da tomada de decisões.

A Geomática apresenta em seu escopo aspectos científicos e tecnológicos, porém devido as suas características de coordenar e sistematizar conhecimentos para a produção de dados espaciais ela deve ser tratada como uma ciência que se utiliza de técnicas para alcançar seu objetivos.

8 Bibliografia

- Abdelkrim Arar and Haroun Chenchouni, 2012. How Could Geomatics Promote Our Knowledge for Environmental Management in Eastern Algeria?. Journal of Environmental Science and Technology, 5: 291-305.
- Azevedo, Luiz Henrique Aguiar de (2007). "A Geomática no contexto da ciência e da tecnologia". II

Congresso Brasileiro de Geomática. V Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas. Presidente Prudente-SP. ISSN:1981-6251, p. 077-082

<https://www.gim-international.com/content/news/5-ways-the-world-depends-on-geomatics>. Acesso em 13/7/21.

<https://www.sebagotechnics.com/blog/5-things-you-need-to-know-about-geomatics/>. Acesso em 10/7/21.

Segantine, Paulo C. L.; Silva, Irineu da (2015). “Topografia para engenharia: teoria e prática de Geomática”. Editora Elsevier. 1ª Edição, 412 páginas. ISBN: 978-85-352-7748-7. Rio de Janeiro.