



Declividade média do terreno determinada por diferentes métodos

Faria, K. C.¹, Ribeiro, K. D.², Castro, F. M. R.³

1. Engenheira Agrônoma, graduada pelo Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, karinecrisf2@hotmail.com
2. Engenheira Agrícola, Professora Titular II, Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, katiaribeiro@unifor-mg.edu.br
3. Engenheira Agrônoma, Coordenadora do curso de Engenharia Agrônômica, Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, coordengagr@unifor-mg.edu.br

Resumo: A altimetria é a parte da topografia que estuda o relevo do terreno e suas diferenças de nível, permitindo a determinação da declividade média do terreno. Na agricultura, o conhecimento da declividade das encostas e vertentes é necessário para projetos de terraceamento, plantio em nível, projetos de irrigação e drenagem, entre outros. Este trabalho objetivou comparar diferentes métodos de determinação da declividade média do terreno, na tentativa de orientar quanto à aplicação dos mesmos na prática. A declividade média de duas rampas, uma mais plana e outra mais acidentada, foi determinada em campo utilizando-se nível de mangueira, teodolito, nível ótico, clinômetro e aplicativo *Google Earth Pro*, com três repetições para cada rampa. Os valores obtidos foram analisados segundo um delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo que os resultados obtidos pela mangueira de nível foram estatisticamente iguais aos obtidos pelo teodolito e nível ótico, em ambas as rampas, sendo estes últimos considerados os mais precisos pela literatura.

Palavras chave: *Diferença de nível, Google Earth, Nível ótico, Topografia.*

Average terrain slope determined by different methods

Abstract: Altitude is the part of the topography that studies the terrain relief and its level differences, allowing the determination of the average slope of the terrain. In agriculture, knowledge of the slope is required for terracing, level planting, irrigation and drainage projects, among others. This study aimed to compare different methods for determining the average slope in an attempt to guide their application in practice. The average slope of two ramps, one flatter and one more rugged, was determined in the field using hose level, theodolite, optical level, clinometer and Google Earth Pro application, with three repetitions for each ramp. The values obtained were analyzed according to a completely randomized experimental design, and the results obtained by the level hose were statistically equal to those obtained by the theodolite and optical level in both ramps, the latter being considered the most accurate in the literature.

Keywords: *Level difference, Google Earth, Optical level, Topography.*

Introdução:

Para o planejamento de qualquer atividade agrícola, é necessário um estudo da topografia do local para que se tenha um melhor conhecimento sobre os aspectos geomorfológicos e biológicos que serão de extrema importância na implantação de diferentes projetos (MINELLA; MERTEN, 2012). A altimetria é a parte da topografia que estuda o relevo do terreno. Na agricultura, esse estudo é utilizado para o nivelamento do terreno visando a implantação de terraços, plantio em nível, evitar processos erosivos, projetos de irrigação e vários outros (GRANDO; LAND; BRESSLER, 2016).

Uma das principais causas de degradação do solo é o processo erosivo e a suscetibilidade de um dado solo aos processos erosivos é fortemente influenciada pela declividade do terreno (MEDEIROS et al., 2017).

A declividade é a inclinação do terreno em relação à horizontal, exercendo influência na



REALIZAÇÃO



Associação Brasileira de Engenheiros Agrônomos
Associação Brasileira de Engenheiras Agrônomas
Associação Brasileira de Engenheiros de Alimentos
Associação Brasileira de Engenheiras de Alimentos
Associação Brasileira de Engenheiras de Alimentos
Associação Brasileira de Engenheiras de Alimentos
Associação Brasileira de Engenheiras de Alimentos
Associação Brasileira de Engenheiras de Alimentos
Associação Brasileira de Engenheiras de Alimentos
Associação Brasileira de Engenheiras de Alimentos

ORGANIZAÇÃO



velocidade das enxurradas, sendo que, em terrenos com maior declividade, o escoamento das águas das chuvas possui maior velocidade (COGO; LEVIEN; SCHWARZ, 2003). O conhecimento da declividade é necessário na implantação de medidas para o controle dos processos erosivos, projetos de irrigação (FILIZOLA et al., 2011) e vários outros projetos de engenharia, sendo que sua determinação realizada de maneira imprecisa pode gerar erros de relativa gravidade nos projetos dimensionados.

Existem vários métodos para a determinação da declividade de um terreno, desde os mais simples e corriqueiros, como o uso da mangueira de nível e clinômetros, até os mais caros e/ou aprimorados, como os teodolitos, níveis óticos e até mesmo os receptores GPS (*Global Positioning System*). Há ainda geotecnologias, como o *Google Earth Pro*, que permite a determinação da declividade média do terreno sem ao menos ir à campo, trazendo rapidez e praticidade ao processo de determinação desse parâmetro altimétrico. Contudo, a literatura questiona a precisão dos métodos mais simplificados, bem como das geotecnologias, para a determinação da altimetria do terreno (RIBAS, 2019).

Neste contexto, este trabalho objetivou comparar os métodos de determinação da declividade média supracitados, avaliando as vantagens e desvantagens de cada método na tentativa de orientar os profissionais de engenharia quanto à aplicação dos mesmos na prática.

Material e Métodos:

O estudo foi desenvolvido numa propriedade rural localizada em Formiga- MG, na qual, após reconhecimento da propriedade, escolheram-se duas rampas com diferentes inclinações, sendo uma caracterizada como mais plana e outra caracterizada como mais acidentada.

Em cada rampa, materializaram-se com estacas de madeira três alinhamentos de 17 m de comprimento, espaçados entre si de 3 m, determinando-se a declividade de cada alinhamento por cada um dos métodos analisados: mangueira de nível, teodolito, nível ótico e clinômetro. Para esses métodos, seguiram-se os procedimentos metodológicos descritos por Faria (2019).

No Laboratório de Informática 3 do Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, as declividades médias das duas rampas escolhidas também foram determinadas usando a geotecnologia *Google Earth Pro*. Navegando pelo mapa do programa, localizou-se as duas rampas estabelecidas para análise da declividade. Todas essas localizações foram feitas visualmente, sem o fornecimento de nenhuma coordenada geográfica coletada em campo, pois o intuito era simular o que comumente é feito no dia-a-dia de muitos profissionais e leigos.

Uma vez localizadas as rampas, traçaram-se três caminhos em cada uma, verificando se ficaram com 17 m de comprimento e aproximadamente 3 m afastadas umas das outras, para condizer com o que foi feito em campo. Para cada caminho traçado no *Google Earth Pro*, gerou-se o perfil de elevação e calculou-se a declividade conforme procedimentos metodológicos apresentados em Faria (2019).

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente, usando-se a ferramenta computacional Sisvar (FERREIRA, 2011), segundo um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, sendo submetidos a análise de variância e teste de Skott-Knott para comparação das médias ao nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão:

As Tabelas 1 e 2 apresentam as análises de variância e a Tabela 3 apresenta os valores de declividade média obtidos com os diferentes métodos para as rampas analisadas.

Brandalize (2019) apresenta uma tabela de classificação da inclinação do terreno em função dos valores de declividade média, segundo a qual as rampas 1 e 2 analisadas nesse trabalho



Desafios Profissionais no Mundo em Transformação

caracterizam-se, de um modo geral, como de inclinação moderada e de inclinação muito forte, respectivamente, confirmando que a escolha das rampas realizada visualmente em campo, procurando analisarem-se rampas com inclinações relevantemente diferentes, foi aceitável.

TABELA 1. Análise de variância para a determinação da declividade da rampa 1 (mais plana).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Método	4	59,836018	14,959004	99,219	0,0000 *
Erro	10	1,507678	0,150768		
Total corrigido	14	61,343696			
CV (%)	8,54				
Média geral	4,548		Número de observações	15	

* significativo a 5%.

TABELA 2. Análise de variância para a determinação da declividade da rampa 2 (mais acidentada).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Método	4	505,552705	126,388176	87,618	0,0000 *
Erro	10	14,424947	1,442495		
Total corrigido	14	519977652			
CV (%)	6,39				
Média geral	18,79		Número de observações	15	

* significativo a 5%.

TABELA 3. Declividades médias determinadas pelos diferentes métodos.

Rampa	Mangueira de nível	Teodolito	Clinômetro	Nível ótico	Google Earth
1 (mais plana)	4,064 B	4,133 B	2,328 C	3,900 B	8,315 A
2 (mais acidentada)	21,039 A	21,360 A	23,193 A	21,069 A	7,289 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Para ambas as rampas, os valores obtidos com a mangueira de nível, teodolito e o nível ótico não diferiram entre si. O nível ótico é considerado o equipamento mais preciso para fins de determinações altimétricas (DANTAS, 2013). Logo, os resultados mostraram que o teodolito e a mangueira de nível se apresentaram viáveis para a determinação da declividade média de terrenos em campo. Resultado semelhante, quanto ao teodolito, já havia sido constatado por Dantas (2013), assim como Arruda (2018) relata que a mangueira de nível, apesar de ser um método muito simples, é eficaz.

O clinômetro apresentou precisão aceitável apenas para a rampa 2, subestimando o valor da declividade média para a rampa 1. Marques, Santil e Cunha (2000) recomendam que o equipamento deve ser usado para fins preliminares de determinação de declividade, reforçando a necessidade de levantamento de novos dados para a confirmação ou não dos valores obtidos com o clinômetro.

O *Google Earth Pro* apresentou-se ineficiente, pois, independente da inclinação da rampa, os valores de declividade obtidos foram praticamente os mesmos e estatisticamente diferentes dos obtidos pelo nível ótico, método considerado mais preciso. Apesar da praticidade oferecida por esta geotecnologia, seu uso para a determinação de declividade média e seu uso em projetos diversos de engenharia pode comprometer fortemente as especificações finais geradas para tais projetos, recomendando-se esse método como uma ferramenta de reconhecimento do relevo do terreno. Segundo Javahes (2013), o *Google Earth* é uma excelente ferramenta para visualização de dados espaciais, mas não dá para confiar na precisão pois ele não foi feito para ser preciso. O autor ainda relata que a base altimétrica do programa da altimetria é o SRTM (*Shuttle Radar*



Topographic Mission) e que não é possível controlar a precisão altimétrica desse radar, de modo que a precisão do SRTM gira em torno de 90 m.

Ressalta-se que a comparação de métodos aqui apresentada foi realizada para fins de determinação da declividade média de encostas, não podendo ser aplicada para fins de determinações altimétricas relacionadas ao georreferenciamento de imóveis rurais. Para este último, o equipamento aceito legalmente continua sendo o receptor GPS.

Conclusões:

O uso do Google Earth Pro para determinação da declividade média do terreno apresentou-se imprecisa e ineficaz. O clinômetro forneceu dados confiáveis apenas para a rampa fortemente inclinada. Os valores de declividade obtidos pelo teodolito, nível ótico e mangueira de nível apresentaram-se precisos e eficazes. A mangueira de nível é um método prático, acessível financeiramente e preciso, podendo agilizar o trabalho do engenheiro agrônomo no campo.

Referências Bibliográficas:

- BRANDALIZE, M. C. B. **Topografia**. Curitiba: PUC/PR, 2019.
- COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 743-753, ago. 2003.
- DANTAS, W. C. **Avaliação de metodologias de levantamentos planialtimétricos para trabalhos de terraplenagem**. Mossoró: UFERSA, 2013, 54 f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia).
- FARIA, K. C. de. **Declividade média do terreno determinada por diferentes métodos**. Formiga: UNIFOR-MG, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma).
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciênc. agrotec.** Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dec. 2011.
- FILIZOLA, E. F.; ALMEIDA-FILHO, G. S.; CANIL, K.; SOUZA, M. D.; GOMES, M. A. **Controle dos processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) em áreas de solos arenosos**. Circular Técnica 22. Jaguaruina: EMBRAPA São Paulo, 7p., 2011.
- GRANDO, D. L.; LAND, V.; BRESSLER, L. R. **Nivelamento topográfico**. 2016. Disponível em: <https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/agrotec2016/388.pdf>. Acesso em: 29 out. 2019.
- JAVAHES, R. **Qual é a precisão do Google Earth?** GeoGrava, 2013. Disponível em: <<http://geograva.com.br/artigos-e-dicas/qual-e-a-precisao-do-google-earth/>>. Acesso em 3 nov. 2019.
- MARQUES, A. J.; SANTIL, F. L. de P.; CUNHA, J. E. da. **O uso do clinômetro no levantamento topográfico. Estudo de caso: levantamento pedológico**. Boletim de Geografia, v. 18, n. 1, 2000.
- MEDEIROS, J. L. da S. et al. **A importância do cálculo da declividade do solo para a adoção de práticas conservacionistas**. 2017. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV074_MD4_SA2_ID582_02102017191002.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.
- MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H. **Índices topográficos aplicados à modelagem agrícola e ambiental**. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n9/a26112cr5983.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2019.
- RIBAS, W. K. **Os limites posicionais do Google Earth**. Curitiba: Esteio, 2019.



REALIZAÇÃO



Associação Brasileira de Engenharia Agrônoma
Associação Brasileira de Engenharia de Alimentos
Associação Brasileira de Engenharia de Pesca
Associação Brasileira de Engenharia de Recursos Hídricos
Associação Brasileira de Engenharia de Segurança
Associação Brasileira de Engenharia de Saneamento
Associação Brasileira de Engenharia de Transportes
Associação Brasileira de Engenharia de Urbanismo
Associação Brasileira de Engenharia de Vias e Transportes
Associação Brasileira de Engenharia de Zootecnia

ORGANIZAÇÃO

