

Ofício n.º 392/2025

Agudo, 12 de junho de 2025.

À Senhora Vereadora
Graciela de Lima Barchet
Presidente da Câmara de Vereadores de Agudo
AGUDO/RS

Assunto: Resposta ao Pedido de Informações nº 08/2025.

Senhora Presidente,

Em atenção ao ofício nº 77/2025, expedido pela Câmara de Vereadores referente ao pedido de informações nº 08/2025, que solicita informações detalhadas referentes ao sistema de drenagem pluvial previsto na obra de pavimentação do trecho localizado no Porto Agudo, encaminhamos em anexo as informações solicitadas.

Atenciosamente,

LUIS
HENRIQUE
KITTEL:80107
982072

Assinado de forma
digital por LUIS
HENRIQUE
KITTEL:80107982072
Dados: 2025.06.12
15:48:08 -03'00'

LUÍS HENRIQUE KITTEL
Prefeito de Agudo

OFÍCIO TÉCNICO

Ref.: Resposta ao Pedido de Informações nº 08/2025

Assunto: Sistema de Drenagem Pluvial – Obra de Pavimentação no Trecho do Porto Agudo
Ilustríssimo Senhor
Ver. Djavan Oestreich
Câmara Municipal de Agudo – RS

Prezado Vereador,

Em atenção ao Pedido de Informações nº 08/2025, que trata do sistema de drenagem pluvial da obra de pavimentação no trecho localizado no Porto Agudo, venho, por meio deste ofício, prestar os esclarecimentos técnicos conforme segue.

1. Normativas e metodologias utilizadas no projeto

Para projetos, pavimentos, dimensionamentos e demais estruturas que contemplem obras rodoviárias, as normativas vigentes que devem ser utilizadas são as metodologias do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), que dispõe de um conjunto extenso de normativas técnicas, organizadas em Especificações (ES), Instruções de Projeto (IP), Métodos de Ensaio (ME), e Diretrizes (PRO), normativas NBR não se aplicam a pavimentos.

O dimensionamento do sistema de drenagem pluvial para o projeto em questão foi realizado com base nestas normativas, sendo adotadas as seguintes referências:

- DNIT 134/2010 – PRO: Diretrizes para Projetos de Drenagem de Rodovias Rurais;
- DNIT 050/2006 – ES: Especificação de Serviços para Pavimentação Asfáltica.

Para análise e cálculo das vazões de projeto, foi necessário estudar a bacia de contribuição a cada situação ao longo do trecho a ser pavimentado, a vazão de foi calculada utilizando o método racional, de transformação chuva-vazão, que engloba todos os processos hidrológicos em apenas um coeficiente, representado através da equação abaixo:

$$Q_{max} = 0,278 \times C \times i \times A$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial

i = intensidade da precipitação, em mm/h

A = Área da bacia em Km²

Como exemplo, vamos utilizar o dispositivo de drenagem localizado na estaca 0+240, onde, como projetista, optei por manter uma galeria existente, com dimensões de 2,10x1,70m (LxH).

Para este local os dados são os seguintes:

C = coeficiente de escoamento superficial – Adotado 0,4 (Indicado para áreas circundantes a morros).

I = intensidade da precipitação, em mm/h – Adotado 151,31 mm/h conforme abaixo:

$$i = \frac{1494,564 \times Tr^{0,107}}{(t + 14,153)^{0,774}}$$

Onde:

Tr = 10 anos = 139,50mm

T = 24h

$$i = \frac{1494,564 \times 139,50^{0,107}}{(1440 + 14,153)^{0,774}}$$

$$i = \frac{1494,564 \times 139,50^{0,107}}{(24 + 14,153)^{0,774}}$$

$$i = 151,31 \text{ mm/h}$$

A = Área da bacia em Km² - Adotado 1,38 Km² (Extraído a partir de mapas topográficos).

Aplicando os dados na equação:

$$Q_{max} = 0,278 \times 0,4 \times 151,31 \times 1,38$$

$$Q_{max} = 23,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portanto a vazão máxima conduzida pelo córrego no local da estaca 0+240, para um período de retorno (TR) de 10 anos é de 23,21 m³/s.

Dimensionamento da galeria:

Para dimensionar a vazão (Q) de uma galeria retangular em concreto armado, podemos usar a fórmula de Manning-Strickler, que é adequada para escoamento em canais livres:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Onde:

- Q = vazão (m³/s)
- n = coeficiente de rugosidade de Manning
- A = área da seção molhada (m²)
- R = raio hidráulico = $\frac{A}{P}$ (m)
- P = perímetro molhado (m)
- S = declividade da linha de energia (m/m)

Dados:

- Largura da galeria $b = 2,10 \text{ m}$

- Altura da galeria $a = 1,70\ m$
- Declividade $S = 2,00\% = 0,02$
- $n = 0,014$ (concreto)

Cálculo:

- Área molhada (A)

$$A = b \times h = 2,10 \times 1,70 = 3,57\ m^2$$

- Perímetro molhado (P)

$$P = b + 2h = 2,10 + 2 \times 1,70 = 5,50\ m$$

- Raio hidráulico (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{3,57}{5,50} = 0,6491\ m$$

Aplicando a fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

- $n = 0,014$
- $S = 0,02$
- $R^{2/3} \approx 0,6491^{\frac{2}{3}} \approx 0,750$
- $\sqrt{S} \approx \sqrt{0,02} \approx 0,1414$

$$Q = \frac{1}{0,014} \times 3,57 \times 0,750 \times 0,1414$$

$$Q \approx 71,43 \times 3,57 \times 0,750 \times 0,1414 \approx 27,03\ m^3/s$$

Conforme observado no dimensionamento, a galeria existente suporta uma vazão de 27,03 m^3/s contra os 23,21 m^3/s indicados para um período de retorno de 10 anos no local, o que comprova que os dimensionamentos aplicados na obra, estão corretos e a opção de manter a galeria existente, não atende somente a normativa, mas também o interesse público em não onerar a obra com gastos desnecessários.

2. Tempo de retorno (TR) adotado e justificativa

De acordo com a DNIT 134/2010 – PRO, os períodos de retorno a serem adotados para dimensionamentos de bueiros (transposição de cursos d'água) são os seguintes:

Tipo de rodovia	Período de retorno (anos)
Rodovias locais e vicinais	10
Rodovias de tráfego médio	20
Rodovias principais (alta relevância)	25 a 50
Rodovias com tráfego intenso e/ou especiais	50 a 100

Tabela 1 - Períodos de retorno a serem adotados para dimensionamentos de drenagem em rodovias. Fonte: DNIT

O projeto em questão atende uma rodovia local e vicinal, portanto, conforme normativa, é tecnicamente adequado utilizar um tempo de retorno (TR) de 10 anos.

Esta escolha visa conciliar segurança hidráulica, viabilidade econômico-ambiental da obra, o que atende as normativas vigentes.

3. Considerações sobre eventos pluviométricos recentes

A escolha do TR de 10 anos está de acordo com a norma, contudo, é importante ressaltar que eventos pluviométricos excepcionais têm ocorrido recentemente na região e no Estado do Rio Grande do Sul, superando significativamente as médias históricas e os parâmetros previstos.

Em um estudo para um laudo técnico do canal extravasor da Sanga Funda, realizado em Ago/2018 pela Pro-Acqua Engenharia e Meio Ambiente, foi realizada uma análise das precipitações utilizando como base a estação Código 2953008 operada pela CPRM/ANA, neste estudo foi realizado o dimensionamento de precipitações para diferentes tipos de período de retorno, conforme demonstrado abaixo:

Período de	Precipitação
5	122,8 mm
10	139,5 mm
20	155,6 mm
25	160,7 mm
50	176,4 mm
100	192,0 mm
1.000	243,4 mm
10.000	294,8 mm
Máxima	187,8 mm

Tabela 2 - Precipitações extremas diárias obtidas pelo ajuste da distribuição de Gumbel, Fonte: Estudo Pro-acqua (Ago/2018)

O TR de 10 anos, considera um volume de precipitação máxima de 139,5 mm em 24h, contudo, eventos recentes registrados demonstram desvios muito acima destes valores, tais quais:

- Maio de 2024: Foram registrados acumulados superiores a 400 mm, com alguns pontos superando 800 mm em poucos dias na região central do Estado, ultrapassando qualquer expectativa para TR de 10 anos.

- 9 de maio de 2025: Santa Maria e Cachoeira do Sul (Municípios próximos) registraram volumes de chuva superiores a 180 mm de precipitação em 24 horas, o que representa mais de 150% da média histórica mensal de maio em um único dia, trata-se, portanto, de um evento extremo, com TR estimado muito superior aos 10 anos para qual o projeto foi dimensionado, ao observar a tabela, visualizamos que o volume de chuva é superior inclusive a um TR de 50 anos.

Tais eventos extrapolam os limites previstos por qualquer projeto convencional de drenagem rodoviária, sendo classificados como anomalias climáticas severas, causando uma série de transtornos na região central do estado, atingindo rodovias, sistemas de drenagem, quedas de barreiras e diversos danos a infraestrutura local.

Um exemplo disso, foi o evento do último dia 09/05/2025 onde, no KM 167 da Rodovia RSC 287, entre os Municípios de Novos Cabrais e Paraíso do Sul, novamente, Municípios próximos a Agudo, o dispositivo de drenagem para canalização do Arroio Barriga não suportou a vazão e a água invadiu a pista, causando danos ao pavimento.

Lembrando que esta é uma das rodovias mais importantes do estado, que faz a principal ligação entre a região central e a capital, construída na década de 70, com TR estimado para 50 anos, cuja drenagem não suportou os evento extremo que ocorreu no dia 09.

4. Considerações sobre normas técnicas citadas no pedido

As normas ABNT NBR 10844 (Instalações prediais de águas pluviais) e NBR 12216 (Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público), mencionadas no pedido de informações referem-se à infraestrutura predial de esgotamento urbano, sanitário e pluvial, ou seja, não se aplicam a estradas vicinais ou sistemas rodoviários rurais.

A citação dessas normas demonstra uma possível inadequação técnica na análise do projeto, uma vez que as referências pertinentes para obras de pavimentação e drenagem rural são as normativas DNIT supracitadas.

Conclusão

O projeto de drenagem foi desenvolvido com base nas melhores práticas técnicas e normativas vigentes, adotando um TR compatível com o tipo de via e as características locais.

Em uma análise rápida do projeto, é possível observar que em diversos pontos houve a substituição de redes de menor porte por redes de maior porte, visando adequar a estrutura para o pavimento novo a ser construído.

Porém, os eventos excepcionais ocorridos recentemente, com volumes pluviométricos muito acima da média, confirmam a ocorrência de eventos extremos fora da faixa de projeto, o que pode acarretar eventuais danos a estrutura projetada, que não é dimensionada para suportar tais eventos extremos.

Reforça-se, portanto, que o projeto foi elaborado de forma tecnicamente adequada e dentro dos parâmetros normativos atuais, eventos recentes registrados no Estado do Rio Grande do Sul, reforçaram a necessidade de se readequarem alguns conceitos e normativas, porém até o momento, não há nenhuma instrução normativa atualizada, há apenas uma orientação de se maximizar dimensionamentos a partir dos eventos de 2024, de maneira a se projetar estruturas mais robustas que sofram menos com eventos extremos.

Atenciosamente,



Henrique Mezzomo
Engenheiro Civil/Administrador
HM Engenharia - Consultoria e Projetos

Encantado, 13 de maio de 2025.