

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

DETERMINAÇÃO DA INCLINAÇÃO DA VIA FEAU-IP&D

Thiago Fernandes de Souza, Julia Leite Tavares, Priscila Freitas Lemes
Lourenço e Irapuan Rodrigues.

¹Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, priscila@univap.br,

Resumo

A percepção correta da inclinação das estradas é essencial para situações cotidianas e problemas matemáticos complexos. Entretanto, conversando com alguns colegas identificamos que a noção de inclinação (ângulo) estava bem conturbada. Visto isso, este artigo apresenta um estudo que teve como objetivo comparar as inclinações obtidas experimentalmente para a via que leva da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo (FEAU) ao Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D), localizada na UNIVAP em São José dos Campos. Utilizando um laser e um transferidor, mediu-se a inclinação da estrada, chegando a um valor de 6° através da aplicação da lei dos senos. Para a comprovação dos resultados, foram utilizados dados de satélite.

Palavras-chave: Inclinação de ruas, ângulo.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra.

Introdução

No cotidiano, nos deparamos constantemente com situações em que a percepção e compreensão dos ângulos são fundamentais. Desde a forma como nos posicionamos em relação ao ambiente até a resolução de problemas matemáticos complexos, a compreensão dos ângulos é essencial. No entanto, é preocupante observar que muitas pessoas demonstram uma falta de percepção e compreensão adequada quando se trata desse conceito geométrico básico. A falta de noção das pessoas em relação aos ângulos pode levar a consequências diretas e indiretas em diversos aspectos de suas vidas, desde situações cotidianas até questões mais complexas, em especial, na área da construção civil, a determinação precisa dos ângulos é de extrema importância (CORREIA, 2012). Os ângulos são utilizados em projetos arquitetônicos, cálculos estruturais e na execução de obras. A falta de percepção adequada dos ângulos pode resultar em projetos mal dimensionados, estruturas instáveis e, em casos mais extremos, acidentes e colapsos.

Nas aulas de Vetores e Geometria Analítica, a docente encarregada dessa matéria incentivou intercâmbios de ideias relacionados às inclinações distintivas encontradas em vias urbanas e rodovias. Durante o curso dessas interações, ao empreender investigações destinadas a avaliar o entendimento dos discentes acerca das inclinações mais pronunciadas presentes em vias, constatou-se que as estimativas dos ângulos em relação à linha horizontal, formuladas pelos alunos, frequentemente se manifestaram de maneira excessivamente elevada. Durante um período de sete dias, os estudantes conduziram, de forma não estruturada, questionamentos junto aos seus pares do curso de Engenharia, a respeito da inclinação da Via FEAU-IPD. Nesse levantamento, foi observado que os ângulos relatados abrangeram uma faixa que variou de 20 a 90 graus. Intervalo semelhante foi encontrado por SILVEIRA (2007) que trabalhou com alguns do ensino superior de Física e, na ocasião, estavam estudando a inclinação de vias no estado do Rio Grande do Sul.

O objetivo central deste artigo é apresentar, através da análise de medidas obtidas a partir de fotografias e de dados de geolocalização, que a inclinação da via FEAU-IPD é substancialmente mais suave do que a percepção usual entre os estudantes.

Metodologia

Para realizar a medição foram utilizados dois métodos:

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

- **Método Geométrico:** Utilizando um nível, um transferidor, uma trena e um laser (potência de ~30mW e comprimento de onda de $532 \pm 10\text{nm}$), foi feito um ajuste de um triângulo para utilizar as relações trigonométricas (Figura 1).
- **Método de Geolocalização:** Utilizando o Google Earth para medir a distância e altura de dois pontos (Figura 2).

Figura 1 – Medição do ângulo do laser pelo método geométrico.



Fonte: Os autores.

Figura 2 – Captura de tela do aplicativo Google Earth. A linha amarela demarca o morro em estudo.



Fonte: Google Earth.

Resultados

No método geométrico utilizamos razão trigonométrica de seno para determinar o ângulo do aclave. Foi medido o ângulo em um ponto inicial plano (referenciado como B na Figura 2) em seguida foi medido novamente o ângulo, porém com uma diferença de distância (referenciado como C na Figura 2).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

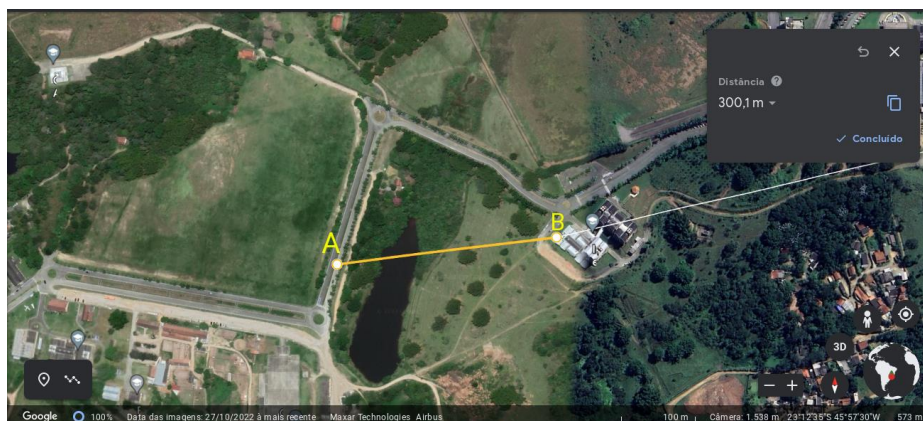
Utilizando o aplicativo Google Earth, foram medidas as distancias entre BC e BA, obtivemos como valor, respectivamente, como 33 metros e 164 metros, em seguida foram feitas as medições de ângulo entre AÔC e AÔB utilizando o nível, laser e transferidor, foi observado um ângulo de 5 e 6 graus, respectivamente. Após a coleta destes dados foi utilizado a lei dos senos para se achar a diferença de altura entre os pontos onde foram medidos os ângulos para conferir os resultados com os dados achados no Google Earth.

$$\frac{A}{\text{Sen}A} + \frac{B}{\text{Sen}B} \quad \text{Equação 1.}$$

Ao aplicar a lei dos senos (Equação 1) nos valores obtidos temos uma altura calculada de 17,24m, fazendo o paralelo com o Google Earth temos que a diferença de altura ente o ponto C e A é de 16 metros, com isso o erro do valor calculado e do valor no banco de dados do satélite é de 7,19%.

No método de geolocalização foi utilizado como uma forma mais precisa de cálculo de distância e altura para validar os valores obtidos no primeiro método, sendo assim se pegou outro ponto de diferente distância do medido anteriormente e foram usados os valores no banco de dados disponível no Google Earth e uma medição do ângulo utilizando o laser.

Figura 3 – Cálculo Realizado pelo Método do Geoprocessamento.



Fonte: Google Earth.

Foi constado a distância entre o ponto A até B era de 300,1 metros, seu ângulo medido no ponto A até B foi de 4 graus e sua altura de 18 metros (Figura 3). Sendo assim temos que o triangulo tem base de 300,1 metros e altura de 18 metros, utilizando da fórmula da inversa tangente foi calculado um valor de 3,43 graus (Equação 2), na medição feita foi achado o valor de aproximadamente 4 graus, um erro de 14,25%.

$$\arctan\left(\frac{\text{Altura}}{\text{Base}}\right) = \theta \quad \text{Equação 2.}$$

Discussão

Analisando os dados obtidos temos que o erro percentual dos valores medidos e calculados estão bem próximos, então podemos considerar que os valores estão condizentes com a realidade. A partir dos dados calculados, percebe-se que a angulação está bem distante das respostas obtidas pelo senso comum. Como exemplo temos que a rua mais inclinada do mundo possui uma angulação de 22° (Baldwin Street, Nova Zelandia).

Fez-se outro cálculo baseando-se nas fotos do Google Maps das ruas mais inclinadas de São José dos Campos, como modelo utilizamos a Rua Peixinhos, veja a Figura 4.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 4 – Região analisada para obter a inclinação da Rua Peixinhos (Considerando que a Rua segue a inclinação da calçada).



Fonte: Google Maps.

Para realizar o calculo, utilizou-se a equação 2 com os seguintes dados em escala: altura de 3,49cm e base 13,16cm. Obtivemos um resultado aproximado de 14°.

Conclusão

Conclui-se que os valores de inclinação das ruas e da estrada obtidas no experimento, são inferiores ao valor médio do que se era pensado pelas pessoas que usam a via. Uma das justificativas para tais respostas poderiam ser pela falta de percepção ao longo da distância, onde para que uma rua tenha 30° de inclinação precisaria ter uma altura de 25m considerando uma distância de 50m.

Outra explicativa poderia ser a falta de informação sobre as inclinações de ruas e serras que são comumente usadas.

Referências

CORREA, I. **Topografia aplicada a engenharia civil**. 13ed, 2012. Disponível em: https://www.ufpe.br/documents/801160/801815/TopoAplicada_2012.pdf/67be741f-ab27-4268-b707-8f356f804d5d. Acesso em 18 mai. 2023.

SILVEIRA F. **Inclinações das ruas e das estradas**. 2007. Disponível em https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Ruas_estradas.pdf Acesso em 01 jun. 2023.