



# Encontro Técnico **AESABESP**

31º Congresso Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente

## **FÓRMULA DE MANNING APLICADA A CANAIS RETILÍNEOS, LISOS, DECLIVIDADE GRANDE EM REGIME TURBULENTO E TAMANHO RELATIVAMENTE CURTO E PROPOSTA DE UMA NOVA FORMULA DE SIMULAÇÃO HIDRAULICA DO FENÔMENO**

**CÓDIGO 18**

**Bruno Miguel Ledezma Román**

Universidade São Judas Tadeu Universidade Ibirapuera

[Bruno.roman@saojudas.br](mailto: Bruno.roman@saojudas.br)

[Tomabrunex@yahoo.es](mailto: Tomabrunex@yahoo.es)

# RESUMO

- Este trabalho surge graças aos trabalhos acadêmicos desenvolvidos em 3 faculdades do estado de São Paulo, FMU, Uninove, UNIB e São Judas nas quais os trabalhos práticos desenvolvidos no que se refere ao cálculo do número de Manning forneciam resultados incoerentes.
- Foi aplicada a fórmula de Manning a pelo menos 100 provas práticas de escoamento em tubos de PVC retilíneos, lisos com declividade média a grande, no regime turbulento com resultados muito variados onde só um 5% das experiências fornece o resultado perto do valor teórico de  $0,01 \text{ m/s}^{(1/3)}$
- Foi também aplicada esta mesma fórmula no canal retangular de vidro de declividade variável da UNIB usando declividades muito pequenas, sob regime de transição com resultados muito precisos desta vez, todos perto do  $0,01 \text{ m/s}^{(1/3)}$
- Para finalizar a pesquisa foram desenvolvidas pelo autor 48 testes em condições controladas de laboratório em 3 diferentes diâmetros de tubos de PVC com 4 declividades diferentes e 4 vazões diferentes nos quais foi provado que a fórmula de Manning não fornece resultados coerentes sob certas condições específicas.
- Para finalizar a pesquisa propõe-se uma fórmula semi-empírica que fornece os resultados muito aproximados para as condições previamente descritas



**Figura 1.- Exemplo dos sistemas desenvolvidos pelos alunos**

# DESENVOLVIMENTO E ANALISE DE RESULTADOS

- Determinando o coeficiente de Manning teórico dos testes dos alunos podemos observar na figura 2 que temos erros de até 3 vezes maior que o tabelado para PVC (0,01) e que só uns 4 testes deram um resultado aproximado do valor teórico.

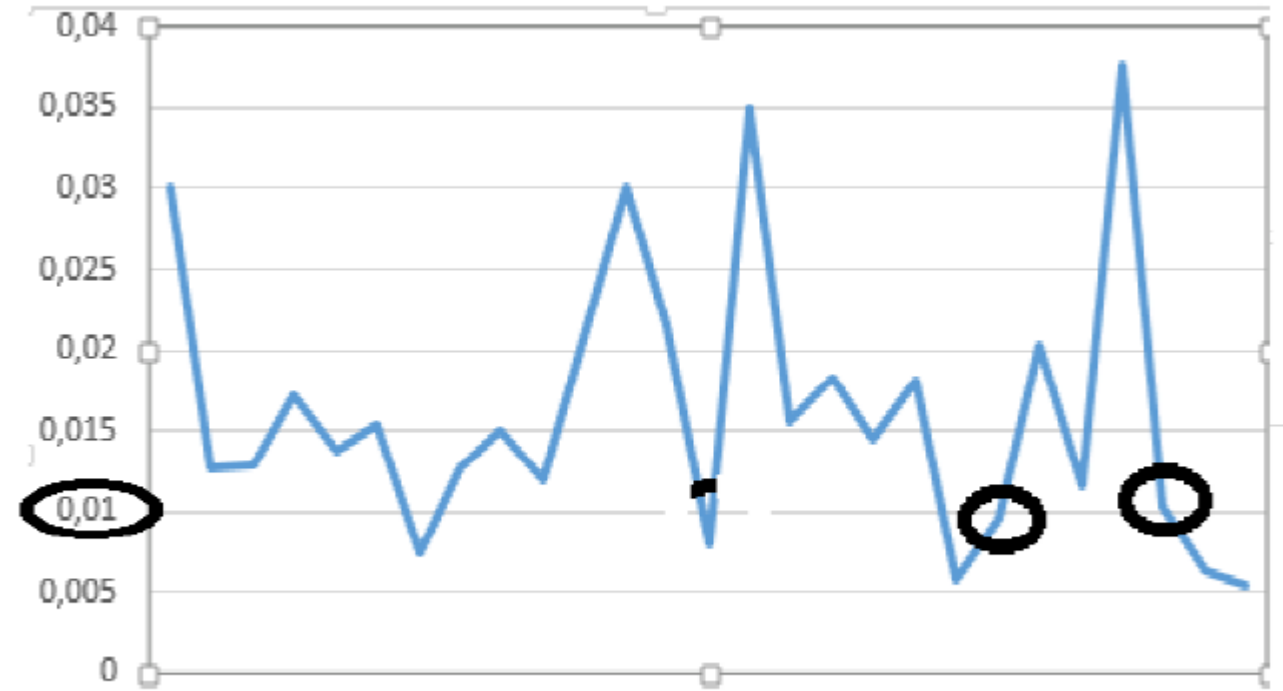


Figura 2.- Valores do coeficiente de Manning dos testes feitos pelos alunos

# DESENVOLVIMENTO E ANALISE DE RESULTADOS

- Analisando os 48 testes finais na figura 3, notamos que todos ficaram abaixo do valor padrão e só uns 4 ficam muito perto do valor padrão de 0,01

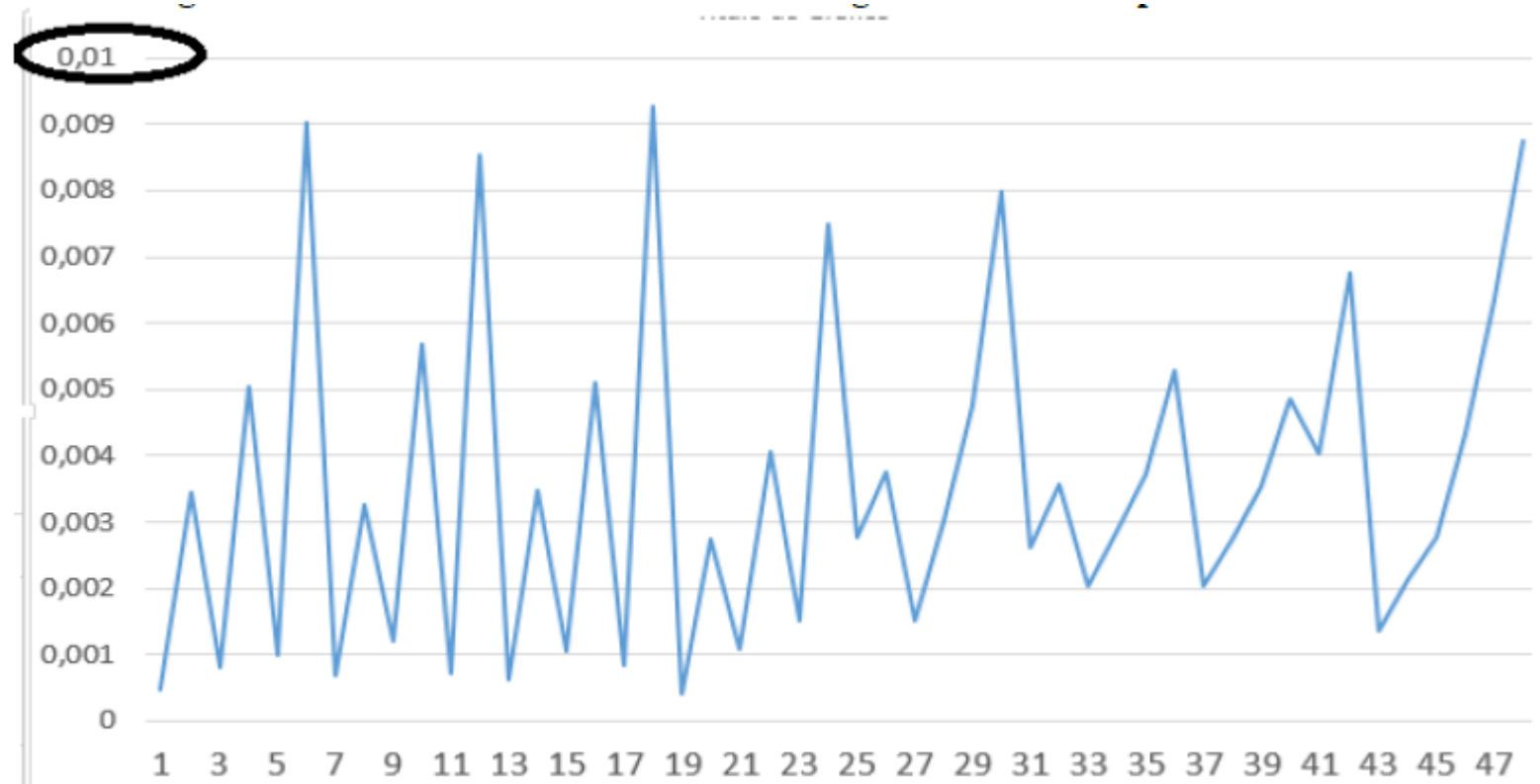


Figura 3.- Valores do coeficiente de Manning dos 48 novos testes em condições de laboratório

- Dado que os resultados práticos não ficaram perto dos valores de 0,01 teóricos em ambas das experiências, foram procurados os motivos teóricos do porquê deste fato acontecer.

- [?] Dentre a bibliografia do uso do coeficiente de Manning achamos que Chin, 2000 alerta sobre os cuidados que devemos proceder ao aplicar a equação de Manning recomendando que ela deve ser aplicada somente para **regime turbulento** e somente é válida quando cumpre a seguinte fórmula:

- $n \leq 0,5 > 1,9 \cdot 10^{-13}$   
**Fórmula 1**

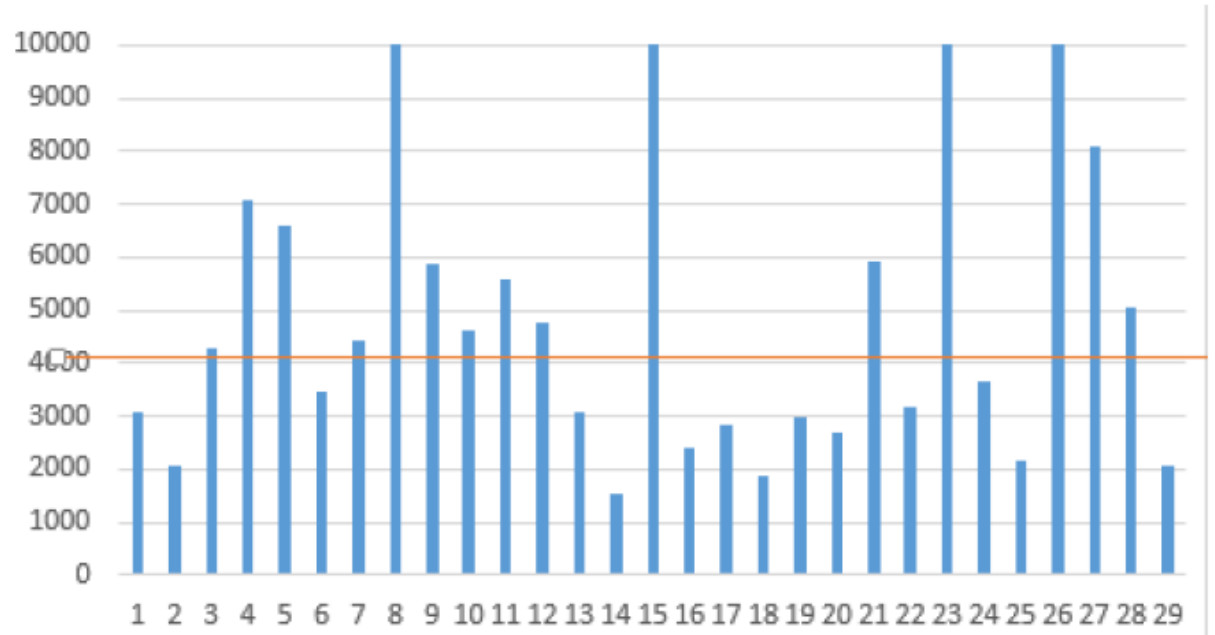
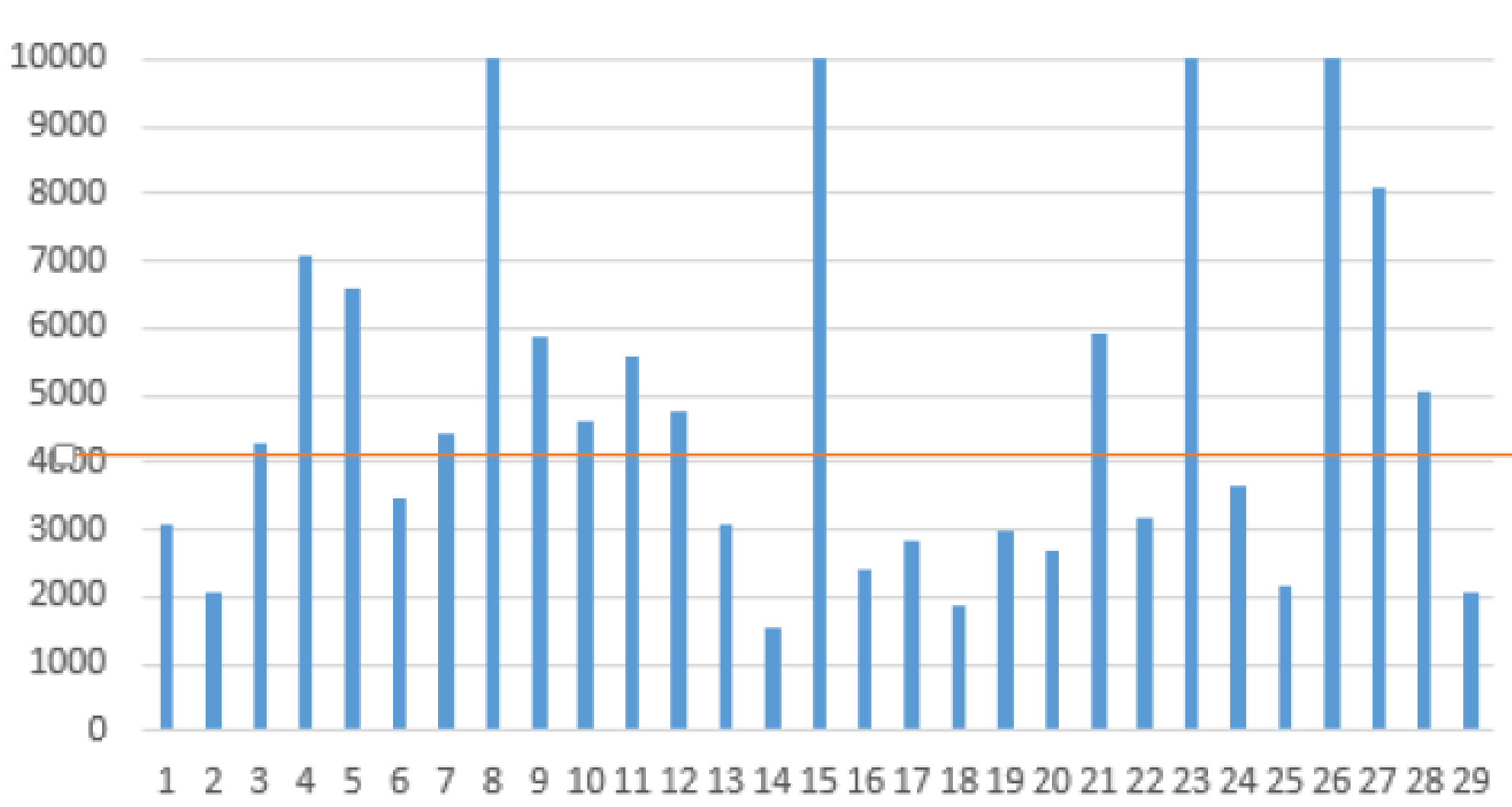


Figura 5.- Verificação dos regimes na primeira bateria de testes



Figura 4.- Verificação de limites da equação de Manning da primeira bateria de testes



**Figura 5.- Verificação dos regimes na primeira bateria de testes**

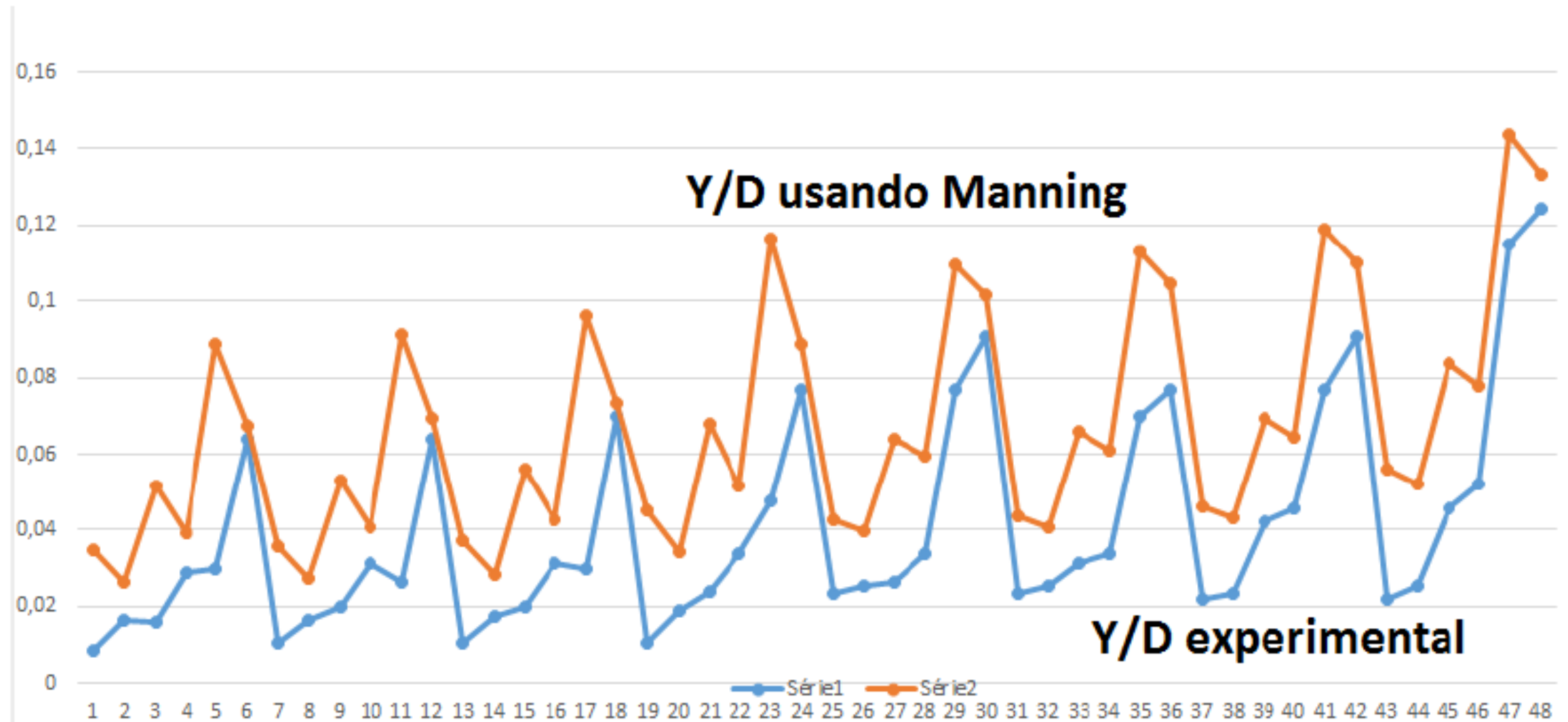
- Continuando a pesquisa sobre o porquê o coeficiente de Manning teoricamente não pode ser aplicado a tubos de PVC segundo a Wikipédia, o coeficiente de Manning foi desenvolvido para **rios** de tamanho médio a grande de **alta rugosidade** e com **sinuosidade** e não para canais lisos, retos relativamente curtos.
- Finalmente analisando as unidades, Manning não é adimensional, tem uma dimensão de  $\text{segundo}/\text{metro}^{1/3}$  que não tem um significado físico em si, fato que prova que não podemos aplicar esta equação em circunstâncias diferentes às quais a fórmula empírica foi desenvolvida, ainda se formos aplicar numa outra escala dever ia-se estudar um fator de correção ou calibração para esta aplicação



# PROPOSTA DE NOVA FORMULA

- ***Foram desenvolvidos 48 testes utilizando 3 diâmetros diferentes de tubo PVC, 4 declividades diferentes para cada diâmetro estudado e 4 vazões diferentes para as 12 alternativas criadas.***
- Analisados os resultados destes testes em função da variável  $Y/D$  (a mais importante no que se refere ao projeto de tubos de esgoto e drenagem) evidenciou-se divergências muito grandes nos resultados entre os valores experimentais e os resultados usando o método tradicional de Manning.

# PROPOSTA DE NOVA FORMULA



**Figura 6.- Erros entre o Y/D experimental e o Y/D Calculado usando a fórmula de Manning (as duas linhas deveriam ter sido sobrepostas)**

# PROPOSTA DE NOVA FORMULA

$$Y/D = 1 - 2,5 * Q^{0,14} / i^{0,22}$$

Fórmula Brunex

Onde

Q= Vazão em m<sup>3</sup>/s

i= Declividade em m/m

D= Diâmetro interno em m

B= Largura ou espelho hidráulico em m

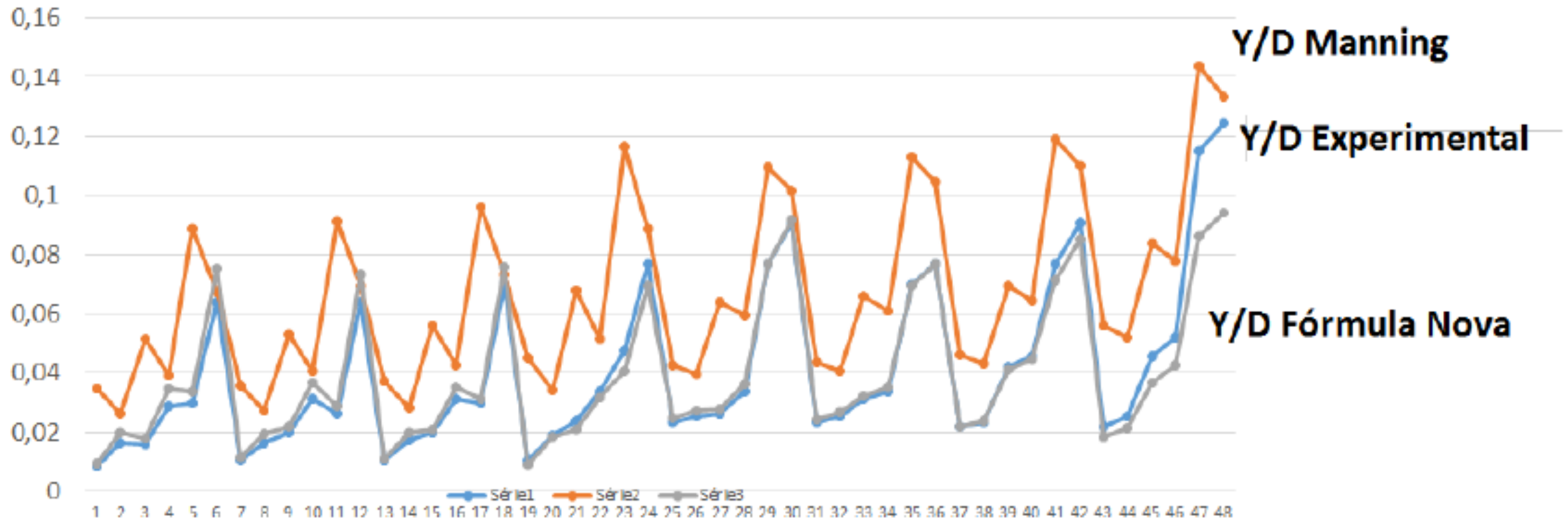


Figura 7.- Diferencia entre Y/D experimental e o Y/D feito com a nova fórmula

- O professor Podalyro Amaral de Souza foi consultado para esta pesquisa e ele forneceu uma fórmula de canais em função da fórmula de perda de carga **universal** por ser a mais correta desde o ponto de vista teórico

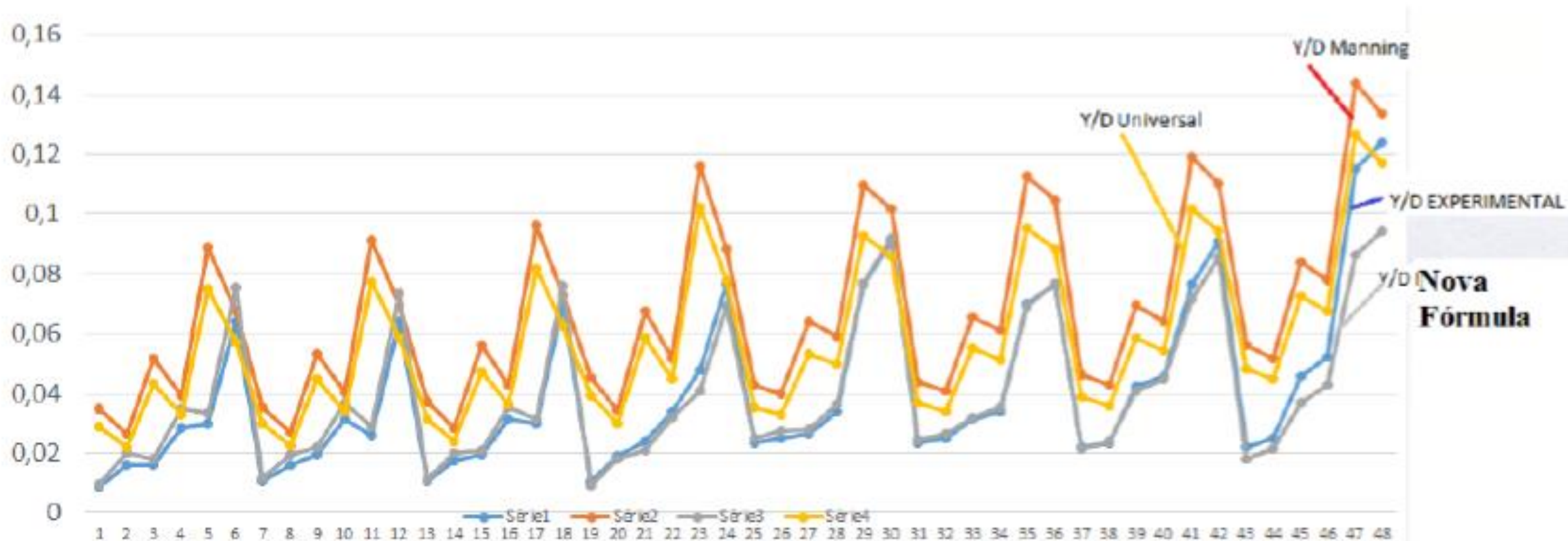


Figura 8.- Diferencia entre Y/D diversos

# UMA PROVA

Dados experimentais

$Q=0,000145\text{m}^3/\text{s}$  (medida 3 vezes volumetricamente)

$I= 0,449\text{ m/m}$  (esta declividade está muito além dos valores base usados nas provas de laboratório representa quase 45 graus, sendo uma declividade de relação 1:2 aproximadamente)

$D= 0,096\text{m}$ . (medido)

**Altura da lâmina de água medida 12 milímetros** ou 0,012 metros

Calculando o valor de  $Y/D$  experimental teremos um valor de  $=0,012/0,095= 0,125\text{ m/m}$

Usando a **Fórmula Brunex** temos:

$$Y/D= 1-2,5*Q^{0,14}/i^{0,22} = 1-2,5*0,000145^{0,14}/0,449^{0,22} = 0,1349\text{ m/m}$$

O qual serve para determinar um valor de  $Y=0,0129$  metros ou **12,9 milímetros** (o medido experimental foi 12 milímetros)

Usando a fórmula de **Manning** com valor de 0.01 temos:

$Y/D =0,04378\text{ m/m}$  e uma altura da lamina de água correspondente de 0,0042m ou **4,2 milímetros** (o medido experimental foi 12 milímetros)

# Conclusões

- Surgem dúvidas do uso do coeficiente de Manning no que se refere na aplicação a tubos lisos retilíneos de declividade media a grande
- A fórmula de Manning é baseada na fórmula de perda de carga universal por mostrar exatamente a mesma tendência nos resultados (figura 8)
- A modificação de coeficientes demonstrou ser uma alternativa muito boa para o cálculo da nova fórmula
- É demonstrado que é possível melhorar (e muito) a fórmula de Manning para a simulação de fluxo em tubos de PVC sob estas circunstancias
- Precisasse de mais e melhores dados para dar continuidade a esta pesquisa

# OBRIGADO

