

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

## **NIVELAMENTO GEOMÉTRICO: UM EXEMPLO PRÁTICO DE CAMPO<sup>1</sup>** **GEOMETRIC LEVELING: A PRACTICAL FIELD EXAMPLE**

**Pablo Francisco Benitez Baratto<sup>2</sup>, Marcos Vinicio Vieira Vita<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Trabalho de Pesquisa realizado na Universidade Federal do Pampa

<sup>2</sup> Mestrando em Meteorologia Aplicada - UFV

<sup>3</sup> Aluno do curso de Engenharia Cartográfica e Agrimensura - Unipampa

### **RESUMO**

Este trabalho consiste em analisar o nivelamento geométrico feito na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui - RS, utilizando um exemplo prático de campo para obter as cotas/altitudes médias e seus desníveis. Na área de estudo foram realizados: nivelamento e contra nivelamento para obter os dados altimétricos. As informações de altimetria possibilitaram realizar uma análise e comparação dos resultados obtidos, chegando nas devidas conclusões para este trabalho. Afim de se obter uma melhor precisão, foram utilizadas normas técnicas de engenharia como apoio e base nos cálculos, mostrando de forma simples e clara o funcionamento do devido processo citado.

**Palavras-chave:** Nivelamento, topografia, altitude.

### **ABSTRACT**

This work consists of analyzing the geometric leveling done at the Federal University of Pampa, Campus Itaqui - RS, using a practical field example to obtain the average height / height and its slopes. In the study area were performed: leveling and counter leveling to obtain the altimetric data. The altimetry information made it possible to perform an analysis and comparison of the results obtained, arriving at the appropriate conclusions for this work. In order to obtain a better precision, technical engineering standards were used as support and base in the calculations, showing in a simple and clear way the operation of the mentioned process.

**Keywords:** Leveling, topography, altitude.

### **1. INTRODUÇÃO**

A determinação da cota/altitude de um ponto é uma atividade fundamental em engenharia. Projetos de redes de esgoto, estradas, planejamento urbano, entre outros, são exemplos de aplicações que utilizam estas informações (PASTANA, 2010). A determinação do valor da cota ou da altitude está baseada em métodos que permitem obter o desnível entre pontos (ANTUNES, 1995).

Ao tratarmos do termo cota e altitude, é necessário realizar uma separação entre ambos termos. A cota de um ponto da superfície terrestre, por sua vez, pode ser definida como a distância vertical

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

deste ponto à uma superfície qualquer de referência (que é fictícia e que, portanto, não é o Geóide). Esta superfície de referência pode estar situada abaixo ou acima da superfície determinada pelo nível médio dos mares (GARCIA & PIEDADE, 1984). Já a altitude de um ponto da superfície terrestre pode ser definida como a distância vertical deste ponto à superfície média dos mares (denominada Geóide) (ESPARTEL, 1987).

Nesse sentido, conhecendo-se um valor de referência inicial (de altitude) é possível calcular as demais cotas ou altitudes. Estes métodos são denominados de nivelamento (LIMA et al., 2017; PASCOAL et al., 2017). Existem diferentes métodos que permitem determinar os desníveis, com precisões que variam de alguns centímetros até submilímetro. A aplicação de cada um deles dependerá da finalidade do trabalho. (VEIGA; ZANETTI & FAGGION, 2012).

Assim o nivelamento geométrico pode ser definido como:

“nivelamento que realiza a medida da diferença de nível entre pontos no terreno por intermédio de leituras correspondentes a visadas horizontais, obtidas com um nível, em miras colocadas verticalmente nos referidos pontos.” (ABNT, 1994, p3).

Em outras palavras, o nivelamento geométrico diferencia-se dos demais métodos de nivelamento, pois está baseado somente na leitura de réguas ou miras graduadas, não envolvendo ângulos (ANTUNES, 1995). O aparelho utilizado deve estar estacionado a meia distância entre os pontos (ré e vante), dentro ou fora do alinhamento a medir (BRANDALIZE, 2001).

Este trabalho tem por objetivo trazer de forma clara e concisa um exemplo de nivelamento geométrico realizado em campo, executado e conduzido com o auxílio das noções técnicas apresentadas nas normas de topografia NBR 13.133 (ABNT, 1994). Afim de possibilitar a obtenção da cota média do terreno, calculada a partir de um *grid* onde foi realizado o nivelamento geométrico.

## 2. METODOLOGIA

O procedimento consiste na instalação de estacas onde deseja-se plotar os vértices. Para saber a orientação pode ser feito com como nível, ou até mesmo com uma trena, que possa ser transformada em um esquadro do agrimensor. Após obter a ortogonalidade entre as duas linhas que formam cada vértice ou ponto, instala-se o nível em um dado ponto e a partir de movimentos horizontais, realizam-se as leituras da régua em cada ponto que é necessário ter-se conhecimento da cota, para que seja possível fazer os cálculos e da terraplanagem, objetivando a cota média.

Para realização deste trabalho foi utilizado o método de nivelamento geométrico simples. Neste método instala-se o nível uma única vez em ponto estratégico, situado ou não sobre a linha a nivelar e equidistante aos pontos de nivelamento (DOMINGUES, 1979), conforme a Figura 1, onde

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

DN é a diferença de nível entre os pontos A e B.

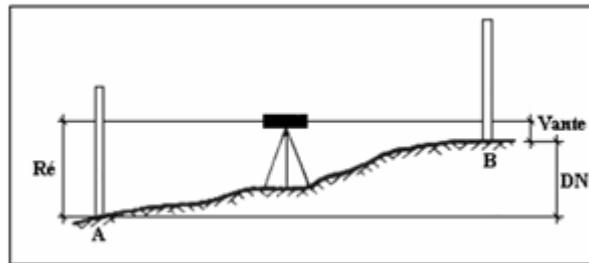


Figura 1 - Nivelamento Geométrico Simples.

Fonte: Brandalize (2001).

Foram utilizados os seguintes equipamentos para realização do trabalho:

- Nível Óptico
- Régua milimétrica
- Estacas e um martelo - para plotar em campo as quadrículas
- Trena longa (de fita)

O trabalho foi realizado na área cercada da Universidade Federal do Pampa, campus Itaquí, conforme a Figura 2.



Figura 2 - Área cercada da Universidade Federal do Pampa.

Fonte: Google Earth.

O cálculo do nivelamento tinha como objetivo obter a cota média do terreno, que foi obtida a partir das equações apresentadas abaixo. Tomando como base a Figura 1, a equação da diferença

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

de Nível (DN) entre dois pontos, é expressa pela equação (1), conforme (VEIGA et al., 2007).

$$DN_{AB} = L_{RÉ}(A) - L_{VANTE}(B) \quad (1)$$

Partindo da eq. (1) para determinar a diferença de nível entre os dois primeiros pontos do nosso trabalho, denominamos a linha de visada do nível na Ré e na Vante como Plano de Referência (P.R) (Figura 3), calculado conforme equação (2). Em trabalhos onde utiliza-se o nivelamento geométrico simples sobre *grids*, é possível obter a altitude dos vértices (Cota) fazendo uso da equação (3).

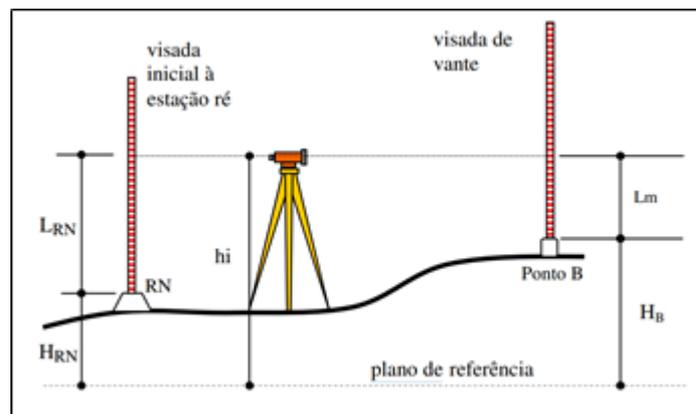


Figura 3 - Representação do Plano de Referência do nivelamento.

Fonte: Veiga et al. (2007).

$$P.R = altitude_{INICIAL} + L_{RÉ} \quad (2)$$

$$h_{i \neq 1} = P.R - L_{VANTE} \quad (3)$$

Por fim, a cota média do terreno representa matematicamente que o volume de corte é igual ao volume de aterro ( $V_C = V_A$ ), conforme descreve Pastana (2010). Um dos métodos de obter a cota média (*hm*) é através do Método dos Pesos.

Este método consiste na ponderação dos vértices, pelo número de influência que estes vértices possuem na determinação de  $V_C = V_A$  (*hm*). Em outras palavras, o peso é correspondente ao número de vezes que um vértice será utilizado para determinação do volume de corte e aterro em uma determinada quadrícula do *grid*. Para isso é utilizada a equação (4).

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

$$hm = \frac{\sum cp}{\sum Vp} \quad (4)$$

Onde  $\sum Cp$  que significa o somatório das cotas multiplicado por seus respectivos pesos; e  $\sum Vp$  que significa o somatório quantidade (número) de vértices multiplicados pelos seus respectivos pesos (demonstrados no Quadro 2).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os levantamentos realizados em campo: Nivelamento e contranivelamento foram devidamente preenchidos e calculados no Quadro 1. Conforme as equações (1-3) de nivelamento geométrico.

A partir do Quadro (1) foi possível plotar tais valores na Figura 4. A partir da Figura 4 foi possível extrair as informações referentes ao número de vértices que influenciam no cálculo da cota média. Permitindo aplicar a eq. (4) para obter a cota média do terreno ( $hm$ ).

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

Quadro 1. Nivelamento e contranivelamento.

PONTO	L.R (m)	P.R (m)	VANTE (m)	COTA (m)	COTA MÉDIA (m)
A1	1,666	101,666		100,000	100,000
A2		101,666	1,428	100,238	100,237
A3		101,666	1,401	100,265	100,265
A4		101,666	1,373	100,293	100,292
B1		101,666	1,462	100,204	100,185
B2		101,666	1,379	100,287	100,278
B3		101,666	1,355	100,311	100,304
B4		101,666	1,410	100,256	100,232
C1		101,666	1,387	100,279	100,162
C2		101,666	1,368	100,298	100,277
C3		101,666	1,495	100,171	100,172
C4		101,666	1,402	100,264	100,264
C4	1,415	101,679		100,264	
C3		101,679	1,507	100,172	
C2		101,679	1,423	100,256	
C1		101,679	1,434	100,245	
B4		101,679	1,471	100,208	
B3		101,679	1,382	100,297	
B2		101,679	1,409	100,270	
B1		101,679	1,512	100,167	
A4		101,679	1,389	100,290	
A3		101,679	1,415	100,264	
A2		101,679	1,443	100,236	
A1		101,679	1,679	100,000	

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

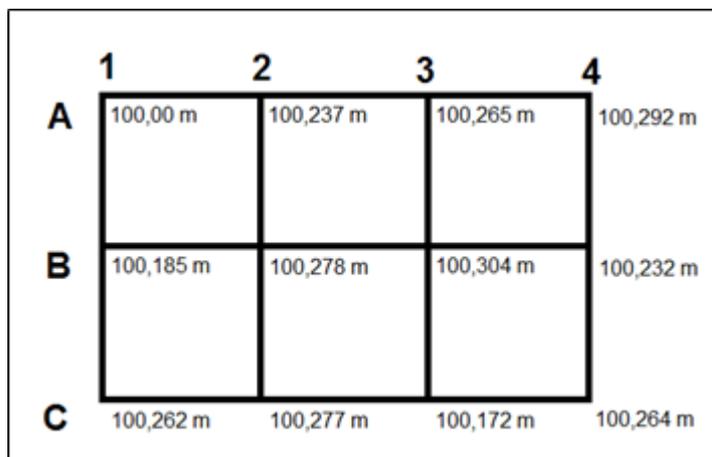


Figura 4 - Quadrículas (*grid*) do Nivelamento Geométrico.

Conforme descrito na metodologia, os pesos associados a cada vértice estão descritos abaixo:

**Peso 1:** A1, A4, C1, C4. (n° de vértices = 4)

**Peso 2:** A2, A3, B1, B4, C2, C3. (n° de vértices = 6)

**Peso 4:** B2, B3. (n° de vértices = 2)

Quadro 2. Somatório ponderado dos vértices da Figura 3.

	<b>PESO 1</b>		<b>PESO 2</b>		<b>PESO 4</b>
	100,000 m		100,237 m		100,278 m
	100,292 m		100,265 m		100,304 m
	100,262 m		100,185 m		
	100,264 m		100,232 m		
			100,277 m		
			100,172 m		
$\Sigma C_{p1}$	400,818 m	$\Sigma C_{p2}$	1202,736 m	$\Sigma C_{p4}$	802,328 m
$\Sigma V_{p1}$	4	$\Sigma V_{p2}$	12	$\Sigma V_{p4}$	8

Os pesos estão destacados  $\Sigma C_p$  e  $\Sigma V_p$  nos cálculos abaixo.

$$\Sigma C_p = (1 \times 400,818m) + (2 \times 601,368m) + (4 \times 200,582m) = 2405,882 m$$

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

$$\Sigma Vp = (1 \times 4) + (2 \times 6) + (4 \times 2) = 24$$

$$hm = \frac{2405,882m}{24} = 100,245m$$

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desse trabalho proporcionou um exemplo de caso, bem específico, onde foi possível obter na altitude final do contranivelamento, o mesmo valor da cota inicial do nivelamento, podendo-se concluir que a priori não há erro.

Contudo, quando analisamos a caderneta de campo (Quadro 1), notamos que em alguns pontos do nivelamento há diferença de valor quando comparados ao contranivelamento. Porém, esta diferença não alterou o fechamento do circuito, ou seja, não houve diferença de cota final, o que significa que as leituras diferentes se equivaleram nesse trabalho e, possibilitaram a obtenção correta da cota média do terreno (*hm*).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. NBR-13.133 - **Normas Técnicas para a Execução de Levantamentos Topográficos**. Rio de Janeiro, 1994. 35p.
- ANTUNES, C. **Levantamentos Topográficos: Apontamentos de Topografia**. Lisboa: FCUL, 1995. 129p.
- BRANDALIZE, M. C. B. **Topografia**, Curitiba: PUC/PR, 2001. 166p.
- ESPARTEL, L. **Curso de topografia**. 9ªed. Rio de Janeiro: Globo, 1987. 655 p
- GARCIA, G. J.; PIEDADE, G. C. R. **Topografia: aplicada às ciências agrárias**. São Paulo: NOBEL, 1984. 256p.
- LIMA, E. M.; SILVA, R. M.; LOPES, A. B.; BRAZ, W. M.; BARATTO, P. F. B.; TRACHTA, M. R. **Análise da Rede de Drenagem para casos de enchentes no Município de Itaquí-RS**. In: IX Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2017.
- PASCOAL, M. L. L.; GALAFASSI, C.; AMORIM, N. C.; VARGAS, R. R.; GALAFASSI, F. F. P. **Atualização de ferramenta para levantamento planialtimétrico: TOPOFREE**. In: IX Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2017.

Bioeconomia:  
DIVERSIDADE E RIQUEZA PARA O  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**SALÃO DO** UNIJUI 2019  
**CONHECIMENTO**

21 a 24 de outubro de 2019

XXVII Seminário de Iniciação Científica  
XXIV Jornada de Pesquisa  
XX Jornada de Extensão  
IX Seminário de Inovação e Tecnologia

**Evento:** XXIV Jornada de Pesquisa

PASTANA, C. E. T. **Topografia I e II**. Marília: UNIMAR, 2010. 248p.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia**. Curitiba: UFPR, 2007. 195p.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia**. Curitiba: UFPR, 2012. 274p.