

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO TECNOLÓGICO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

ALESSANDRO DA SILVA

**AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS E
DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL:
ESTUDO DE CASO DA BACIA DO CANAL DO CONGO – VILA VELHA/ES**

VITÓRIA

2021

ALESSANDRO DA SILVA

**AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS E
DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL:
ESTUDO DE CASO DA BACIA DO CANAL DO CONGO – VILA VELHA/ES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, na área de concentração de Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Rigo

VITÓRIA
2021

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

S586a Silva, Alessandro da, 1991-
Avaliação experimental de pavimentos permeáveis e dimensionamento de Sistema de Drenagem Urbana Sustentável: Estudo de caso da bacia do canal do Congo – Vila Velha/ES / Alessandro da Silva. - 2021.
235 f. : il.

Orientador: Daniel Rigo.
Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Drenagem. 2. Pavimentos. I. Rigo, Daniel. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 628

ALESSANDRO DA SILVA

AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO CANAL DO CONGO – VILA VELHA/ES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (Modalidade Profissional) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável na área de concentração em Sustentabilidade, Ambiente e Sociedade e linha de pesquisa Saneamento Ambiental e Saúde Pública.

Aprovada em 30 de abril 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. D.Sc. Daniel Rigo
Orientador – PPGES / CT / UFES

Prof. D.Ing. Ricardo Franci Gonçalves
Examinador Interno – PPGES / CT / UFES

Prof. D.Sc. José Tadeu Balbo
Examinador Externo – EPUSP / USP

Em conformidade com as normas prescritas na Portaria Normativa Nº. 03/2020 – PRPPG/UFES, a assinatura do examinador externo (Prof. D.Sc. José Tadeu Balbo) foi representada neste documento pela respectiva assinatura do presidente da sessão, Prof. D.Sc. Daniel Rigo. Ato contínuo, o Sr. Presidente da banca examinadora atesta que, a defesa foi realizada por meio de videoconferência, ou outro suporte eletrônico a distância equivalente.

Prof. D.Sc. Daniel Rigo
Orientador – PPGES / CT / UFES



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
DANIEL RIGO - SIAPE 1172712
Departamento de Engenharia Ambiental - DEA/CT
Em 09/06/2021 às 09:56

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/203605?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
RICARDO FRANCI GONCALVES - SIAPE 1176053
Departamento de Engenharia Ambiental - DEA/CT
Em 09/06/2021 às 11:11

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/203680?tipoArquivo=O>

“Eu sei que nasci e eu sei que morrerei. O que está no meio, é meu. Eu sou meu”.

Eddie Vedder

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por eu ser uma pessoa fisicamente e mentalmente capaz de enfrentar os desafios diários da minha vida pessoal, acadêmica e profissional.

Ao Seu Pedro Silva e Dona Fátima, que nunca mediram esforços para que eu pudesse me dedicar aos estudos. Assim como meu irmão Alanderson da Silva.

À Lorena Frasson, como técnica do Laboratório de Hidráulica, que acompanhou e deu suporte do início ao fim dessa pesquisa. E a mesma Lorena, mulher com quem compartilhei todas as dificuldades, contei com a compreensão, passei momentos divertidos, etc... Gostei tanto que vou compartilhar o resto da vida com ela.

Ao meu orientador Daniel Rigo que, entre graduação, mestrado e outros projetos, tive a oportunidade de aprender engenharia de fato: teoria, pesquisa e aplicação.

À dupla Victória e Isabella. Sem elas não existiria esta pesquisa. Foram alguns dias de ensaios experimentais em campo: dias de sol, dias de muito sol, dias de chuva, alguns contratempos, uma pandemia mundial e algumas aventuras. Foi cansativo, mas em nenhum momento, ou quase nenhum, elas reclamaram. No final, foi surpreendentemente divertido.

A todos que passaram pelo LabHidro nos últimos 2 anos que eu tive o prazer de conviver e aprender. Impressionante como aquele lugar atrai gente boa, inteligente e capacitada. Em especial à Mônica.

Ao Luciano da Engepavi, ao João Batista e à Thelma da Cidade Engenharia, pelo esforço conjunto para a construção dos módulos experimentais.

À Maria Bernadete, que contribuiu para este trabalho através do conhecimento transmitido e discussões a respeito de projetos de drenagem urbana.

Aos professores Ricardo Franci e Diogo Buarque, pelas valiosas orientações, sugestões e dicas no meu exame de qualificação.

A todos os demais que colaboraram para a realização desta pesquisa.

A todos, meu muito obrigado!

RESUMO

O processo de urbanização provoca o aumento do escoamento superficial, causando inundações urbanas, que por sua vez, causam transtornos e prejuízo à população. Assim, é necessário a adoção de medidas de controle que visam minimizar estes impactos. A adoção de sistemas clássicos de drenagem em meios urbanos tem se mostrado limitados na gestão de águas pluviais, pois na maioria das vezes, estes sistemas apenas transferem o problema para jusante. Isso provocou o crescimento de novas abordagens para o controle de águas de chuva em ambientes urbanos como os Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis (SUDS), que descrevem técnicas usadas para drenar águas pluviais de maneira, indiscutivelmente, mais sustentável do que as soluções convencionais. Dentre essas técnicas estão os pavimentos permeáveis que, por definição, facilitam a infiltração de águas pluviais diminuindo o escoamento superficial. O uso de métodos que quantificam o escoamento superficial e o processo de infiltração, como o Método Racional e Método *Soil Conservation Service-CN* e a Fórmula Horton, requerem parâmetros específicos dos pavimentos permeáveis ao projetá-los em SUDS. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar experimentalmente o desempenho hidráulico dos pavimentos permeáveis de blocos concreto intertravados e projetar o uso destes em um SUDS. Dentre os resultados, o pavimento de bloco de concreto intertravado do tipo poroso não gerou escoamento superficial em nenhuma chuva simulada, o pavimento de bloco de concreto intertravado do tipo convencional apresentou resultados próximos aos de pavimentos impermeáveis e o pavimento de bloco de concreto intertravado com junta alargada apresentou bons resultados como técnica compensatória, apesar de gerar escoamento superficial. No dimensionamento de um sistema de drenagem urbana sustentável, o uso dos pavimentos permeáveis apresentou redução significativa da vazão de pico, do volume de escoamento e retardo no tempo da vazão de pico. Conclui-se que, os pavimentos permeáveis são técnicas compensatórias, sendo estes altamente recomendados como dispositivos de SUDS pois fazem com que o impacto da urbanização no ciclo hidrológico urbano seja minimizado.

Palavras chaves: Pavimentos permeáveis, técnicas compensatórias, controle de escoamento superficial, Método racional, Método SCS, Sistema Urbano de Drenagem Sustentável.

ABSTRACT

The urbanization process causes an increase in surface runoff, causing urban flooding, which in turn, causes inconvenience and damage to the population. Hence, it is necessary to adopt control measures that aim to minimize these impacts. The classic urban drainage systems have been shown to be limited in the stormwater management, as most of the time, these systems only transfer the problem downstream. This has sparked the growth of new approaches to rainwater control in urban environments, as Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), which describe techniques used to drain rainwater in ways that are arguably more sustainable than conventional solutions. Among these techniques there are the permeable pavements that, by definition, facilitate the infiltration of rainwater, reducing runoff. The use of methods that quantify the runoff and the infiltration process, such as the Rational Method and Soil Conservation Service-CN Method and the Horton Formula, require specific parameters of permeable pavements when designing them in SUDS. In this scenario, the present work aims to experimentally evaluate the hydraulic performance of permeable pavements of interlocked concrete blocks and to project their use in a SUDS. Among the results, the porous type interlocking concrete block pavement did not generate runoff in any simulated rain, the conventional type interlocking concrete block pavement showed results close to those of waterproof pavements and the interlocking concrete block pavement with a joint expanded technique presented good results as a compensatory device, despite generating surface runoff. When designing a sustainable urban drainage system, the use of permeable pavements showed a significant reduction in peak flow, runoff volume and delay in peak flow time. It is concluded that, permeable pavements are efficient compensatory techniques, which are highly recommended as SUDS devices as they cause the impact of urbanization on the urban hydrological cycle to be minimized.

Key words: Permeable pavements, compensatory techniques, runoff control, Rational Method, SCS Method, Urban Sustainable Drainage System.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Efeito da urbanização no hidrograma hipotético. | 21 |
| Figura 2 – Fluxograma dos processos hidrológicos. | 22 |
| Figura 3 – Comportamento típico de infiltração de água em solo em comparação ao hidrogramas de escoamento superficial após a ocorrência de uma precipitação de intensidade constante e suficientemente longa sobre um a determinada área..... | 25 |
| Figura 4 – Processo Hortoniano de geração de escoamento superficial..... | 26 |
| Figura 5 – Processo Dunniano de geração de escoamento superficial..... | 27 |
| Figura 6 – Hidrograma triangular do método Racional..... | 29 |
| Figura 7 – Hidrograma do Método Racional modificado..... | 30 |
| Figura 8 – Sistema clássico de drenagem, composto por elementos como sarjeta, bocas de lobo e galerias. | 34 |
| Figura 9 – Concreto asfáltico poroso (CPA): | 40 |
| Figura 10 – Concreto de cimento Portland poroso (CP):..... | 40 |
| Figura 11 – Diferentes tipos de blocos de concretos intertravados permeáveis..... | 41 |
| Figura 12 – Diferentes tipos de blocos de concretos intertravados permeáveis..... | 42 |
| Figura 13 – Estrutura típica de um pavimento permeável | 45 |
| Figura 14 – Implantação dos módulos experimentais. | 50 |
| Figura 15 – Etapas da construção dos módulos experimentais. | 54 |
| Figura 16 – Projeto dos módulos experimentais..... | 55 |
| Figura 17 – Projeto dos módulos experimentais..... | 57 |
| Figura 18 – Etapas da simulação da chuva..... | 58 |
| Figura 19 – Fluxograma dos ensaios realizados | 63 |
| Figura 20 – Bacia hidrográfica do Canal do Congo | 65 |
| Figura 21 – Divisão em sub-bacias da Bacia hidrográfica do Canal do Congo | 66 |
| Figura 22 – Divisão em microbacias da sub-bacia 1 | 68 |
| Figura 23 – Hidrograma modificado do método racional para encontrar vazão resultante (Q_r) obtida através do abatimento do volume drenado pela base permeável | 72 |
| Figura 24 – Traçado da rede de microdrenagem | 75 |
| Figura 25 – Fluxograma Cenários microdrenagem | 78 |
| Figura 26 – Divisão da área de macrodrenagem projetada em 16 microbacias..... | 80 |
| Figura 27 – Pontos de entrega das microbacias na rede de macrodrenagem. | 81 |

| | |
|--|-----|
| Figura 28 – Fluxograma Cenários macrodrenagem. | 84 |
| Figura 29 – Adaptação do método Racional para sistemas urbanos de drenagem sustentáveis. | 85 |
| Figura 30 – Ajuste de Horton, Pavimento convencional, intensidade 114mm/h duração aproximada de 15 min, condição da base seca. | 105 |
| Figura 31 - Ajuste de Horton, Pavimento convencional, intensidade 114mm/h, duração aproximada de 15 min e condição da base úmida | 106 |
| Figura 32 - Ajuste de Horton, Pavimento convencional, intensidade 53mm/h, duração aproximada de 45 min e condição da base seca | 106 |
| Figura 33 - Ajuste de Horton, Pavimento convencional, intensidade 53mm/h, duração aproximada de 45 min e condição da base úmida | 107 |
| Figura 34 - Ajuste de Horton, Pavimento junta alargada, intensidade 114mm/h duração aproximada de 15 min, condição da base seca. | 107 |
| Figura 35 - Ajuste de Horton, Pavimento junta alargada, intensidade 114mm/h, duração aproximada de 15 min e condição da base úmida | 108 |
| Figura 36 - Ajuste de Horton junta alargada, intensidade 53mm/h, duração aproximada de 45 min e condição da base seca | 108 |
| Figura 37 - Ajuste de Horton, junta alargada, intensidade 53mm/h, duração aproximada de 45 min e condição da base seca | 109 |
| Figura 38 -Gráfico da vazão de entrega das microbacias da sub-bacia 1 na rede de macrodrenagem projetada na rua da Liberdade | 114 |
| Figura 39 - Porcentagem de redução da vazão de entrega das microbacias na rede de macrodrenagem projetada na rua da Liberdade em comparação ao Cenário I (pavimento convencional) | 115 |
| Figura 40 - Vazões de pico dos cenários estudados. | 116 |
| Figura 41 - Redução da vazão de pico em relação ao cenário-I (Asfalto) | 117 |
| Figura 42 - Volumes totais escoamento | 118 |
| Figura 43 - Redução do volume do escoamento superficial em relação ao cenário-I (Asfalto)..... | 118 |
| Figura 44 - Hidrogramas resultantes na seção de controle, ponto de entrega | 119 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 - Tabela do Método de Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Pré-Moldados – Método da PCA–84..... | 46 |
| Tabela 2 - Características geométricas da rede de macrodrenagem projetada..... | 79 |
| Tabela 3 - Resultados dos ensaios na condição seca | 89 |
| Tabela 4 - Resultados dos ensaios na condição úmida..... | 90 |
| Tabela 5 - Volume total dos escoamentos (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min) | 92 |
| Tabela 6 - Volume total dos escoamentos (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.) | 92 |
| Tabela 7 - Volume total dos escoamentos (Condição da base: úmida, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.) | 92 |
| Tabela 8 - Volume total dos escoamentos (Condição da base: úmida, Chuva simulada de aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.) | 93 |
| Tabela 9 - Início e término dos escoamentos superficial e subsuperficial (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.) | 95 |
| Tabela 10 - Início e término dos escoamentos superficial e subsuperficial (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.) | 96 |
| Tabela 11 - Início e término dos escoamentos superficial e subsuperficial (Condição da base: úmida, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.) | 96 |
| Tabela 12 - Início e término dos escoamentos superficial e subsuperficial (Condição da base: úmida, Chuva simulada de aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.) | 97 |
| Tabela 13 - Coeficientes do escoamento superficial (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.) | 99 |
| Tabela 14 - Coeficientes do escoamento superficial (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.) | 100 |
| Tabela 15 - Coeficientes do escoamento superficial (Condição da base: úmida, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.) | 100 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 16- Coeficientes do escoamento superficial (Condição da base: úmida, Chuva simulada de aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.) | 100 |
| Tabela 17- Pesquisas que estudaram o coeficiente volumétrico do bloco de concreto intertravado do tipo convencional..... | 101 |
| Tabela 18- Pesquisas que estudaram o coeficiente volumétrico de superfícies porosas. | 102 |
| Tabela 19- Pesquisas que estudaram o coeficiente volumétrico de superfícies porosas. | 103 |
| Tabela 20- Pârametros de Horton para os pavimentos convencionais e de junta alargada | 105 |
| Tabela 21- Valores de CN (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.) | 111 |
| Tabela 22- Valores de CN (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.) | 111 |
| Tabela 23- Valores de CN (Condição da base: úmida, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.) | 111 |
| Tabela 24- Valores de CN (Condição da base: úmida, Chuva simulada de aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.) | 111 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Técnicas compensatórias de contenção à jusante | 36 |
| Quadro 2 - Técnicas compensatórias de contenção na fonte. | 37 |
| Quadro 3 - Características dos blocos de concreto intertravados estudados..... | 53 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO | 18 |
| 2 | OBJETIVOS | 20 |
| 2.1 | OBJETIVO GERAL | 20 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 20 |
| 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 21 |
| 3.1 | INUNDAÇÕES URBANAS | 21 |
| 3.2 | ESTUDOS HIDROLÓGICOS URBANOS | 22 |
| 3.2.1 | Precipitações máximas | 23 |
| 3.2.2 | Infiltração..... | 24 |
| 3.2.3 | Escoamento superficial..... | 26 |
| 3.2.3.1 | Método Racional | 28 |
| 3.2.3.2 | Método <i>Soil Conservation Service-CN</i> | 31 |
| 3.2.3.3 | Fórmula de Horton | 33 |
| 3.2.4 | Escoamento subsuperficial | 33 |
| 3.3 | CONTROLE DE ÁGUAS PLUVIAIS EM AMBIENTES URBANOS | 33 |
| 3.3.1 | Técnicas alternativas ou compensatórias..... | 36 |
| 3.3.2 | Pavimentos permeáveis | 38 |
| 3.3.2.1 | Tipos de pavimentos permeáveis..... | 40 |
| 3.3.2.2 | Vantagens e desvantagens dos pavimentos permeáveis | 42 |
| 3.3.2.3 | Critérios de projeto dos pavimentos permeáveis | 44 |
| 3.3.2.4 | Estrutura do pavimento permeável | 45 |
| 3.3.2.5 | Dimensionamento mecânico..... | 46 |
| 3.3.2.6 | Dimensionamento hidráulico dos pavimentos permeáveis | 46 |
| 4 | MATERIAIS, MÉTODOS E ÁREA DE ESTUDO..... | 49 |
| 4.1 | AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DO DESEMPENHO HIDRÁULICO DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO DO TIPO INTERTRAVADOS | 49 |
| 4.1.1 | Caracterização do local de implantação dos módulos experimentais..... | 49 |
| 4.1.2 | Projeto e construção dos módulos experimentais..... | 51 |
| 4.1.3 | Simulação da chuva | 56 |
| 4.1.4 | Coleta e medição dos escoamentos | 57 |
| 4.1.5 | Metodologia da análise dos dados..... | 59 |
| 4.1.6 | Análise dos volumes totais do escoamento superficial e subsuperficial | 60 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 4.1.7 | Análise dos tempos de início e término do escoamento superficial e subsuperficial | 61 |
| 4.1.8 | Análise do escoamento superficial | 61 |
| 4.1.9 | Análise da infiltração | 61 |
| 4.1.10 | Análise do coeficiente CN do método SCS | 62 |
| 4.1.11 | Análise dos dados | 62 |
| 4.2 | DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS PERMEÁVEIS EM UM SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUTENTÁVEL | 63 |
| 4.2.1 | A bacia hidrográfica de estudo | 63 |
| 4.2.2 | Dimensionamento dos pavimentos permeáveis em um sistema de microdrenagem urbana | 67 |
| 4.2.2.1 | Área de estudo..... | 67 |
| 4.2.2.2 | Estudo hidrológico..... | 69 |
| a) | Período de retorno | 69 |
| b) | Coeficiente C do Método Racional | 69 |
| c) | Tempo de concentração | 69 |
| d) | Chuva de projeto | 71 |
| e) | Cálculo das vazões | 71 |
| 4.2.2.3 | Dimensionamento mecânico da base | 73 |
| 4.2.2.4 | Dimensionamento do sistema convencional de microdrenagem | 74 |
| a) | Parâmetros adotados para o dimensionamento do sistema convencional de microdrenagem | 74 |
| b) | Capacidade de condução da rua | 76 |
| c) | Capacidade de engolimento das bocas de lobo | 76 |
| d) | Dimensionamento da rede..... | 76 |
| 4.2.2.5 | Dimensionamento hidráulico da base | 77 |
| 4.2.2.6 | Construção dos cenários | 77 |
| 4.2.3 | Dimensionamento dos pavimentos permeáveis em um sistema de macrodrenagem urbana | 78 |
| 4.2.3.1 | Área de estudo..... | 78 |
| 4.2.3.2 | Estudo hidrológico..... | 82 |
| a) | Período de retorno | 82 |
| b) | Coeficiente de escoamento superficial | 82 |
| c) | Tempo de concentração | 82 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| d) | Duração da chuva | 83 |
| e) | Chuva de projeto | 83 |
| f) | Cálculo das vazões | 83 |
| 4.2.3.3 | Dimensionamento mecânico da base | 84 |
| 4.2.3.4 | Dimensionamento hidráulico da base | 84 |
| 4.2.3.5 | Sistema convencional de macrodrenagem | 84 |
| 4.2.3.6 | Construção dos cenários | 84 |
| 4.2.3.7 | Hidrograma resultante na seção de controle | 85 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 88 |
| 5.1 | DESEMPENHO HIDRÁULICO DOS PAVIMENTOS DE BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADOS DOS TIPOS CONVENCIONAL, JUNTA ALARGADA E POROSO. | 88 |
| 5.1.1 | Análise dos volumes totais do escoamento superficial e do escoamento subsuperficial | 91 |
| 5.1.2 | Análise dos tempos de início e término do escoamento superficial e subsuperficial | 95 |
| 5.1.3 | Análise do escoamento superficial | 99 |
| 5.1.4 | Análise da Infiltração | 104 |
| 5.1.5 | Análise dos valores do CN do Método SCS | 110 |
| 5.2 | DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS PERMEÁVEIS EM SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL | 113 |
| 5.2.1 | Dimensionamento dos pavimentos permeáveis em um sistema de microdrenagem urbana | 113 |
| 5.2.2 | Dimensionamento dos pavimentos permeáveis em um sistema de macrodrenagem urbana | 116 |
| 6 | CONCLUSÕES | 122 |
| 7 | RECOMENDAÇÕES | 124 |
| 8 | REFERÊNCIAS | 125 |
| | APÊNDICE A | 136 |
| | APÊNDICE B | 227 |

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas em grandes cidades ocasionou altas taxas de impermeabilização do solo, comprometendo assim os sistemas de drenagem durante os picos de cheia, sendo esta uma das principais causas de inundações urbanas (TUCCI; PORTO E BARROS, 1995; CANHOLI, 2005; ONO; BALBO e CARGNIN, 2017).

Para compreender e projetar as soluções referentes às inundações, advindos do processo de urbanização, é necessário um entendimento de hidrologia urbana, a ciência que trata do ciclo hidrológico que ocorre em uma bacia urbanizada ou em urbanização (SCHWARTZ e SMITH, 2014). Os processos de chuvas intensas, que são definidas como aquelas que ultrapassam um determinado valor mínimo, possuindo duração, distribuição espacial e temporal críticas para uma determinada área ou bacia hidrográfica (TUCCI; PORTO; BARROS, 1995); a infiltração: passagem de água da superfície do solo para seu interior (TUCCI, 2004), e o escoamento superficial: deslocamento das águas sobre a superfície do solo (PRUSKI; BRANDÃO e SILVA, 2004), são as bases para as metodologias de cálculo que estimam o volume e a vazão de água que irão percorrer a superfície do solo, galerias, canais, rios, etc. em uma bacia hidrográfica urbana em eventos críticos (DEVRIES; ALDRICH, 2015).

Para a quantificar o escoamento superficial, existem os métodos que calculam a chuva excedente, como o Método Racional e o método do *Soil Conservation Service*, e fórmulas que representam o processo de infiltração, como a fórmula de Horton (1939).

Baptista, Nascimento e Barraud (2005) discutem que as soluções clássicas de drenagem, que têm por princípios a retirada das águas pluviais o mais rapidamente possível para jusante, têm se mostrado limitadas no controle de inundações urbanas, provocando assim o surgimento de diferentes conceitos e terminologias a respeito de drenagem urbana (Fletcher *et al.* 2015), como Desenvolvimento de Baixo Impacto, Projeto Urbano Sensível à Água, Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável e Técnicas “alternativas” ou “compensatórias”. Em comum, essas abordagens buscam práticas de projetos e de gestão para neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos.

Dentre as técnicas compensatórias, os pavimentos permeáveis, que são superfícies pavimentadas projetadas para reduzir o escoamento superficial permitindo a infiltração, vem sendo estudados desde a década de 1970 (BEAN; HUNT; BIDELESPACH, 2007). Genericamente, existem quatro tipos de pavimentos permeáveis: o de concreto asfáltico, o de concreto permeável, o com blocos de concreto articulados e de blocos de concreto intertravados. Os pavimentos de blocos de concreto intertravados possuem, atualmente, uma grande aceitação em obras urbanas, não sendo raro encontrar construções de calçadas, ruas e estacionamentos com o emprego destes materiais. Os pavimentos de blocos de concreto intertravados do tipo convencional, apesar de possuir capacidade de infiltrar uma parcela de água da chuva, não pode ser classificado como um pavimento permeável, dado sua baixa permeabilidade (HEIN; SMITH, 2015). Já os pavimentos de blocos de concreto intertravados do tipo poroso, que não possuem agregados finos na sua composição, e os blocos de concreto intertravados com junta alargada são classificados como permeáveis (ABNT, 2015). A escolha do tipo de pavimento está intimamente ligada às características do local de implantação, sendo imprescindível análises hidrológicas e mecânicas, para que o pavimento funcione adequadamente (WEISS *et al.*, 2015).

Apesar de pesquisas apontarem resultados positivos quanto à utilização dos pavimentos permeáveis com técnica compensatória, é comum a resistência à aplicação no Brasil por parte dos projetistas, dada a pouca divulgação, pouca quantidade de obras executadas, oposição natural a inovações (BATEZINI, 2013), além da falta de metodologia e parâmetros para o dimensionamento de pavimentos permeáveis como componentes de um sistema urbano de drenagem sustentável.

Assim, a presente pesquisa propõe avaliar três tipos de pavimentos de blocos de concreto do tipo intertravado (o convencional, o poroso e o de junta alargada), como técnicas compensatórias em um sistema de drenagem urbana sustentável. Através de análise experimental, serão obtidos parâmetros de projeto dos três tipos de pavimentos estudados. Os parâmetros serão avaliados e posteriormente aplicados em um projeto de um sistema de drenagem urbana sustentável de uma área urbana real. Espera-se fornecer parâmetros e metodologia para tornar mais frequente a execução de projetos destes pavimentos, aumentando a utilização dos mesmos em obras dos setores público e privado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar experimentalmente o desempenho hidráulico dos pavimentos permeáveis de blocos concreto intertravados e dimensionar um sistema de drenagem urbana sustentável utilizando pavimentos permeáveis como técnica compensatória.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar experimentalmente o desempenho hidráulico de três tipos de pavimentos de blocos de concreto intertravados: o convencional, o de junta alargada e o poroso.
- Dimensionar os pavimentos de blocos de concreto intertravados do tipo convencional, o de junta alargada e o poroso em um sistema de drenagem urbana sustentável, tanto na microdrenagem quanto na macrodrenagem.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

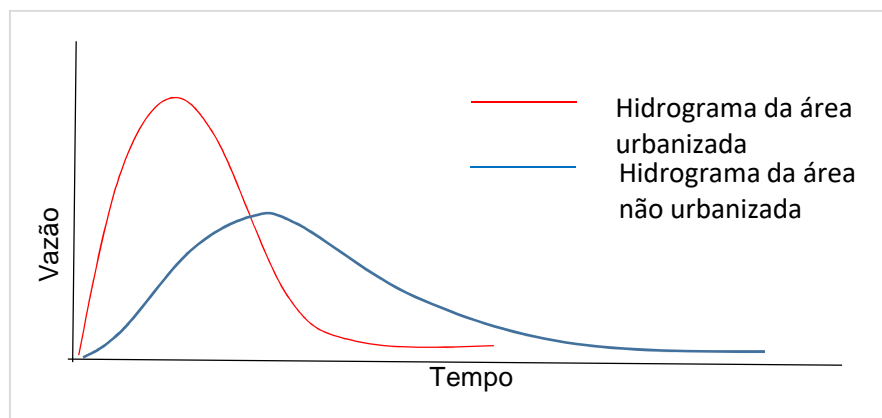
3.1 INUNDAÇÕES URBANAS

O processo de inundação urbana é aquele no qual ocorre o transbordamento do leito de um rio, riacho, canal ou galeria de água pluvial devido à insuficiência da capacidade de transporte do sistema de drenagem em questão, como consequência dos processos de ocupação indevida de áreas ribeirinhas e de urbanização, que podem ocorrer separadamente ou concomitantemente (TUCCI, PORTO e BARROS, 1995).

Sobre o processo de urbanização, o aumento da impermeabilização do solo, devido à construção de telhados, ruas, calçadas e pátios, entre outros, ocasiona o acréscimo do volume d'água escoando sobre a superfície e, conseqüentemente, também nos sistemas de drenagem (BALBO, 2020).

Um hidrograma é o gráfico que relaciona a vazão, em uma determinada seção do curso de água, em função do tempo, sendo dependente da intensidade e duração de uma chuva (BALBO, 2020). Os efeitos típicos da urbanização em uma bacia, conforme ilustrado na Figura 1, são: a antecipação do pico de cheia, o aumento da vazão máxima e do volume de água que escoa pela superfície.

Figura 1 - Efeito da urbanização no hidrograma hipotético.



Fonte: Adaptado de Tucci, Porto e Barros (1995).

Inundações urbanas podem causar muitos transtornos à população, como: perdas de propriedade, complicações no trânsito, interrupção de serviços e comércio, aumento

de doenças transmitidas pela água da chuva e alteração na qualidade da água (CANHOLI, 2005; TORGERSEN et al., 2015; ZHOU et al., 2019).

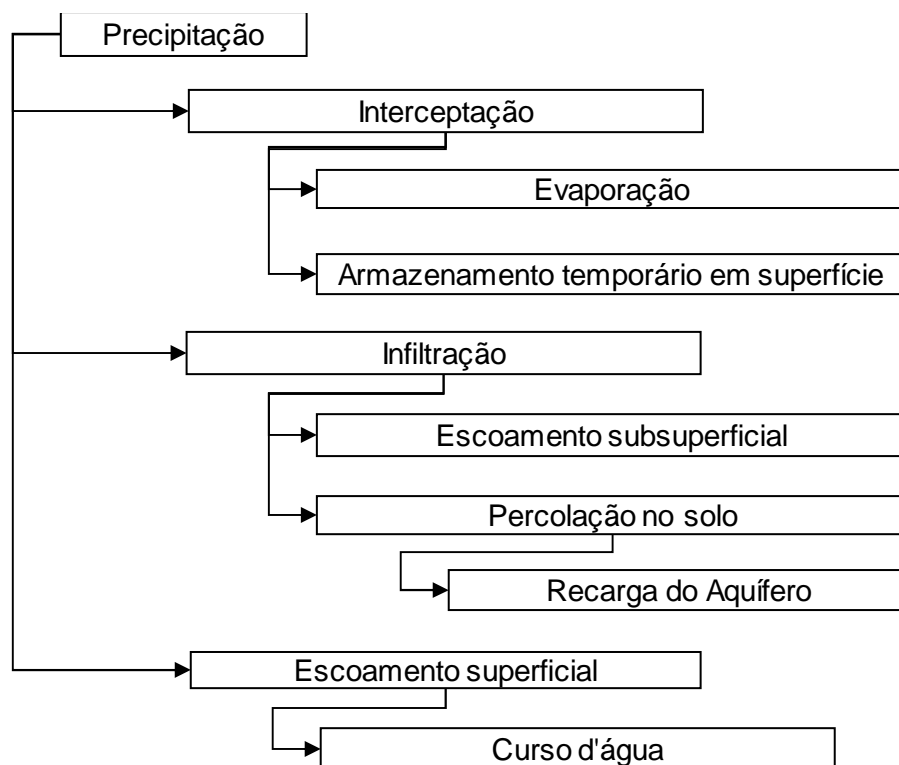
Neste contexto, a busca em drenagem urbana é por cenários que diminuam o escoamento superficial, tornando a bacia o mais próximo possível das características antes da urbanização (ARAÚJO; TUCCI; GOLDENFUM, 2000; CANHOLI, 2005).

3.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS URBANOS

Definida como a parte da ciência das águas que trata da parte do ciclo hidrológico que ocorre nas bacias hidrográficas urbanizadas ou em processo de urbanização, a hidrologia urbana enfoca principalmente na ocorrência de eventos de alta magnitude (SCHWARTZ e SMITH, 2014).

Chow, Maidment e Mays (1994) definem um sistema hidrológico como uma estrutura delimitada que permite a entrada, movimentação interna e saída de água. A Figura 2 apresenta esquematicamente o fluxograma dos principais processos hidrológicos de um sistema a partir da precipitação.

Figura 2 – Fluxograma dos processos hidrológicos.



Fonte: Adaptado de Chow, Maidment e Mays (1994)

O ciclo hidrológico pode ser descrito quantitativamente pela aplicação do Princípio da Conservação de Massa, na forma de um Balanço Hídrico e pode ser apresentado matematicamente através de equações genéricas (CHOW, MAIDMENT e MAYS, 1994; VIESSMAN JR e LEWIS, 1996; PAIVA e PAIVA, 2001), como a apresentada pela (Equação 1).

$$P - I - R - R_g - E - ET = \Delta S \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: P é a precipitação, R o escoamento superficial, I a infiltração, R_g o escoamento subsuperficial, E a evaporação, ET a evapotranspiração e ΔS a variação do volume de água armazenado no solo.

A (Equação 1 pode ser simplificada desconsiderando os processos de evaporação, evapotranspiração e do armazenamento temporário em superfície e depressões no terreno, pois em estudos de drenagem urbana, as intensidades das chuvas que ocasionam os eventos extremos estes processos se tornam irrelevantes (MATOS, *et al.*, 2019). Dessa forma, estes itens não serão abordados no presente estudo e a (Equação 2 apresenta a simplificação da (Equação 1:

$$P - I - R - R_g = \Delta S \quad (\text{Equação 2})$$

Dentro deste contexto, serão apresentados, a seguir, os componentes da (Equação 2, que são diretamente ligados às vazões máximas utilizadas em projetos de drenagem urbana.

3.2.1 Precipitações máximas

As precipitações máximas são definidas como aquelas que ultrapassam um determinado valor mínimo, possuindo duração, distribuição espacial e temporal críticas para uma determinada área ou bacia hidrográfica (TUCCI; PORTO; BARROS, 1995), sendo normalmente expressas em milímetros por hora. As determinações das intensidades das precipitações máximas são de fundamental importância em drenagem urbana, pois em muitas metodologias as vazões de projeto são obtidas indiretamente por modelos de transformação chuva-vazão, que permitem projetar condições futuras da ocupação da bacia (MOLIN *et al.*, 1996).

A escolha do período de retorno da tormenta de projeto deve ser feita de acordo com a natureza da obra a ser projetada, pois quando a determinação deste parâmetro assume um risco aceitável para a obra projetada, sendo que menores riscos implicam em maiores custos (TUCCI; PORTO; BARROS, 1995; CANHOLI 2005).

Na prática de projetos urbanos, para se determinar uma chuva de projeto, são utilizadas equações que relacionam a intensidade-duração-frequência (IDF) de chuvas intensas (BALBO, 2020), e que devem ser deduzidas a partir de observações históricas suficientemente longas e representativas do local do estudo (SILVA; CLARKE, 2004). Essas relações podem ser expressas pela (Equação 3):

$$i = K \frac{TR^m}{(t + t_0)^n} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: i é a intensidade média da chuva; t é a duração da chuva; TR é o período de recorrência; m , n , t_0 e K são os parâmetros relativos ao ajuste da equação.

3.2.2 Infiltração

A infiltração corresponde à passagem de água da superfície do solo para seu interior, sendo que esse processo depende da quantidade de água disponível para infiltrar, do tipo do solo, do estado da superfície do solo e das quantidades de água e ar presentes no seu interior (TUCCI, 2004).

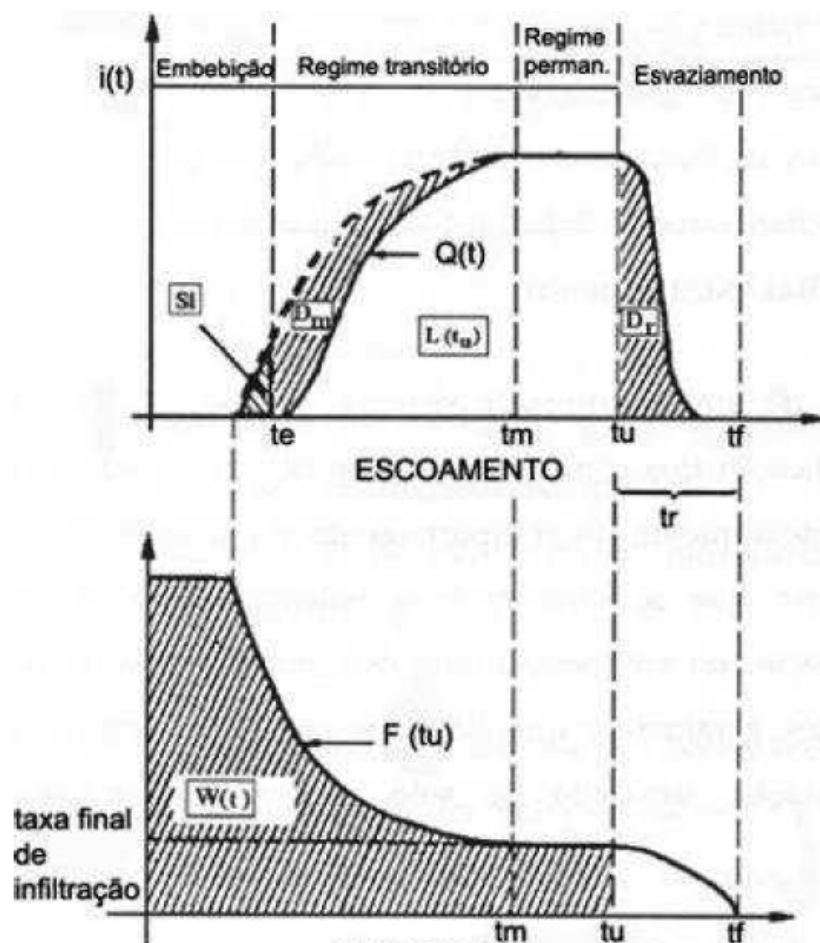
Segundo Bouvier (1990), quatro fases caracterizam o comportamento típico da infiltração de água no solo, em comparação ao hidrograma de escoamento superficial, após a ocorrência de uma precipitação de intensidade constante e suficientemente longa para uma determinada área. As quatro fases são descritas a seguir e apresentadas na Figura 3.

- Tempo de embebição: tempo compreendido entre o início da precipitação e o início do escoamento superficial. Nesta fase, as perdas são iguais ao volume de água precipitado.
- Regime transitório: tempo compreendido entre o início do escoamento superficial e o pico de vazão deste escoamento. Nesta fase ocorre a diminuição contínua da infiltração, o aumento da altura média da lâmina de água em movimento na superfície e o aumento do armazenamento na superfície.

- Regime permanente: fase em que o escoamento superficial se estabiliza numa intensidade constante que corresponde à vazão de pico do escoamento. Perdas ocorrem somente devido à infiltração de base.
- Esvaziamento: tempo compreendido entre o final da duração da chuva e o fim do escoamento superficial. Nesta fase ocorre o esvaziamento da detenção móvel da superfície.

Na Figura 3: $i(t)$ é a intensidade da chuva no tempo t_u , $Q(t)$ a vazão de escoamento, $F(t_u)$ a curva da taxa de infiltração, $L(t)$ a lâmina total escoada, $W(t)$ a lâmina total infiltrada e $S(t)$ a lâmina total armazenada na superfície.

Figura 3 – Comportamento típico de infiltração de água em solo em comparação ao hidrogramas de escoamento superficial após a ocorrência de uma precipitação de intensidade constante e suficientemente longa sobre um a determinada área



Fonte: Adaptado de Bouvier (1990) *apud* Silva (2007).

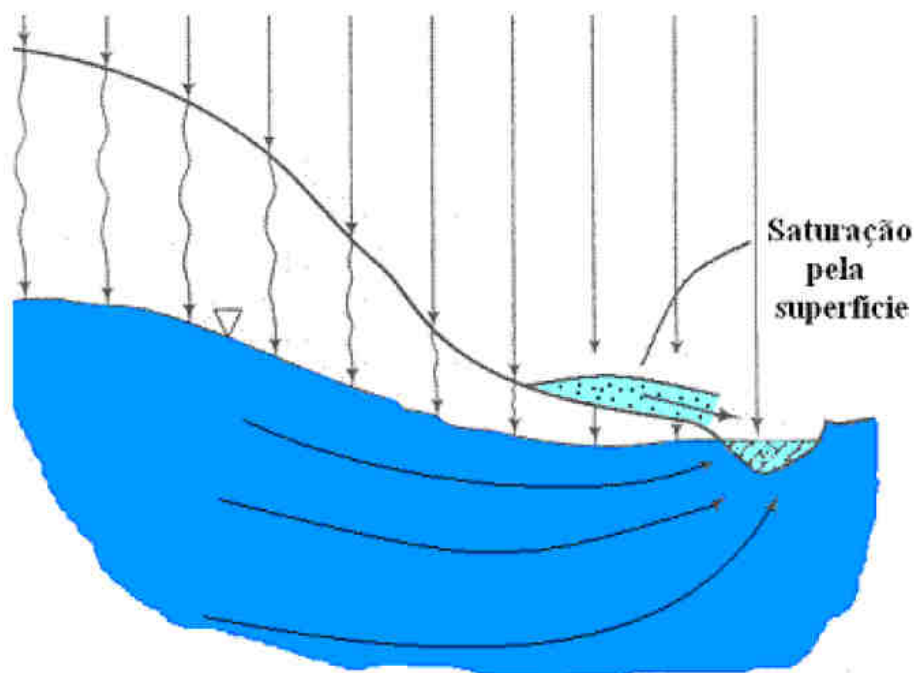
3.2.3 Escoamento superficial

Segundo Pruski, Brandão e Silva (2004), o escoamento superficial é o segmento do ciclo hidrológico relacionado ao deslocamento das águas sobre a superfície do solo, sendo assim, de extrema importância o conhecimento deste segmento para obras de engenharia, seja para o seu aproveitamento ou proteção contra os fenômenos provocados pelo deslocamento destas águas.

Na literatura são encontrados dois processos que procuram explicar a formação do escoamento superficial (TUCCI, 1998), e são apresentados a seguir:

- O escoamento superficial ocorre quando a intensidade de precipitação excede a capacidade de infiltração no solo para uma dada duração (HORTON, 1933; HORTON 1945). Conhecido como processo Hortoniano, apresentado na Figura 4.

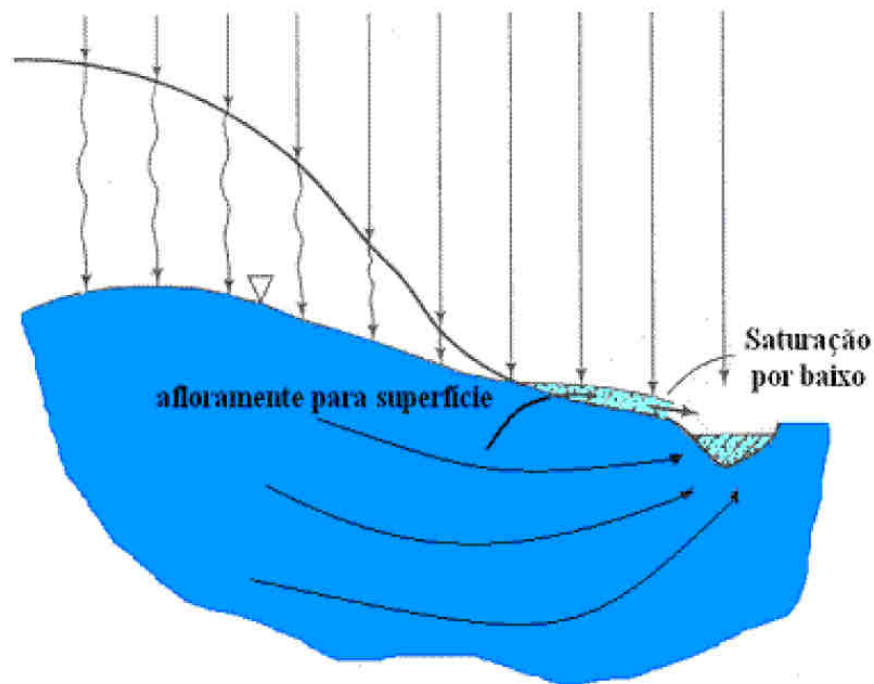
Figura 4 – Processo Hortoniano de geração de escoamento superficial.



Fonte: Adaptado de Digman (2002) *apud* Silva (2007).

- O escoamento superficial ocorre pela saturação abaixo da superfície. A chuva ao infiltrar, percola até o reservatório subterrâneo, elevando o lençol freático até que o mesmo atinja a superfície, havendo geração de escoamento superficial (DUNNE e BLACK;1970). Conhecido como processo Dunniano, apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Processo Dunniano de geração de escoamento superficial.



Fonte: Adaptado de Digman (2002) *apud* Silva (2007).

Sabendo da importância do escoamento superficial para projetos de drenagem urbana e os processos que explicam a formação deste, é necessário quantificá-lo. A literatura apresenta duas principais abordagens para o cálculo do escoamento superficial direto:

- Métodos baseados no cálculo de chuva excedente: por meio de relações funcionais que levam em consideração o total precipitado, o tipo de solo, sua ocupação e a umidade antecedente. Baseiam-se geralmente em relações empíricas, possuem fácil aplicação, são amplamente utilizados e apresentam bons resultados quando aplicados com discernimento. Entre esses métodos, estão: Método *Soil Conservation Service-CN*, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e o Método Racional (CANHOLI, 2005).
- Métodos que se baseiam em fórmulas de infiltração: buscam representar o processo físico que ocorre na camada superior do solo, para na sequência, determinar a chuva excedente. A maior dificuldade da aplicação deste método é a escolha dos parâmetros das fórmulas de infiltração. São exemplos deste método o método de Perda Inicial e Constante, a fórmula de Horton e o método de Green-Ampt (TUCCI, PORTO E BARROS, 1995; USACE, 2010).

Canholi (2005), destaca que a determinação do tempo de concentração, tempo gasto para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial na seção considerada, é fundamental para a estimativa da vazão máxima que está contribuindo para um determinado local da bacia após o início da chuva. A literatura (WALESH, 1989; TUCCI; PORTO; BARROS, 1995) aponta o método cinemático como mais correto para calcular o tempo de concentração, pois ele permite levar em consideração as características específicas do escoamento da bacia. No caso de bacias urbanas, o tempo de concentração pode ser dividido em duas parcelas: o tempo inicial, que representa o percurso da água da chuva sobre superfícies até alcançar a rede de drenagem; e o tempo de percurso, que é aquele tempo gasto pela água da chuva para percorrer a rede de drenagem até atingir a foz da bacia. A aplicação deste método exige a divisão dos canais em trechos uniformes e a determinação das suas características hidráulicas para a aplicação da equação de *Manning*.

3.2.3.1 Método Racional

Proposto inicialmente em 1850 por Lloyd-Davies, na Inglaterra, e em 1951 por Mulvaney, nos Estados Unidos, o Método Racional é o mais utilizado para converter chuva em escoamento superficial em pequenas bacias hidrográficas urbanas (CHOW, MAIDMENT e MAYS, 1994).

Segundo diversos autores, (CHOW, MAIDMENT e MAYS, 1994; PRUSKI, BRANDÃO e SILVA, 2006; WANG e WANG, 2018; CHIN, 2019), a ampla utilização do método Racional muito se deve à sua simplicidade, pois relaciona a superfície da bacia e a intensidade média de precipitação, com a vazão de pico do escoamento superficial. Porém, esta mesma simplicidade faz com que cuidados devam ser tomados para a aplicação desse método, sendo aconselhável seu uso apenas em bacias pequenas, com áreas de até 3km².

O Método Racional original é baseado em quatro suposições: A intensidade da chuva é constante e uniformemente distribuída em toda a bacia; área de contribuição é uniforme em toda a bacia; a velocidade do escoamento é constante ao longo do tempo de concentração da bacia e taxa de infiltração é constante durante a chuva de projeto.

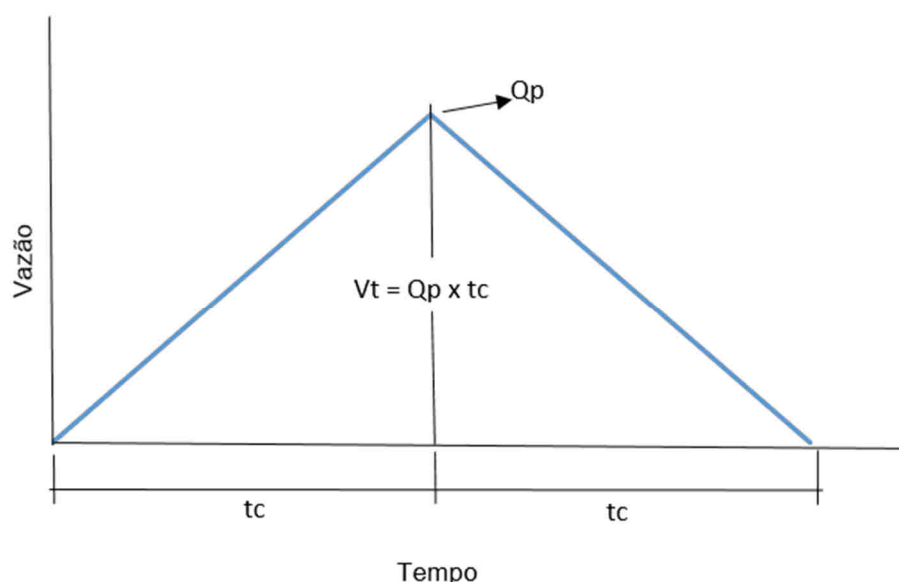
A (Equação 4 que define o Método Racional é apresentada a seguir:

$$Q_p = 0,278 C I A \quad (\text{Equação 4})$$

Onde: Q_p é vazão de pico em m^3/s ; C de escoamento superficial, adimensional; I é a intensidade média da chuva em mm/h e A é a área da bacia em km^2 .

A Figura 6 apresenta o hidrograma do Método Racional, que é representado por um triângulo isósceles, onde a altura do triângulo é a vazão de pico (Q_p), a base do triângulo é duas vezes o tempo de concentração (t_c) e a área abaixo deste triângulo correspondente ao volume total do escoado superficialmente (V_t).

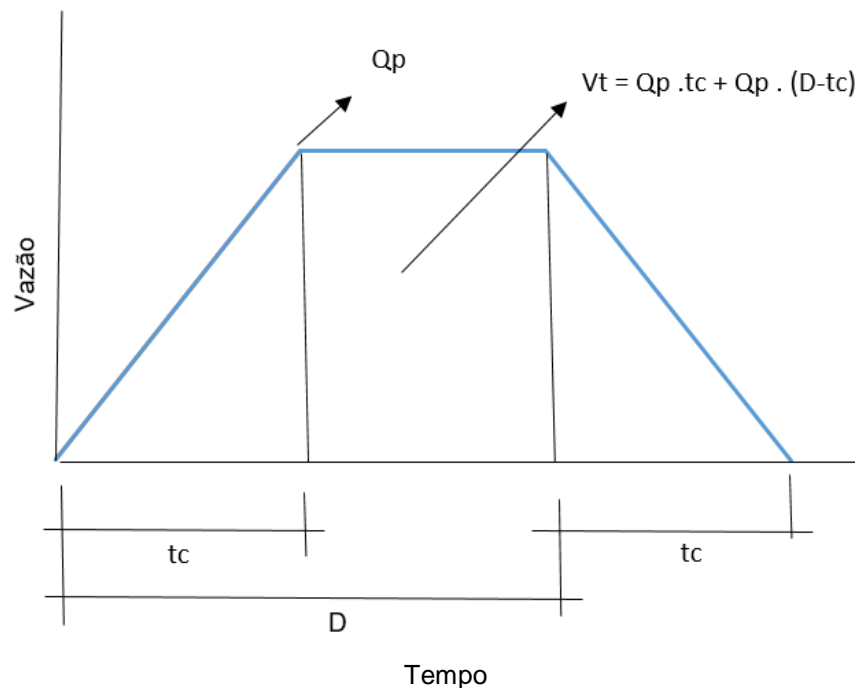
Figura 6 – Hidrograma triangular do método Racional.



Fonte: método Racional (1851) *apud* Tucci, Porto e Barros (1995).

Pesquisas recentes mostram a utilização do Método Racional na estimativa da vazão de pico em várias situações no ambiente urbano, como: (WANG, GUO e LI, 2020) SOYDAN e BENLIAY, 2018). Porém, dependendo da bacia de estudo, nem sempre é possível respeitar as premissas do Método Racional, o que provoca o surgimento de métodos racionais modificados. Abaixo serão apresentados alguns métodos modificados encontrados na revisão bibliográfica desta pesquisa.

- Guo (2001) e Pheajkra (2018), em seus respectivos estudos, apresentaram abordagem para chuvas de projeto com duração maior do que o tempo de concentração da bacia, o que modificaria o hidrograma apresentado na Figura 6, para o hidrograma em forma de trapézio, apresentado na Figura 7, a seguir:

Figura 7 – Hidrograma do Método Racional modificado.

Fonte: adaptado de Pheajktra (2018)

Onde a altura do trapézio é a vazão de pico (Q_p), o tempo de concentração (t_c) é quando se dá a vazão de pico que permanece constante até o término da duração da chuva (D) a área abaixo deste trapézio corresponde ao volume total do escoado superficialmente (V_t).

- O Método Racional modificado apresentado pela Metodologia de Cálculo Regional de Vazões Máximas para Córregos Urbanos. Campo Grande- MS (CAMPO GRANDE, 1991), apresenta um fator redutor de acordo com a área da bacia. É calculado pela seguinte (Equação 5):

$$Q_p = 0,278 C I A^D \quad (\text{Equação 5})$$

Onde D é um coeficiente redutor, igual a 1,0 para áreas até 0,5 km² e igual a 0,9 para áreas maiores que este valor.

- O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) apresenta Método Racional Corrigido (DNIT, 2015), (Equação 6, o qual inclui a adição de um coeficiente de retardo ϕ .

$$Q = 0,278 C I A \phi \quad (\text{Equação 6})$$

Onde ϕ assume o valor da (para áreas urbanas e da (Equação 8 para áreas rurais, onde A é a área da bacia em km².

$$\phi = A^{-0,15} \quad (\text{Equação 7})$$

$$\phi = A^{-0,10} \quad (\text{Equação 8})$$

- O método I-Pai-Wu é um aperfeiçoamento do Método Racional, e considera fatores intervenientes da bacia hidrográfica, como a forma da bacia, a distribuição da chuva e o armazenamento da bacia. A aplicação desse método é mais precisa para bacias com áreas maiores, sendo recomendada para áreas de até 30 km² (SÃO PAULO, 1999). A vazão máxima é estimada pela (Equação 9, Onde K é o coeficiente de distribuição espacial da chuva.

$$Q = 0,278 C I A^{0,9} K \quad (\text{Equação 9})$$

3.2.3.2 Método *Soil Conservation Service-CN*

Método CN foi desenvolvido pelo *United States Department of Agriculture (USDA) Soil Conservation Service (SCS-CN)* em 1954, e é agora referido como *Natural Resource Conservation (NRCS) CN method*. Este método permite calcular as perdas de precipitação e determinar a parcela da chuva que efetivamente gera escoamento superficial, por meio de um único parâmetro chamado de Número de Curva (*Curve Number, CN*), (SCS, 1972).

De acordo com Mishra, Pandey e Singh (2012), o método SCS-CN é um dos mais populares para contabilizar o escoamento superficial direto de uma precipitação porque é simples, estável, fácil de entender e aplicar e considera a maioria das características de uma bacia hidrográfica, tais como o tipo e ocupação do solo, as condições hidrológicas e as condições de umidade antecedente.

A fórmula proposta pelo método SCS-CN para determinar a precipitação excedente é apresentada pela (Equação10:

$$H_{EXC} = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}, \quad P > 0,2S \quad (\text{Equação10})$$

Onde: H_{EXC} é a precipitação excedente no solo em mm; P é a precipitação total em mm; S é a retenção potencial do solo em mm, dependente do tipo e ocupação do solo.

O valor de $0,2S$ é uma estimativa de perdas iniciais, provenientes de intercepções e acúmulo em depressões no terreno.

A correlação entre a retenção potencial do solo e o coeficiente CN é dada pela (Equação 11).

$$S = \frac{25.400 - 254 CN}{CN} \quad (\text{Equação 11})$$

Onde: CN é o Número da Curva (CN), representa o potencial de escoamento superficial, em função do tipo do solo, condições de uso e ocupação e umidade antecedente (SCS, 1972).

Ling, Yusop e Chow (2020) e Im *et al.* (2020) destacam que o método *Soil Conservation Service-CN* foi adotado em projetos de engenharia em todo mundo, porém a metodologia de seleção do Número da Curva (CN) ainda permanece muito subjetiva, o que pode produzir resultados de escoamentos superficiais não confiáveis.

A mesma preocupação, quanto à adoção de CN 's apropriados, é ressaltada por Lian *et al.* (2020), que realizaram um grande estudo com um conjunto de dados de monitoramento de chuva-vazão para realizar um ajuste nos valores de CN em 55 locais de estudo na China, cujos resultados mostraram que os valores de CN revisados são muito diferentes da tabela de consulta de CN fornecida pelo USDA, o que levaria a erros enormes na estimativa do escoamento.

Pesquisas recentes apresentam estudos que utilizaram o método *Soil Conservation Service-CN* para a estimativa do escoamento superficial em situações críticas. Passamani (2016) Garzo, Dadon e Castro (2019), em seus estudos usaram o método para a elaboração de diferentes cenários, seja variando o período de retorno da chuva de projeto, seja variando o uso e ocupação do solo.

3.2.3.3 Fórmula de Horton

Horton (1939) estabeleceu que, um solo ao ser submetido a uma precipitação com intensidade superior à capacidade de infiltração, o decaimento da infiltração ao longo do tempo é representado pela seguinte (Equação 12:

$$I(t) = I_f + (I_0 - I_f)e^{-kt} \quad (\text{Equação 12})$$

Onde: $I(t)$ é a capacidade de infiltração no instante t (mm/h); I_f é a capacidade de infiltração final (mm/h); I_0 é a capacidade de infiltração inicial (mm/h); K é a constante de decaimento da capacidade de infiltração ; t é tempo (h).

Os parâmetros I_f , I_0 e K devem ser determinados a partir do ajuste de dados observados em campo (TUCCI, 2004). Em pesquisas recentes, a expressão de Horton é bastante utilizada para estimar a infiltração em modelos de cálculo de escoamento superficial em bacias hidrográficas (PATO, VOULLIÈME E NAVARRO, 2016; RICHTER, STAPEL e TRÄNCKNER, 2018; GULBAZ, S.; BOYRAZ, U.; KAZELZYILMAZ-ALHAN, C. M, 2020).

Portanto, os métodos apresentados neste estudo, têm em comum a importância da determinação e da escolha de parâmetros (seja ele o C do método Racional, o CN do método *Soil Conservation Service-CN* ou os parâmetros I_f , I_0 e K do método de Horton) para a quantificação do escoamento superficial em estudos hidrológicos urbanos.

3.2.4 Escoamento subsuperficial

Por fim, o último parâmetro da (Equação 2 que será discutido neste estudo é o escoamento subsuperficial, definida como uma fração da água retida e infiltrada no solo que escoam através dos espaços vazios dentro do solo (TUCCI, 2004).

3.3 CONTROLE DE ÁGUAS PLUVIAIS EM AMBIENTES URBANOS

Devido aos danos que inundações urbanas acarretam, é necessário adotar medidas de correção e/ou prevenção. Tucci, Porto e Barros (1995) e Canholi (2005) classificam essas medidas de controle como estruturais e não estruturais, onde as estruturais se baseiam obras de engenharia enquanto as não estruturais procuram disciplinar a ocupação territorial.

A literatura também apresenta algumas abordagens específicas dos sistemas de drenagem urbanos, visto que são os responsáveis por captar as águas de uma precipitação máxima e conduzi-las a uma destinação final.

No século XIX, devido ao aumento da aglomeração urbana, que veio associado com as ocorrências de grandes epidemias de cólera e tifo, foram desenvolvidos os conceitos do “higienismo”, que tem o objetivo a rápida evacuação de esgoto e águas pluviais utilizando condutos, preferencialmente subterrâneos e funcionando por gravidade. O “higienismo” foi de forma quase sistemática em todo o mundo ocidental, sendo que no Brasil foram adotados a partir da proclamação da República (SILVEIRA, 1998).

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005), os princípios higienistas vigoram até os dias atuais, sendo a base do que é chamado de “sistema clássico de drenagem”, sendo ele composto, basicamente, de dispositivos de microdrenagem e macrodrenagem. A microdrenagem é responsável pelo transporte das águas de chuva nas ruas (sarjetas), captação da vazão excedente (bocas de lobo), e o transporte, usualmente enterrados, até os sistemas de macrodrenagem. A macrodrenagem é constituída por canais abertos ou condutos enterrados de grande porte. A Figura 8 ilustra os componentes de um sistema clássico de drenagem urbana.

Figura 8 – Sistema clássico de drenagem, composto por elementos como sarjeta, bocas de lobo e galerias.



Fonte: EFCT cursos (2019)

Ao longo da segunda metade do século XX, ficou evidenciada a limitação da solução clássica de drenagem urbana pois, ao se retirar o mais rápido possível as águas pluviais de uma área urbanizada, se está apenas transferindo o problema para

jusante, muitas vezes, para outra área também urbanizada (TUCCI, PORTO E BARROS,1995).

Devido às limitações dos sistemas clássicos de drenagem urbana, ocorreu o surgimento de diferentes conceitos e terminologias ao redor do mundo. Fletcher *et al.* (2015) desenvolveram uma pesquisa apenas sobre estes conceitos, os autores destacam ainda a existência de uma sobreposição significativa entre os termos, onde os principais são definidos a seguir:

- Desenvolvimento de baixo impacto - *Low impact Development* (LID): Esta abordagem visa afetar de menor maneira possível a hidrologia local, com preocupações como proteção de áreas ambientais, recarga de aquíferos e nascentes.
- Projeto e desenvolvimento urbano de baixo impacto - *Low impact urban design and development* (LIUDD): evolução do termo LID, que possui os mesmos conceitos.
- Projeto urbano sensível à água – *Water Sensitive Urban Design* (WUSD): Aborda objetivos para abastecimento de água, águas subterrâneas, águas residuais e águas pluviais. Os objetivos para a drenagem urbana, incluem: minimizar a erosão de cursos d'água, minimizar danos causados por enchentes, proteger da qualidade da água drenada no ambiente urbano, reduzir do escoamento superficial, reduzir as vazões de pico, minimizar áreas impermeáveis, incentivar a coleta de água de chuva e minimizar os custos de desenvolvimento da infraestrutura de drenagem.
- Gestão integrada de água urbana - *Integrated urban water management* (IUWM): também trata todas as partes do ciclo da água dentro de uma bacia: abastecimento de água, águas subterrâneas, águas residuais e águas pluviais.
- Sistemas de drenagem urbana sustentável - *Sustainable urban drainage systems* (SUDS) ou Sistemas de drenagem sustentáveis - *Sustainable drainage systems* (SuDS): tecnologia e técnicas usadas para drenar águas pluviais superficiais de maneira indiscutivelmente mais sustentável do que as soluções convencionais.
- Melhores práticas de gestão – *Best management practices* (BMPs): No contexto das águas pluviais urbanas, a preocupação principal deste conceito diz respeito sobre a qualidade da água do escoamento superficial.
- Técnicas alternativas - *Alternative techniques* (ATs) ou Técnicas compensatórias - *Compensatory Techniques* (CTs): Este conceito se afasta da abordagem

higienista. No Brasil o termo é encontrado com frequência, muito em função do trabalho de Baptista, Nascimento e Barraud (2005).

O presente trabalho trata de pavimentos permeáveis, que podem ser parte integrante de qualquer uma das abordagens acima. Neste trabalho ele será discutido como uma técnica compensatória e componente de um sistema de drenagem urbana sustentável.

3.3.1 Técnicas alternativas ou compensatórias

As técnicas compensatórias buscam neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos. Essas técnicas consideram a bacia hidrográfica como base do estudo, e tem como objetivo evitar a transferência rápida do escoamento superficial para jusante (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2005).

Segundo Canholi (2005), as técnicas compensatórias podem ser agrupadas em detenção de escoamento e retardamento de ondas de cheia.

As técnicas que se enquadram em detenção de escoamento têm por finalidade reduzir os picos de enchentes, amortecendo convenientemente as ondas de cheia por meio do armazenamento de parte do volume escoado. As técnicas de detenção de escoamento podem ser categorizadas de acordo com o tipo de contenção: a jusante (Quadro 1) e na fonte (Quadro 2).

Quadro 1 - Técnicas compensatórias de contenção à jusante

| | |
|-----------------------|--|
| Bacia de retenção | São reservatórios de superfície, usualmente integrados ao paisagismo e a recreação ou outras funcionalidades, que contém uma superfície de água. |
| Bacia de detenção | São áreas secas durante a estiagem que são projetadas para receber as águas superficiais em épocas de chuvas (FILHO <i>et al.</i> 2016). |
| Bacia de sedimentação | Reservatórios com a função especial de reter sólidos em suspensão ou absorver poluentes carregados pelos escoamentos superficiais, podendo também ter a função de controlar as cheias (SILVA; SILVEIRA, 2012). |

Fonte: adaptado Canholi (2005)

Quadro 2 - Técnicas compensatórias de contenção na fonte.

| Técnicas que facilitam a percolação e a infiltração | |
|---|---|
| Bacia de retenção | Área onde é permitida que as águas pluviais percorram um terreno coberto por vegetação. A importância da vegetação neste caso é para conservar a superfície permeável do solo, além de evitar a erosão. |
| Valetas de infiltração abertas | são valetas com vegetação, em geral grama, construídas ao lado de ruas ou junto a área de estacionamento |
| Lagoas de infiltração | São pequenas bacias de detenção especialmente projetadas, com um volume de espera que facilita a infiltração. |
| Bacias de percolação | Reservatório, geralmente preenchido com brita ou cascalho, onde o material granular permite uma reserva temporária enquanto o processo de percolação ocorre lentamente. |
| Pavimentos permeáveis | São pavimentos que permitem o armazenamento temporário e/ou infiltração em áreas de estacionamento e no sistema viário. |
| Poços de infiltração | Possuem a vantagem de necessitar de menos espaço para a instalação, quando comparados aos de infiltração dispersos (valas, pavimentos porosos e áreas de infiltração), porém requer maior cuidado no que se refere à qualidade da água pluvial e ao nível em que se encontra o lençol freático. |
| Técnicas que controlam a entrada de água pluvial na rede de drenagem clássica | |
| Controle nos telhados | Telhados projetados para o armazenamento temporário de água da chuva. |
| Controle em áreas impermeabilizadas | Grandes áreas impermeabilizadas, como estacionamentos, usadas para alagamentos controlados. |
| Técnicas de detenção no local | |
| Reservatórios implantados para controlar áreas urbanizadas restritas, como condomínios e lotes. | |

Fonte: adaptado Canholi (2005)

Já técnicas que visam o retardamento de onda de cheia: consiste em diminuir a velocidade média de translação do escoamento pela canalização, aumentando o tempo de concentração da bacia e assim, reduzindo os picos de cheia (CANHOLI, 2005). São exemplos dessas técnicas: manutenção ou recuperação do traçado original do córrego; caso necessário o aumento da capacidade de vazão, pode, eventualmente, promover o aumento da calha; reduzir a declividade do canal,

inclusive com a instalação de degraus; adotar revestimentos rugosos, como por exemplo, gabiões, enrocamentos e vegetação;

3.3.2 Pavimentos permeáveis

A ABNT (2015), define pavimento como sendo:

“Estrutura construída após a terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto a:

- *Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos dos veículos;*
- *Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança*
- *Resistir esforços horizontais que nela atuam tornando mais durável a superfície de rolamento”.*

Ou seja, a ABNT (2015) define pavimento como a estrutura como um todo e não somente à camada de revestimento, que é o componente que recebe diretamente a ação de rolamento e carga de veículos, tráfego de pedestres ou cargas estáticas.

O revestimento pode ser classificado quanta à permeabilidade, segundo Araújo, Tucci e Goldenfum (2000) e Virgillis (2005), podendo eles serem:

- Impermeável: construídos com concreto de cimento Portland ou concreto asfáltico.
- Semi-permeável: camada de blocos intertravados de concreto convencional e paralelepípedos de granitos.
- Permeável: podem ser de concreto asfáltico tipo poroso, concreto de cimento Portland poroso, blocos de concreto poroso, blocos de concreto vazados, blocos de concreto com juntas alargadas, blocos de concretos articuladas e blocos de concreto vazadas

O pavimento permeável é uma técnica compensatória em drenagem urbana, do tipo de contenção na fonte e que facilita a infiltração de águas pluviais, que por definição, deve possuir propriedades que permitem a passagem de água e ar, fazendo com que o escoamento superficial seja desviado através da superfície permeável para dentro

de um reservatório de pedras, infiltrando-se através do solo, sofrendo evaporação e/ou atingindo o lençol freático (DINIZ, 1980).

A utilização dos pavimentos permeáveis é recomendada em locais com tráfego leve e de pedestre, como estacionamentos, condomínios e calçadas (ASCE, 1992; ABNT 2015), sendo a viabilidade de pavimentos permeáveis para tráfego pesado (como em corredores de ônibus, transporte de carga, grandes avenidas, etc.) dependente ainda de um desenvolvimento tecnológico quanto à resistência mecânica, que cumpra os requisitos hidráulicos sem perder de vista o componente custo (Balbo, 2020).

O pavimento poroso foi inicialmente aplicado, com insucesso, na França, na década de 1940, pois a tecnologia da época não permitia se obter um betume poroso e com trabalhabilidade, fazendo com que o excesso de vazios prejudicasse a resistência mecânica. Somente, no final dos anos de 1970, alguns países da Europa, Estados Unidos e Japão, voltaram a se interessar pelo pavimento poroso (CARVALHO, 2015).

Nos Estados Unidos, o primeiro pavimento permeável desenvolvido com sucesso foi em 1971 no *Franklin Institute Research Laboratories*, que permitiu uma investigação exaustiva de uma base porosa e de uma sub-base porosa (CARVALHO, 2015). Posteriormente, os pavimentos permeáveis, foram utilizados na Suíça, em 1982 (VEJDIREKTORATET, 2012).

No Brasil, as pesquisas relacionadas aos pavimentos permeáveis datam no final de 1990 e início dos anos 2000. Araújo, Tucci e Goldenfum (2000) e Acioli (2005), buscaram avaliar a eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial. Posteriormente Virgillis (2009) elaborou um estudo sobre procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis. Já estudos como Castro (2011) e Pinto (2011) enfocaram o desempenho hidráulico de alguns pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano. Batezini (2013) teve como objetivo em seu trabalho a caracterização de concreto permeável.

Motta (2020) realizou um estudo que resultou na primeira obra pública a utilizar pavimentos permeáveis no Espírito Santo, em um empreendimento viário localizado no bairro Barra do Jucu no município de Vila Velha - ES.

3.3.2.1 Tipos de pavimentos permeáveis

A literatura apresenta vários tipos de revestimentos que podem ser considerados permeáveis (ONO, BALBO e CARGNIN, 2017):

- a) Concreto asfáltico poroso: A norma DNER 386/99 define Camada Porosa de Atrito (CPA) como mistura asfáltica porosa (entre 18 e 25% vazios) preparada em usina a quente, composta de agregados, material de enchimento (fíler) e cimento asfáltico de petróleo modificado ou não por polímero SBS (estileno-butadieno-estileno), espalhado e comprimido a quente (Figura 9).

Figura 9 – Concreto asfáltico poroso (CPA):



Fonte: Tarmac/ Youtube (2019).

- b) Concreto de cimento Portland poroso: O pavimento de concreto poroso é um concreto no qual é retirado o agregado fino (ARAÚJO; TUCCI; GOLDENFUM, 2000), conforme observado na Figura 10.

Figura 10 – Concreto de cimento Portland poroso (CP):



Fonte: Cimento Itambé (2011).

c) Blocos de concretos intertravados permeáveis: Este tipo de pavimento necessita de travamento lateral para que as peças não sofram tensões e não se soltem. (VIRGILIIS, 2009). Podem ser classificados como:

- Bloco de concreto poroso: possuem uma estrutura aberta, ou seja, sem agregados finos, que o torna permeável sobre a totalidade do seu volume graças a uma composição específica do concreto, conforme Ono, Balbo e Cargnin (2017) (Figura 11A).
- Bloco de concreto com juntas alargadas: a percolação da água ocorre pelas juntas entre as peças de concreto (ABNT, 2015) (Figura 11B).
- Bloco de concreto vazado: possuem aberturas que possibilitam seu preenchimento com solo, areia ou vegetação (VIRGILIIS, 2009) (Figura 11C).

Figura 11 – Diferentes tipos de blocos de concretos intertravados permeáveis.



(A) Bloco de concreto poroso (BCP) à esquerda. À direita, um bloco de concreto convencional (BCC)

Fonte: Laís Santana – Informativo UFES (2019).

(B) Bloco de concreto com junta alargada (BCJA).

Fonte: O autor (2020).

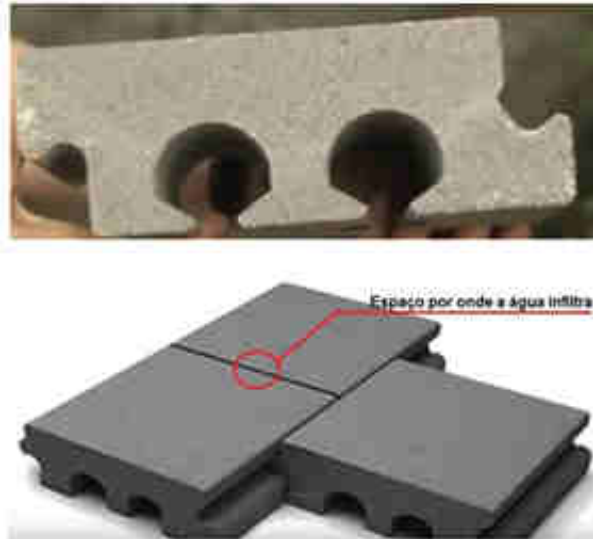
(C) Bloco de concreto vazado.

Fonte: Araújo, Tucci e Goldefun (2000).

d) Blocos de concreto articulados: recentemente adotados nos Estados Unidos e na Coréia do Sul, os blocos de concretos articulados aparentam ter uma capacidade de infiltração bastante promissora (WEISS *et al.*, 2015). Devido à presença de articulações unidirecionais, as peças foram projetadas para trabalhar em conjunto através de encaixes, dispensando qualquer tipo de material de rejunte. O correto

espaçamento entre os blocos no sentido não articulado, somado com a ausência de areia de rejunte, propiciam um revestimento com elevada permeabilidade, conforme a Figura 12 (ONO, BALBO e CARGNIN, 2017).

Figura 12 –Bloco de concreto articulado.



Fonte: Ono, Balbo e Cargni (2017).

3.3.2.2 Vantagens e desvantagens dos pavimentos permeáveis

Segundo Chen *et al.* (2019), EPA (1999) e Batezini (2013) os pavimentos permeáveis, no geral, apresentam algumas vantagens em relação aos outros sistemas de drenagem, como:

- Permitem o aumento da infiltração, reduzindo o volume total de água que entraria na rede de drenagem, diminuindo o risco de inundação nos sistemas a jusante;
 - Podem ser utilizados onde não exista rede de drenagem;
 - Redução dos impactos hidrológicos da urbanização;
 - Podem possibilitar o projeto de uma rede drenagem com menores dimensões de canalização;
 - Podem permitir a recarga do aquífero quando a qualidade do escoamento superficial não comprometer a qualidade da água subterrânea;
 - A construção e obras com pavimentos de blocos de concretos intertravados é, relativamente, de fácil execução;
 - Podem realizar o tratamento da água da chuva, através da remoção de poluentes.
- Braswell, Winston e Hunt (2018) e Crespo *et al.* (2019) chegaram a conclusão em

suas respectivas pesquisas de que qualidade da água infiltrada no pavimento permeável é muito melhor do que a do escoamento superficial gerado por um pavimento impermeável.

- Diminuição da necessidade de meio-fio e canais de drenagem;
- Aumento da segurança e conforto em vias, pela diminuição de derrapagens e ruídos e
- É um dispositivo de drenagem que se integra completamente à obra e ao meio urbano, não necessitando de espaço exclusivo para o dispositivo.
- Mitigação da de ilhas urbanas de calor *urbans heat islands* – UHIS, com o uso de concreto permeável (BALBO, 2020).
- Mitigação da poluição atmosférica: pavimentos de concreto, em geral, podem receber um aditivo para que se tornem captadores de óxidos de nitrogênio (comumente encontrados em veículos movidos à diesel) (BALBO, 2020).

Dentre as principais desvantagens dos Pavimentos Permeáveis:

- Pode ser restringida a utilização dos pavimentos permeáveis em regiões de clima frio, devido ao entupimento pela neve; em regiões áridas, devido à alta amplitude térmica; em regiões com altas taxas de erosão devido ao vento, devido ao grande acúmulo de sedimentos na superfície. Porém, vale salientar, que a pesquisa, que incluiu monitoramento durante o inverno canadense, de Drake, Bradford e Seters (2014), apresentou bons resultados quanto ao uso dos pavimentos permeáveis mesmo em clima frio.
- O uso do pavimento permeável pode ser restrito, requerendo solos permeáveis profundos e tráfego leve. Porém, diversas pesquisas apontam o contrário: que mesmo em solos argilosos, os pavimentos permeáveis funcionam perfeitamente como uma técnica compensatória mitigando reduzindo significativamente escoamento superficial e vazão de pico (COLLINS, HUNT e HATHAWAY, 2008; FASSMAN e BLACKBURN, 2010; DRAKE, BRADFORD, e SETERS, 2014; WINSTON, DORSEY, SMOLEK e HUNT, 2018) ou ainda que é possível aumentar significativamente a infiltração aliviando a compactação ou até mesmo rasgando ou escavando o sub-leito (TYNER, WRIGHT e DOBBS, 2008).
- Ainda existe um desconhecimento com relação à tecnologia, por parte dos engenheiros e contratantes;

- Pode se tornar obstruído, se inapropriadamente instalado ou mantido;
- Há o risco de contaminação do aquífero, dependendo das condições locais e
- Necessidade de manutenção periódica, afim de evitar a colmatção e a perda de permeabilidade. Balbo (2020) discute que com o passar do tempo a perda de permeabilidade dos pavimentos permeáveis pode ser significativa, baseado nos estudos de Curvo (2017) e Batezini (2019) realizados em trechos experimentais de concreto permeável no campus da Universidade de São Paulo e no estudo laboratorial de Oliveira (2017), que estudou concretos permeáveis com agregado reciclado de concreto. No estudo de Curvo (2017) foi observado um decaimento da taxa de infiltração média de 0,56 cm/s para 0,21 cm/s após 4 meses. Já no estudo de Oliveira (2019), com colmatção forçada, obteve-se uma queda na taxa de infiltração média de 0,7 para 0,45 cm/s.
- Em caso de obstrução tanto da camada superficial quanto da estrutura-reservatório, a reabilitação do pavimento é difícil e cara (COLLINS; HUNT; HATHAWAY, 2007).

3.3.2.3 Critérios de projeto dos pavimentos permeáveis

A fase de projeto de uma estrutura de pavimento permeável é de suma importância, já que negligências nesta etapa quase sempre levam ao mau funcionamento ou maiores custos de implantação (ACIOLI, 2005; ARAÚJO; TUCCI; GOLDENFUM, 2000). Os pavimentos permeáveis deverão atender simultaneamente às solicitações de esforços mecânicos e permitir a percolação e/ou o acúmulo temporário de água, diminuindo o escoamento superficial, sem causar danos à sua estrutura (ABNT, 2015; BALBO, 2020).

O primeiro critério a ser observado para a implantação de pavimentos permeáveis é se as condições do local (permeabilidade do solo, nível do lençol freático, presença de poluentes, risco de colmatção, aspectos urbanísticos e de infraestruturas, ambientais e socioeconômicos) tornam a sua utilização viável (BAPTISTA, NASCIMENTO e BARRAUD, 2005; ABNT, 2015).

Balbo (2020) destaca alguns outros critérios que devem ser observados na fase preliminar de projetos, entre eles: a existência e tamanho de área de contribuição para o pavimento projetado, se a camada de revestimento do pavimento permeável será

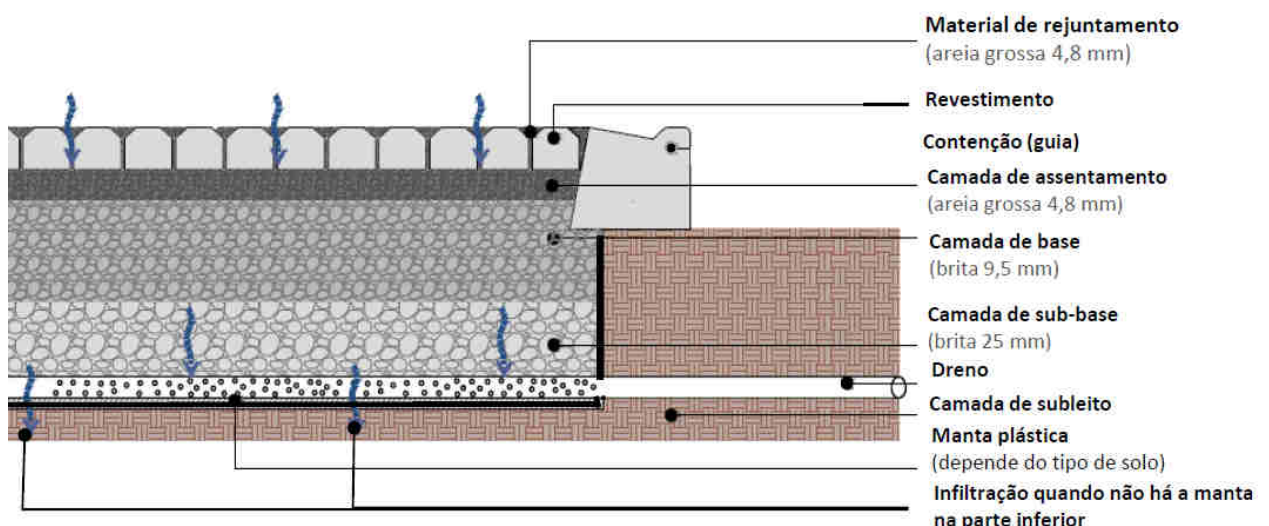
considerada como reservatório e se considera a captação para a drenagem convencional.

3.3.2.4 Estrutura do pavimento permeável

A estrutura do pavimento permeável, apresentada a seguir na Figura 13 é a combinação dos seguintes componentes, segundo ABNT (2015):

- Sub-base permeável: constituída de material de granulometria aberta, é a camada complementar à base que tem a função de reforçar o subleito.
- Base permeável: constituída de material de granulometria aberta, destinada a resistir os esforços aos quais o pavimento está submetido, além de permitir a percolação.
- Camada de assentamento permeável: camada a qual se assenta o revestimento intertravado. Deve possuir espessura constante.
- Revestimento permeável: camada que recebe diretamente a ação de rolamento e carga de veículos, tráfego de pedestres ou cargas estáticas, e simultaneamente atende aos critérios de permeabilidade.
- Manta geotêxtil: material que permite a passagem do fluxo de água e evita a migração de partículas sólidas entre as camadas do pavimento.
- Manta impermeável: material impermeável utilizado para reter a água que percolou pela estrutura do pavimento e proteger o subleito.
- Dreno: conduto usado para coletar e conduzir, por gravidade, a água a ser drenada.

Figura 13 – Estrutura típica de um pavimento permeável



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (2017).

3.3.2.5 Dimensionamento mecânico

Os padrões de dimensionamento mecânico que os pavimentos permeáveis devem obedecer são os mesmos estabelecidos para os pavimentos convencionais, resguardando às características de tráfego de projeto (XIE; AKIN e SHI, 2019).

O dimensionamento mecânico mais comum para os pavimentos de bloco de concreto intertravados é o Método de Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Pré-Moldados – Método da PCA-84 (*Portland Cement Association*), apresentado na Tabela 1, onde apresenta-se a espessura (dependente do valor do Índice de Suporte Califórnia do sub-leito e da solicitação mecânica) mínima de 15 cm para Base + sub-base.

Tabela 1 - Tabela do Método de Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Pré-Moldados – Método da PCA-84

| Número de Solicitações equivalentes do eixo padrão de 8,2 t | Espessura Mínima de Base + Sub-base (cm) | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| | Valor de ISC do Subleito (%) | | | | | | | | | | |
| | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 |
| 1.000 | 27 | 21 | 17 | | | | | | | | |
| 2.000 | 29 | 24 | 20 | 17 | | | | | | | |
| 4.000 | 33 | 27 | 23 | 19 | 17 | | | | | | |
| 8.000 | 36 | 30 | 25 | 22 | 19 | | | | | | |
| 10.000 | 37 | 31 | 26 | 23 | 20 | | | | | | |
| 20.000 | 41 | 34 | 29 | 25 | 22 | 17 | | | | | |
| 40.000 | 44 | 37 | 32 | 28 | 24 | 19 | | | | | |
| 80.000 | 48 | 40 | 35 | 30 | 27 | 21 | 17 | | | | |
| 100.000 | 49 | 41 | 36 | 31 | 28 | 22 | 18 | | | | |
| 200.000 | 52 | 44 | 38 | 34 | 30 | 24 | 19 | | | | |
| 400.000 | 56 | 47 | 41 | 36 | 32 | 26 | 21 | | | | |
| 800.000 | 59 | 51 | 44 | 39 | 34 | 28 | 23 | | | | |
| 1.000.000 | 60 | 52 | 45 | 40 | 35 | 29 | 23 | 16 | | | |
| 2.000.000 | 64 | 55 | 47 | 42 | 38 | 30 | 25 | 17 | | | |
| 4.000.000 | 68 | 58 | 50 | 45 | 40 | 33 | 27 | 19 | | | |
| 8.000.000 | 71 | 61 | 53 | 47 | 42 | 34 | 29 | 20 | | | |
| 10.000.000 | 72 | 62 | 54 | 48 | 43 | 35 | 30 | 21 | | | |

Fonte: (Portland Cement Association)

3.3.2.6 Dimensionamento hidráulico dos pavimentos permeáveis

Segundo Schuler (1987) o dimensionamento hidráulico é dependente do sistema de adotado para o projeto do pavimento, segundo a classificação a seguir apresentada pela ABNT (2015):

- Sistema de infiltração total: toda a água infiltrada no pavimento alcança o subleito e se infiltra.

- Sistema de infiltração parcial: parte da água infiltrada no pavimento alcança o subleito e se infiltra e outra parte fica temporariamente armazenada na estrutura permeável, sendo depois removida por drenos.
- Sistema sem infiltração: não há infiltração no subleito. Toda água infiltrada no pavimento fica temporariamente armazenada na estrutura permeável, sendo depois removida por drenos.

O Anexo B da ABNT NBR 16416:2015, apresenta uma metodologia de cálculo para dimensionamento destas camadas, utilizando-se da (Equação 13).

$$H_{m\acute{a}x} = \frac{\Delta Q_c R + P - f T_e}{V_r} \quad (\text{Equação 13})$$

Onde: $H_{m\acute{a}x}$ é a espessura da camada de reservatório em m; ΔQ_c é a precipitação excedente da área de contribuição para uma dada chuva de projeto; R é a relação entre a área de contribuição e a área de pavimento permeável; P é a área de contribuição em m^2 ; f é a taxa de infiltração no solo em m/h; T_e é o tempo efetivo de enchimento de camada reservatório em horas, geralmente igual a 2 horas; V_r é a porosidade da camada.

O uso da (Equação 13 considera que o pavimento permeável o único sistema de drenagem do local, o que pode não ser o pretendido pelo projetista, pois em situações (solos com baixa taxa de infiltração ou área de contribuição muito maior do que a área permeável, por exemplo), pode ser interessante o uso de um sistema misto: o pavimento permeável reduziria o escoamento superficial e a vazão de pico, não excluindo a necessidade do sistema clássico de drenagem, porém reduzindo significativamente as dimensões deste último.

Portanto, são necessários métodos para quantificar o escoamento superficial em uma bacia que possua um sistema de drenagem urbana sustentável. Wang e Wang (2018) e Ballard *et al* (2015) ressaltam que o Método Racional possui limitações quanto ao seu uso em Sistemas urbanos de drenagem sustentáveis, pois estes podem fazer com que o escoamento superficial em direção a jusante ocorra mais lentamente em uma parte da bacia do que em outras, o que estaria em desacordo com a premissa do Método Racional de que a área de contribuição é uniforme em toda a bacia.

Assim, é necessária modificar o Método Racional para que se atenda as particularidades de bacias que possuam sistemas urbanos de drenagem sustentáveis. Segundo Wang e Wang (2018), quando a técnica compensatória é totalmente utilizada e desempenha um papel predominante na atenuação do escoamento superficial e da vazão de pico, ocorre o melhor cenário possível. Do ponto de vista dos pavimentos permeáveis, o melhor cenário é o enchimento completo da camada reservatório antes que se inicie o escoamento superficial ou na rede do sistema de drenagem clássico.

Admitindo que uma bacia urbana possa ser dividida em 3 frações (TUCCI, PORTO e BARROS; 1995), apresentadas a seguir:

- Área permeável: parcela da bacia que apresenta uma significativa capacidade de infiltração de água de chuva.
- Área impermeável diretamente conectada: parcela da bacia impermeável que despeja as águas pluviais diretamente na rede de drenagem.
- Área impermeável não conectada: parcela da bacia impermeável que despeja as águas pluviais em área permeável.

Para que ocorra o enchimento completo da camada reservatório antes que se inicie o escoamento na rede de drenagem do sistema de drenagem clássico, as áreas impermeáveis deverão ser do tipo não conectadas, ou seja, elas deverão despejar suas águas na área permeável, portanto, no pavimento permeável.

Logo, ao invés de dimensionar a espessura da camada reservatório a partir da chuva de projeto, o segundo objetivo do presente trabalho propõe quantificar a redução no escoamento superficial e da vazão de pico causadas pela utilização de pavimentos permeáveis, não sendo eles a única solução de drenagem, para as bacias estudadas que possuirão também o sistema clássico de drenagem.

4 MATERIAIS, MÉTODOS E ÁREA DE ESTUDO

Esta seção apresentará a metodologia utilizada para atender os objetivos do presente estudo. A seção 4.1 tratará dos materiais, métodos e área de estudo referente à avaliação experimental do desempenho hidráulico dos pavimentos de concreto do tipo intertravados, enquanto a seção 4.2 tratará dos materiais, métodos e área de estudo quanto ao projeto de utilização dos pavimentos permeáveis em um sistema de drenagem urbana sustentável.

4.1 AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DO DESEMPENHO HIDRÁULICO DOS PAVIMENTOS DE CONCRETO DO TIPO INTERTRAVADOS

Foram construídos módulos experimentais com 3 tipos de pavimentos de bloco de concreto intertravados: o convencional, o poroso e o de junta alargada. Posteriormente foi realizada a etapa da simulação de chuva, coleta e análise de dados.

4.1.1 Caracterização do local de implantação dos módulos experimentais

Os módulos experimentais foram construídos no pátio da empresa Cidade Engenharia (Civit II, Serra, Espírito Santo), especializada na produção de produtos pré-moldados de concreto. Os módulos experimentais foram instalados em uma área isolada do restante do pátio da Cidade Engenharia, a fim de evitar o tráfego pesado comum na empresa.

Durante a fase de reconhecimento da área de implantação dos módulos experimentais, foi observada a não existência de solo descoberto próximo ao local, o qual poderia ser carregado pelo vento e atingir o pavimento.

O local de implantação da pista possui em sua adjacência uma edificação (subestação), um muro e uma árvore de médio porte. Estes elementos interferem diretamente na precipitação natural que incide sobre os módulos, sendo assim, optou-se pela simulação da chuva ao invés do monitoramento das precipitações naturais.

A Figura 14 ilustra o do local de implantação dos módulos experimentais.

infiltração no solo, ou seja, o presente trabalho não tem como objetivo estudar a interação dos pavimentos com o solo, e sim o desempenho hidráulico da estrutura permeável.

4.1.2 Projeto e construção dos módulos experimentais

Os módulos foram projetados, nas dimensões de 2 metros por 2 metros, resultando na área de 4m² para cada tipo de revestimento. O tamanho foi o maior possível de acordo com os recursos disponíveis. Os módulos são totalmente independentes, possuindo manta impermeável individual e saída de água também é feita por drenos independentes.

As camadas de base de cada módulo possuem a mesma espessura para os 3 módulos, sendo o material especificado a BGS (Brita Graduada Simples), faixa B da DERSA - Desenvolvimento Rodoviário S/A (DERSA, 1997) /DER (DER/SP, 2005) com porosidade de 32%, sendo a mínima recomendada pela ABNT NBR 16416:2015.

O dimensionamento hidráulico seguiu o método de cálculo do Anexo B da ABNT NBR 16416:2015, apresentado pela (Equação 13, onde foram adotados os seguintes parâmetros, onde considerou-se a chuva simulada diretamente no pavimento (não havendo, portanto, área de contribuição).

A precipitação considerada para o dimensionamento hidráulico foi desenvolvida através de Sarmiento (1985), expressão utilizada para simular as chuvas da Grande Vitória. Sarmiento determinou a equação de intensidade de chuva da região a partir de registros de precipitações coletados em pluviógrafos, num intervalo de tempo de 53 anos, garantindo um valor representativo para simular chuvas torrenciais. Segue a (Equação 14 desenvolvida por Sarmiento.

$$i = \frac{973,47 \cdot T^{0,19}}{(t + 20)^{0,77}} \quad (\text{Equação 14})$$

Onde: *i* é a intensidade máxima média da chuva em mm/h; *T* é o período de retorno (anos); *t* é o tempo de duração da chuva em minutos. O valor adotado para o período de retorno foi igual a 10 anos e duração da precipitação de 60 minutos (o mínimo sugerido pelo ABNT NBR 16416:2015);




Para assentamento e rejuntamento foram utilizados o pedrisco e areia grossa, respectivamente.

O dimensionamento final dos módulos experimentais apresenta as seguintes dimensões: espessura da peça de concreto 8 cm, espessura da base graduada de 18 cm e assentamento de pedrisco com espessura de 4 cm.

Os módulos foram construídos com a inclinação de 5% na base do pavimento e 1% na superfície do revestimento, para facilitar o escoamento nos drenos e superficial, respectivamente. Os materiais utilizados atendem as especificações de resistência mecânica e hidráulica exigidos pelas normas ABNT NBR 16416:2015 e a ABNT NBR 9781:2013. O presente trabalho não tem como objetivo se aprofundar na caracterização do material utilizado na construção dos módulos experimentais. A escolha de todos os materiais da construção dos módulos experimentais se justifica por serem materiais recorrentes em obras de pavimentação e disponível com facilidade no estado do Espírito Santo.

O Quadro 3 apresenta as características dos revestimentos estudados. A classificação quanto a solicitação está de acordo com a ABNT NBR 16416:2015 e a ABNT NBR 9781:2013.

Quadro 3- Características dos blocos de concreto intertravados estudados.

| Revestimento | Solicitação | Resistência mecânica característica | Dimensões (largura x comprimento x espessura) | Ilustração |
|---|---|--|--|---|
| Bloco de concreto pré-moldado intertravado do tipo convencional | Tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha | > 35 MPa | 10 x 20 x 8cm |  |
| Bloco de concreto pré-moldado intertravado do tipo poroso | Tráfego de pedestres, tráfego leve. | > 20 MPa | 10 x 20 x 8cm |  |
| Bloco de concreto pré-moldado intertravado com juntas alargadas | Tráfego de pedestres, tráfego leve e médio. | > 35 MPa | 10 x 20 x 8cm |  |

Fonte: Adaptado pelo autor da ABNT NBR (2015) e informações da Cidade Engenharia.

A Figura 15 apresenta as etapas da construção dos módulos experimentais, que teve início e conclusão no mês de fevereiro de 2019.

Figura 15 – Etapas da construção dos módulos experimentais.



Reconhecimento da área e sondagem.



Retirada do pavimento existente e locação dos módulos.



Delimitação com guias de concreto de cada módulo.



Colocação de manta impermeável e drenos.



Coloção de base permeável e camafa de assentamento.

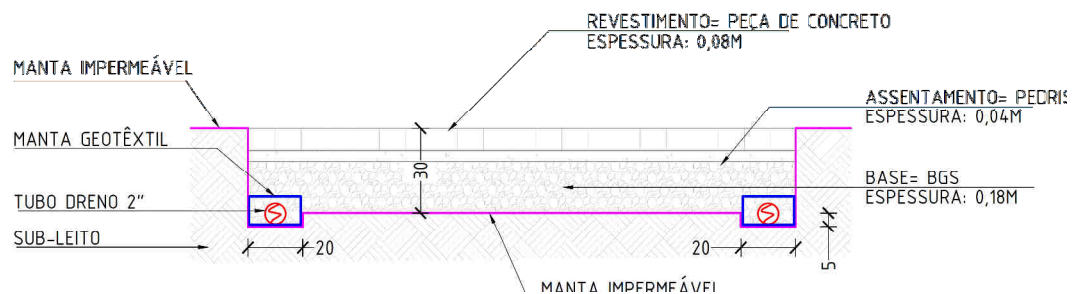
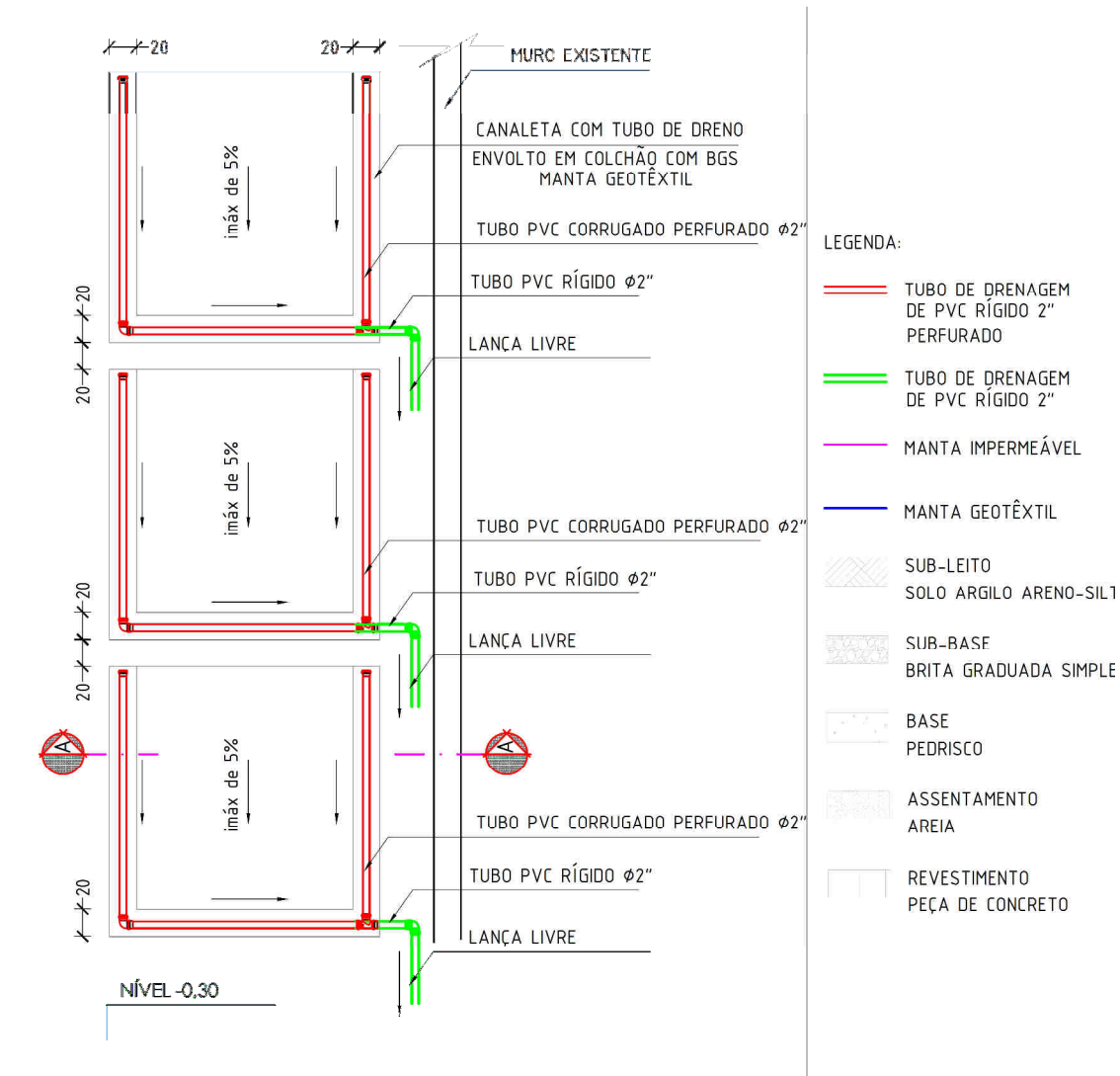


Colocação dos blocos de revestimento e obra finalizada.

Fonte: O autor (2019)

A Erro! Autoreferência de indicador não válida. apresenta o projeto dos módulos experimentais.

Figura 16 – Projeto dos módulos experimentais.



Fonte: o Autor(2019)

4.1.3 Simulação da chuva

Devido às limitações de recursos, as simulações das chuvas foram feitas manualmente através de regadores. Optou-se por estudar toda a área dos módulos construídos, 4m².

Buscou-se analisar dois tipos de eventos:

- Simulação de chuva de curta duração associada a alta intensidade: Foi adotado um período de retorno de 25 anos e um tempo de simulação de, aproximadamente, 15 minutos. A partir destes parâmetros e com o auxílio da Equação 9, de Sarmiento (1985), estimou-se a intensidade de 114 mm/h. Foram realizados ensaios pilotos com os regadores, com o intuito de determinar o volume total de cada regador e o tempo de esvaziamento de cada regador, para replicar a referida intensidade. O enchimento dos regadores foi controlado com o auxílio de provetas graduadas a cada 200mL. O número total de regadores determinados foi de 12 regadores, com um volume de 10 litros por regador. O tempo de esvaziamento de cada regador determinado foi de 1 minuto e 19 segundos.
- Simulação de chuva de longa duração associada a baixa intensidade: De maneira análoga à anterior, foi adotado um período de retorno de 5 anos e tempo de simulação de aproximadamente 45 minutos, estimou-se a intensidade de 53 mm/h através de Sarmiento (1985). Chegou-se a um número total de 16 regadores, com um volume de 10 litros por regador, tempo de esvaziamento de cada regador determinado foi de 2 minuto e 49 segundos. Para o aumento do tempo de esvaziamento dos regadores foram obstruídos metades dos furos dos bicos dos regadores com fita adesiva.

Cada ensaio foi realizado respeitando pelo menos 72 horas após alguma chuva ou simulação, para que se tivesse um tempo de esvaziamento da base satisfatório, seguindo orientações de Schueler (1987), a qual neste trabalho foi denominada de condição seca. Aproximadamente 1 hora após a realização do ensaio na condição seca, foi repetida a simulação no mesmo módulo com mesma intensidade, sendo denominado este segundo ensaio de condição úmida.

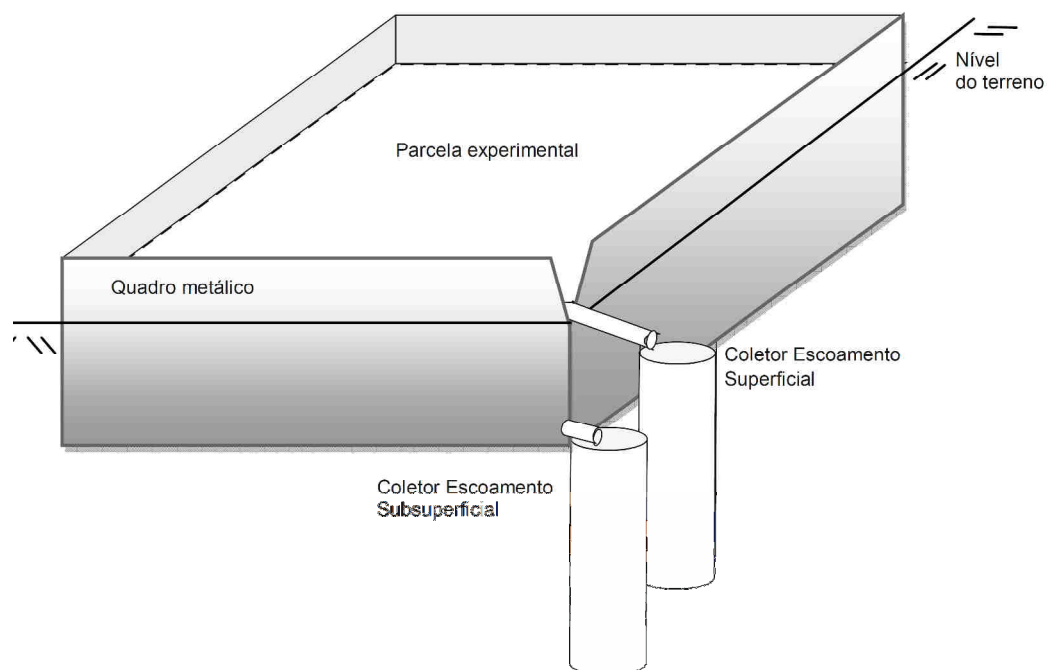
4.1.4 Coleta e medição dos escoamentos

Para a coleta da medição dos escoamentos, foi adaptado o sistema apresentado por Sofia Leão (2011) *apud* Castro (2011).

- Com o auxílio de barreiras físicas, o escoamento superficial foi encaminhado para o ponto de menor declividade de cada módulo experimental, sendo coletado manualmente em frascos de 500mL em intervalos de 30 segundos. Com auxílio de provetas foi determinado o volume para cada intervalo de tempo.
- O escoamento subsuperficial, de cada módulo experimental, foi coletado manualmente no dreno do fundo em frascos de 500mL em intervalos de 30 segundos. Com auxílio de provetas foi determinado o volume para cada intervalo de tempo.

A Figura 17 ilustra a delimitação da parcela e os coletores dos escoamentos.

Figura 17 – Projeto dos módulos experimentais.



Fonte: Sofia Leão (2011) *apud* Castro (2011)

Foram utilizados 4 recipientes sobre a superfície dos módulos experimentais, para auxiliar no controle da distribuição uniforme da precipitação simulada, onde, ao decorrer da simulação, eram observados os níveis de água em cada frasco, com o objetivo dos frascos terem níveis o mais próximo possível durante toda a simulação.

A Figura 18, a seguir, ilustra as etapas da simulação das chuvas.

Figura 18 – Etapas da simulação da chuva.



Enchimento dos regadores.



Colocação dos frascos para controlar a uniformidade da precipitação.



Simulação da precipitação através dos regadores.



Escoamento no dreno de um dos módulos.



Etapa de coleta do escoamento no dreno.



Etapa de coleta do escoamento superficial.



Frascos coletados a cada 30 segundos para medição dos volumes.

Fonte: o Autor (2019).

4.1.5 Metodologia da análise dos dados

As análises dos dados visam comparar o desempenho hidráulico dos diferentes tipos de pavimentos de bloco de concreto intertravados.

Inicialmente foi montada uma base de dados contendo:

- Data do ensaio;
- Condição da base: seca (sem chuva ou não tenha ocorrido ensaio nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio) ou úmida (1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade);
- Módulo em que ocorreu o ensaio: convencional, junta alargada ou poroso;
- Característica da chuva simulada: duração, intensidade e período de retorno associado;
- Volume total precipitado (V_{prec}): valor adotado na simulação;
- Volume total do escoamento superficial ($V_{esc. sup.}$): valor coletado nos ensaios;
- Volume total infiltrado ($V_{infiltr.}$): valor calculado, obtido através do balanço hídrico como a diferença do volume total precipitado pelo volume total do escoamento superficial;
- Volume total do escoamento subsuperficial ($V_{esc. subsup}$): valor coletado nos drenos durante os ensaios.
- Volume total armazenado ($V_{esc. armazenado}$) valor calculado, obtido através do balanço hídrico como a diferença do volume total infiltrado pelo volume total do escoamento subsuperficial ($V_{esc. subsup}$);
- C- Coeficiente de *Runoff*: valor calculado, obtido através da razão do volume total do escoamento superficial pelo volume total precipitado.
- Início do esc. sup. (min): início do escoamento superficial em minutos, valor coletado nos ensaios.
- Término do esc. sup. (min): término do escoamento superficial em minutos, valor coletado nos ensaios.
- Início do esc. dreno. (min): início do escoamento subsuperficial em minutos, valor coletado nos ensaios.
- Término do esc. dreno. (min): término do escoamento subsuperficial em minutos, valor coletado nos ensaios.

Cada ensaio foi planilhado com o auxílio do Excel® contendo os seguintes parâmetros:

- Tempo (min): intervalo de tempo em minutos do ensaio;
- Vol. prec. (litros): volume acumulado aproximado da precipitação simulada referente ao intervalo de tempo;
- Vol. esc (litros): volume acumulado do escoamento superficial coletado;
- Vol. inf. (litros): volume infiltrado referente ao intervalo de tempo, obtido através do balanço hídrico como a diferença do volume acumulado aproximado da precipitação pelo volume acumulado do escoamento superficial;
- Vol. dreno (litros): volume acumulado do escoamento subsuperficial coletado no dreno.
- $Q_{esc.}$ (mm/h): vazão do escoamento superficial no intervalo de tempo calculada a partir do Vol. esc..
- $Q_{inf.}$ (mm/h): taxa de infiltração no intervalo de tempo calculada considerando as quatro fases de caracterização do gráfico do escoamento superficial e a curva de infiltração típica em solos (BOUVIER, 1990).
- $Q_{dreno.}$ (mm/h): vazão do escoamento subsuperficial no intervalo de tempo calculada a partir do Vol. dreno.

A partir dos parâmetros acima foram montados hidrogramas referente a cada ensaio contendo os dados de $Q_{esc.}$, $Q_{inf.}$ e $Q_{dreno.}$

Neste trabalho, considerou-se escoamento subsuperficial a fração de água que infiltrou através da estrutura do pavimento e foi escoada pelo dreno de fundo das parcelas experimentais.

Com a base de dados montada, foram realizadas as análises apresentadas a seguir.

4.1.6 Análise dos volumes totais do escoamento superficial e subsuperficial

- Comparação dos volumes totais escoados superficialmente e subsuperficialmente entre os tipos de revestimento para cada condição da base (seca ou úmida) e intensidade de chuva simulada.

4.1.7 Análise dos tempos de início e término do escoamento superficial e subsuperficial

- Comparação dos tempos de início e término do escoamento superficial e subsuperficial entre os tipos de revestimento para cada condição da base (seca ou úmida) e intensidade de chuva simulada.

4.1.8 Análise do escoamento superficial

- Comparação entre os coeficientes de escoamento volumétrico entre os tipos de revestimentos (volume total precipitado dividido pelo volume total escoado superficialmente).
- Comparação entre os coeficientes de escoamento (C do método Racional) entre os tipos de revestimentos.

A partir dos hidrogramas e do tratamento estatístico dos dados obtidos experimentalmente é possível obter o coeficiente C do método racional, onde a Equação 4 pode ser reescrita conforme a (Equação 15):

$$C = \frac{3,6 Q}{AI} \quad (\text{Equação 15})$$

Desta forma é possível determinar o valor do coeficiente C para cada tipo de pavimento estudado, para cada intensidade de chuva relativa ao experimento e para cada condição da base (seca ou úmida), pois: Q é a vazão de pico obtida através dos hidrogramas, cujo valor é expresso em m³/s; i é a intensidade média da chuva simulada em mm/h; e A é a área do módulo em km².

4.1.9 Análise da infiltração

A taxa de infiltração no pavimento foi calculada a partir da diferença entre a intensidade da chuva e a vazão de escoamento superficial.

Os parâmetros do modelo de Horton foram obtidos por meio de ajuste dos dados calculados da taxa de infiltração com o auxílio do software Excel ® para cada ensaio realizado.

4.1.10 Análise do coeficiente CN do método SCS

Foi realizada a comparação entre os CN do Método SCS entre os tipos de revestimentos.

A partir dos hidrogramas obtidos experimentalmente é possível obter o valor de S (valor de retenção potencial do solo em milímetros, dependente do tipo e ocupação do solo) da fórmula proposta pelo método SCS-CN de acordo com a (Equação 16 rerepresentada a seguir:

$$H_{EXC} = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}, \quad P > 0,2S \quad (\text{Equação 16})$$

Onde: H_{EXC} é a precipitação excedente no solo em mm, obtida através dos hidrogramas; P é a precipitação total em mm, obtida através da intensidade da chuva simulada. Da Equação 5, recai numa equação de 2º grau, resultando em dois possíveis valores para S, necessitando análise da validação de cada um.

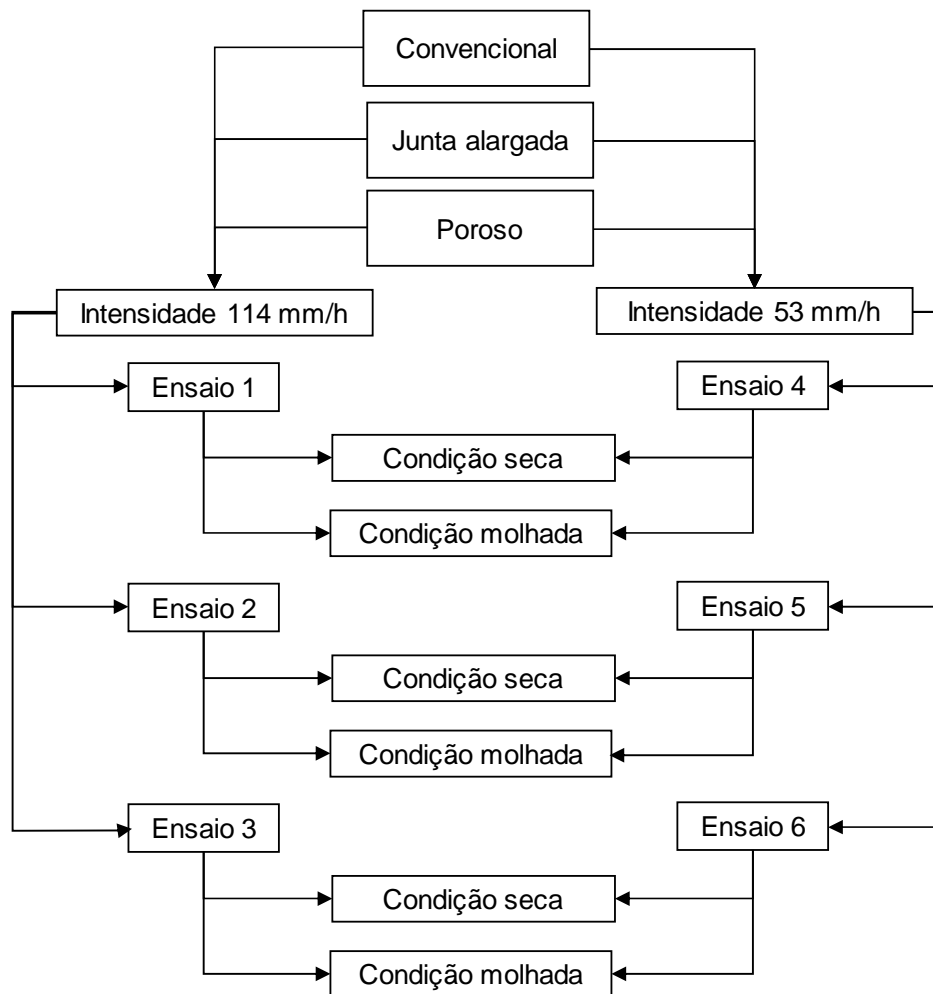
A partir do valor de S pode-se encontrar o valor de CN para os 3 tipos de revestimentos estudados e para as diferentes intensidades de chuvas adotadas no experimento. Reescrevendo a Equação 11 o coeficiente CN é dado pela (Equação 17).

$$CN = \frac{25.400}{(S + 254)} \quad (\text{Equação 17})$$

4.1.11 Análise dos dados

Foram realizados 3 ensaios (considerando um ensaio sendo as simulações de chuva e coleta dos escoamentos nas duas condições da base: seca e úmida) para cada tipo de revestimento (convencional, junta alargada e poroso) e para cada intensidade, totalizando assim 18 ensaios. A Figura 19 apresenta o fluxograma dos ensaios realizados.

Optou-se por fazer a estatística descritiva dos dados, já que a base de dados para cada situação apresentou 3 amostras (o máximo possível a partir dos recursos financeiros, de tempo e condições climáticas), sendo assim um n amostral frágil para se fazer inferências estatísticas.

Figura 19 – Fluxograma dos ensaios realizados

Fonte: o Autor (2019).

4.2 DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS PERMEÁVEIS EM UM SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

Foi projetado o uso dos pavimentos utilizando parâmetros obtidos no primeiro objetivo específico do presente trabalho. Foram realizadas duas análises: de microdrenagem e macrodrenagem. Para cada análise foi escolhida uma área, realizado estudo hidrológico e traçado diferentes cenários a fim de comparar, principalmente, as vazões de entrega nas seções de controle definidas na pesquisa.

4.2.1 A bacia hidrográfica de estudo

Foi escolhida a bacia hidrográfica do Canal do Congo, uma bacia litorânea localizada na cidade Vila Velha, região metropolitana da Grande Vitória, no estado do Espírito

Santo, Brasil. A região contempla o Córrego do Congo, Córrego Boca da Mata e Rio da Draga, e abrange bairros como Barramares, Barra do Jucu, Terra Vermelha, Residencial Jabaeté, Morada da Barra, João Goulart e Riviera da Barra.

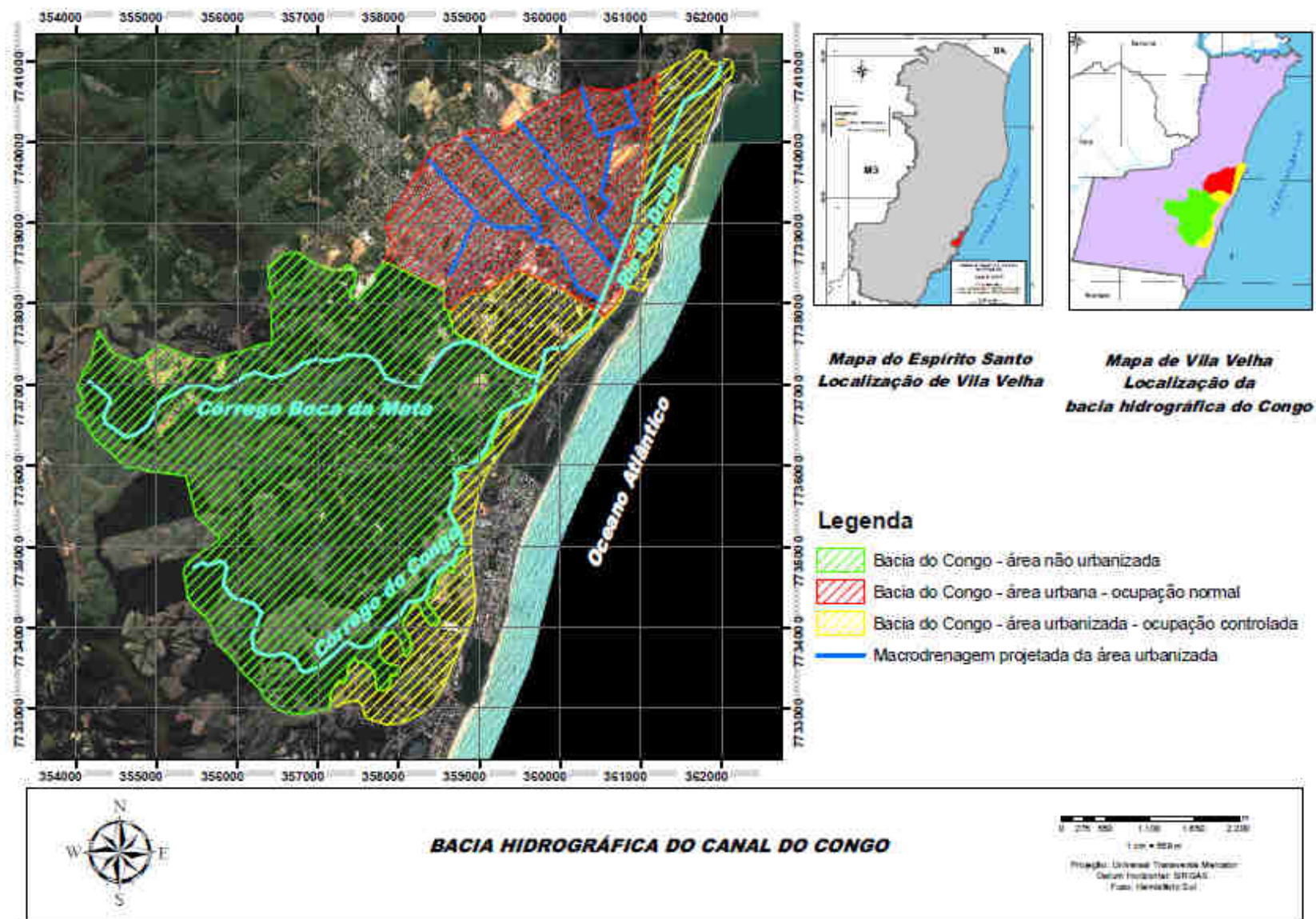
Para a escolha da bacia de estudo observou-se os seguintes elementos:

- Área urbanizada que ainda não possui pavimentação nas ruas;
- Tipo predominante do solo: Albino, Girardi e Nascimento (2006) afirmam que a ocupação urbana na faixa litorânea de Vila Velha se deu sobre dunas e bermas. Este tipo de solo é propício para o uso de pavimentos permeáveis, pois solos arenosos permitem uma taxa de infiltração significativamente alta;
- Informações disponíveis: em abril de 2012, a Prefeitura Municipal de Vila Velha (PMVV) publicou três editais, tendo como objeto a execução das obras de macrodrenagem e pavimentação da bacia do Canal do Congo. Os anexos dos editais contêm os projetos executivos e estão disponíveis no sítio eletrônico da PMVV (VILA VELHA, 2012). Apesar da licitação ter ocorrido em 2012, as obras foram paralisadas, devido a inconsistências nos editais apontadas em auditoria do Tribunal de Contas da União (TCU, 2012). No ano de 2019 as obras ainda se encontravam paralisadas (IBRAOP, 2019), sendo retomadas em alguns pontos específicos no ano de 2020 (CONTARINI, 2020);
- Topografia da região: a região possui cotas mínimas de ruas em torno de 1,50m, o que impede a colocação das redes de drenagem com inclinações superiores a 0,5%, além de estar sujeita à influência da maré (AQUACONSULT, 2012). Para tais condições é indesejado que se aumente a impermeabilização do solo. Dessa forma, o mais indicado para o local é o uso de sistemas de drenagem urbana sustentável, para neutralizar ao máximo os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos.

A Figura 20 apresenta a localização da bacia do Congo e a divisão da bacia nas áreas com urbanização normal, urbanização controlada e não-urbanizada.

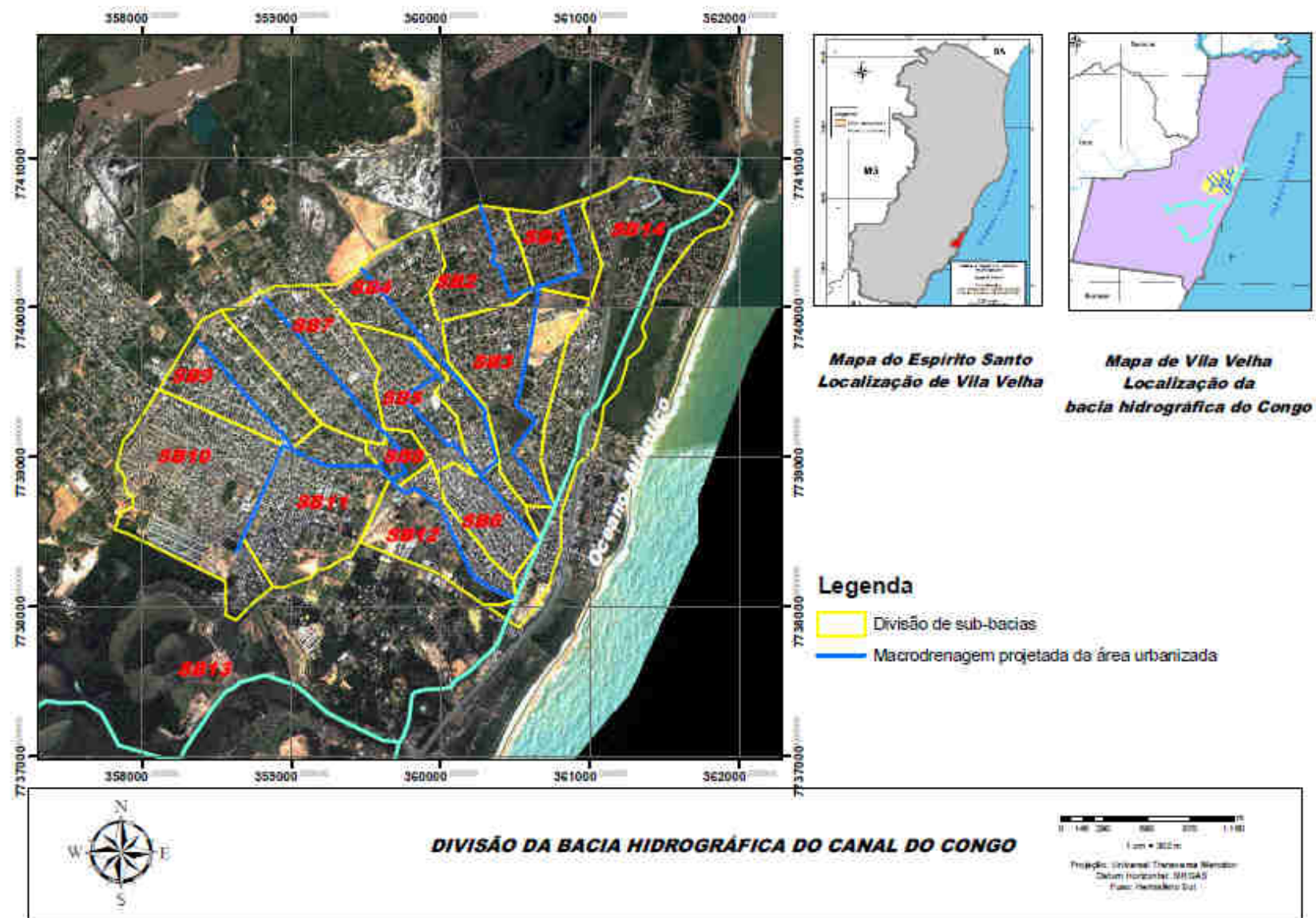
A Figura 21 apresenta a divisão da área urbanizada em sub-bacias, feitas pela Aquaconsult (2020) e que foi seguido como referência no presente estudo.

Figura 20 – Bacia hidrográfica do Canal do Congo



Fonte: o Autor (2020) Adaptado de Aquaconsult (2012)

Figura 21 – Divisão em sub-bacias da Bacia hidrográfica do Canal do Congo



Fonte: o Autor (2020) Adaptado de Aquaconsult (2012)

O projeto executivo da macrodrenagem da bacia hidrográfica do canal do Congo, elaborado pela AQUACONSULT (2012), foi tomado como referência para as divisões de sub-bacias e informações de topografias e canais projetados.

Com base no Imageamento do Espírito Santo 2019/2020, realizado pelo Instituto Jones dos Santos Neves (GEOBASES, 2020), com resolução espacial de 25 cm, sistema geodésico de referência SIRGAS 2000, foi feito o levantamento das ruas que possuem pavimentação asfáltica. Também foram utilizadas imagens de 2020 do Google Earth ® e o Google Street View ® para a comparação dessas informações.

4.2.2 Dimensionamento dos pavimentos permeáveis em um sistema de microdrenagem urbana

4.2.2.1 Área de estudo

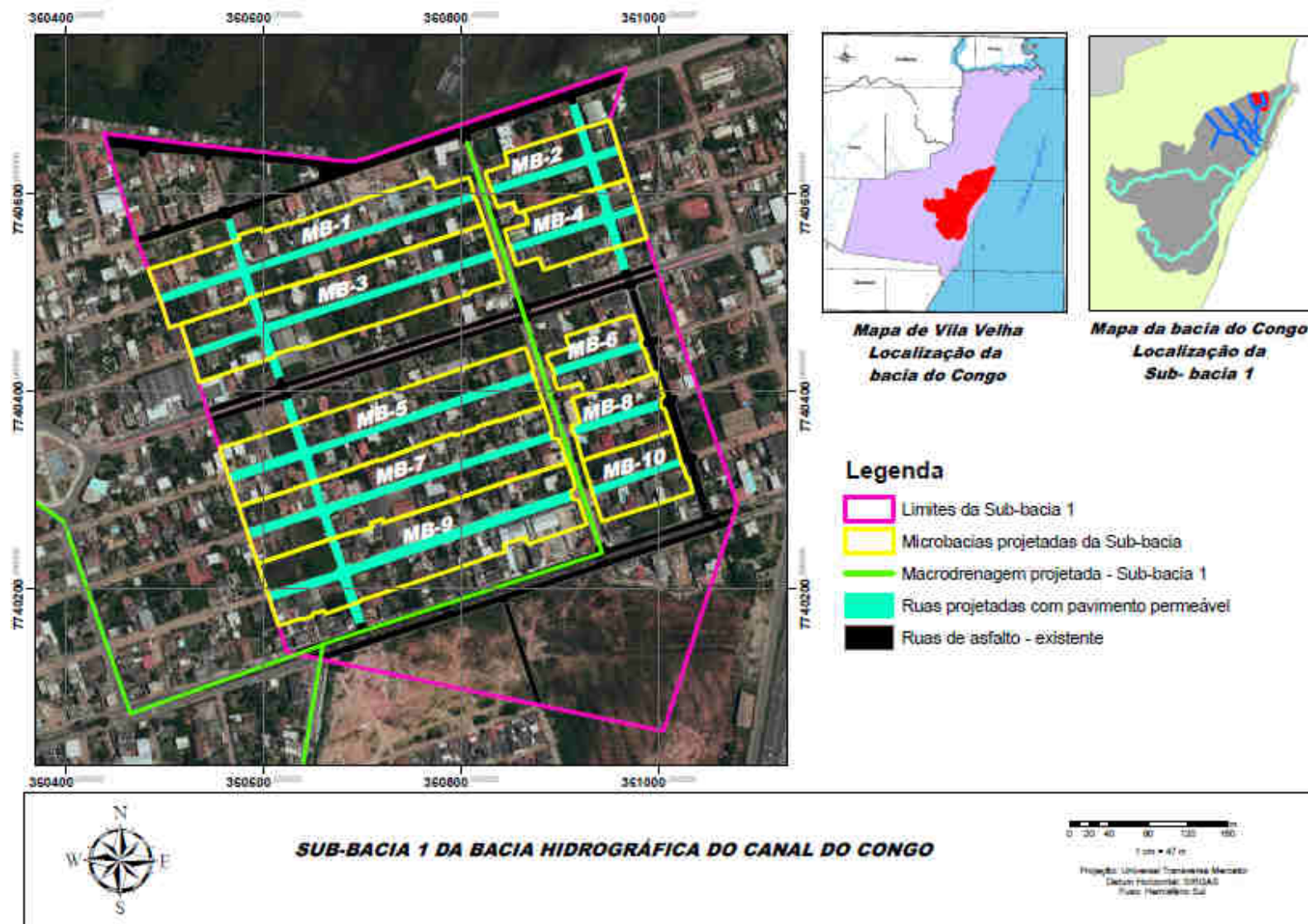
Foi escolhida a sub-bacia 1, como objeto de estudo da utilização dos pavimentos permeáveis em um sistema de microdrenagem.

A sub-bacia 1 está localizada no bairro Riviera da Barra, sendo a região compreendida entre a avenida Princesa Isabel (leste), rua Guarapari (oeste), a avenida Cachoeiro de Itapemirim (norte) e a avenida Álvares de Azevedo (sul).

Para a realização do estudo de microdrenagem, a sub-bacia 1 foi dividida em 10 microbacias. A seguir, relaciona-se a microbacia com a rua a qual está localizada e a Figura 22 apresenta esta divisão.

Todas as microbacias possuem inclinações para a rua da Liberdade a qual está projetada as redes de macrodrenagem. O Projeto Executivo (AQUACONSULT, 2012), apresentou como obras necessárias uma rede de Diâmetro Nominal (DN) 800 na rua da Liberdade e 2 redes de DN 1000 na Avenida Álvares de Azevedo.

Figura 22 – Divisão em microbacias da sub-bacia 1



Fonte: o Autor (2020).

4.2.2.2 Estudo hidrológico

a) Período de retorno

O período de retorno adotado para obras de microdrenagem, varia entre 2 a 10 anos, segundo Tucci, Porto e Barros (1995). Foi adotado para o estudo de microdrenagem período de retorno de 5 anos.

b) Coeficiente C do Método Racional

Para as ruas projetadas com revestimento de bloco de concreto convencional foi adotado $C=0,72$, enquanto ruas projetadas com revestimento de bloco de concreto com junta alargada: $C=0,39$ e ruas projetadas com revestimento de bloco de concreto poroso: $C=0,00$. Estes coeficientes foram determinados experimentalmente na condição úmida, para chuva de intensidade de 53mm/h e duração de 45 minutos, resultados apresentados ao escoamento superficial no item 5.1.3.

Para as demais áreas de lotes foi adotado $C=0,50$, valor sugerido por Tucci, Porto e Barros (1995) e Pruski, Brandão e Silva (2004), para o coeficiente de escoamento superficial de áreas residenciais de habitações unifamiliares.

c) Tempo de concentração

A metodologia utilizada para o cálculo do tempo de concentração para cada microbacia, segue o método cinemático:

- Para os primeiros 50 metros o escoamento sobre o piso ocorre em forma de lâmina e é descrito pela (Equação 18:

$$v = c_v \cdot S^{0,5} \quad (\text{Equação 18})$$

Onde: v é a velocidade do escoamento em m/s; S é a declividade do terreno em m/m; e C_v é o coeficiente tabelado em função do solo

Após determinada a velocidade, encontrou-se o tempo de concentração (t_1) para os primeiros 50 metros a partir da (Equação 19:

$$t_1 = 50/v \quad (\text{Equação 19})$$

Onde: t_1 é o tempo de concentração do escoamento nos primeiros 50 metros em segundos; e v é a velocidade do escoamento em m/s.

- Entre 50 metros e 150 metros, o escoamento vai engrossando e o tempo de concentração (t_2) é descrito pela (Equação 20):

$$t_2 = \frac{0,65 \cdot (1,1 - C) \cdot L^{1/2}}{S^{1/3}} \quad (\text{Equação 20})$$

Onde: t_2 é o tempo de concentração entre 50 metros e 150 metros em segundos; S é a declividade do terreno em m/m; C é o coeficiente de escoamento superficial do método Racional; e o L é o comprimento do Talvegue em m.

- O tempo de concentração na rede de microdrenagem foi obtido através da (Equação 21).

$$t_3 = \frac{L}{v} \quad (\text{Equação 21})$$

Onde: t_3 é tempo de concentração na rede de microdrenagem; L é o comprimento da rede de micronagem; e v é a velocidade do escoamento em m/s, obtida através da equação de Manning ((Equação 22) apresentada a seguir:

$$v = \frac{1}{n} A \cdot Rh^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (\text{Equação 22})$$

Onde: v é a velocidade do escoamento em m/s; n é o coeficiente de rugosidade, adotado o valor de 0,013 para concreto, segundo Tucci, Porto e Barros (1995); Rh é o raio hidráulico em m, calculado para uma manilha de 300 mm adotada no pré-dimensionamento; S é a declividade da rede em m/m, adotada como 0,5% a declividade mínima das redes projetadas; e A é a área molhada em m^2 , calculada para a manilha de 300 mm adotada no pré-dimensionamento.

Dessa forma o tempo de concentração total de cada microbacia foi calculado através da soma de t_1 , t_2 e t_3 .

d) Chuva de projeto

Para cada microbacia foi calculada a intensidade da chuva de projeto determinada pela Equação 9 desenvolvida por Sarmento (1985), com período de retorno de 5 anos, indicado para obras de microdrenagem. As durações das chuvas de projeto adotadas foram iguais ao tempo de concentração das respectivas microbacias, conforme premissas do Método Racional.

e) Cálculo das vazões

- Vazão de pico do escoamento superficial

Para cada microbacia foi calculada a vazão de pico através do Método Racional, apresentado pela (Equação 4).

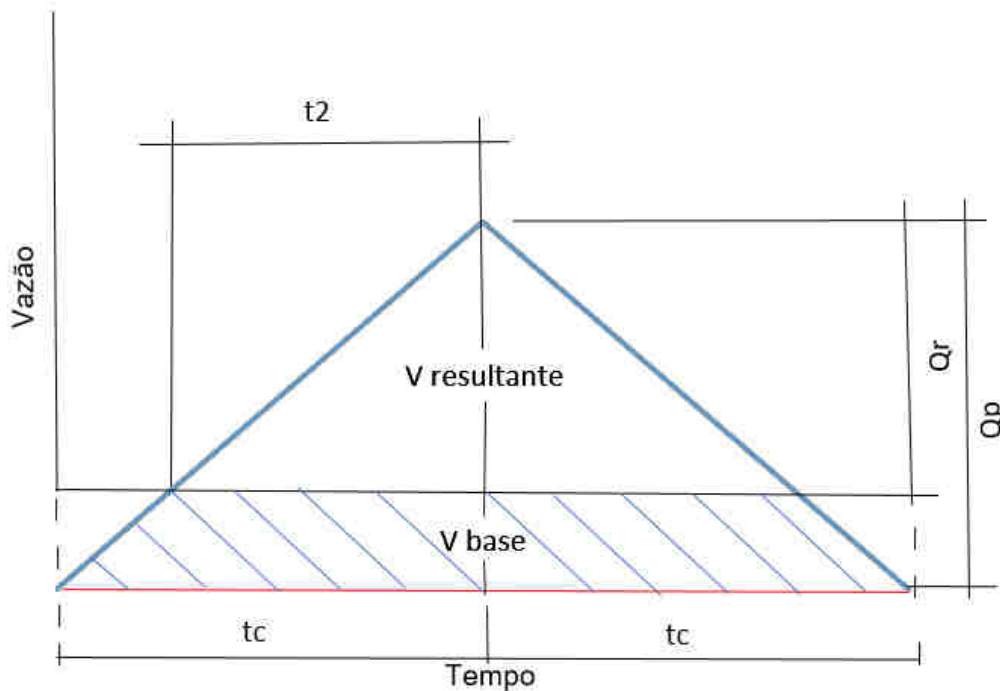
- Vazão Resultante

A vazão resultante utilizada para o dimensionamento dos trechos das redes de microdrenagens foi calculada como o abatimento da vazão drenada pela base permeável da vazão de pico do escoamento superficial, calculada pelo Método Racional e, conforme discutido na revisão bibliográfica, parte das seguintes premissas:

- O reservatório da técnica compensatória é totalmente utilizado e desempenha um papel predominante na atenuação do escoamento superficial e da vazão de pico.
- A estrutura reservatória se encontra vazia no início da chuva de projeto.
- Não ocorre infiltração no subleito (solo abaixo da estrutura do pavimento) durante a chuva de projeto.
- As áreas impermeáveis não são diretamente conectadas ao sistema clássico de drenagem urbana, ou seja, o escoamento superficial gerado pela área impermeável é transferido para a área dos pavimentos permeáveis.

A Figura 23 ilustra a adaptação do Método Racional para encontrar a vazão resultante. A região do gráfico com hachura representa o volume que a base permeável armazena.

Figura 23 – Hidrograma modificado do método racional para encontrar vazão resultante (Q_r) obtida através do abatimento do volume drenado pela base permeável



Fonte: Método Racional (1851) adaptado pelo autor (2020).

Onde: t_c é igual a duração da chuva, geralmente adotado como igual ao valor do tempo de concentração t_2 é o tempo base da vazão resultante; Q_p é a vazão de pico; e Q_r é a vazão resultante.

Escrevendo em função dos volumes temos a (Equação 23):

$$V_{resultante} = V_t - V_{base} \quad (\text{Equação 23})$$

Ou seja, o volume resultante ($V_{resultante}$) para o dimensionamento da rede de microdrenagem, é o volume total do escoamento superficial obtido através do Método Racional menos o volume armazenado na base permeável.

Observando a Figura 23, e sabendo que a área abaixo do triângulo correspondente a um volume, têm-se que:

$$V_{resultante} = Q_r \times t_2 \quad (\text{Equação 24})$$

E que:

$$V_t = Q_p \times t_c \quad (\text{Equação 25})$$

Onde: Q_p é a vazão de pico; t_c é o tempo de concentração; e V_t é o volume total escoado superficialmente.

Sabendo que:

$$V_{base} = A_p \times h \times \eta \quad (\text{Equação 26})$$

Onde: V_{base} é o volume da armazenado na base permeável; A_p é a área do pavimento permeável; h é a altura da base permeável; e η é a porosidade do material utilizado na base permeável.

Também da Figura 23, por semelhança de triângulo, temos que:

$$t_2 = \frac{Q_r \times t_c}{Q_p} \quad (\text{Equação 27})$$

Onde: t_2 é o tempo base da vazão resultante; Q_r é a Vazão resultante; t_c é igual a duração da chuva, geralmente adotado como igual ao valor do tempo de concentração (premissa do método Racional) e Q_p = Vazão de pico.

Finalmente, substituindo a (Equação 27 na (Equação 24, e substituindo as Equações (Equação 24, (Equação 25 e (Equação 26 na (Equação 23, têm-se a (Equação 28 que apresenta a vazão resultante.

$$Q_r = \sqrt{\frac{(Q_p \cdot t_c - A_p \cdot h \cdot \eta) \cdot Q_p}{t_c}} \quad (\text{Equação 28})$$

Onde: Q_r é a Vazão resultante no trecho em m^3/s ; Q_p é a Vazão de pico em m^3/s ; t_c é o tempo de concentração em segundos; A_p é a área do pavimento permeável em m^2 ; h é a altura da base permeável em m; e η é a porosidade do material da base permeável.

4.2.2.3 Dimensionamento mecânico da base

Ressalta-se que não foi objeto de estudo, mas segundo apresentado no tópico 3.3.2.5 deve possuir altura mínima de 15 cm.

4.2.2.4 Dimensionamento do sistema convencional de microdrenagem

Todos os cenários consideram o mesmo traçado da rede de microdrenagem com a mesma quantidade e posição das bocas-de-lobo, pois o objetivo foi comparar as vazões de pico dos diferentes cenários que chegam à rede de macrodrenagem projetada na rua da Liberdade.

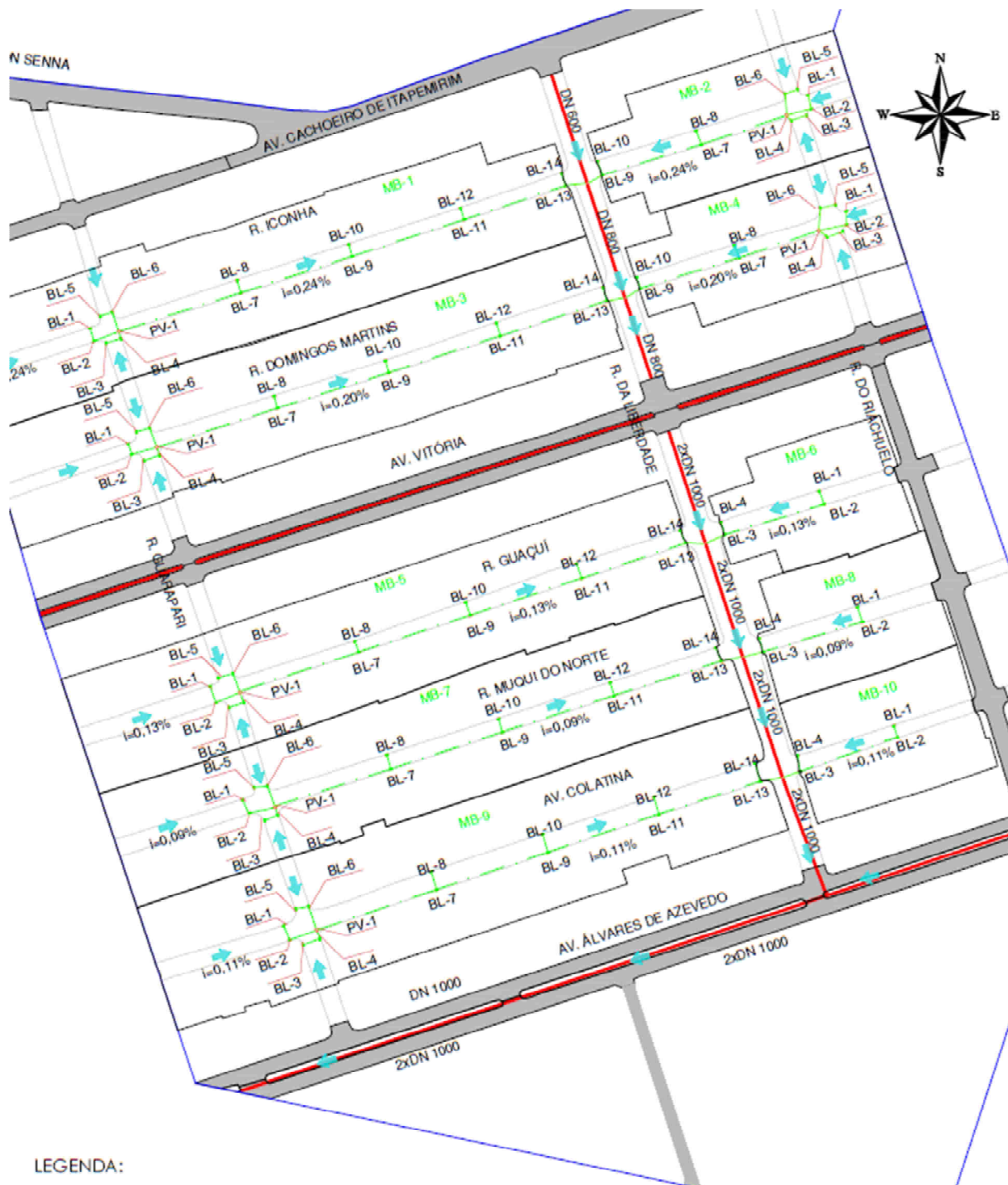
a) Parâmetros adotados para o dimensionamento do sistema convencional de microdrenagem

Foram adotados os seguintes parâmetros construtivos, conforme recomendações de Tucci, Porto e Barros (1995).

- Largura das ruas de 8 metros;
- Inclinação da pista de rolamento em direção a sarjeta de 1%;
- Altura da lâmina d'água considerada de 0,15m, ou seja, a água escoando por toda a calha da rua;
- Fator de redução da capacidade de escoamento da calha da rua de 0,80;
- Boca de lobo do tipo grelha simples;
- Altura de água próxima a abertura da grelha de 0,10m;
- Área útil da boca de lobo com grelha de 0,08m²;
- Fator de redução da capacidade de engolimento das bocas de lobo de 0,80;
- Foram locadas bocas de lobo dos dois lados da rua;
- Utilizou-se espaçamento máximo de 60 metros entre bocas-de-lobo;
- Não se adotou a localização de bocas de lobo junto ao vértice de ângulo de intersecção de duas sarjetas de ruas convergentes;
- Inclinação mínima da rede de 0,5%;

O traçado das redes e a posição das bocas de lobo projetadas estão apresentadas na Figura 24.

Figura 24 – Traçado da rede de microdrenagem



LEGENDA:

- BL - BOCA DE LOBO
- PV - POÇO DE VISITA
- i - DECLIVIDADE DA RUA
- MB- MICROBACIA

■ RUAS ASFALTADAS

--- REDE DE MICRODRENAGEM PROJETADA

— REDE DE MACRODRENAGEM PROJETADA (PMVV, 2012)

➔ SENTIDO COM CAMINHAMENTO DAS REDES DE DRENAGEM

Fonte: o Autor (2020).

b) Capacidade de condução da rua

Foi realizada a verificação da capacidade de condução da via através da equação de Manning, apresentada na (Equação 29):

$$Q_k = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (\text{Equação 29})$$

Onde: Q_k é a vazão característica da via em m^3/s ; R_h é o raio hidráulico em m; A é a área molhada em m^2 ; S é a declividade longitudinal em m/m; e n é o coeficiente de rugosidade de Manning.

Onde verificou-se que a vazão resultante no trecho deve ser menor do que a vazão característica da via em m^3/s .

c) Capacidade de engolimento das bocas de lobo

A capacidade de engolimento das bocas de lobo foi calculada a partir da (Equação 30):

$$Q_e = 2,91 \cdot A_b \cdot y^{1/2} \quad (\text{Equação 30})$$

Onde:

Q_e é a vazão de engolimento em m^3/s ; A_b é a área útil da boca de lobo em m^2 ; e y é a altura de água próxima a boca de lobo em metros.

Onde verificou-se que a vazão resultante no trecho deve ser menor do que a vazão de engolimento da boca de lobo.

d) Dimensionamento da rede

O dimensionamento hidráulico foi realizado de acordo com a equação de Manning (Equação 29), adotando o valor do coeficiente de rugosidade igual a 0,013 para condutos de concreto, onde verificou-se que a vazão resultante no trecho deve ser menor do que a vazão característica da rede de microdrenagem projetada.

4.2.2.5 Dimensionamento hidráulico da base

Não foi utilizado nesse estudo o dimensionamento hidráulico da base sugerido pela ABNT NBR 16416 Pavimentos permeáveis de concreto –procedimentos e requisitos, pois esta metodologia considera que o volume total precipitado seja armazenado na base e/ou infiltrado no solo.

A consideração de todo o volume de chuva armazenado na base resultaria em altura de base e sub-base com dimensões que elevariam o custo de instalação, o que necessita de uma análise de custos, o qual não é objetivo deste estudo, e também não permitiria a comparação de resultados do desempenho hidráulico entre os pavimentos, já que possuiriam estruturas diferentes. Já o estudo de infiltração, requer uma quantidade de pontos de sondagem do solo significativa na área de estudo, os quais não foram realizados.

Optou-se, então, por adotar alturas variadas da base permeável, partindo da altura mínima do dimensionamento mecânico de 15cm.

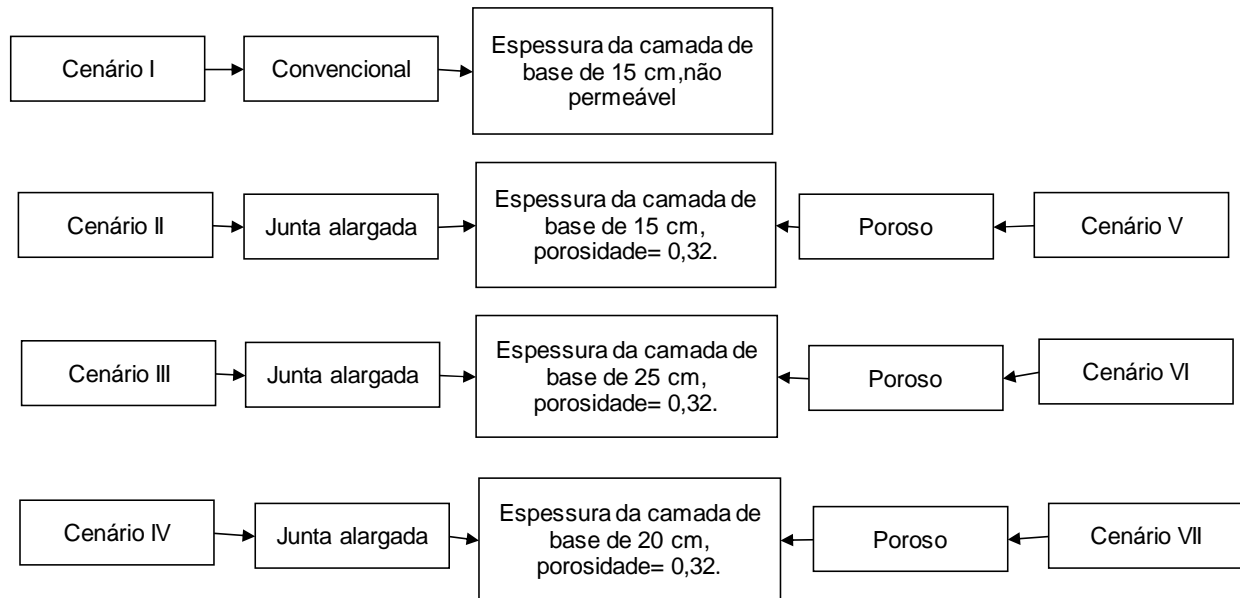
4.2.2.6 Construção dos cenários

Optou-se por variar apenas as alturas da base permeável para a discussão no presente estudo.

Dessa forma, foram feitos o dimensionamento da rede de drenagem convencional a partir da vazão resultante, calculada conforme item (a) da seção 4.2.2. A proposta foi de comparar a vazão de cada microbacia no ponto de entrega (rua da Liberdade) entre os diferentes cenários acima apresentados.

A Figura 25 apresenta o fluxograma dos cenários da microdrenagem.

Figura 25 – Fluxograma Cenários microdrenagem



Fonte: o Autor (2020)

4.2.3 Dimensionamento dos pavimentos permeáveis em um sistema de macrodrenagem urbana

4.2.3.1 Área de estudo

Foi escolhida a área que engloba as sub-bacias 1, 2 e 3, apresentadas na Figura 21, como objeto de estudo da utilização dos pavimentos permeáveis em um sistema de macrodrenagem, sob as mesmas justificativas apresentadas para a escolha da sub-bacia 1 para a rede de microdrenagem. A área de estudo possui uma área total de 1,37 km² e tem como ponto de entrega o Rio da Draga e engloba os bairros Riviera da Barra, Cidade da Barra e São Conrado.

Foi considerado o sistema de macrodrenagem projetado para a região presente no Projeto Executivo (AQUACONSULT, 2012), para a análise em questão. As características geométricas da rede de macrodrenagem projetada, com base no projeto executivo Aquaconsult (2012) é apresentado na Tabela 2, onde a dimensão da seção do tipo tubo é referente ao diâmetro, e as dimensões da seção tipo canal são referentes à largura e profundidade, respectivamente.

Tabela 2- Características geométricas da rede de macrodrenagem projetada.

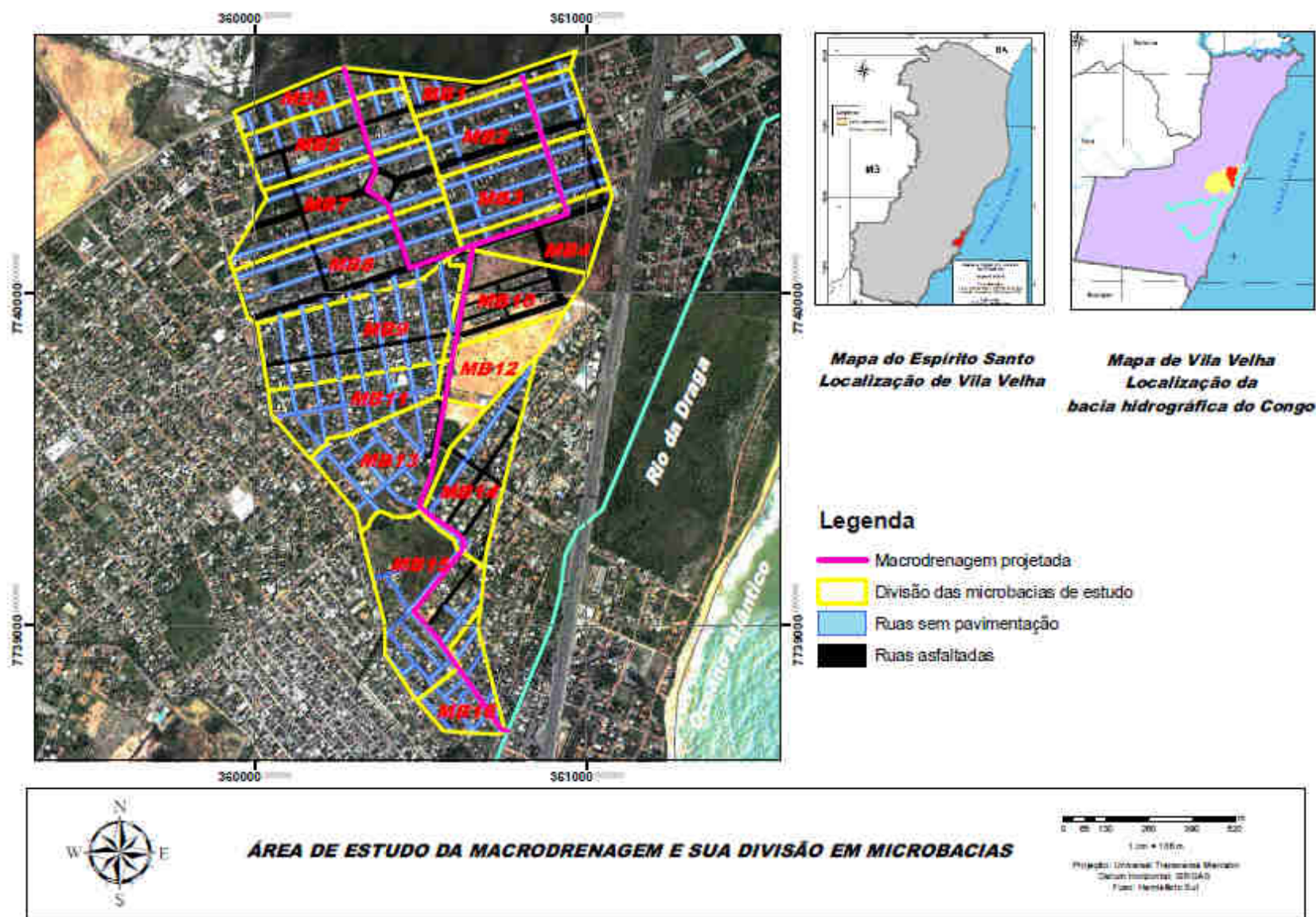
| Trecho | Distância (m) | Inclinação projetada (%) | Seção | |
|---------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------|----------|
| A-B | 162,91 | 0,08 | Tubo | 800mm |
| B-C | 254,66 | 0,08 | Tubo | 1000mm |
| C-D | 297,31 | 0,10 | Tubo | 2x1000mm |
| E-F | 171,26 | 0,10 | Tubo | 600mm |
| F-G | 207,50 | 0,10 | Tubo | 800mm |
| G-D | 490,73 | 0,35 | Tubo | 2x1000mm |
| D-H | 271,08 | 0,06 | Canal | 3x2,6m |
| H-I | 164,68 | 0,06 | Canal | 3x2,6m |
| I-J | 369,40 | 0,07 | Canal | 3,3x1,2m |
| J-K | 191,50 | 0,05 | Canal | 3,5x2,1m |
| K-L | 459,53 | 0,05 | Canal | 3,5x2,1m |
| L-M | 247,03 | 0,05 | Canal | 3,5x2,1m |

Fonte: o Autor adaptado de Aquaconsult (2012)

A Figura 26 apresenta a divisão da área de estudo da macrodrenagem em 16 microbacias.

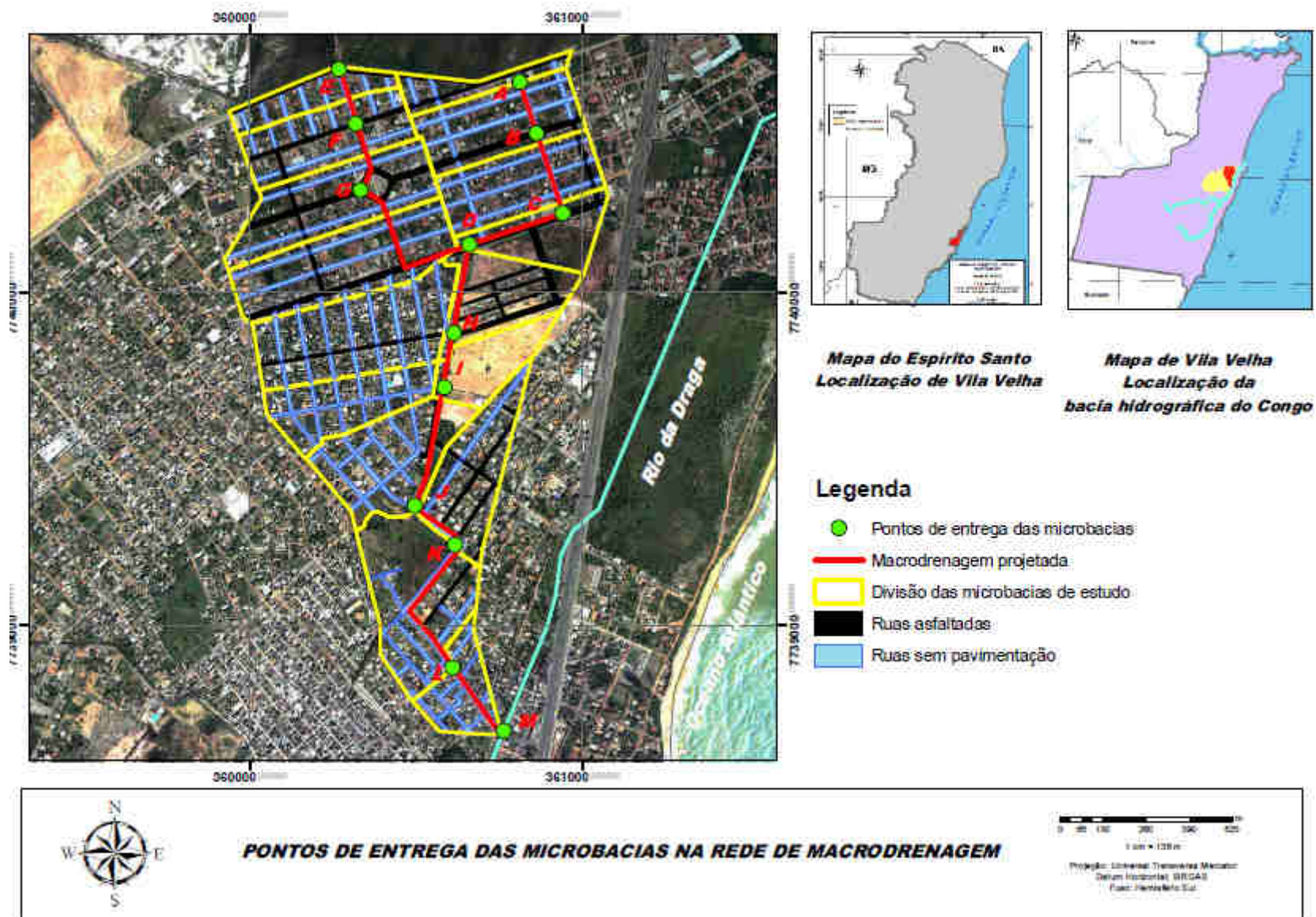
A Figura 27 apresenta a divisão dos trechos da macrodrenagem projetada e os pontos de entrega de cada microbacia.

Figura 26 – Divisão da área de macrodrenagem projetada em 16 microbacias.



Fonte: o Autor (2020)

Figura 27 – Pontos de entrega das microbacias na rede de macrodrenagem.



Fonte: o Autor (2020)

4.2.3.2 Estudo hidrológico

a) Período de retorno

O período de retorno adotado para a análise da macrodrenagem foi de 25 anos, após a análise do tipo da obra, do tamanho da área a ser drenada e da ocupação da área, conforme recomendação de Rubem Porto (1995).

b) Coeficiente de escoamento superficial

Os mesmos valores adotados para a microdrenagem apresentados no item (b) do tópico 4.2.2.

c) Tempo de concentração

A metodologia utilizada para o cálculo do tempo de concentração para cada microbacia, segue o método cinemático, apresentado tópico 3.2.3, acrescido do tempo de percurso da rede de macrodrenagem, obtido através da (Equação 31.

$$t_4 = \frac{L}{v} \quad (\text{Equação 31})$$

Onde: t_4 é o tempo de percurso na rede de macrodrenagem; L é o comprimento da rede de macrodrenagem; v é a velocidade do escoamento na rede de macrodrenagem em m/s, obtida através da equação de Manning (Equação 29) a partir do coeficiente de rugosidade (adotado o valor de 0,013, segundo Tucci, Porto e Barros (1995), para concreto) e da geometria do trecho da macrodrenagem dos canais projetados;

Dessa forma, o tempo de concentração total de cada microbacia foi calculado através da soma de t_1 , t_2 , t_3 e t_4 , conforme (Equação 32.

$$tc = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (\text{Equação 32})$$

Onde os tempos t_1 , t_2 e t_3 seguem a metodologia que foi apresentada item (c), do tópico 4.2.2.

d) Duração da chuva

Sendo a área total estudada de 1,37 km², a bacia é considerada pequena e as chuvas convectivas são as principais causadoras de problemas de inundação para pequenas bacias urbanas, segundo Tucci, Porto e Barros (1995). A duração usual das chuvas convectivas é de 2 horas (TUCCI, 2005).

Dessa forma, foi adotada como 2 horas a duração da chuva de projeto.

e) Chuva de projeto

Foi calculada a intensidade da chuva de projeto para cada uma das 16 microbacias, a partir Equação de Sarmento (1985) (Equação 14), período de retorno de 25 anos. A duração da chuva é superior ao tempo de concentração da bacia, o que garante que toda bacia contribua para a seção de interesse: o ponto de entrega no rio da Draga.

f) Cálculo das vazões

- Vazão de pico do escoamento superficial

Para cada microbacia foi calculada a vazão de pico que contribui para a rede de macrodrenagem. Segundo Tucci, Porto e Barros (1995), Silveira (1998) e Pruski, Brandão e Silva (2004), devido a área total estudada ser inferior a 2 km², a aplicação do método Racional apresenta bons resultados. A metodologia utilizada para o cálculo da vazão de pico foi a mesma utilizada no estudo de microdrenagem, apresentada no item (e) do tópico 4.2.2.

- Vazão Resultante

A vazão resultante, sendo aquela que escoar superficialmente, foi calculada como o abatimento da vazão drenada pela base permeável pela vazão de pico do escoamento superficial, calculada pelo método Racional.

A metodologia utilizada para o cálculo da vazão resultante foi a mesma utilizada no estudo de microdrenagem, apresentada no item (e) do tópico 4.2.2.

4.2.3.3 Dimensionamento mecânico da base

Ressalta-se que não foi objeto de estudo, mas segundo apresentado no tópico 3.3.2.5 deve possuir altura mínima de 15 cm.

4.2.3.4 Dimensionamento hidráulico da base

Foram adotados os mesmos critérios utilizados no estudo de microdrenagem, apresentados no item 4.2.2.

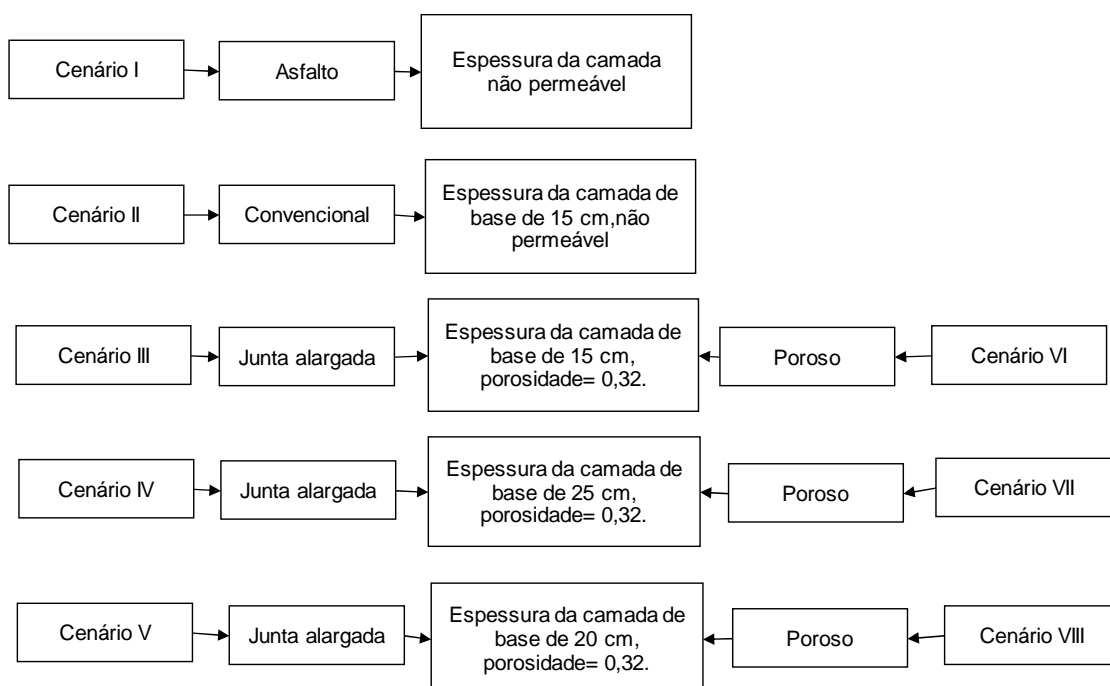
4.2.3.5 Sistema convencional de macrodrenagem

Todos os cenários consideram o mesmo traçado e mesmas dimensões da rede de macrodrenagem, apresentados na Tabela 2, pois o objetivo é comparar as vazões de pico dos diferentes cenários que chegam ao rio da Draga.

4.2.3.6 Construção dos cenários

Optou-se por variar apenas as alturas da base permeável para a discussão no presente estudo. Assim, foram traçados os seguintes cenários apresentados pela Figura 28 apresenta o fluxograma dos cenários da macrodrenagem.

Figura 28 – Fluxograma Cenários macrodrenagem.



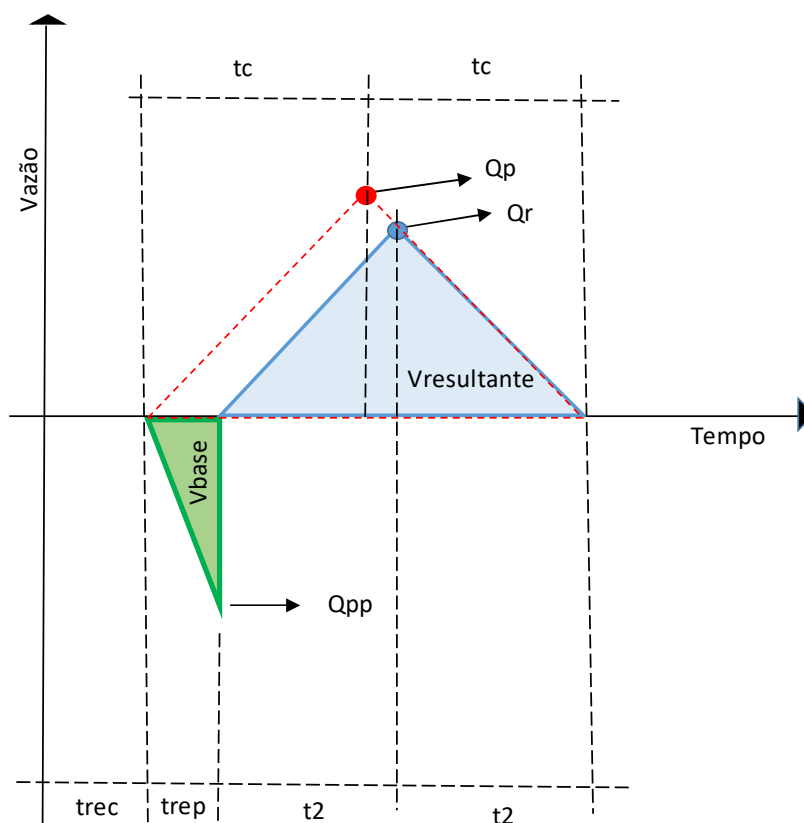
Fonte: o Autor (2020)

4.2.3.7 Hidrograma resultante na seção de controle

Baseado em Ballard *et al.* (2015) e Wang e Wang (2018), o uso do pavimento permeável em uma determinada bacia, e a premissa de que o escoamento superficial só se inicia depois que a estrutura permeável estiver com todos os seus poros preenchidos de água, faz com que o tempo do início do escoamento superficial ocorra de maneira distinta em pontos diferentes da bacia. Portanto, se faz necessário o cálculo do tempo de retardo provocado pela utilização dos pavimentos permeáveis, ou seja, o tempo de início do escoamento superficial, para cada uma das 16 microbacias da área de estudo do sistema de macrodrenagem.

Partindo das premissas de que: o volume que não escoou superficialmente foi infiltrado e que o escoamento superficial só se inicia depois que a estrutura permeável estiver com todos os seus poros preenchidos de água, foi desenvolvida a seguinte modificação do Método Racional, apresentada pela Figura 29.

Figura 29 – Adaptação do método Racional para sistemas urbanos de drenagem sustentáveis.



Fonte: Método Racional (1851) adaptado pelo autor (2020).

Onde:

- Q_p é a vazão de pico calculada pelo Método Racional.
- Q_r é a vazão resultante calculada através da (Equação 28);
- V_{base} é capacidade de reserva da base permeável (triângulo em verde). Com base nos conceitos do balanço hídrico, o V_{base} é calculado através da Equação 26, pois apesar de ser apresentada na Figura 29 como um triângulo, ao invés do trapézio hachurado da Figura 23, ela representa o volume abatido pelo uso do pavimento permeável, ou seja, a diferença de volume entre o hidrograma triangular do Método Racional (triângulo vermelho tracejado) pelo hidrograma resultante pelo uso dos pavimentos permeáveis (triângulo azul).
- $V_{resultante}$ é o volume resultante que escoa superficialmente (triângulo azul), calculado através da (Equação 24);
- t_2 é o tempo de base do $V_{resultante}$, calculado através da (Equação 27);
- T_{rec} é o tempo de concentração (percurso na rede de macrodrenagem) de cada microbacia em relação à seção de controle (o ponto de entrega no rio da Draga), considerando metodologia do item (c) do tópico 4.2.3 e a (Equação 32);
- T_{rep} : o tempo de retardo provocado pela utilização dos pavimentos permeáveis, encontrado a partir de semelhança de triângulo e apresentado pela (Equação 33).

$$t_{rep} = 2 \times (duração\ da\ chuva - t_2) \quad (Equação\ 33)$$

- Q_{pp} é a vazão na base permeável. Apresentada como um triângulo pois é crescente conforme a variação do tempo. A vazão é representada como negativa pois os valores positivos do gráfico representam o volume que de fato escoa superficialmente. Na presente modificação do Método Racional, o valor de Q_{pp} representa a altura do triângulo verde, podendo ser obtido seu valor através de geometria plana, com sendo:

$$Q_{pp} = 2 \times \frac{V_{base}}{t_{rep}} \quad (Equação\ 34)$$

O hidrograma da Figura 29 é esperado que ocorra no ponto de entrega (rio da Draga). Após se encontrar, para cada cenário, os 16 hidrogramas das microbacias, conforme metodologia descrita acima, foi feita a superposição destes, encontrando-se então um hidrograma resultante no ponto de entrega (rio da Draga) para cada cenário, possibilitando assim a comparação destes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta e discute os resultados do presente estudo. A seção 5.1 tratará dos resultados referentes à avaliação experimental do desempenho hidráulico dos pavimentos de concreto do tipo intertravados, enquanto a seção 5.2 tratará dos resultados quanto ao projeto de utilização dos pavimentos permeáveis em um sistema de drenagem urbana sustentável.

5.1 DESEMPENHO HIDRÁULICO DOS PAVIMENTOS DE BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADOS DOS TIPOS CONVENCIONAL, JUNTA ALARGADA E POROSO.

A construção dos módulos experimentais foi finalizada em 28 de fevereiro de 2019. Em novembro de 2019 foram realizados ensaios testes, a fim de realizar treinamento da simulação da chuva.

Em janeiro e fevereiro de 2020 foram realizados os primeiros ensaios, porém, devido a um período chuvoso e à pandemia de Covid-19, os ensaios foram paralisados, sendo retomados em julho. Foi nítida diferença da permeabilidade dos pavimentos estudados entre esses dois períodos e, apesar da quantidade de ensaios realizados em janeiro e fevereiro não ter sido significativa para ser aqui apresentados, foi nítida a mudança de comportamento dos pavimentos. Dessa forma, optou-se por apenas analisar os dados dos ensaios dos meses de julho e agosto de 2020

No Apêndice A são apresentadas as tabelas e hidrogramas com os resultados dos ensaios experimentais do pavimento convencional, junta alargada e poroso, tanto na condição seca quanto na condição úmida, das simulações das chuvas nas intensidades de 114 mm/h associada a duração de aproximadamente 15 minutos e 53mm/h associada a duração de aproximadamente 45 minutos, sobre os pavimentos permeáveis contendo os registros Tempo (min), Vol. prec. (litros), Vol. esc (litros), Vol. inf. (litros), Vol. dreno (litros), Q_{esc} . (mm/h), Q_{inf} . (mm/h), e Q_{dreno} . (mm/h).

As Tabelas Tabela 3 e Tabela 4 apresentam os resumos dos registros dos ensaios para condição da base seca e condição da base úmida, respectivamente.

Tabela 3 - Resultados dos ensaios na condição seca

| ENSAIO | Módulo | Chuva simulada | T | C | V_{prec.} | V_{esc. sup.} | V_{infil.} | V_{esc. subsup.} | V_{armaz.} |
|---|-------------------|-------------------------------|---------------|----------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Data | | | (anos) | | (litros) | (litros) | (litros) | (litros) | (litros) |
| I- Condição base seca (mínimo 72 horas após algum evento de chuva ou realização de ensaio) | | | | | | | | | |
| 1- 07/07/2020 | Convencional | 114 mm/h 00:15:45 hh:mm:ss | 25 | 0,54 | 120 | 65,02 | 54,98 | 0 | 54,98 |
| 2- 24/07/2020 | Convencional | 114 mm/h 00:15:49 hh:mm:ss | 25 | 0,43 | 120 | 51,72 | 68,28 | 0 | 68,28 |
| 3- 11/08/2020 | Convencional | 114 mm/h 00:15:50 hh:mm:ss | 25 | 0,38 | 120 | 45,98 | 74,02 | 0 | 74,02 |
| 4- 13/07/2020 | Convencional | 53 mm/h 00:45:06 hh:mm:ss | 5 | 0,47 | 160 | 75,68 | 84,32 | 0 | 84,32 |
| 5- 21/07/2020 | Convencional | 53 mm/h 00:45:35 hh:mm:ss | 5 | 0,37 | 160 | 59,00 | 101 | 0 | 101,00 |
| 6-06/08//2020 | Convencional | 53 mm/h 00:45:07 hh:mm:ss | 5 | 0,60 | 160 | 96,75 | 63,25 | 0 | 63,25 |
| 1- 09/07/2020 | Junta alargada | 114 mm/h 00:15:42 hh:mm:ss | 25 | 0,23 | 120 | 27,25 | 92,75 | 1,63 | 91,12 |
| 2- 06/08/2020 | Junta alargada | 114 mm/h 00:15:47 hh:mm:ss | 25 | 0,33 | 120 | 39,39 | 80,61 | 5,06 | 75,56 |
| 3- 21/08/2020 | Junta alargada | 114 mm/h 00:15:50 hh:mm:ss | 25 | 0,21 | 120 | 25,14 | 94,86 | 9,55 | 85,31 |
| 4- 24/07/2020 | Junta alargada | 53 mm/h 00:45:08 hh:mm:ss | 5 | 0,12 | 160 | 19,10 | 140,90 | 4,14 | 136,76 |
| 5- 11/08/2020 | Junta alargada | 53 mm/h 00:45:04 hh:mm:ss | 5 | 0,16 | 160 | 25,15 | 134,85 | 10,74 | 124,11 |
| 6- 18/08/2020 | Junta alargada | 53 mm/h 00:45:04 hh:mm:ss | 5 | 0,16 | 160 | 26,38 | 133,62 | 8,78 | 124,84 |
| 1- 09/07/2020 | Poroso | 114 mm/h 00:15:44 hh:mm:ss | 25 | 0 | 120 | 0 | 120 | 1,05 | 118,95 |
| 2- 21/07/2020 | Poroso | 114 mm/h 00:15:48 hh:mm:ss | 25 | 0 | 120 | 0 | 120 | 2,76 | 117,24 |
| 3- 18/08/2020 | Poroso | 114 mm/h 00:15:45 hh:mm:ss | 25 | 0 | 120 | 0 | 120 | 1,50 | 118,50 |
| 4- 13/07/2020 | Poroso | 53 mm/h 00:45:28 hh:mm:ss | 5 | 0 | 160 | 0 | 160 | 0,72 | 159,28 |
| 5- 27/07/2020 | Poroso | 53 mm/h 00:45:23 hh:mm:ss | 5 | 0 | 160 | 0 | 160 | 1,43 | 158,57 |
| 6- 21/08/2020 | Poroso | 53 mm/h 00:45:12 hh:mm:ss | 5 | 0 | 160 | 0 | 160 | 0,82 | 159,18 |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 4- Resultados dos ensaios na condição úmida.

| ENSAIO Data | Módulo | Chuva simulada | T (anos) | C | V _{prec.} (litros) | V _{esc. sup.} (litros) | V _{infiltr.} (litros) | V _{esc. subsup.} (litros) | V _{armaz.} (litros) |
|---|-------------------|-------------------------------|-------------|------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| II- Condição base úmida (1 hora após a realização de ensaio na Condição I) | | | | | | | | | |
| 1- 07/07/2020 | Convencional | 114 mm/h 00:15:44 hh:mm:ss | 25 | 0,66 | 120 | 79,28 | 40,72 | 0 | 40,72 |
| 2- 24/07/2020 | Convencional | 114 mm/h 00:15:50 hh:mm:ss | 25 | 0,48 | 120 | 57,88 | 62,12 | 0 | 62,12 |
| 3- 11/08/2020 | Convencional | 114 mm/h 00:15:48 hh:mm:ss | 25 | 0,45 | 120 | 53,56 | 66,44 | 0 | 66,44 |
| 4- 13/07/2020 | Convencional | 53 mm/h 00:44:40 hh:mm:ss | 5 | 0,45 | 160 | 71,43 | 88,57 | 0 | 88,57 |
| 5- 21/07/2020 | Convencional | 53 mm/h 00:44:40 hh:mm:ss | 5 | 0,41 | 160 | 65,13 | 94,87 | 0 | 94,87 |
| 6- 06/08//2020 | Convencional | 53 mm/h 00:44:53 hh:mm:ss | 5 | 0,58 | 160 | 92,11 | 67,89 | 0 | 67,89 |
| 1- 09/07/2020 | Junta alargada | 114 mm/h 00:15:45 hh:mm:ss | 25 | 0,30 | 120 | 35,41 | 84,59 | 3,04 | 81,55 |
| 2- 06/08/2020 | Junta alargada | 114 mm/h 00:15:50 hh:mm:ss | 25 | 0,38 | 120 | 45,26 | 74,74 | 5,69 | 69,05 |
| 3- 21/08/2020 | Junta alargada | 114 mm/h 00:15:50 hh:mm:ss | 25 | 0,31 | 120 | 37,72 | 82,28 | 15,72 | 66,56 |
| 4- 24/07/2020 | Junta alargada | 53 mm/h 00:44:59 hh:mm:ss | 5 | 0,23 | 160 | 36,97 | 123,03 | 8,69 | 114,34 |
| 5- 11/08/2020 | Junta alargada | 53 mm/h 00:45:07 hh:mm:ss | 5 | 0,22 | 160 | 35,46 | 124,54 | 30,83 | 93,71 |
| 6- 18/08/2020 | Junta alargada | 53 mm/h 00:45:04 hh:mm:ss | 5 | 0,26 | 160 | 41,3 | 118,7 | 21,98 | 96,72 |
| 1- 09/07/2020 | Poroso | 114 mm/h 00:15:52 hh:mm:ss | 25 | 0 | 120 | 0 | 120 | 2,19 | 117,81 |
| 2- 21/07/2020 | Poroso | 114 mm/h 00:15:48 hh:mm:ss | 25 | 0 | 120 | 0 | 120 | 3,90 | 116,10 |
| 3- 18/08/2020 | Poroso | 114 mm/h 00:15:48 hh:mm:ss | 25 | 0 | 120 | 0 | 120 | 2,22 | 117,78 |
| 4- 13/07/2020 | Poroso | 53 mm/h 00:45:15 hh:mm:ss | 5 | 0 | 160 | 0 | 160 | 3,71 | 156,29 |
| 5- 27/07/2020 | Poroso | 53 mm/h 00:45:12 hh:mm:ss | 5 | 0 | 160 | 0 | 160 | 2,35 | 157,65 |
| 6- 21/08/2020 | Poroso | 53 mm/h 00:45:12 hh:mm:ss | 5 | 0 | 160 | 0 | 160 | 5,68 | 154,32 |

Fonte: o Autor (2020)

Nos tópicos de 5.1.1 a 5.1.5 serão apresentados os resultados de: volumes totais do escoamento superficial, análise dos tempos de início e término do escoamento superficial e subsuperficiais, análise do escoamento superficial, análise da infiltração e análise do CN's encontrados.

Os resultados foram comparados com pesquisas semelhantes, porém não foram encontrados estudos que utilizaram blocos de concretos com junta alargada com as mesmas características geométricas do bloco utilizado no presente estudo. Os pavimentos que mais se assemelharam foram os usados por o Pratt (1990), Bean, Hunt e Bildesapach (2007) e Angullo *et al.* (2008), que eram blocos de concreto com juntas que permitiam a infiltração, sendo mais semelhantes ao bloco de junta alargada do que o bloco de concreto vazado.

Nas Tabelas 5 a 16 são apresentados os seguintes parâmetros:

- n: número de amostras
- Média: média entre as amostras dos volumes totais de cada pavimento para cada condição da base e chuva simulada.
- DP: Desvio padrão entre as amostras dos volumes totais de cada pavimento para cada condição da base e chuva simulada.
- CV: Coeficiente de variação entre as amostras dos volumes totais de cada pavimento para cada condição da base e chuva simulada. Quanto menor o valor de CV, mais homogênea é a mostra, ou seja, menor a variação das médias entre os grupos. CV menor do que 0,2 considera-se uma amostra homogênea

5.1.1 Análise dos volumes totais do escoamento superficial e do escoamento subsuperficial

As Tabelas 5, 6, 7 e 8 apresentam os resultados quanto aos volumes totais do escoamento superficial e subsuperficial gerados.

Tabela 5- Volume total dos escoamentos (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min)

| Pavimento | n | Média (litros) | DP | CV |
|---|----------|-----------------------|-----------|-----------|
| Volume total escoamento superficial | | | | |
| Convencional | 3 | 54,24 | 7,97 | 0,15 |
| Junta alargada | 3 | 30,59 | 6,28 | 0,21 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |
| Volume total escoamento subsuperficial | | | | |
| Convencional | 3 | 0,00 | - | - |
| Junta alargada | 3 | 5,41 | 3,24 | 0,60 |
| Poroso | 3 | 1,77 | 0,72 | 0,41 |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 6- Volume total dos escoamentos (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.)

| Pavimento | n | Média (litros) | DP | CV |
|---|----------|-----------------------|-----------|-----------|
| Volume total escoamento superficial | | | | |
| Convencional | 3 | 77,14 | 15,45 | 0,20 |
| Junta alargada | 3 | 23,54 | 3,18 | 0,14 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |
| Volume total escoamento subsuperficial | | | | |
| Convencional | 3 | 0,00 | - | - |
| Junta alargada | 3 | 7,89 | 2,77 | 0,35 |
| Poroso | 3 | 0,99 | 0,31 | 0,32 |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 7- Volume total dos escoamentos (Condição da base: úmida, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.)

| Pavimento | n | Média (litros) | DP | CV |
|---|----------|-----------------------|-----------|-----------|
| Volume total escoamento superficial | | | | |
| Convencional | 3 | 63,57 | 11,25 | 0,18 |
| Junta alargada | 3 | 39,46 | 4,21 | 0,11 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |
| Volume total escoamento subsuperficial | | | | |
| Convencional | 3 | 0,00 | - | - |
| Junta alargada | 3 | 8,15 | 5,46 | 0,67 |
| Poroso | 3 | 2,77 | 0,80 | 0,29 |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 8- Volume total dos escoamentos (Condição da base: úmida, Chuva simulada de aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.)

| Pavimento | n | Média (litros) | DP | CV |
|---|---|----------------|-------|------|
| Volume total escoamento superficial | | | | |
| Convencional | 3 | 76,22 | 11,52 | 0,15 |
| Junta alargada | 3 | 37,91 | 2,48 | 0,07 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |
| Volume total escoamento subsuperficial | | | | |
| Convencional | 3 | 0 | - | - |
| Junta alargada | 3 | 20,50 | 9,10 | 0,44 |
| Poroso | 3 | 3,91 | 1,37 | 0,35 |

Fonte: o Autor (2020)

O pavimento poroso não apresentou nenhum escoamento superficial em nenhum ensaio, como apresentado nas Tabelas 3 e 4. Este resultado já era o esperado, conforme discutido por Araújo, Tucci e Golfenfum (2000), diferentes superfícies geram diferentes escoamentos superficiais e isso se reflete no balanço hídrico, ou seja, quanto maior a infiltração, menor a parcela que se escoam superficialmente.

Suda *et al.* (1988) ao estudar o pavimento permeável num módulo experimental laboratorial de 4 m², utilizando o bloco de concreto poroso, 20% a mais de vazios do que o convencional utilizado, inclinação de 2% e com chuvas simulada de 50mm/h durante 30 minutos, também não obteve escoamento superficial gerado pelo pavimento poroso.

Nota-se que nas Tabelas 5, 6, 7 e 8, os coeficientes de variação dos volumes dos escoamentos superficiais obtidos ficaram abaixo ou muito próximo de 0,20, nunca ultrapassando o valor 0,21, o que mostra a homogeneidade das amostras dentro do próprio grupo.

O pavimento convencional não apresentou nenhum escoamento subsuperficial em nenhum dos ensaios realizados neste estudo, como mostram as Tabelas 3 e 4. Não foram observadas homogeneidade nos volumes obtidos a partir dos escoamentos subsuperficiais dos pavimentos de junta alargada e poroso, ficando os coeficientes de variação acima de 0,30. Essa falta de homogeneidade, possivelmente é explicada, pela complexidade do próprio processo de infiltração que envolve a quantidade de água para infiltrar, a natureza do material que sofre a infiltração, as condições da

superfície e quantidade de ar e água presentes no interior do material que sofre a infiltração (TUCCI, 2005).

Segundo os estudos de Schlüter, Spitzer e Jefferies (2012) e Collins, Hunt e Hathaway (2007) a umidade antecedente influencia diretamente na dinâmica de um pavimento permeável, ocasionando a variação do escoamento, infiltração e tempo de retardo. Como a umidade não foi monitorada no presente estudo, não foi possível fazer uma relação entre o volume do escoamento subsuperficial e a umidade da base permeável.

Os volumes do escoamento superficial apresentados nas Tabelas 5, 6, 7 e 8, apresentaram diferença entre as médias dos pavimentos. Na simulação com intensidade de aproximadamente 53mm/h, duração de 45 minutos, condição seca (Tabela 6), o pavimento de junta alargada apresentou menores volumes escoados superficialmente, situação discutida por Wess *et al.* (2017), que quanto menor a intensidade da chuva, maior a infiltração e conseqüentemente menor o escoamento superficial. Bean, Hunt e Bildesapach (2004) e Angullo *et al.* (2008) encontraram que pavimentos que se assemelham ao pavimento de junta alargada, com uma inclinação de 2%, tiveram 81% de infiltração de uma chuva de 50 mm/h e 90% de uma chuva de 25 mm/h, atestando que a infiltração aumenta com a diminuição da intensidade da chuva.

Já o pavimento convencional apresentou maiores volumes escoados superficialmente, apresentados nas Tabelas 5, 6, 7 e 8, o que também já era esperado de acordo com os estudos realizados por Araújo, Tucci e Golfenfum (2000), Alessi, Kokot e Gomes (2006) e Castro (2011), que utilizaram o bloco de concreto intertravado convencional em suas respectivas pesquisas e tiveram como resultados os maiores volumes escoados em comparação aos blocos permeáveis.

Para o escoamento subsuperficial foi observada uma diminuição notável entre os volumes coletados no pavimento poroso nos ensaios preliminares (que não foram apresentados neste trabalho, realizados em novembro de 2019, janeiro e fevereiro de 2020) para os volumes coletados em julho e agosto de 2020. Visivelmente os volumes subsuperficiais obtidos no pavimento poroso eram os maiores dentre os volumes coletados dos 3 tipos de pavimento. Uma possível causa deste comportamento é discutida por Balbo (2020): o carreamento de partículas sólidas para a base

permeável, ocasiona o entupimento dos drenos subsuperficiais corrugados (em seu entorno externo) eliminando paulatinamente sua funcionalidade. Os módulos experimentais são localizados em um pátio industrial e, apesar de não existir tráfego diretamente nos módulos, existe uma grande movimentação de máquinas, carros e caminhões além da presença de partículas sólidas decorrentes das matérias primas da construção de pré-moldados de concreto, e que nos meses de fevereiro e março ocorreram chuvas intensas onde os módulos estão localizados, tendo assim, indícios de que pode ter ocorrido o fenômeno de colmatação da base descrito anteriormente.

Dessa maneira, não foram feitas análises quanto aos volumes do escoamento subsuperficial, devido essa incoerência dos dados, pois o escoamento do pavimento poroso, nas Tabelas 5, 6, 7 e 8, foram menores do que o escoamento do pavimento de junta alargada quando se esperava o contrário, já que no pavimento poroso não ocorreu escoamento superficial e toda o volume de chuva simulado se infiltrou no pavimento.

5.1.2 Análise dos tempos de início e término do escoamento superficial e subsuperficial

As Tabelas 9, 10, 11 e 12 apresentam os resultados quanto aos tempos totais do escoamento superficial e subsuperficial gerados.

Tabela 9- Início e término dos escoamentos superficial e subsuperficial (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.)

| Pavimento | n | Média (min.) | DP | CV |
|---|---|--------------|-------|-------|
| Início do escoamento superficial, em minutos | | | | |
| Convencional | 3 | 1,22 | 0,48 | 0,39 |
| Junta Alargada | 3 | 1,33 | 0,30 | 0,22 |
| Término do escoamento superficial, em minutos | | | | |
| Convencional | 3 | 17,33 | 0,47 | 0,03 |
| Junta Alargada | 3 | 17,33 | 0,24 | 0,01 |
| Início do escoamento subsuperficial, em minutos | | | | |
| Convencional | 3 | 7,62 | 4,00 | 0,52 |
| Junta Alargada | 3 | 11,84 | 0,94 | 0,08 |
| Término do escoamento subsuperficial, em minutos | | | | |
| Convencional | 3 | 24,17 | 1,31 | 0,05 |
| Junta Alargada | 3 | 20,50 | 20,50 | 20,50 |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 10- Início e término dos escoamentos superficial e subsuperficial (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.)

| Pavimento | n | Média (min.) | DP | CV |
|---|---|--------------|------|------|
| Início do escoamento superficial, em minutos | | | | |
| Convencional | 3 | 1,68 | 0,01 | 0,01 |
| Junta Alargada | 3 | 2,86 | 0,48 | 0,17 |
| Término do escoamento superficial, me minutos | | | | |
| Convencional | 3 | 46,83 | 0,85 | 0,02 |
| Junta Alargada | 3 | 49,50 | 1,41 | 0,03 |
| Início do escoamento subsuperficial, em minutos | | | | |
| Junta Alargada | 3 | 23,31 | 6,07 | 0,26 |
| Poroso | 3 | 25,92 | 1,82 | 0,07 |
| Término do escoamento subsuperficial, em minutos | | | | |
| Junta Alargada | 3 | 51,17 | 1,25 | 0,02 |
| Poroso | 3 | 48,00 | 0,71 | 0,01 |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 11- Início e término dos escoamentos superficial e subsuperficial (Condição da base: úmida, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.)

| Pavimento | n | Média (min.) | DP | CV |
|---|---|--------------|------|------|
| Início do escoamento superficial, em minutos | | | | |
| Convencional | 3 | 0,90 | 4,00 | 0,52 |
| Junta Alargada | 3 | 1,47 | 0,94 | 0,08 |
| Término do escoamento superficial, em minutos | | | | |
| Convencional | 3 | 18,50 | 0,30 | 0,34 |
| Junta Alargada | 3 | 18,50 | 0,27 | 0,18 |
| Início do escoamento subsuperficial, em minutos | | | | |
| Junta Alargada | 3 | 4,88 | 1,85 | 0,38 |
| Poroso | 3 | 7,75 | 0,62 | 0,08 |
| Término do escoamento subsuperficial, em minutos | | | | |
| Junta Alargada | 3 | 25,33 | 3,77 | 0,15 |
| Poroso | 3 | 22,00 | 1,87 | 0,09 |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 12- Início e término dos escoamentos superficial e subsuperficial (Condição da base: úmida, Chuva simulada de aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.)

| Pavimento | n | Média (min.) | DP | CV |
|---|---|--------------|------|------|
| Início do escoamento superficial, em minutos | | | | |
| Convencional | 3 | 1,55 | 0,05 | 0,03 |
| Junta Alargada | 3 | 2,30 | 0,11 | 0,05 |
| Término do escoamento superficial, em minutos | | | | |
| Convencional | 3 | 47,50 | 0,41 | 0,01 |
| Junta Alargada | 3 | 49,50 | 0,24 | 0,00 |
| Início do escoamento subsuperficial, em minutos | | | | |
| Junta Alargada | 3 | 9,14 | 1,07 | 0,12 |
| Poroso | 3 | 17,10 | 1,81 | 0,11 |
| Término do escoamento subsuperficial, em minutos | | | | |
| Junta Alargada | 3 | 51,67 | 2,36 | 0,05 |
| Poroso | 3 | 49,17 | 1,31 | 0,03 |

Fonte: o Autor (2020)

No geral, nas Tabelas 9,10,11 e 12, as amostras se apresentaram homogêneas. A não homogeneidade apresentada para o início do escoamento superficial do pavimento convencional, para chuva simulada de 114mm/h com duração aproximada de 45 minutos (Tabelas 9 e 11), se deve à existência de colmatação entre as juntas do pavimento nos primeiros ensaios, porém a repetição dos ensaios fez com que se as juntas fossem se reabrindo aos poucos, aumentando assim a infiltração e o tempo do início do escoamento superficial.

Outras amostras que não apresentaram homogeneidade, apresentadas nas Tabelas 9,10,11 e 12, entre os grupos estudados foram os tempos de início do escoamento subsuperficial do pavimento de junta alargada. Essa falta de homogeneidade pode ser explicada, possivelmente, pelas variáveis que interferem no escoamento subsuperficial, principalmente a umidade, que não foi monitorada neste estudo.

Todos os ensaios apresentaram os tempos de início próximos ao início da simulação da chuva para o pavimento convencional e junta alargada, não tendo ultrapassado em nenhum ensaio o tempo de 3 minutos após o início da simulação, como pode ser verificado nas Tabelas 3 e 4. Mesmo assim, o pavimento convencional iniciou o escoamento superficial, no mínimo, 48% mais rápido do que o pavimento de junta alargada, para chuva simulada de 114mm/h com duração aproximada de 15 minutos em ambas condições de umidade da base (Tabelas 9 e 11), indicando que, para

chuvas de maiores intensidades, a maior infiltração permitida pelo pavimento de junta alargada reflete num tempo maior para o início do escoamento superficial, sendo este mais eficiente do que o convencional, sob este ponto analisado.

No estudo de Araújo, Tucci e Golfenfum (2000), o escoamento superficial em blocos de concreto intertravado ocorreu mais rapidamente para chuva simulada entre 110mm/h, em módulo experimental de 1m², do que nas outras superfícies estudadas (solo compactado, paralelepípedo, bloco de concreto vazado e concreto poroso), tendo os autores estudado somente a superfície, não tendo feito o estudo do pavimento sobre uma base permeável. No estudo de Alessi, Kokot e Gomes (2006), o início do escoamento superficial no bloco de concreto convencional foi ligeiramente mais rápido do que o do asfalto poroso para chuvas com intensidades maiores do que 120 mm/h, duração e 15 minutos, também realizado em módulo experimental de 1m². No estudo de Castro (2011), o escoamento superficial se inicia por volta de 30 segundos em ensaio no pavimento de bloco de concreto convencional, enquanto em superfícies como concreto poroso e bloco de concreto vazado, se iniciam em 10 e 5 minutos, respectivamente, para intensidade de chuva de 180 mm/h e durante 15 minutos em módulo experimental de 3,2 m².

Quanto aos termos dos escoamentos superficiais, em nenhuma condição a diferença foi significativa entre o pavimento convencional e o de junta alargada, conforme apresentado nas Tabelas 9,10,11 e 12, sendo que os escoamentos cessaram alguns minutos após o término das simulações da chuva.

Os tempos de início do escoamento subuperficial do poroso e o de junta alargada, apresentados nas Tabelas 9,10 e 11, devem-se ao fato de que se o pavimento poroso permitiu a infiltração completa das chuvas simuladas, é lógico pensar que o início do escoamento subuperficial ocorreu primeiro no pavimento poroso. A exceção do comportamento observado acima foi para a condição úmida para chuvas de 53 mm/h e duração de aproximadamente 45 minutos (Tabela 12), que não apresentou diferença significativa, sendo esse resultado, possivelmente, influência dos volumes de água armazenados na base do pavimento em decorrência ao ensaio na condição seca, ou seja, da umidade antecedente já discutida anteriormente no item 5.1.1.

Quanto ao tempo de término do escoamento subsuperficial, apresentados nas Tabelas 9,10,11 e 12, foram observados tempos maiores para o pavimento junta alargada do que para o poroso, comportamento justificado pelo atraso no início do escoamento subsuperficial discutido no parágrafo anterior.

Os tempos de início de escoamento superficial revela que, para as chuvas simuladas, os pavimentos convencionais e de junta alargada apresentaram um comportamento de infiltração que seguiu o processo Hortoniano, pois o escoamento se iniciou apenas alguns minutos após o início da chuva, quando a intensidade da chuva superou a capacidade de infiltração dos pavimentos. Já no pavimento poroso, não houve escoamento superficial, o que indica que só haveria escoamento assim que toda a camada reservatório estivesse preenchida, caracterizando assim um processo Dunniano.

5.1.3 Análise do escoamento superficial

A análise do escoamento superficial foi feita com base no coeficiente de escoamento volumétrico (volume escoado superficialmente dividido pelo volume total precipitado) e no coeficiente de escoamento superficial do Método Racional.

As Tabelas 13, 14, 15 e 16 apresentam os resultados.

Como não existiu escoamento superficial no pavimento poroso, em nenhum ensaio de nenhuma condição estudada, tanto o coeficiente de escoamento volumétrico quanto o C do método Racional tiveram resultados iguais a 0.

Tabela 13- Coeficientes do escoamento superficial (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.)

| Pavimento | n | Média | DP | CV |
|--|---|-------|------|------|
| Coeficiente (Vesc. sup./Vprec.) | | | | |
| Convencional | 3 | 0,45 | 0,07 | 0,15 |
| Junta Alargada | 3 | 0,25 | 0,05 | 0,21 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |
| C do método Racional | | | | |
| Convencional | 3 | 0,63 | 0,10 | 0,16 |
| Junta Alargada | 3 | 0,41 | 0,06 | 0,14 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 14- Coeficientes do escoamento superficial (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.)

| Pavimento | n | Média | DP | CV |
|--|---|-------|------|------|
| Coeficiente (Vesc. sup./Vprec.) | | | | |
| Convencional | 3 | 0,48 | 0,10 | 0,20 |
| Junta Alargada | 3 | 0,15 | 0,02 | 0,14 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |
| C do Método Racional | | | | |
| Convencional | 3 | 0,71 | 0,13 | 0,18 |
| Junta Alargada | 3 | 0,27 | 0,02 | 0,09 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 15- Coeficientes do escoamento superficial (Condição da base: úmida, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.)

| Pavimento | n | Média | DP | CV |
|--|---|-------|------|------|
| Coeficiente (Vesc. sup./Vprec.) | | | | |
| Convencional | 3 | 0,53 | 0,09 | 0,18 |
| Junta Alargada | 3 | 0,33 | 0,04 | 0,11 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |
| C do Método Racional | | | | |
| Convencional | 3 | 0,74 | 0,14 | 0,19 |
| Junta Alargada | 3 | 0,41 | 0,01 | 0,02 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 16- Coeficientes do escoamento superficial (Condição da base: úmida, Chuva simulada de aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.)

| Pavimento | n | Média | DP | CV |
|--|---|-------|------|------|
| Coeficiente (Vesc. sup./Vprec.) | | | | |
| Convencional | 3 | 0,48 | 0,07 | 0,15 |
| Junta Alargada | 3 | 0,24 | 0,02 | 0,07 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |
| C do Método Racional | | | | |
| Convencional | 3 | 0,72 | 0,04 | 0,06 |
| Junta Alargada | 3 | 0,39 | 0,04 | 0,10 |
| Poroso | 3 | 0,00 | - | - |

Fonte: o Autor (2020)

O coeficiente volumétrico e o coeficiente de escoamento do Método Racional, das Tabelas 13, 14, 15 e 16, apresentaram valores dos coeficientes de variação dentro

dos próprios grupos, abaixo ou muito próximo de 0,20, nunca ultrapassando o valor 0,21, o que mostra a homogeneidade das amostras.

Para todas as condições estudadas das Tabelas 13, 14, 15 e 16, os coeficientes volumétricos e coeficiente de escoamento do método Racional, apresentou-se que uma diferença existe entre os 3 tipos de pavimentos estudados.

O pavimento de junta alargada apresentou valores médios do coeficiente de escoamento do método Racional e do coeficiente volumétrico, para as mesmas condições de umidade da base e intensidade de chuva simulada, no mínimo 65% menores do que os valores do pavimento convencional.

A seguir serão comparados os resultados dos coeficientes de escoamento volumétricos encontrados no presente estudo com pesquisas semelhantes. Ressalta-se que cada pesquisa possui condições particulares, sendo assim, não se busca aqui uma comparação direta entre os tipos de revestimento ou pesquisas entre si, e sim, uma discussão sobre os resultados.

A Tabela 17 apresenta resultados de pesquisas que estudaram o coeficiente de escoamento volumétrico do bloco de concreto intertravado do tipo convencional.

Tabela 17- Pesquisas que estudaram o coeficiente volumétrico do bloco de concreto intertravado do tipo convencional.

| Pesquisa | Chuva | Duração (min) | Coeficiente volumétrico (Vesc. sup./ Vprec.) |
|----------------------------------|--------------------|----------------------|---|
| Araújo, Tucci e Golfenfum (2000) | Simulada 116 mm/h | 10 | 0,78 |
| Alessi, Kokot e Gomes (2006) | Simulada 118 mm/h | 15 | 0,47 |
| Alessi, Kokot e Gomes (2006) | Simulada 65,9 mm/h | 12,5 | 0,41 |
| Castro (2011) | Simulada 69 mm/h | 45 | 0,33 |

Fonte: o Autor (2020)

Os valores dos coeficientes volumétricos encontrados no presente estudo, apresentados nas Tabelas 13, 14, 15 e 16, ficaram entre 0,45 e 0,53 enquanto os valores encontrados na revisão bibliográfica variaram entre 0,33 e 0,78 (Tabela 17). A pesquisa de Araújo, Tucci e Golfenfum (2000), que apresentou um resultado de 0,78, estudou somente a superfície, não montando nenhuma camada permeável

abaixo desta, o que interfere diretamente no escoamento superficial (PRATT, 1990). Assim, é coerente o resultado do coeficiente de escoamento volumétrico da pesquisa de Araújo, Tucci e Golfenfum (2000) possuir o maior valor. As demais pesquisas comparadas, também apresentadas na Tabela 17, possuíam condições mais semelhantes às do presente estudo, e isso se refletiu nos resultados apresentados nas Tabelas 13, 14, 15 e 16.

A Tabela 18 apresenta resultados de pesquisas que estudaram o coeficiente volumétrico para pavimentos permeáveis com juntas alargadas.

Tabela 18- Pesquisas que estudaram o coeficiente volumétrico de superfícies porosas.

| Pesquisa | Revestimento | Chuva | Coeficiente volumétrico (Vesc. sup./ Vprec.) |
|---------------------------------|---|--|---|
| Angullo <i>et al.</i> (2008) | Pavimento permeável com juntas | Simulada laboratório acima de chuvas acima de 100 mm/h | Maiores que 0,50 |
| Angullo <i>et al.</i> (2008) | Pavimento permeável com juntas | Simulada laboratório acima de chuvas acima de 25 mm/h | 0,10 |
| Bean, Hunt e Bildesapach (2007) | Pavimento permeável através das juntas, base permeável com 85 cm de espessura | Eventos monitorados maiores do que 50mm por dia | 0,00 |
| Pratt (1990) | Pavimento permeável através das juntas | Monitorada 80,5 mm total mensal | 0,63 |

Fonte: o Autor (2020)

Os valores encontrados, nas Tabelas 13, 14, 15 e 16, para o escoamento volumétrico do pavimento de concreto intertravado com junta alargada variaram de 0,15 a 0,33. A diferença geométrica dos pavimentos reflete diretamente na capacidade de infiltração dos mesmos (ARAÚJO, TUCCI E GOLFENFUM, 2000), e isso é facilmente observado nos resultados da Tabela 21, onde o coeficiente volumétrico de escoamento variou entre 0 e 0,63. A pesquisa de Bean, Hunt e Bildesapach (2007) e Angullo *et al.* (2008), sugerem que quando projetado para atender às chuvas de baixa intensidade, o pavimento com juntas alargadas pode ser tão eficiente quanto o pavimento poroso, fato que também foi observado no presente estudo e discutido no item 5.1.1.

A Tabela 19 apresenta resultados de pesquisas que estudaram o coeficiente volumétrico de superfícies porosas.

Tabela 19- Pesquisas que estudaram o coeficiente volumétrico de superfícies porosas.

| Pesquisa | Revestimento | Chuva | Duração (min) | Coeficiente volumétrico (Vesc. sup./Vprec.) |
|----------------------------------|---|---|----------------------------------|--|
| Suda (1988) | Blocos intertravados de concreto poroso | Simulada 50 mm/h | 30 | 0 |
| Araújo, Tucci e Golfenfum (2000) | Pavimento de concreto poroso 15 cm espessura | Simulada 116 mm/h | 10 | 0,01 |
| Acioli (2005) | Asfalto poroso | Monitorada variou entre 0,6 mm/h e 16mm/h | Variando entre 57 min e 42 horas | 0,05 |
| Bean, Hunt e Bildesapach (2007) | Pavimento de concreto poroso com 20 cm de espessura | Eventos monitorados menores do que 50mm por dia | Variadas | 0 |
| Castro (2011) | Placas de concreto poroso | Simulada 180 mm/h | 15 | 0,06 |
| Pinto (2011) | Bloco de concreto poroso | Monitorada 73mm acumulado | Evento de 2 horas e 10 minutos | 0,48 |
| Pinto (2011) | Bloco de concreto poroso | Monitorada 42mm acumulado | Evento de 2 horas e 10 minutos | 0,14 |
| Castro (2015) | Asfalto poroso | Simulada acima de 200 mm/h | Variando de 10 a 60 minutos | 0,02 |

Fonte: o Autor (2020)

Nos resultados do presente estudo (Tabelas 13, 14, 15 e 16) as chuvas simuladas não geraram escoamento superficial volumétrico para o pavimento de concreto intertravado do tipo poroso. A maioria das pesquisas que estudaram superfícies porosas obtiverem coeficiente de escoamento volumétrico bem próximo de 0, conforme apresentado na Tabela 19. A exceção é a pesquisa de Pinto (2011), que obteve o resultado de 0,48 para um evento monitorado que acumulou o volume de 73mm de chuva em 2 horas e 10 minutos, onde a autora relatou que, na ocasião, a chuva excedeu a capacidade de infiltração do pavimento permeável de concreto intertravado do tipo poroso. Outra observação sobre a pesquisa de Pinto (2011) é a diferença entre os coeficientes de escoamento volumétrico com diferentes eventos:

enquanto uma chuva com 73mm em 2 horas e 10 minutos o coeficiente foi de 0,48, para um evento de chuva de 42mm em 2 horas e 10 minutos o coeficiente foi de 0,14, o que atesta que a capacidade de amortecimento diminui com o aumento do período de retorno associada a chuva.

Quanto ao coeficiente C do Método Racional para o pavimento com blocos convencionais, os resultados encontrados variaram entre 0,63 e 0,74, apresentados nas Tabelas 13, 14, 15 e 16, muito próximos aos valores de Alessi, Kokot e Gomes (2006), que encontraram o valor de 0,73 para chuva de intensidade 118 mm/h e duração 15 minutos e 0,71 para chuva de intensidade 65,9 mm/h e duração de 12,5 minutos (Tabela 19). O Manual de drenagem urbana da SUDERHSA (2002), recomenda o uso do valor de 0,78 para superfícies de blocos de concreto, numa faixa de variação de 0,70 – 0,89. Para pavimentos de asfalto, o recomendado pela ASCE (1969) *apud* Tucci, Porto e Barros (1995), para períodos de retorno de 5 a 10 anos, varia entre 0,70 – 0,95, tendo um valor esperado de 0,83. Espera-se que pavimentos com blocos convencionais apresentem uma taxa de infiltração maior do que o asfalto, apesar de isso não ser garantia. Isso reforça o que já havia sido indicado por Araújo, Tucci e Golfenfum (2000), que os pavimentos deste tipo podem ser considerados semi-permeáveis. Portanto, pavimentos com blocos convencionais não conseguem cumprir a função de técnica compensatória, mesmo se for construído sobre uma base permeável, como foi aqui estudado.

5.1.4 Análise da Infiltração

A Tabela 20 apresenta os ensaios com os melhores ajustes para o modelo de Horton para os pavimentos convencional e junta alargada, já que, para as condições estudadas, o pavimento poroso permitiu a infiltração de toda as precipitações simuladas, não fazendo sentido analisar ele nesta situação.

Onde:

- I_f : capacidade de infiltração final (mm/h);
- I_o : capacidade de infiltração inicial (mm/h);
- K: constante de decaimento da capacidade de infiltração (h^{-1});
- R^2 : coeficiente de determinação;

Tabela 20- Párametros de Horton para os pavimentos convencionais e de junta alargada

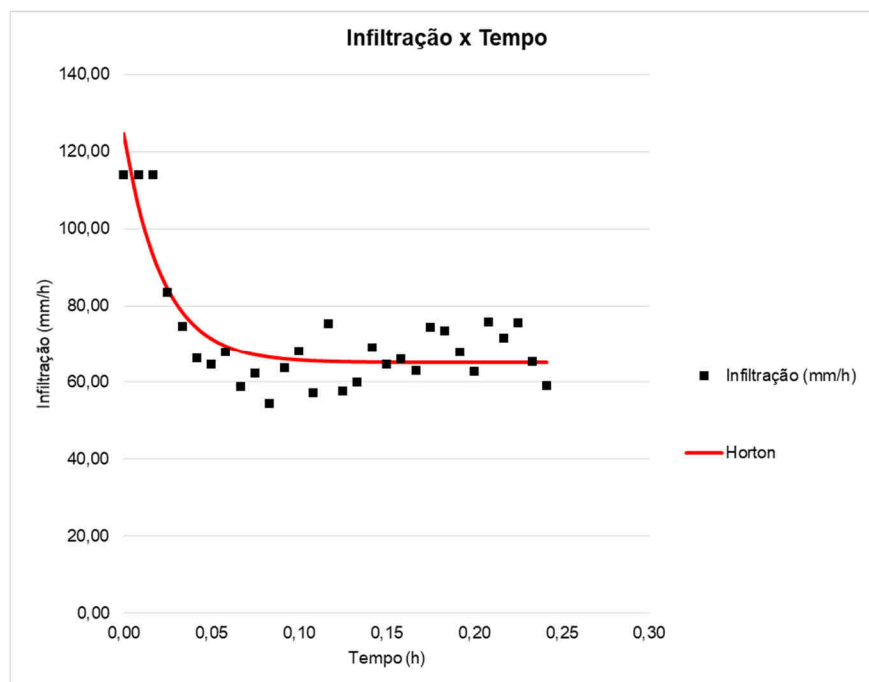
| Tipo | Intensidade (mm/h) | Condição da base | Ensaio | Data | If | I0 | K | R ² |
|----------------|--------------------|------------------|--------|------------|-------|--------|-------|----------------|
| Convencional | 114 | Seco | 3 | 11/08/2020 | 65,11 | 124,80 | 44,79 | 0,76 |
| Convencional | 114 | Úmido | 3 | 11/08/2020 | 59,44 | 119,60 | 29,92 | 0,67 |
| Convencional | 53 | Seco | 5 | 21/07/2020 | 32,55 | 54,79 | 21,04 | 0,46 |
| Convencional | 53 | Úmido | 6 | 06/08/2020 | 22,09 | 60,42 | 51,95 | 0,50 |
| Junta alargada | 114 | Seco | 2 | 06/08/2020 | 72,05 | 119,51 | 38,57 | 0,72 |
| Junta alargada | 114 | Úmido | 2 | 06/08/2020 | 69,40 | 124,87 | 37,91 | 0,77 |
| Junta alargada | 53 | Seco | 6 | 18/08/2020 | 41,38 | 52,50 | 4,88 | 0,63 |
| Junta alargada | 53 | Úmido | 6 | 18/08/2020 | 37,86 | 57,01 | 21,41 | 0,81 |

Fonte: o Autor (2020)

As Figuras de 30 a 37 abaixo, apresentam os ajustes de Horton dos ensaios citados acima.

Figura 30 – Ajuste de Horton, Pavimento convencional, intensidade 114mm/h duração aproximada de 15 min, condição da base seca.

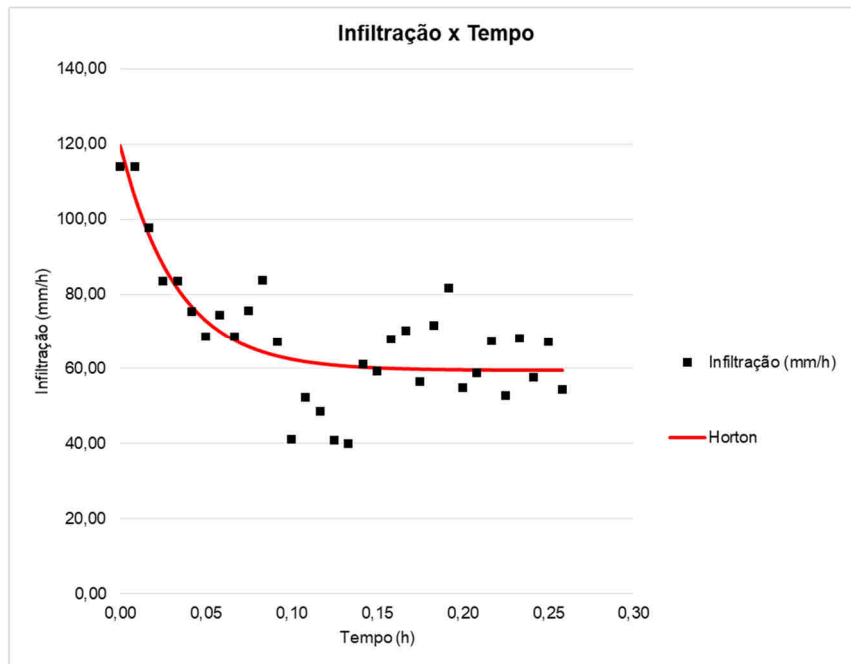
$$R^2=0,76. I(t) = 65,11 + (124,80 - 65,11) e^{-44,79t}$$



Fonte: o Autor (2020)

Figura 31- Ajuste de Horton, Pavimento convencional, intensidade 114mm/h, duração aproximada de 15 min e condição da base úmida

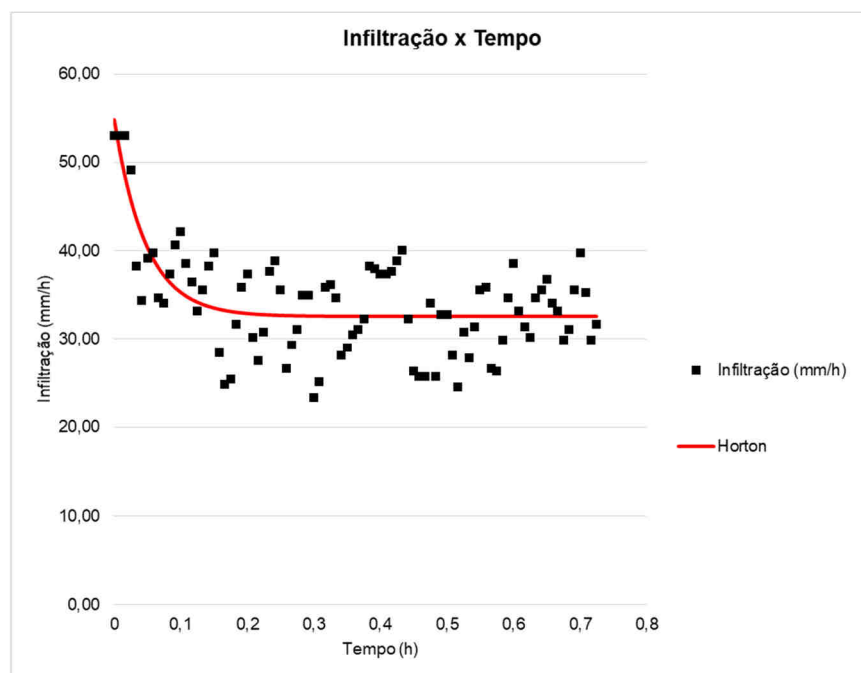
$$R^2=0,67, I(t) = 65,11 + (124,80 - 65,11) e^{-29,92t}$$



Fonte: o Autor (2020)

Figura 32- Ajuste de Horton, Pavimento convencional, intensidade 53mm/h, duração aproximada de 45 min e condição da base seca

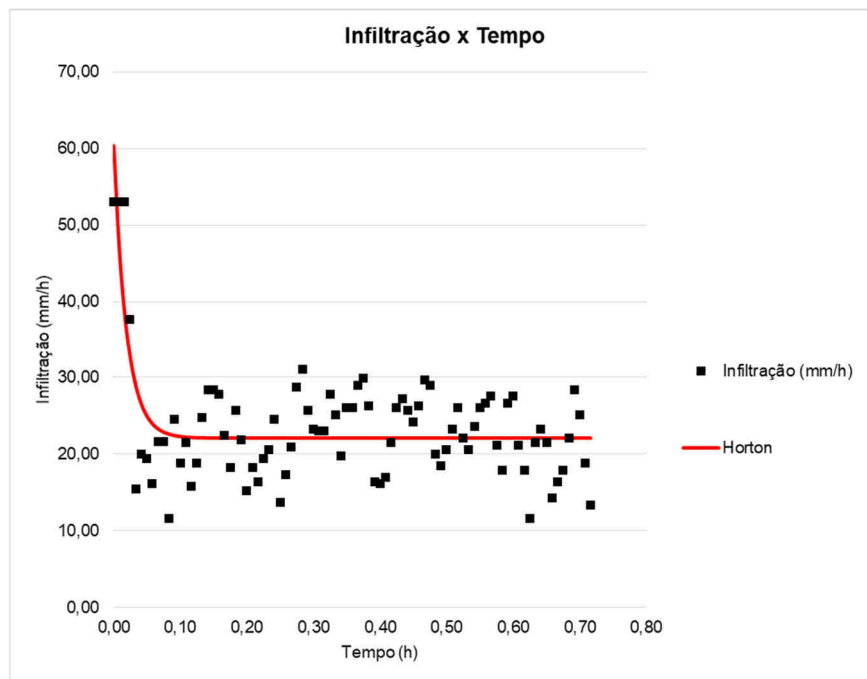
$$R^2=0,46, I(t) = 32,55 + (54,79 - 32,55) e^{-21,04t}$$



Fonte: o Autor (2020)

Figura 33- Ajuste de Horton, Pavimento convencional, intensidade 53mm/h, duração aproximada de 45 min e condição da base úmida

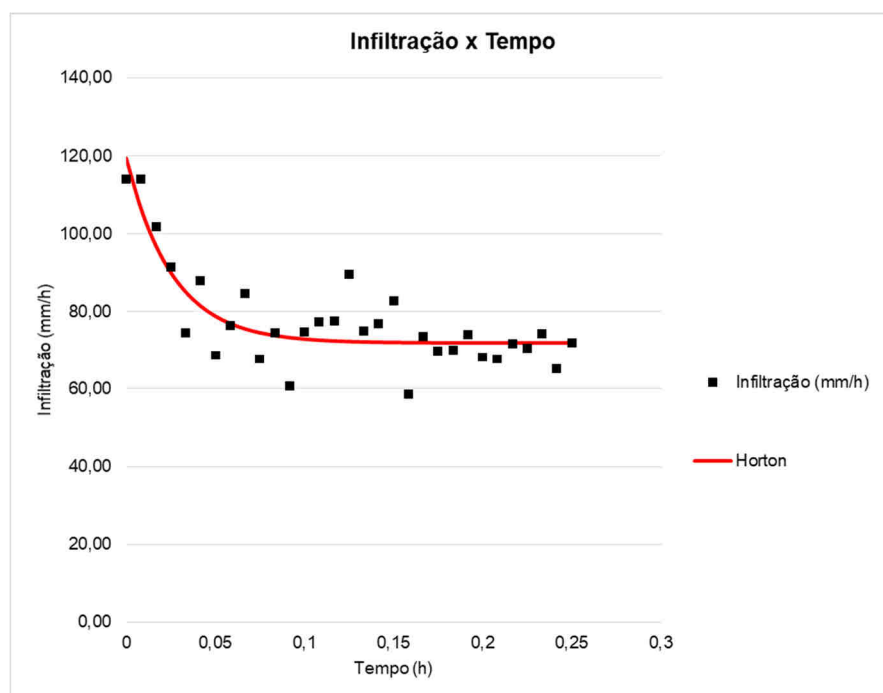
$$R^2=0,50, I(t) = 22,09 + (60,42 - 22,09) e^{-51,95t}$$



Fonte: o Autor (2020)

Figura 34- Ajuste de Horton, Pavimento junta alargada, intensidade 114mm/h duração aproximada de 15 min, condição da base seca.

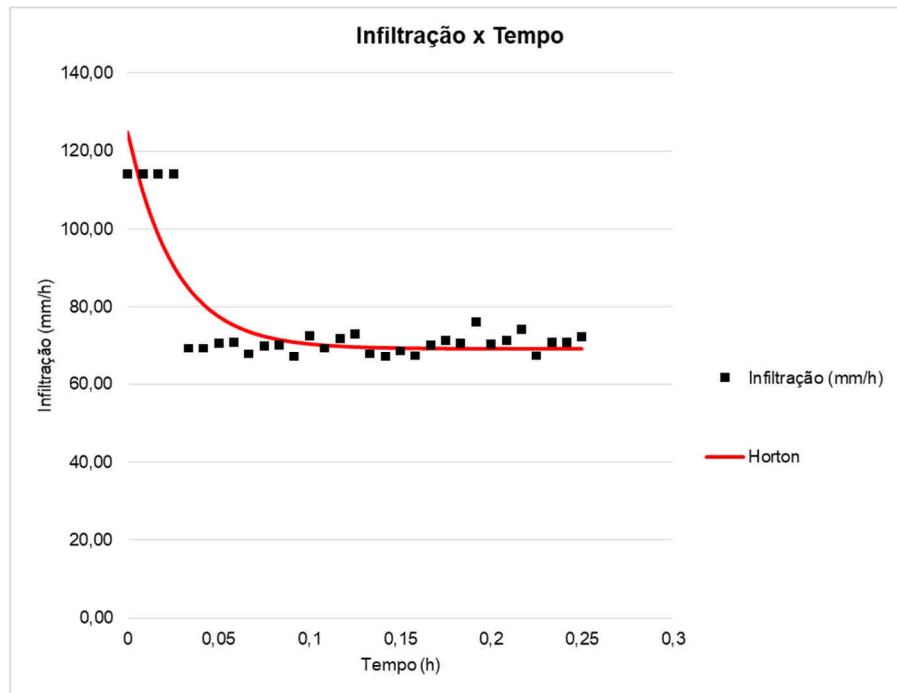
$$R^2=0,72. I(t) = 72,05 + (119,51 - 72,05) e^{-38,57t}$$



Fonte: o Autor (2020)

Figura 35- Ajuste de Horton, Pavimento junta alargada, intensidade 114mm/h, duração aproximada de 15 min e condição da base úmida

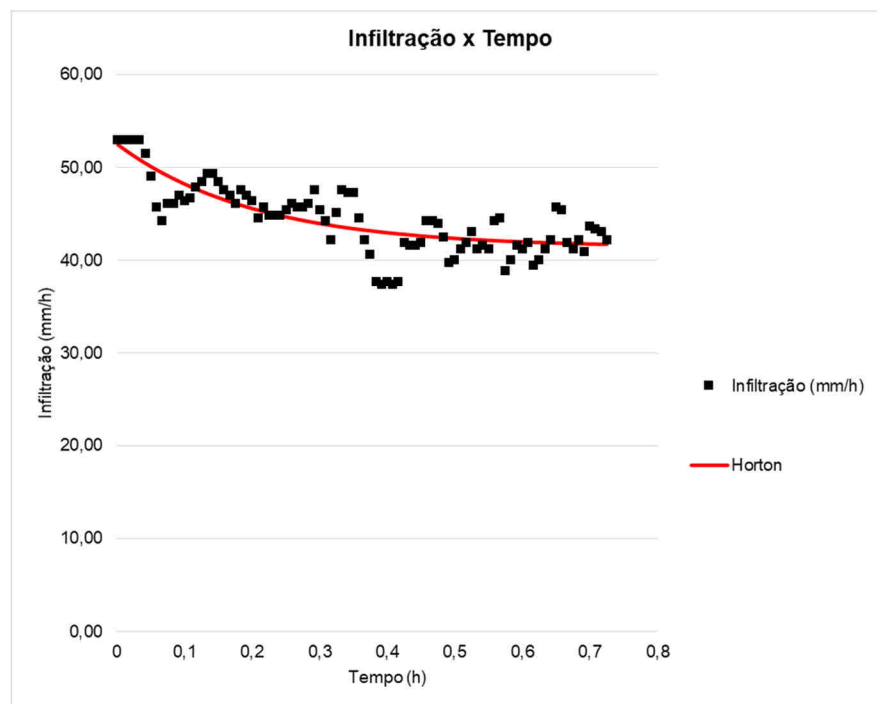
$$R^2=0,77, I(t) = 69,40 + (124,87 - 69,40) e^{-37,91t}$$



Fonte: o Autor (2020)

Figura 36- Ajuste de Horton junta alargada, intensidade 53mm/h, duração aproximada de 45 min e condição da base seca

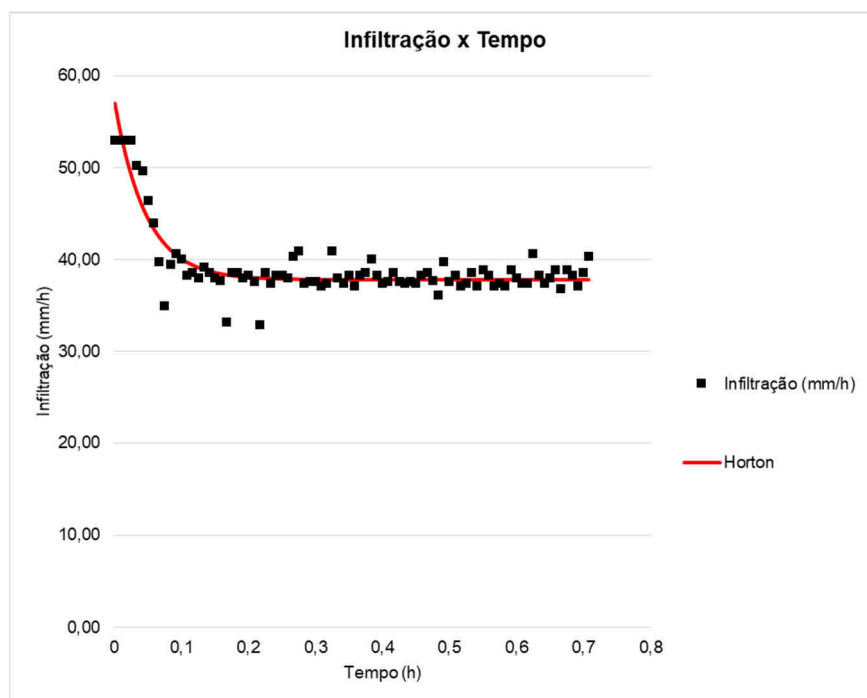
$$R^2=0,63, I(t) = 41,38 + (52,50 - 41,38) e^{-4,88t}$$



Fonte: o Autor (2020)

Figura 37- Ajuste de Horton, junta alargada, intensidade 53mm/h, duração aproximada de 45 min e condição da base seca

$$R^2=0,81, I(t) = 37,86 + (57,01 - 37,86) e^{-21,41t}$$



Fonte: o Autor (2020)

Os ajustes dos dados de campo ao modelo de Horton, apresentados nas Figuras de 30 a 37, não foram satisfatórios, de modo que o coeficiente de determinação R^2 , não foi superior, em nenhum dos experimentos, a 0,85. Os valores da capacidade de infiltração inicial (I_0), capacidade de infiltração final (I_f) e a constante de decaimento da capacidade de infiltração (k) apresentaram variação entre as diferentes precipitações e condição de umidade do solo. Tucci, Porto e Barros (1995) ressaltaram que embora os parâmetros acima citados possam ser determinados experimentalmente, eles estão sujeitos a muitas inconsistências devido à complexidade do processo de infiltração. Castro (2011), em sua pesquisa, ao estudar pavimento de bloco convencional utilizando um simulador de chuva com vazão controlada, observou um bom comportamento do ajuste dos dados obtidos à equação de Horton, encontrando valores de R^2 acima de 0,92. A metodologia empregada para a simulação de chuva possivelmente foi determinante para os dados do presente estudo não terem um bom ajuste à equação de Horton, visto que, por mais que tenha havido um treinamento com os regadores para simular a chuva, seria muito

pretencioso afirmar que a intensidade da chuva se manteve constante durante toda a simulação, que é premissa do modelo de Horton.

5.1.5 Análise dos valores do CN do Método SCS

Como dito na Metodologia, no item 4.1.10, para a determinação do CN é necessário a determinação do parâmetro S, que é obtido através de uma equação de segundo grau.

O pavimento convencional e o de junta alargada, apresentaram dois valores distintos de S (para cada ensaio, intensidade de chuva e condição de umidade da base), porém, somente um destes foi validado perante a condição dos criadores do método, apresentados pela inequação 1:

$$P > 0,2S \quad (\text{Inequação 1})$$

Portanto, um dos valores de S encontrado foi desconsiderado, pois o mesmo poderia ser interpretado como se o modelo admitisse que não ocorreu escoamento superficial, o que seria um absurdo, já que foi constatado experimentalmente a ocorrência deste.

Já para os pavimentos porosos, de fato não ocorreu escoamento superficial, permitindo a simplificação da (Equação 10 para uma equação de primeiro grau, possuindo assim, somente um valor para o parâmetro S (para cada ensaio, intensidade de chuva e condição de umidade da base), sendo este adotado para a determinação do CN.

Os parâmetros S encontrados para o pavimento poroso não respeitaram a inequação 1, portanto, perante a condição dos criadores do método não ocorreu escoamento superficial, o que de fato foi observado experimentalmente. Assim, pode-se afirmar que o valor de CN para o pavimento poroso é ainda menor do que os valores encontrados e discutidos nesta pesquisa, isto porque não foi atingido o valor máximo de retenção potencial do pavimento poroso.

As Tabelas de 21 a 24 abaixo apresentam os valores de CN.

Tabela 21- Valores de CN (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.)

| Pavimento | n | Média | DP | CV |
|-----------------------|----------|--------------|-----------|-----------|
| CN, Método SCS | | | | |
| Convencional | 3 | 91,77 | 1,48 | 0,02 |
| Junta Alargada | 3 | 86,05 | 1,33 | 0,02 |
| Poroso | 3 | 62,87 | 0,00 | 0,00 |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 22- Valores de CN (Condição da base: seca, Chuva simulada: aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.)

| Pavimento | n | Média (min.) | DP | CV |
|-----------------------|----------|---------------------|-----------|-----------|
| CN, Método SCS | | | | |
| Convencional | 3 | 90,06 | 2,63 | 0,03 |
| Junta Alargada | 3 | 76,57 | 1,33 | 0,02 |
| Poroso | 3 | 55,95 | 0,00 | 0,00 |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 23- Valores de CN (Condição da base: úmida, Chuva simulada: aproximadamente 114mm/h com duração de 15 min.)

| Pavimento | n | Média (min.) | DP | CV |
|-----------------------|----------|---------------------|-----------|-----------|
| CN, Método SCS | | | | |
| Convencional | 3 | 93,36 | 1,75 | 0,02 |
| Junta Alargada | 3 | 88,61 | 1,03 | 0,01 |
| Poroso | 3 | 62,87 | 0,00 | 0,00 |

Fonte: o Autor (2020)

Tabela 24- Valores de CN (Condição da base: úmida, Chuva simulada de aproximadamente 53mm/h com duração de 45 min.)

| Pavimento | n | Média (min.) | DP | CV |
|-----------------------|----------|---------------------|-----------|-----------|
| CN, Método SCS | | | | |
| Convencional | 3 | 90,01 | 1,92 | 0,02 |
| Junta Alargada | 3 | 81,56 | 0,73 | 0,01 |
| Poroso | 3 | 55,95 | 0,00 | 0,00 |

Fonte: o Autor (2020)

Os valores de CN apresentaram valores dos coeficientes de variação dentro dos próprios grupos, abaixo de 0,20, o que mostra a homogeneidade das amostras.

Ressalta-se que os resultados dos CN's do pavimento poroso, a condição $P > 0,2S$ não foi respeitada, não sendo obtido S máximo (o potencial máximo de retenção do solo), pois não houve escoamento superficial. No estudo de Bean, Hunt e Bildelspach (2007), também não ocorreu escoamento superficial, tendo os autores encontrado valores de CN=80 para pavimentos de concreto poroso (espessura 20cm); CN= 77: blocos de concreto vazado (concregrama) sobre base permeável de 70mm e CN= 44: pavimento permeável que permite a infiltração de água pelas juntas sobre base permeável de 95mm, para chuvas monitoradas com volume acumulado diário acima de 50mm. O autores destacam porém, que estes valores de CN são ainda menores, já que não foi atingido o potencial máximo de retenção do solo. Da mesma forma, o pavimento poroso é ainda mais eficiente como técnica compensatória, pois apresentam valores reais ainda menores do que os apresentados nas Tabelas 21 a 24, valores estes que não puderam ser determinados nas condições adotadas para os experimentos realizados nesta pesquisa.

As condições, principalmente espessura da base permeável e solo arenoso com alta condutividade hidráulica, da pesquisa de Bean, Hunt e Bildelspach (2007), não permitem uma comparação direta com os valores obtidos nesta pesquisa, onde o CN variou entre 55 – 62 para o pavimento poroso, 76 – 81 para junta alargada e 90 – 92 para o convencional. Porém pode-se afirmar que os valores encontrados, em ambas as pesquisas, foram muito mais baixos do que o CN padrão de 98 para pavimentos impermeáveis (TUCCI, PORTO E BARROS, 1995).

O pavimento poroso e de junta alargada apresentaram valores médios de CN, para as mesmas condições de umidade da base e intensidade de chuva simulada, de no mínimo 30% e 5%, respectivamente, menores do que os valores do pavimento convencional.

Além disso, observou menores CN médios nas chuvas simuladas de 53mm/h e duração de aproximadamente 45 minutos do que nas de chuvas simuladas de 114 mm/h e duração aproximada de 15 minutos.

A condição úmida apresentou CN's médios maiores do que a condição seca, exceção da chuva de 53 mm/h duração de aproximadamente 45 minutos. Esse comportamento era esperado pois quanto mais úmida a condição da superfície estudada maior será o CN (TUCCI, PORTO E BARROS, 1995).

Apesar da avaliação experimental dos pavimentos ter apresentado resultados satisfatórios, reconhece-se aqui as limitações desta pesquisa. Os experimentos foram realizados em módulos de 4m², os resultados obtidos, ao serem utilizados em projetos de pavimentação urbana, podem apresentar falhas devido ao fator de escala. As chuvas simuladas através de regadores também possuem limitações e foi estudada apenas a incidência direta da chuva, não possuindo áreas impermeáveis que contribuíram com escoamentos para o pavimento permeável

5.2 DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS PERMEÁVEIS EM SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

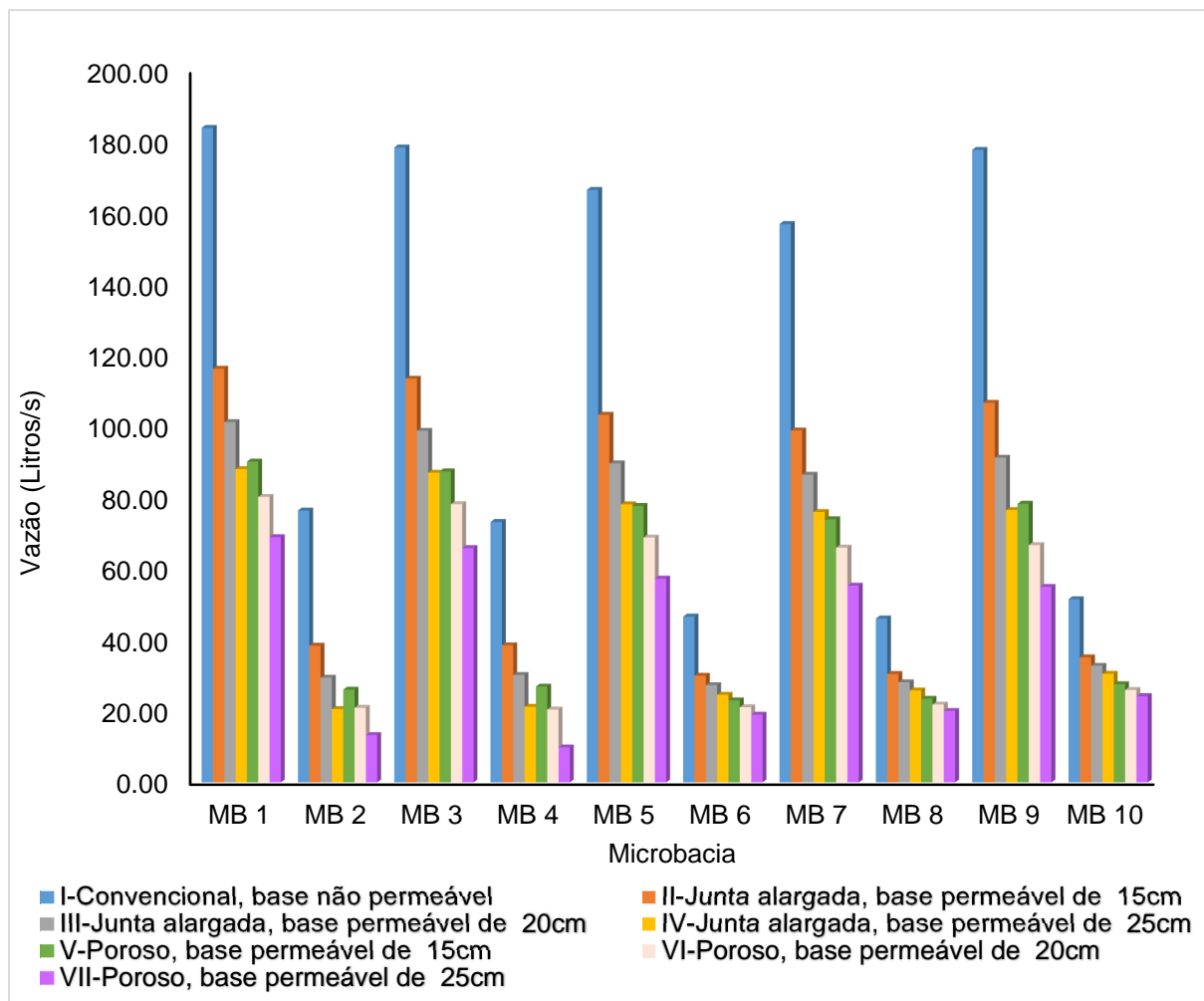
Esta seção apresenta e discute os resultados relativos ao segundo objetivo específico. A seção 5.2.1 tratará dos resultados referentes ao projeto de utilização dos pavimentos permeáveis em um sistema de microdrenagem urbana, enquanto a seção 5.2.2 tratará dos resultados quanto ao projeto de utilização dos pavimentos permeáveis em um sistema de macrodrenagem urbana.

5.2.1 Dimensionamento dos pavimentos permeáveis em um sistema de microdrenagem urbana

A partir da metodologia apresentada no item 4.2.2, foram comparadas as vazões de pico que chega à rede de drenagem existente.

A Figura 38 apresenta os valores da vazão de entregas das microbacias na rede de macrodrenagem.

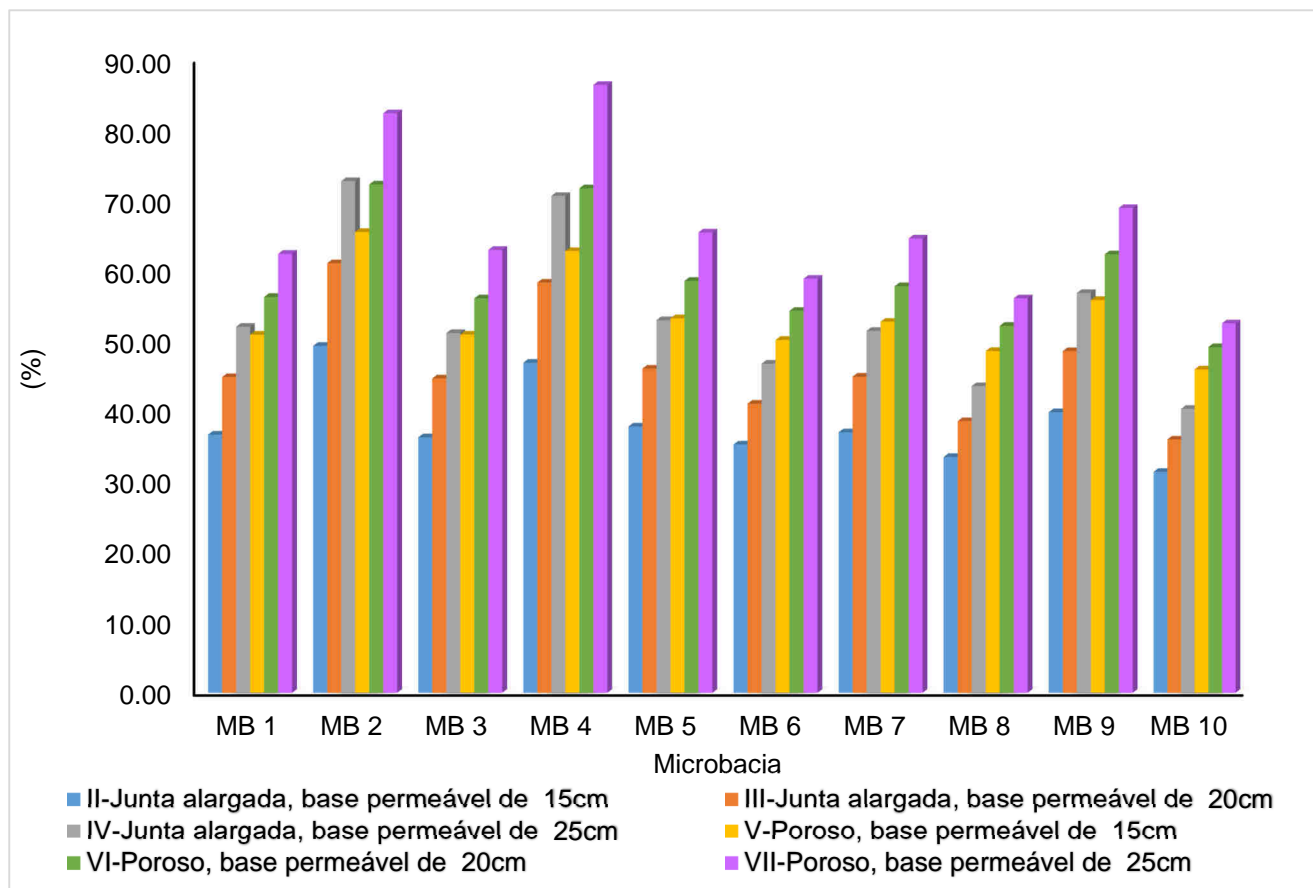
Figura 38-Gráfico da vazão de entrega das microbacias da sub-bacia 1 na rede de macrodrenagem projetada na rua da Liberdade



Fonte: o Autor (2020)

A Figura 39 apresenta os valores de porcentagem de redução da vazão de entrega das microbacias na rede de macrodrenagem projetada na rua da Liberdade em comparação ao Cenário I (pavimento convencional).

Figura 39- Porcentagem de redução da vazão de entrega das microbacias na rede de macrodrenagem projetada na rua da Liberdade em comparação ao Cenário I (pavimento convencional)



Fonte: o Autor (2020)

As Figuras 38 e 39 mostram que os pavimentos poroso e de junta alargada reduziram significativamente a vazão de pico entregue à rede de macrodrenagem em relação ao pavimento convencional, em no mínimo 30% (Cenário II – junta alargada com base permeável de 15cm) e redução máxima de 80% (nas microbacias 2 e 4, Cenário VII - Poroso, base permeável de 25cm).

As microbacias 2 e 4 apresentaram os maiores percentuais de redução em todos os cenários devido a proporção das áreas de pavimento permeável, que gira em torno de 25% da área total destas microbacias, enquanto o restante das microbacias esta proporção fica próxima de 15%.

Já a comparação entre o pavimento poroso e o de junta alargada, observou-se semelhante desempenho entre o Cenário V - poroso de base permeável de 15cm com

o Cenário IV- junta alargada de base permeável de 25cm. Esses resultados são devido ao menor escoamento superficial gerado pelo pavimento poroso ser compensado pela maior espessura da base permeável do pavimento de junta alargada.

A redução de vazão de alguns cenários, obviamente resultaria na redução nos diâmetros das redes. Este resultado já havia sido constatado por Motta (2020) que, em seu estudo de caso, verificou que o pavimento permeável possibilitou uma diminuição da rede, e que isso se refletiu nos custos sendo que o acréscimo nos custos da pavimentação permeável, foram compensados nos custos da drenagem, principalmente diminuição de rede e escavação.

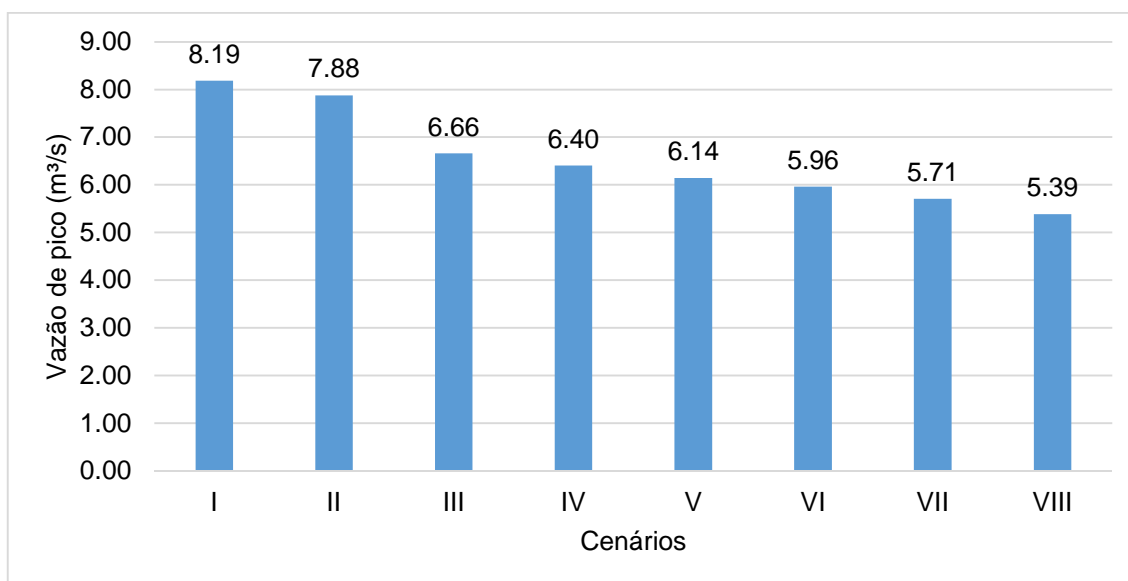
5.2.2 Dimensionamento dos pavimentos permeáveis em um sistema de macrodrenagem urbana

A partir da metodologia apresentada no item 4.2.3 foram comparadas as vazões de pico e volume total do escoamento superficial que chega ao rio da Draga.

O Apêndice B apresenta as planilhas de cálculo dos cenários estudados.

A Figura 40 apresenta o gráfico com os valores da vazão de pico de cada cenário estudado.

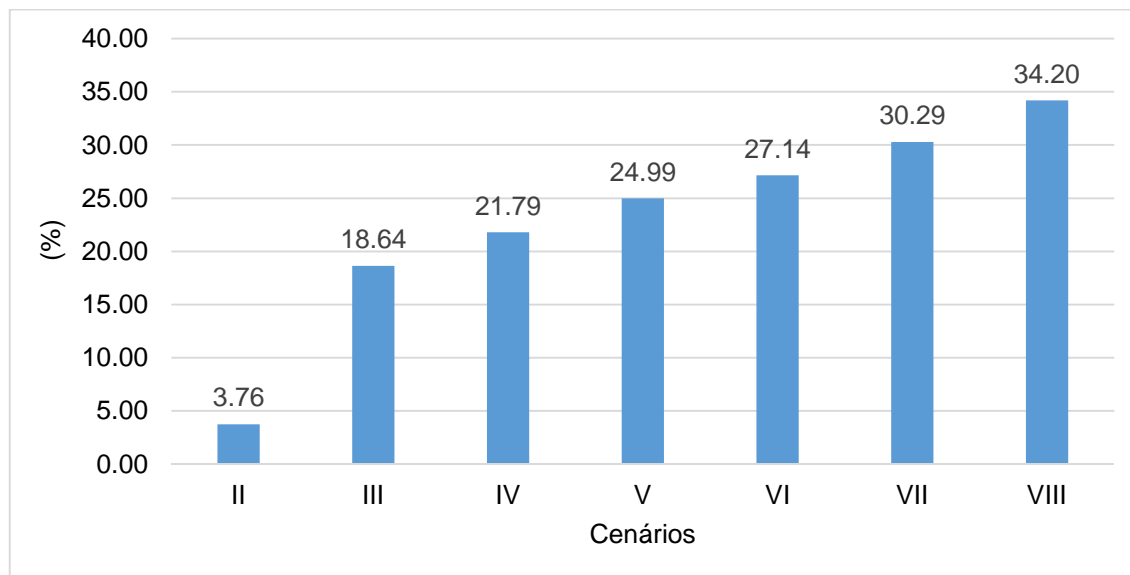
Figura 40- Vazões de pico dos cenários estudados.



Fonte: o Autor (2020)

A Figura 41 apresenta o gráfico com a redução da vazão de pico em relação ao cenário I (asfalto).

Figura 41- Redução da vazão de pico em relação ao cenário-I (Asfalto)



Fonte: o Autor (2020)

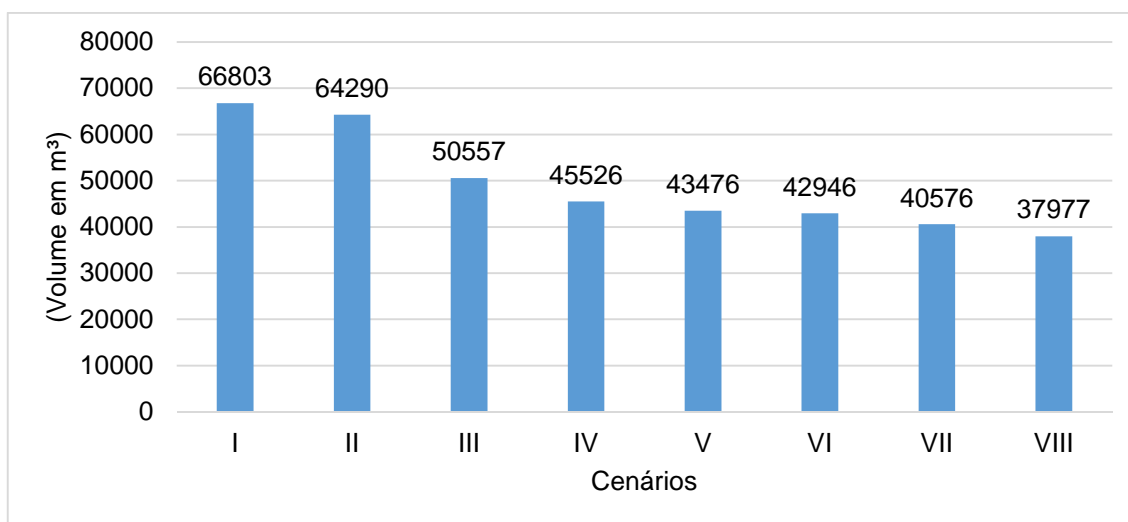
A redução da vazão de pico do Cenário-II (pavimento de blocos de concreto convencional de base não permeável) em relação ao Cenário-I (asfalto) foi muito baixa, da ordem de 3% o que é consequência, e também reforça, o que foi debatido nos resultados do primeiro objetivo: os pavimentos de blocos de concreto convencionais não funcionam como dispositivos de técnicas compensatórias de drenagem urbana.

Os cenários dos pavimentos de junta alargada e poroso apresentaram redução significativa e, segundo a metodologia de cálculo apresentada neste estudo, reduziram a vazão de pico em valores de 18,64% a 34,20% em relação ao Cenário I – asfalto.

O mesmo comportamento observado na análise microdrenagem foi observado no estudo de macrodrenagem, onde observou-se semelhante desempenho entre o Cenário VI- poroso de base permeável 15cm com o Cenário V- junta alargada de base permeável de 25cm. Esses resultados semelhantes ocorrem devido o menor escoamento superficial gerado pelo pavimento poroso ser compensado pela maior espessura da base permeável do pavimento de junta alargada.

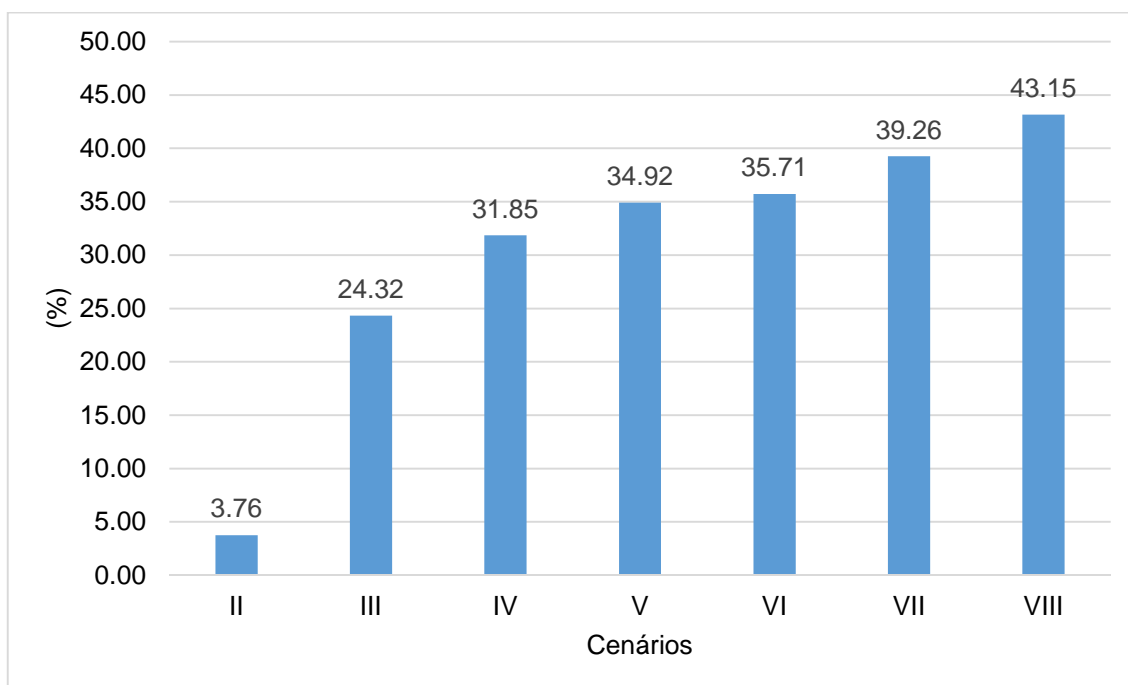
A Figura 42 apresenta o gráfico com os valores do volume total escoado superficialmente de cada cenário estudado enquanto a Figura 43 apresenta o gráfico com os valores da redução do volume total escoado superficialmente dos cenários em relação ao Cenário-I asfalto.

Figura 42- Volumes totais escoamento



Fonte: o Autor (2020)

Figura 43- Redução do volume do escoamento superficial em relação ao cenário-I (Asfalto)



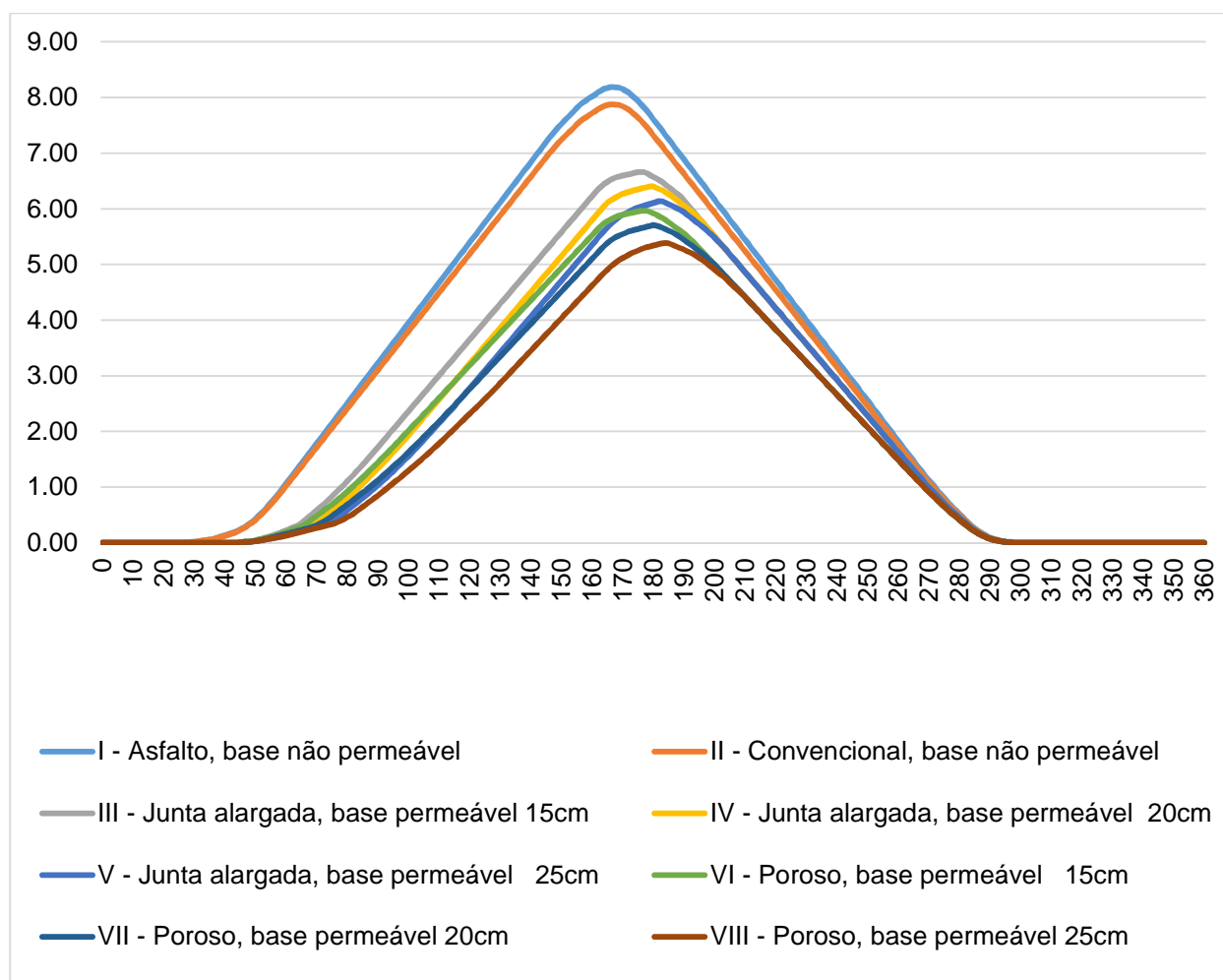
Fonte: o Autor (2020)

A redução do volume do escoamento superficial seguiu os mesmos comportamentos descritos na redução da vazão de pico, tendo o Cenário II – pavimento Convencional reduzido apenas 3,76% em relação ao Cenário I – Asfalto.

Os volumes totais dos cenários com pavimentos de junta alargada e poroso foram 24,32% e 43,12% menores do que o escoamento gerado pelo Cenário I – Asfalto. Mais uma vez, o desempenho do Cenário VI- poroso de base permeável 15cm foi muito semelhante ao desempenho do Cenário V- junta alargada de base permeável de 25cm, girando em torno de 35% de redução do volume total escoado em relação ao Cenário I – Asfalto.

A **Figura 44** apresenta os hidrogramas resultantes na seção de controle, ponto de entrega.

Figura 44- Hidrogramas resultantes na seção de controle, ponto de entrega



Fonte: o Autor (2020)

Percebe-se na Figura 44 que os pavimentos de junta alargada e o poroso provocaram a diminuição da vazão de pico, diminuição do volume de água que escoou pela superfície e um retardo no tempo da vazão de pico. Estes são comportamentos opostos aos efeitos da urbanização, abordados na revisão bibliográfica. Sendo assim, os pavimentos permeáveis se apresentaram como mitigadores dos efeitos da urbanização, alterando menos o ciclo hidrológico do que se fosse utilizado outro pavimento como asfalto ou blocos de concreto convencional.

A metodologia adotada para a utilização dos pavimentos permeáveis em sistema de drenagem urbana sustentável na microdrenagem e macrodrenagem apresentam limitações quanto as premissas utilizadas:

- Considerar que a estrutura reservatório está vazia no início da chuva de projeto é um cenário ótimo, que não ocorre é um cenário ótimo, que não ocorre em casos de épocas chuvosas, onde é normal as precipitações seguidas;
- Não ocorrer infiltração no subleito durante a chuva de projeto é uma condição conservadora que pode gerar o superdimensionamento da estrutura reservatório em caso de aplicação do pavimento permeável em solos arenosos, por exemplo.
- Ocorrer escoamento superficial após o enchimento da estrutura reservatório é um cenário ótimo, é um comportamento que assume o processo Dunniano, que foi observado no pavimento poroso, porém o pavimento de junta alargada apresentou comportamento Hortoniano na parte experimental deste trabalho, ou seja, o escoamento não irá se iniciar após o preenchimento completo da base permeável.
- Não conectar diretamente as áreas impermeáveis às redes de drenagem convencional, também é um cenário ótimo, e também um desafio a atingir, pois envolve mudanças no método construtivo. Os esgotamentos de águas pluviais urbanas, geralmente, são interligados às caixas de drenagem na rua, boca de lobo ou sarjetas, ou seja, dispositivos da rede de drenagem convencional, o que subutilizaria assim a base permeável.

As águas provenientes de lotes, geralmente são canalizadas, o comportamento do pavimento permeável recebendo concentradamente vazões em diversos pontos específicos também é uma questão a ser aprofundada em estudos futuros.

É importante fazer a ressalva de que as análises feitas, resultados e conclusão quanto ao segundo objetivo, são preliminares, pois para a implantação dos pavimentos permeáveis é necessária a realização estudos mais aprofundados na área, como: levantamento da topografia com maior número de cotas, sondagens, estudo de tráfego e dimensionamento mecânico dos pavimentos em questão.

6 CONCLUSÕES

A partir da avaliação experimental do desempenho hidráulico dos três tipos de pavimentos, foi possível concluir que o pavimento de junta alargada gera significativamente menores escoamentos superficiais em relação ao pavimento convencional, enquanto o pavimento poroso sequer gera escoamento superficial.

O desempenho hidráulico do pavimento convencional se assemelha mais aos coeficientes de pavimentos impermeáveis, como o asfalto, do que aos permeáveis. Logo, os pavimentos com blocos convencionais não conseguem cumprir a função de técnica compensatória, mesmo se for construído sobre uma base permeável.

O rápido início do escoamento superficial nos pavimentos convencional e de junta alargada, nos experimentos realizados, indica a ocorrência do processo de infiltração Hortoniano, ou seja, o escoamento ocorreu, pois, a precipitação foi maior que a capacidade de infiltração, enquanto o não escoamento superficial no pavimento poroso indica a ocorrência do processo Dunniano, ou seja, o escoamento superficial só irá ocorrer quando a base permeável estiver saturada, funcionando portanto como uma estrutura reservatório.

A partir dos experimentos e condições discutidas neste estudo, conclui-se que o pavimento poroso é tão eficiente quanto técnica compensatória que, se utilizado sobre um solo com alta taxa de permeabilidade ou com um sistema eficiente de dreno da camada permeável, não ocorre o enchimento por completo da camada permeável e, desta forma, não ocorre o escoamento superficial.

Os pavimentos permeáveis, dimensionados em um Sistema de Drenagem Urbana Sustentável, apresentaram redução significativa da vazão de pico e volume de escoamento superficial tanto na microdrenagem quanto na macrodrenagem, o que resulta na redução dos diâmetros das redes de drenagem.

No estudo de macrodrenagem, a utilização de pavimentos permeáveis como técnica compensatória ocasionou retardo no tempo da vazão de pico. Seu emprego em cenários distintos ocasionou diminuição da vazão de pico, redução de volumes escoados e retardo do tempo da vazão de pico, fazendo com que o impacto da urbanização no ciclo hidrológico urbano seja minimizado.

De uma forma geral, os pavimentos permeáveis se apresentaram como eficientes técnicas compensatórias, sendo estes altamente recomendados como dispositivos de Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável.

7 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que novas pesquisas sejam realizadas em escalas maiores e aplicações reais, como uma rua, por exemplo, e através de monitoramento de precipitação, escoamento superficial e subsuperficial, buscando entender melhor o comportamento dos pavimentos permeáveis.

As análises do presente estudo foram realizadas em módulos experimentais que não estavam submetidos ao tráfego, portanto, recomenda-se a realização de novos estudos em condições de tráfego.

Como não foi possível fazer maiores análises sobre o escoamento subsuperficial, recomenda-se a realização de novos estudos para investigação do comportamento do escoamento subsuperficial, principalmente para se tratar de parâmetros como o tempo de retardo e volumes de contribuição de drenos subsuperficiais em relação às precipitações e área de pavimento permeável. Recomenda-se também realização de novos estudos para investigação do fenômeno de colmatção de base permeável dos pavimentos permeáveis.

Também é recomendada realização de novas pesquisas para investigação do comportamento da infiltração nestes pavimentos estudados, a partir de simulador de chuva que permita um melhor controle na intensidade da precipitação.

Quanto o dimensionamento dos pavimentos permeáveis em sistema urbanos de drenagem sustentável, a metodologia utilizada ainda requer refinamentos. As premissas adotadas, são simplificações que podem causar erros de projeto. Além disso, este trabalho trata-se de um estudo de caso, sendo necessária a verificação de aplicabilidade dos pavimentos permeáveis caso a caso, observando elementos geotécnicos, topográficos, hidrológicos, hidráulicos, etc. Recomenda-se, então, que novas pesquisas sejam realizadas buscando o refinando na metodologia de cálculo dos pavimentos permeáveis como técnicas compensatórias em sistema de drenagem urbana sustentáveis.

8 REFERÊNCIAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16416: Pavimentos permeáveis de concreto – Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2015.

ACIOLI, L.A. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. 2005.165f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRS. Porto Alegre, 2005.

ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. A. Espírito Santo. In: D. Muehe, ed. **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: MMA, pp. 227-264, 2006.

ALESSI, F.; KOKOT, P. J.; GOMES, J.; Comparação do escoamento superficial gerado por pavimentos permeáveis em blocos de concreto e asfalto poroso. **da Vinci**, Curitiba, v. 3 , n. 1, p. 139-156, 2006.

ALSALEEM, S. S.; Rainfall–Runoff Analysis for Sustainable Stormwater Drainage for the City of Madinah, Saudi Arabia. **Arabian Journal for Science and Engineering**. V. 43, p. 1955-1967. 2018.

ANGULLO, N. G.; CASTRO, D.; HERNÁNDEZ, J. R.; DAVIES, J. W.; Runoff infiltration to permeable paving in clogged conditions. **Urban Water Journal**. v. 5; p. 117-124, 2008.

AQUACONSULT. **Macro drenagem bacia hidrográfica do canal do Congo – Projeto executivo – volume 1 – atualização e detalhamento do projeto básico. Vila Velha**, 2010. 95 p.

ARAÚJO, P. R., TUCCI, C. E. M., GOLDENFUM, J. A.; **Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial**. RBRH – Revista Brasileira dos Recursos Hídricos. V.5, n. 3, p. 21-29, 2000.

ASCE - AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. **Design and construction of urban stormwater management systems**. New York: 724 p.1992.

BALBO, J. T.; **Pavimentos de concreto permeáveis: uma visão ambiental da tecnologia sustentável emergente**. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

BALLARD, B.W.; WILSON, S. ; UDALE-CLARKE, H.; ILLMAN, S.; SCOTT, T.; ASHLEY, R.; KELLAGHER, R.; **CIRIA C753: the SUDS Manual 2015 CIRIA**, London, UK, 2015.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S.; **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 2005. 266 p.

BATEZINI, R. **Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves**. 133 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia de Transportes II, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

_____ **Estudo das características hidráulicas e mecânicas de calçadas em concreto permeável em pista experimental**. 292f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Transportes II, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2019.

BEAN, E. Z.; HUNT, W. F.; BILDESAPACH, D. A.; Evaluation of Four Permeable Pavement Sites in Eastern North Carolina for Runoff Reduction and Water Quality Impacts. **Journal Irrigation and Drainage Engineering**. V.133, p. 583-592, 2007.

BRASWELL, A. S.; WINSTON, R. J.; HUNT, W. F.; Hydrologic and water quality performance of permeable pavement with internal water storage over a clay soil in Durham, North Carolina. **Journal of Environmental Management**. v. 224, 15 p. 277-287, 2018.

BOUVIER, C.; Concerning experimental measurements of infiltration for runoff modelling of urban watersheds in western Africa. **International Association of Hydrological Sciences**. Wallingford, UK: IAHS Press. 1990.

CAMPO GRANDE. **Planejamento Diretor de Drenagem- Metodologia de Cálculo Regional de Vazões Máximas para Córregos Urbanos**. Campo Grande- MS. Campo Grande, 1991

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CARVALHO, C. F. G.; **Estudo de pavimentos permeáveis em zonas urbanas Avaliação da sua eficiência na redução do escoamento superficial**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2015.

CASTRO, T. Q.; **Avaliação do desempenho de pavimentos permeáveis**. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Goiás, 2011.

CHEN, L.; CHEN, J.; CHEN, T.; LECHER, T.; DAVIDSON, P. C.; Measurement of Permeability and Comparison of Pavements, **Water**, V.11, 2019.

CHIN, D. A.; Estimating peak runoff rates using the rational method. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**. 6ª ed., Vol. 145, 2019.

CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Applied Hydrology**. McGraw-Hill, 1994.

CONTARINI, P.; Vila Velha: Mais de 3 km de ruas na Barra do Jucu recebem infraestrutura e arborização. **Jornal A Ilha**. Jul. 2020. Disponível em: <http://jornalilha.com.br/2020/07/17/vila-velha-mais-de-3-km-de-ruas-na-barra-do-jucu-recebem-infraestrutura-e-arborizacao.html>. Acesso em: 07 set. 2020.

COLLINS, K.A.; HUNT, W.F.; HATHAWAY, J.M.; **Evaluation of various types of permeable pavement with respect to water quality improvement and flood control**. In: National Low Impact Development Conference, 2, 2007, Wilmington, N.C. Proceedings. North Carolina: American Society of Civil Engineers, 2007.

_____ ; Hydrologic Comparison of Four Types of Permeable Pavement and Standard Asphalt in Eastern North Carolina. **Journal of Hydrologic Engineering**. v.13, p. 1146-1157, 2008.

CRESPO, C. H.; GONZALVO, M. F.; MARTÍN, M.; DOMENÉCH, I. A.; Influence of rainfall intensity and pollution build-up levels on water quality and quantity response of permeable pavements. **Science of the environment**. v.684, p. 303-313, 2019.

CURVO, F. O.; **Estudo da drenabilidade de calçadas experimentais em concreto permeável no campus Armando Salles de Oliveira da USP**. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia de Transportes II, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

DEVRIES, P.; ALDRICH, R. Assessment Approach for Identifying Compatibility of Restoration Projects with Geomorphic and Flooding Processes in Gravel Bed Rivers. **Environmental Management**, 56, p. 549-568, 2015.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, **Pavimentação - pré-misturado a quente com asfalto polímero – camada porosa de atrito**. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico – IPR - Divisão de Capacitação Tecnológica, Especificação de Serviços – ES386/99, Rio de Janeiro, 1999.

DNIT– Departamento Nacional De Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. **Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem**. Rio de Janeiro, 2005. 133p.

DINIZ, E.; **Porous Pavement. Phase I. Design and Operational Criteria**. Municipal environmental Research Laboratory. USA, 1980.

DIGMAN, S. L. **Physical Hydrology**. 2ª ed. Nova Jersey: Prantice hall. p.646. 2002.

DRAKE, J.; BRADFORD, A.; SETERS, T. V.; Hydrologic Performance of Three Partial-Infiltration Permeable Pavements in a Cold Climate over Low Permeability Soil. **Journal of Hydrologic Engineering**. v.13, 2014.

DUNNE, T; BLACK, R. D.; Partial area contributions to storm runoff in a small New England watershed. **Water Resources Research**, Vol. 22, p. 465-585, 1970.

EPA; Storm Water Technology Fact Sheet, Porous Pavement. EPA v.832, F-99-023, **Office of Water**, Washington, D.C., 1999.

FASSMAN, E. A.; BLACKBURN, S.; Urban Runoff Mitigation by a Permeable Pavement System over Impermeable Soils. **Journal of Hydrologic Engineering**. v.15, p. 475-485, 2010.

FILHO, P. J. M.; TARGA, M. S.; SANTOS, P. S.; NETO, N. M. Barragens de retenção em bacia hidrográfica com o uso de curvas cota-volume e hidrogramas triangulares sintéticos. **Ambiente e água**, v. 11, n. 5, p. 1119-1135, 2016.

FLETCHER, T. D.; SHUSTER, W.; HUNT, W. F.; ASHLEY, R.; BUTLER, D.; ARTHUR, S.; TROWSDALE, S.; BARRAUD, S.; SEMADENI-DAVIES, A.; BERTRAND_KRAJEWSKI, J.; MIKKELSEN, P. S.; RIVARD, G.; UHL, M.; DAGENAIS, D.; VIKLANDER, M.; SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**. p. 525-542, v.12. 2015.

GARZO, P. A.; DADON, J. R.; CASTRO L. N.; .Modelling environmental vulnerability of the Biosphere Reserve Parque Atlántico Mar Chiquito, Argentina, under agricultural and urban impacts. **Ocean & Coastal Management**, p. 72-79, v.170. 2019.

GEOBASES- SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Imageamento ES 2019-2020. **Disponível em:** <https://geobases.es.gov.br/imagens-kpst-2019-2020>. Acesso em: 07 nov. 2020.

GULBAZ, S.; BOYRAZ, U.; KAZELZYILMAZ-ALHAN, C. M.; Investigation of overland flow by incorporating different infiltration methods into flood routing equations. **Urban Water Journal**. v17.p.109-121. 2020.

GUO, J. C. Y.; Rational Hydrograph Method for Small Urban Watersheds. **Journal of Hydrologic Engineering**, Vol.6, Ed.4, 2001.

HEIN, D. K.; SMITH, D. R.; **Development Of An Asce Standard For Permeable Interlocking Concrete Pavement.** International Conference on Concrete Block Pavements, 2015.

HORTON, R. E.; The role of infiltration in the hydrologic cycle. **American Geophysical Union Transactions**, vol. 14, p. 446-460, 1933.

_____ Analysis of runoff-plot experiments with varying infiltration capacity. **Transactions American Geophysical Union**, Washington, p. 693-711, 1939.

_____ Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, Vol 56, p. 275- 370, 1945.

IBRAOP- INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS. Obras paralisadas, **2019.** Disponível em: <http://www.ibraop.org.br/wp-content/uploads/2019/09/obras-paralisadas.xlsx>. Acesso em: 22 out. 2020.

IM, S.; LEE, J.; KURAJI, K.; LAI, Y.; TUANKRUA, V.; TANAKA, N.; GOMYO, M.; INOUE, H.; TSENG, C.; Soil conservation service curve number determination for forest cover using rainfall and runoff data in experimental forests. **Journal of Forest Research.** v. 25, p.204-2013, 2020.

IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Manual de Drenagem Urbana.** v. 6. Porto Alegre: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2005.

LIAN, H.; YEN, H.; HUANG, J.; FENG, Q.; QIN, L.; BASHIR, M. A.; ZHU, A.; LUO, J.; DI, H.; LEI, Q.; LIU, H.; CN-China: Revised runoff curve number by using rainfall-runoff events data in China. **Water Research.** v. 177, 2020.

LING, L.; YOUSOP, Z.; CHOW, M. F.; Urban Flood Depth Estimate With a New Calibrated Curve Number Runoff Prediction Model. **Open Access Journal.** 2020.

MISHRA, S. K.; PANDEY, A.; SINGH, V. P. Special Issue on Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology. **Journal of Hydrologic Engineering**, 17, p. 1157-1157, 2012.

MOLIN, L.; DEVILLA, I.; GOULART, J. P.; MAESTRINI, A. P. Distribuição Temporal de chuvas intensas em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 1, n. 2, p. 43-51, 1996.

MOTTA, L. D.; Pavimento permeável: uma solução sustentável para a pavimentação de vias urbanas. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental.** v. 9, n. 3, p. 911-933, 2020.

OLIVEIRA, L. C. B.; **Análise da permeabilidade e da colmatção em concreto permeáveis com agregado reciclado de concreto**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, São Paulo, 2017.

ONO, B. W.; BALBO, J.T.; CARGNIN, A.P.; Análise da capacidade de infiltração em pavimento permeável de bloco de concreto unidirecionalmente articulado. **Transportes**, V. 25, p. 90-101, 2017.

PASSAMANI, F. C.; **Análise da macrodrenagem de uma bacia urbana costeira para diferentes cenários, com auxílio de modelagem hidrológica e hidráulica**, 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória, 2016.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E, M, C, D. (org).; **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 2001. 428 p.

PATO, J. F.; VOULLIÈME, D. C.; NAVARRO, P. G.; Rainfall/runoff simulation with 2D full shallow water equations: Sensitivity analysis and calibration of infiltration parameters. **Journal of Hydrology**. v. 536. p.496-513. 2016.

PINTO, L. L. C. A.; **o desempenho de pavimentos permeáveis como medida**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 255 f, São Paulo, 2011.

MITIGADORA DA IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO URBANO

PHEAKTRA, N.; Urban Flood Control in Sringin Catchment, Semarang City, Central JavaProvince, Indonesia. **Journal of the Civil Engineering Forum**. v. 4. n. 2. 2018.

PRATT, C.J.; Permeable pavements for stormwater quality enhancement. Urban Stormwater Quality Enhancement Source Control, Retrofitting, and Combined Sewer Technology, **ASCE**, 1990.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D.; **Escoamento superficial**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2004.

RICTHER, B.; STAPEL, C.; TRÄNCKNER, J.; Integration of Green Areas into a Suburban Flood Model. **International Conference on Urban Drainage Modelling. New Trends in Urban Drainage Modelling.** , p. 511-516, 2018.

SÃO PAULO. Secretaria de Vias Públicas - **Diretrizes de projeto para Estudos Hidrológicos – Método de “I-PAI-WU”**, 1999. Disponível em: refeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/SMSO%202018/DRENAGEM%20URBANA/dh-h06_diretrizes_de_projeto_para_estudos_hidrologicos_metodo_de_i_pai_wu.pdf

SARMENTO, R. **Altura, duração, frequência das chuvas intensas no Estado do Espírito Santo.** -. Vitória, 1985.

SCHLUTER, W.; SPITZER, A.; JEFFERIES, C.; Performance of Three Sustainable Urban Drainage Systems in East Scotland. **Global Solutions for Urban Drainage.** 2012

SCHWARTZ, S. S.; SMITH B., Slowflow fingerprints of urban hydrology. **Jornal of Hydrology** v. 515, p. 116-128, 2014.

SCS – Soil Conservation Service. **National Engineering Handbook of Hydrology.** USDA, Washington, DC. 1972.

SCHUELER, T., **Controlling Urban Runoff: A practical Manual for Planning and Designing Urban BMP's.** 1987

SILVA, B. C.; CLARKE, R. T. Análise estatística de chuvas intensas na bacia do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 3, p. 265-272, 2004.

SILVA, F. C.; **Análise integrada de usos de água superficial e subterrânea em macro-escala numa bacia hidrográfica: o caso do Alto Rio Paranaíba.** 188 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 2007.

SILVA, M. K.; SILVEIRA, A.L.L.; Modelo para pré-dimensionamento de bacias de retenção para controle da poluição difusa das águas pluviais no município de Porto

Alegre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 121-130, 2012.

SILVEIRA, A.L.L.; Hidrologia Urbana no Brasil. **Drenagem urbana: gerenciamento, simulação e controle**. Porto Alegre: ABRH/Editora Universidade/UFRGS, 1998

SOYDAN, O; BENLIAY, A.; Evaluation of drainage problems in Antalya Konyaalti parks in the context of landscape engineering. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191 (1), 2018.

SUDA, S.; YAMANAKA, S.; KODAMA, O.; HATA, M.; KUNIMURA, T.; **Development and application of permeable paving concrete block**. International Conference on Concrete Block Paving, 1988, 3rd, Rome, Italy, 1988.

SUDERHSA. **Manual de Drenagem Urbana: Região Metropolitana de Curitiba/PR**. p. 150, 2002.

TCU- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Relatório de auditoria TC 013.598/2012-0**, 2012. Disponível em: <https://contas.tcu.gov.br/sagas/SvIVisualizarReIVotoAcRtf?codFiltro=SAGAS-SESSAO-ENCERRADA&seOcultaPagina=S&item0=434596>. Acesso em: 22 out. 2020.

TORGERSEN, G.; BJERKHOLT, J. T.; KVAAL, K.; LINDHOLM, O. G. Correlation between extreme rainfall and insurance claims due to urban flooding – case study Fredrikstad, Norway. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, v. 9, n. 2, p. 127-138, 2015.

TUCCI, C.E.M. (org.). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4. ed. ABRH, Porto Alegre, Universidade/ UFRGS/ Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2004.

_____ **Modelos hidrológicos**. 4ª ed. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 1998. 652 p.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. (org). **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 1995. 428 p.

TYNER, J. S.; WRIGHT, W. C.; DOBBS, P. A. Increasing exfiltration from pervious concrete and temperature monitoring. **Journal of Environmental Management**. v.90, p.2636-2641, 2008.

USACE – United States Army Corps of Engineers. **Hydrologic Modeling System HEC-HMS**: Technical Reference Manual. Hydrologic Engineering Center, Davis, CA, 2010.

VEJDIREKTORATED, European Experience. **Winter Service of Porous Asphalt**. Report from a scanning tour May 2011. Technical Note 123-2012. Ministry of Transport, 2012

VISSMAN JR, W.; LEWIS, G. L. **Introduction to Hydrology**. 4^a ed. New York: HarperCollins College Publishers, 1996.

VILA VELHA. Licitações, **2012**. Disponível em: <https://www.vilavelha.es.gov.br/licitacoes/view/39>. Acesso em: 22 out. 2020.

VIRGILLIS, A. L. C.; **Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias** 191 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, São Carlos, 2009.

WALESH, S. G. **Urban Surface Water Management**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1989.

WANG, W. L.; GUO, J. C. Y.; LI, J. Q.; Hybrid Drainage Design for Highway Underpass. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**. Ed. 10. v. 146, 2020.

WANG, S.; WANG, H.; Extending the Rational Method for assessing and developing sustainable urban drainage systems. **Water Research** v. 144, p. 112-125, 2018.

WEISS, P. T.; KAYHANIAN, M.; KHAZANOVICH, L.; GULLIVER, J. S.; Permeable pavements in cold climates: state of the art and cold climate case studies – Report. **Center for Transportation Studies**. University of Minnesota, Minneapolis, 2017.

WINSTON, R.J.; DORSEY, J. D.; SMOLEK, A. P.; HUNT, W. F. ; Hydrologic Performance of Four Permeable Pavement Systems Constructed over Low-

Permeability Soils in Northeast Ohio. **Journal of Hydrologic Engineering**. v.23, 2018.

XIE, N.; AKIN, M.; SHI, X.; Permeable concrete pavements: A review of environmental benefits and durability. **Journal of Cleaner Production**, V. 210, p.1605-1621, 2019.

ZHOU, Q.; LENG, G.; SU, J.; REN, Y. Comparison of urbanization and climate change impacts on urban flood volumes: Importance of urban planning and drainage adaptation. **Science of the Total Environment**, V. 658, p. 24-33, 2019.

APÊNDICE A

REGISTROS DOS ENSAIOS DE SIMULAÇÃO DE CHUVAS SOBRE OS PAVIMENTOS ESTUDADOS

Tabela A-1 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 1 no Pavimento Convencional, realizado no dia 07/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 45 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 1,06 | 2,75 | 0,00 | 31,80 | 82,20 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 2,45 | 5,17 | 0,00 | 41,70 | 72,30 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 4,41 | 7,02 | 0,00 | 58,80 | 55,20 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 7,03 | 8,21 | 0,00 | 78,60 | 35,40 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 9,18 | 9,87 | 0,00 | 64,50 | 49,50 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 11,38 | 11,48 | 0,00 | 66,00 | 48,00 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 13,98 | 12,69 | 0,00 | 78,00 | 36,00 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 16,40 | 14,08 | 0,00 | 72,60 | 41,40 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 18,84 | 15,45 | 0,00 | 73,20 | 40,80 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 21,70 | 16,40 | 0,00 | 85,80 | 28,20 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 24,09 | 17,82 | 0,00 | 71,70 | 42,30 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 26,98 | 18,74 | 0,00 | 86,70 | 27,30 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 29,21 | 20,32 | 0,00 | 66,90 | 47,10 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 31,01 | 22,33 | 0,00 | 54,00 | 60,00 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 33,31 | 23,84 | 0,00 | 69,00 | 45,00 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 35,95 | 25,01 | 0,00 | 79,20 | 34,80 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 38,11 | 26,66 | 0,00 | 64,80 | 49,20 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 40,60 | 27,98 | 0,00 | 74,70 | 39,30 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 43,05 | 29,34 | 0,00 | 73,50 | 40,50 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 45,79 | 30,41 | 0,00 | 82,20 | 31,80 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 48,04 | 31,97 | 0,00 | 67,50 | 46,50 | 0,00 |
| 11,00 | 83,82 | 49,74 | 34,08 | 0,00 | 51,00 | 63,00 | 0,00 |
| 11,50 | 87,63 | 51,65 | 35,98 | 0,00 | 57,30 | 56,70 | 0,00 |
| 12,00 | 91,44 | 54,51 | 36,93 | 0,00 | 85,80 | 28,20 | 0,00 |
| 12,50 | 95,25 | 57,31 | 37,94 | 0,00 | 84,00 | 30,00 | 0,00 |
| 13,00 | 99,06 | 59,71 | 39,35 | 0,00 | 72,00 | 42,00 | 0,00 |
| 13,50 | 102,87 | 62,17 | 40,70 | 0,00 | 73,80 | 40,20 | 0,00 |
| 14,00 | 106,68 | 64,60 | 42,08 | 0,00 | 72,90 | 41,10 | 0,00 |
| 14,50 | 110,49 | 65,85 | 44,64 | 0,00 | 37,50 | | 0,00 |
| 15,00 | 114,30 | 67,41 | 46,89 | 0,00 | 46,80 | | 0,00 |
| 15,50 | 118,11 | 67,62 | 50,49 | 0,00 | 6,30 | | 0,00 |
| 16,00 | 120,00 | 67,70 | 52,30 | 0,00 | 2,40 | | 0,00 |
| 16,50 | | 67,73 | 52,27 | 0,00 | 0,90 | | 0,00 |
| 17,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 17,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 18,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 18,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 19,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 19,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 20,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |

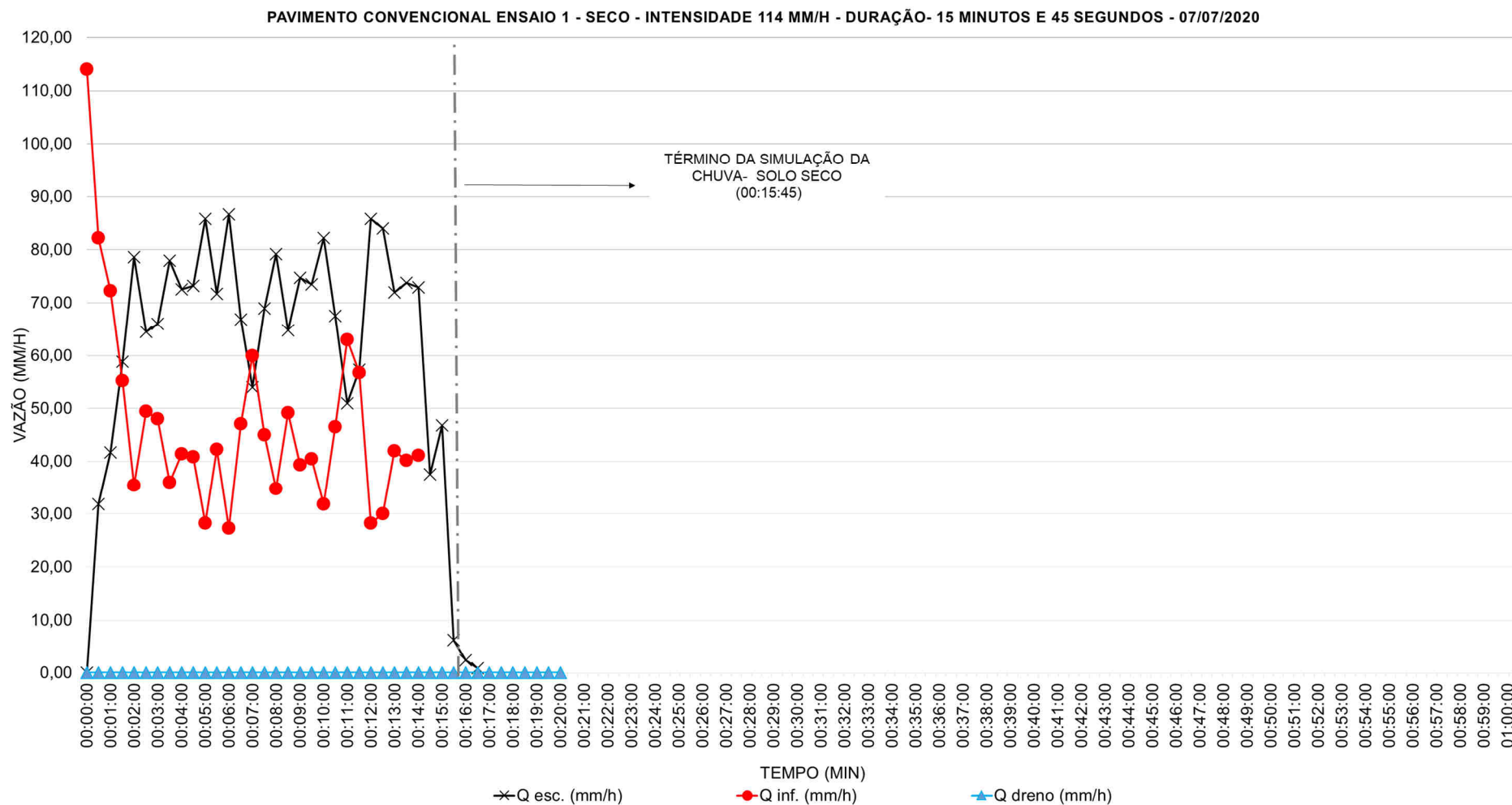


Figura A-1 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 1 no Pavimento Convencional, realizado no dia 07/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 45 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-2 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 1 no Pavimento Convencional, realizado no dia 07/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 44 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 1,83 | 5,79 | 0,00 | 54,90 | 59,10 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 4,79 | 6,64 | 0,00 | 88,80 | 25,20 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 8,34 | 6,90 | 0,00 | 106,50 | 7,50 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 11,81 | 7,24 | 0,00 | 104,10 | 9,90 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 14,70 | 8,16 | 0,00 | 86,70 | 27,30 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 17,64 | 9,03 | 0,00 | 88,20 | 25,80 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 20,64 | 9,84 | 0,00 | 90,00 | 24,00 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 22,49 | 11,80 | 0,00 | 55,50 | 58,50 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 24,98 | 13,12 | 0,00 | 74,70 | 39,30 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 27,34 | 14,57 | 0,00 | 70,80 | 43,20 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 29,34 | 16,38 | 0,00 | 60,00 | 54,00 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 32,16 | 17,37 | 0,00 | 84,60 | 29,40 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 34,57 | 18,77 | 0,00 | 72,30 | 41,70 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 37,06 | 20,09 | 0,00 | 74,70 | 39,30 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 40,59 | 20,37 | 0,00 | 105,90 | 8,10 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 44,03 | 20,74 | 0,00 | 103,20 | 10,80 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 46,98 | 21,60 | 0,00 | 88,50 | 25,50 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 49,39 | 23,00 | 0,00 | 72,30 | 41,70 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 51,11 | 25,09 | 0,00 | 51,60 | 62,40 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 53,65 | 26,36 | 0,00 | 76,20 | 37,80 | 0,00 |
| 11,00 | 83,82 | 56,07 | 27,75 | 0,00 | 72,60 | 41,40 | 0,00 |
| 11,50 | 87,63 | 58,28 | 29,35 | 0,00 | 66,30 | 47,70 | 0,00 |
| 12,00 | 91,44 | 61,06 | 30,38 | 0,00 | 83,40 | 30,60 | 0,00 |
| 12,50 | 95,25 | 63,58 | 31,67 | 0,00 | 75,60 | 38,40 | 0,00 |
| 13,00 | 99,06 | 66,41 | 32,65 | 0,00 | 84,90 | 29,10 | 0,00 |
| 13,50 | 102,87 | 68,83 | 34,04 | 0,00 | 72,60 | 41,40 | 0,00 |
| 14,00 | 106,68 | 71,37 | 35,31 | 0,00 | 76,20 | 37,80 | 0,00 |
| 14,50 | 110,49 | 74,22 | 36,27 | 0,00 | 85,50 | 28,50 | 0,00 |
| 15,00 | 114,30 | 76,42 | 37,88 | 0,00 | 66,00 | 48,00 | 0,00 |
| 15,50 | 118,11 | 78,22 | 39,89 | 0,00 | 54,00 | | 0,00 |
| 16,00 | 120,00 | 78,91 | 41,09 | 0,00 | 20,70 | | 0,00 |
| 16,50 | | 79,21 | | 0,00 | 9,00 | | 0,00 |
| 17,00 | | 79,28 | | 0,00 | 2,10 | | 0,00 |
| 17,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 18,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 18,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 19,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 19,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 20,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |

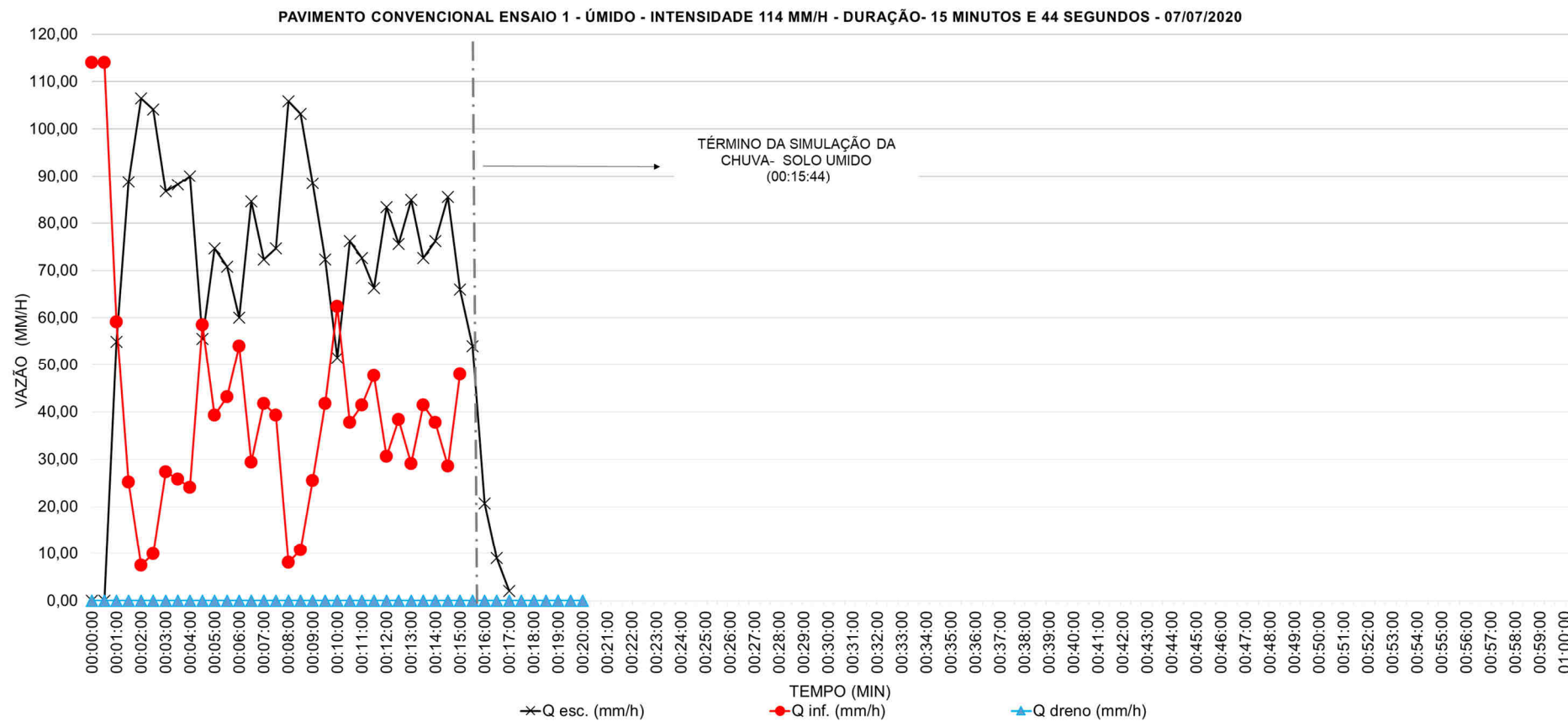


Figura A-2 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 1 no Pavimento Convencional, realizado no dia 07/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 44 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-3 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 2 no Pavimento Convencional, realizado no dia 24/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 49 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 114,0 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,0 | 114,0 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,84 | 6,78 | 0,00 | 25,2 | 88,8 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 2,36 | 9,07 | 0,00 | 45,6 | 68,4 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 4,21 | 11,03 | 0,00 | 55,5 | 58,5 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 5,64 | 13,41 | 0,00 | 42,9 | 71,1 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 7,13 | 15,73 | 0,00 | 44,7 | 69,3 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 8,56 | 18,11 | 0,00 | 42,9 | 71,1 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 9,66 | 20,82 | 0,00 | 33,0 | 81,0 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 10,74 | 23,55 | 0,00 | 32,4 | 81,6 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 12,34 | 25,76 | 0,00 | 48,0 | 66,0 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 13,90 | 28,01 | 0,00 | 46,8 | 67,2 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 15,43 | 30,29 | 0,00 | 45,9 | 68,1 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 17,04 | 32,50 | 0,00 | 48,2 | 65,9 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 18,47 | 34,88 | 0,00 | 42,9 | 71,1 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 20,03 | 37,13 | 0,00 | 46,8 | 67,2 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 22,04 | 38,93 | 0,00 | 60,3 | 53,7 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 23,50 | 41,28 | 0,00 | 43,8 | 70,2 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 25,10 | 43,48 | 0,00 | 48,2 | 65,9 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 26,96 | 45,43 | 0,00 | 55,8 | 58,2 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 28,76 | 47,44 | 0,00 | 54,0 | 60,0 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 30,52 | 49,49 | 0,00 | 52,8 | 61,2 | 0,00 |
| 11,00 | 83,82 | 31,94 | 51,88 | 0,00 | 42,6 | 71,4 | 0,00 |
| 11,50 | 87,63 | 33,97 | 53,66 | 0,00 | 60,9 | 53,1 | 0,00 |
| 12,00 | 91,44 | 35,95 | 55,49 | 0,00 | 59,4 | 54,6 | 0,00 |
| 12,50 | 95,25 | 37,89 | 57,36 | 0,00 | 58,2 | 55,8 | 0,00 |
| 13,00 | 99,06 | 39,53 | 59,53 | 0,00 | 49,2 | 64,8 | 0,00 |
| 13,50 | 102,87 | 41,82 | 61,05 | 0,00 | 68,7 | 45,3 | 0,00 |
| 14,00 | 106,68 | 43,88 | 62,80 | 0,00 | 61,8 | 52,2 | 0,00 |
| 14,50 | 110,49 | 45,59 | 64,90 | 0,00 | 51,3 | 62,7 | 0,00 |
| 15,00 | 114,30 | 47,18 | 67,12 | 0,00 | 47,7 | 66,3 | 0,00 |
| 15,50 | 118,11 | 48,35 | 69,76 | 0,00 | 35,1 | 78,9 | 0,00 |
| 16,00 | 120,00 | 49,13 | 70,87 | 0,00 | 23,4 | | 0,00 |
| 16,50 | | 49,44 | | 0,00 | 9,3 | | 0,00 |
| 17,00 | | 49,56 | | 0,00 | 3,6 | | 0,00 |
| 17,50 | | 49,62 | | 0,00 | 1,8 | | 0,00 |
| 18,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 18,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 19,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 19,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 20,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |

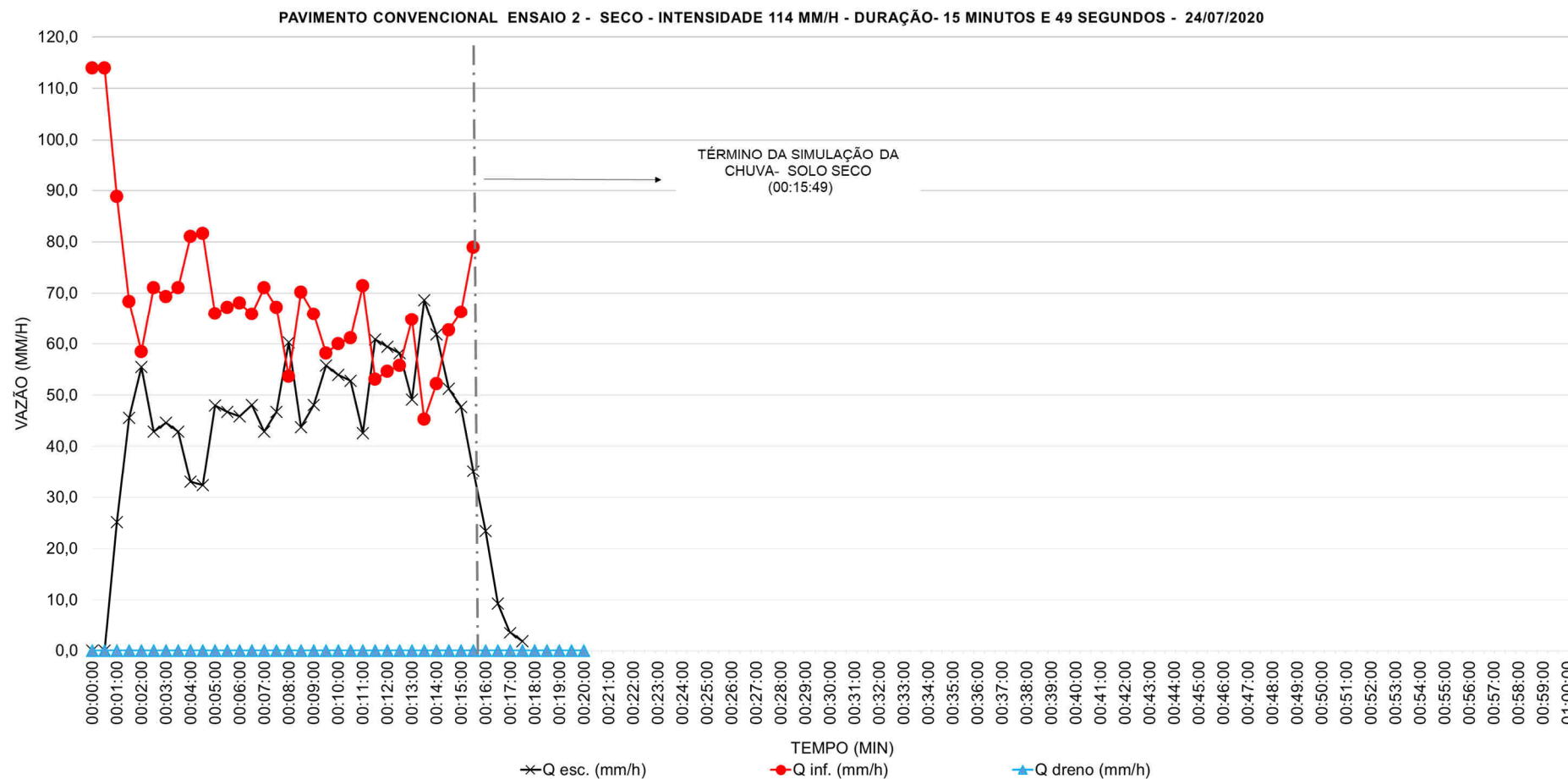


Figura A-3 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 2 no Pavimento Convencional, realizado no dia 24/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 49 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-4 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 2 no Pavimento Convencional, realizado no dia 24/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 44 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 1,37 | 2,44 | 0,00 | 41,10 | 72,90 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 3,37 | 4,25 | 0,00 | 60,00 | 54,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 5,73 | 5,70 | 0,00 | 70,80 | 43,20 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 7,52 | 7,72 | 0,00 | 53,70 | 60,30 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 9,81 | 9,24 | 0,00 | 68,70 | 45,30 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 11,47 | 11,39 | 0,00 | 49,80 | 64,20 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 12,72 | 13,95 | 0,00 | 37,50 | 76,50 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 14,16 | 16,32 | 0,00 | 43,20 | 70,80 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 15,64 | 18,65 | 0,00 | 44,40 | 69,60 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 17,43 | 20,67 | 0,00 | 53,70 | 60,30 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 19,59 | 22,32 | 0,00 | 64,80 | 49,20 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 21,30 | 24,42 | 0,00 | 51,30 | 62,70 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 23,18 | 26,35 | 0,00 | 56,40 | 57,60 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 24,73 | 28,61 | 0,00 | 46,50 | 67,50 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 26,15 | 31,00 | 0,00 | 42,60 | 71,40 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 27,98 | 32,98 | 0,00 | 54,90 | 59,10 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 29,79 | 34,98 | 0,00 | 54,30 | 59,70 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 31,09 | 37,49 | 0,00 | 39,00 | 75,00 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 32,31 | 40,08 | 0,00 | 36,60 | 77,40 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 33,32 | 42,88 | 0,00 | 30,30 | 83,70 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 34,98 | 45,03 | 0,00 | 49,80 | 64,20 | 0,00 |
| 11,00 | 83,82 | 36,90 | 46,92 | 0,00 | 57,60 | 56,40 | 0,00 |
| 11,50 | 87,63 | 38,75 | 48,88 | 0,00 | 55,50 | 58,50 | 0,00 |
| 12,00 | 91,44 | 40,36 | 51,08 | 0,00 | 48,21 | 65,79 | 0,00 |
| 12,50 | 95,25 | 42,32 | 52,93 | 0,00 | 58,80 | 55,20 | 0,00 |
| 13,00 | 99,06 | 44,04 | 55,02 | 0,00 | 51,60 | 62,40 | 0,00 |
| 13,50 | 102,87 | 46,00 | 56,87 | 0,00 | 58,80 | 55,20 | 0,00 |
| 14,00 | 106,68 | 47,72 | 58,96 | 0,00 | 51,60 | 62,40 | 0,00 |
| 14,50 | 110,49 | 49,68 | 60,81 | 0,00 | 58,80 | 55,20 | 0,00 |
| 15,00 | 114,30 | 51,00 | 63,30 | 0,00 | 39,60 | 74,40 | 0,00 |
| 15,50 | 118,11 | 52,83 | 65,28 | 0,00 | 54,90 | 59,10 | 0,00 |
| 16,00 | 120,00 | 54,79 | 65,21 | 0,00 | 58,80 | 55,20 | 0,00 |
| 16,50 | | 55,73 | | 0,00 | 28,20 | | 0,00 |
| 17,00 | | 56,29 | | 0,00 | 16,80 | | 0,00 |
| 17,50 | | 56,38 | | 0,00 | 2,70 | | 0,00 |
| 18,00 | | 56,46 | | 0,00 | 2,40 | | 0,00 |
| 18,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 19,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 19,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 20,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |

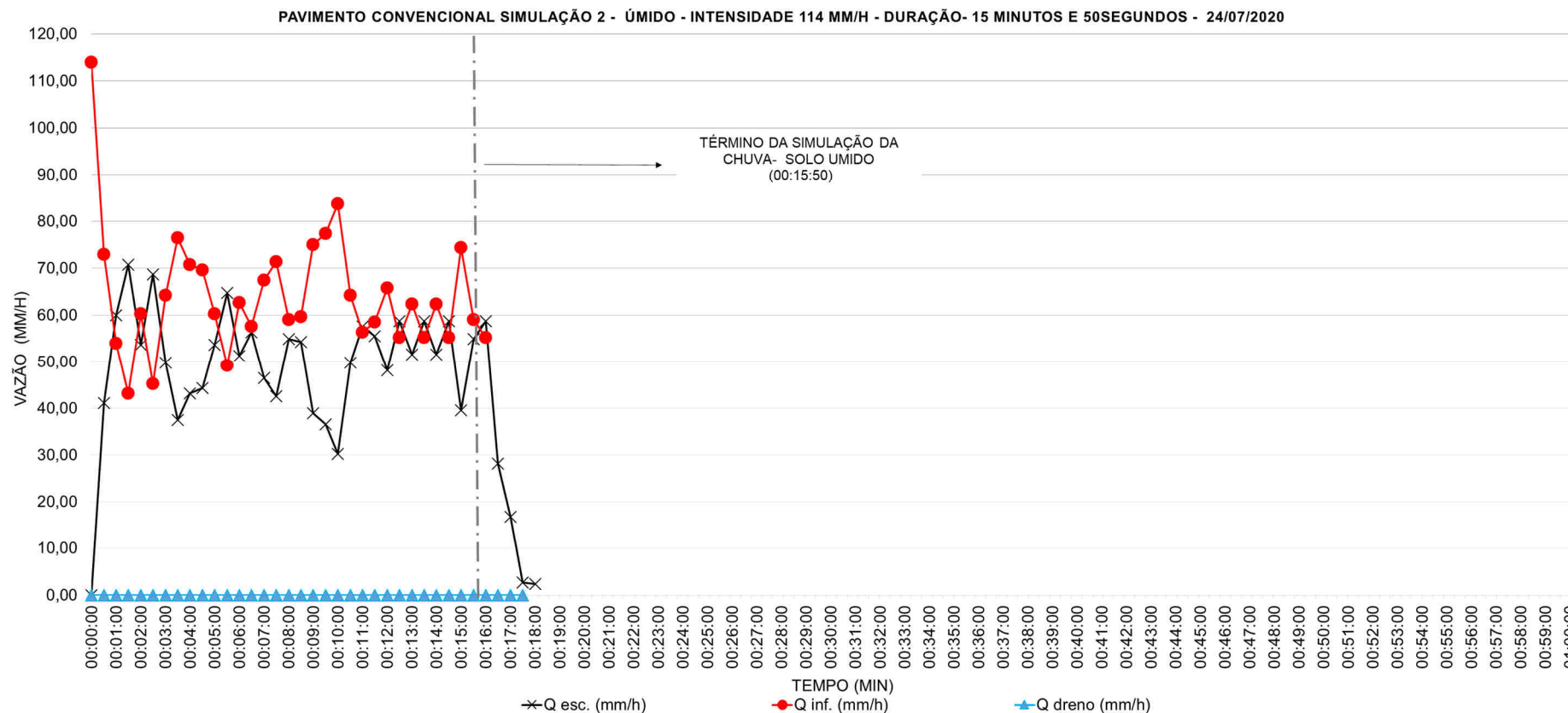


Figura A-4 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 2 no Pavimento Convencional, realizado no dia 24/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 50 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-5 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 3 no Pavimento Convencional, realizado no dia 11/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 50 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,00 | 7,62 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 1,02 | 10,41 | 0,00 | 30,60 | 83,40 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 2,33 | 12,91 | 0,00 | 39,30 | 74,70 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 3,92 | 15,13 | 0,00 | 47,70 | 66,30 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 5,57 | 17,29 | 0,00 | 49,41 | 64,59 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 7,11 | 19,56 | 0,00 | 46,20 | 67,80 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 8,95 | 21,53 | 0,00 | 55,20 | 58,80 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 10,67 | 23,62 | 0,00 | 51,60 | 62,40 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 12,66 | 25,44 | 0,00 | 59,70 | 54,30 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 14,34 | 27,57 | 0,00 | 50,40 | 63,60 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 15,87 | 29,85 | 0,00 | 45,90 | 68,10 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 17,76 | 31,77 | 0,00 | 56,70 | 57,30 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 19,05 | 34,29 | 0,00 | 38,70 | 75,30 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 20,93 | 36,22 | 0,00 | 56,40 | 57,60 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 22,73 | 38,23 | 0,00 | 54,00 | 60,00 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 24,23 | 40,54 | 0,00 | 45,00 | 69,00 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 25,87 | 42,71 | 0,00 | 49,41 | 64,59 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 27,47 | 44,92 | 0,00 | 48,00 | 66,00 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 29,17 | 47,03 | 0,00 | 51,00 | 63,00 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 30,49 | 49,52 | 0,00 | 39,60 | 74,40 | 0,00 |
| 11,00 | 83,82 | 31,84 | 51,98 | 0,00 | 40,50 | 73,50 | 0,00 |
| 11,50 | 87,63 | 33,38 | 54,25 | 0,00 | 46,20 | 67,80 | 0,00 |
| 12,00 | 91,44 | 35,09 | 56,35 | 0,00 | 51,30 | 62,70 | 0,00 |
| 12,50 | 95,25 | 36,36 | 58,89 | 0,00 | 38,10 | 75,90 | 0,00 |
| 13,00 | 99,06 | 37,77 | 61,29 | 0,00 | 42,30 | 71,70 | 0,00 |
| 13,50 | 102,87 | 39,05 | 63,82 | 0,00 | 38,40 | 75,60 | 0,00 |
| 14,00 | 106,68 | 40,67 | 66,01 | 0,00 | 48,60 | 65,40 | 0,00 |
| 14,50 | 110,49 | 42,50 | 67,99 | 0,00 | 54,90 | 59,10 | 0,00 |
| 15,00 | 114,30 | 43,46 | 70,84 | 0,00 | 28,80 | | 0,00 |
| 15,50 | 118,11 | 43,93 | 74,18 | 0,00 | 14,10 | | 0,00 |
| 16,00 | 120,00 | 44,22 | 75,78 | 0,00 | 8,70 | | 0,00 |
| 16,50 | | 44,41 | | 0,00 | 5,70 | | 0,00 |
| 17,00 | | 44,54 | | 0,00 | 3,90 | | 0,00 |
| 17,50 | | 44,62 | | 0,00 | 2,40 | | 0,00 |
| 18,00 | | | | | | | 0,00 |
| 18,50 | | | | | | | 0,00 |
| 19,00 | | | | | | | 0,00 |
| 19,50 | | | | | | | 0,00 |
| 20,00 | | | | | | | 0,00 |

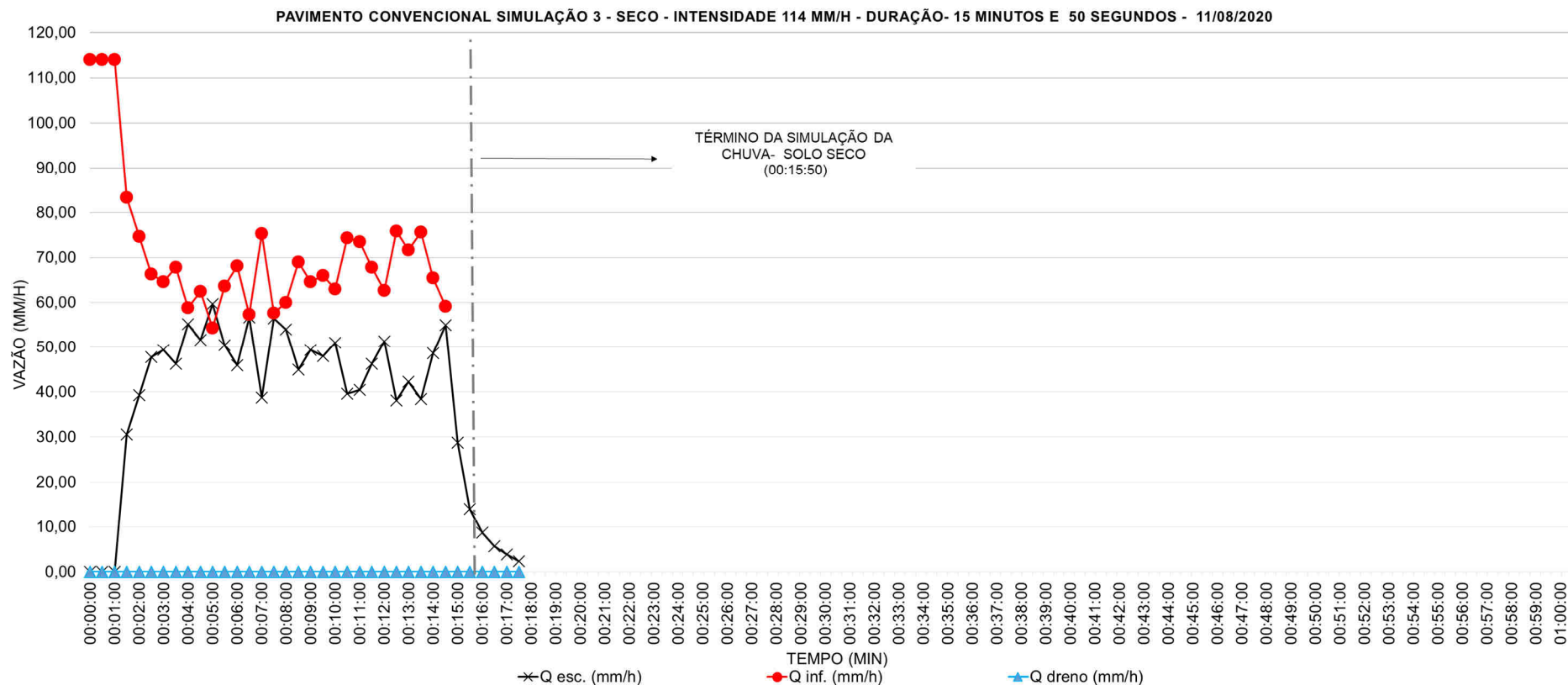


Figura A-5 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 3 no Pavimento Convencional, realizado no dia 11/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 50 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-6 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 3 no Pavimento Convencional, realizado no dia 11/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 48 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,54 | 7,08 | 0,00 | 16,20 | 97,80 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 1,56 | 9,87 | 0,00 | 30,60 | 83,40 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 2,58 | 12,66 | 0,00 | 30,60 | 83,40 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 3,87 | 15,18 | 0,00 | 38,70 | 75,30 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 5,38 | 17,48 | 0,00 | 45,30 | 68,70 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 6,70 | 19,97 | 0,00 | 39,60 | 74,40 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 8,21 | 22,27 | 0,00 | 45,30 | 68,70 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 9,49 | 24,80 | 0,00 | 38,40 | 75,60 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 10,50 | 27,60 | 0,00 | 30,30 | 83,70 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 12,06 | 29,85 | 0,00 | 46,80 | 67,20 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 14,49 | 31,23 | 0,00 | 72,90 | 41,10 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 16,55 | 32,98 | 0,00 | 61,80 | 52,20 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 18,73 | 34,61 | 0,00 | 65,40 | 48,60 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 21,17 | 35,98 | 0,00 | 73,20 | 40,80 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 23,64 | 37,32 | 0,00 | 74,10 | 39,90 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 25,40 | 39,37 | 0,00 | 52,80 | 61,20 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 27,22 | 41,36 | 0,00 | 54,60 | 59,40 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 28,76 | 43,63 | 0,00 | 46,20 | 67,80 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 30,22 | 45,98 | 0,00 | 43,80 | 70,20 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 32,14 | 47,87 | 0,00 | 57,60 | 56,40 | 0,00 |
| 11,00 | 83,82 | 33,55 | 50,27 | 0,00 | 42,30 | 71,70 | 0,00 |
| 11,50 | 87,63 | 34,63 | 53,00 | 0,00 | 32,40 | 81,60 | 0,00 |
| 12,00 | 91,44 | 36,60 | 54,84 | 0,00 | 59,10 | 54,90 | 0,00 |
| 12,50 | 95,25 | 38,44 | 56,81 | 0,00 | 55,20 | 58,80 | 0,00 |
| 13,00 | 99,06 | 39,99 | 59,07 | 0,00 | 46,50 | 67,50 | 0,00 |
| 13,50 | 102,87 | 42,03 | 60,84 | 0,00 | 61,20 | 52,80 | 0,00 |
| 14,00 | 106,68 | 43,56 | 63,12 | 0,00 | 45,90 | 68,10 | 0,00 |
| 14,50 | 110,49 | 45,44 | 65,05 | 0,00 | 56,40 | 57,60 | 0,00 |
| 15,00 | 114,30 | 47,00 | 67,30 | 0,00 | 46,80 | 67,20 | 0,00 |
| 15,50 | 118,11 | 48,99 | 69,12 | 0,00 | 59,70 | 54,30 | 0,00 |
| 16,00 | 120,00 | 50,93 | 69,07 | 0,00 | 58,20 | 55,80 | 0,00 |
| 16,50 | | 52,34 | | 0,00 | 42,30 | | 0,00 |
| 17,00 | | 53,02 | | 0,00 | 20,40 | | 0,00 |
| 17,50 | | 53,26 | | 0,00 | 7,20 | | 0,00 |
| 18,00 | | 53,39 | | 0,00 | 3,90 | | 0,00 |
| 18,50 | | 53,48 | | 0,00 | 2,70 | | 0,00 |
| 19,00 | | 53,56 | | 0,00 | 2,40 | | 0,00 |
| 19,50 | | | | | | | 0,00 |
| 20,00 | | | | | | | 0,00 |

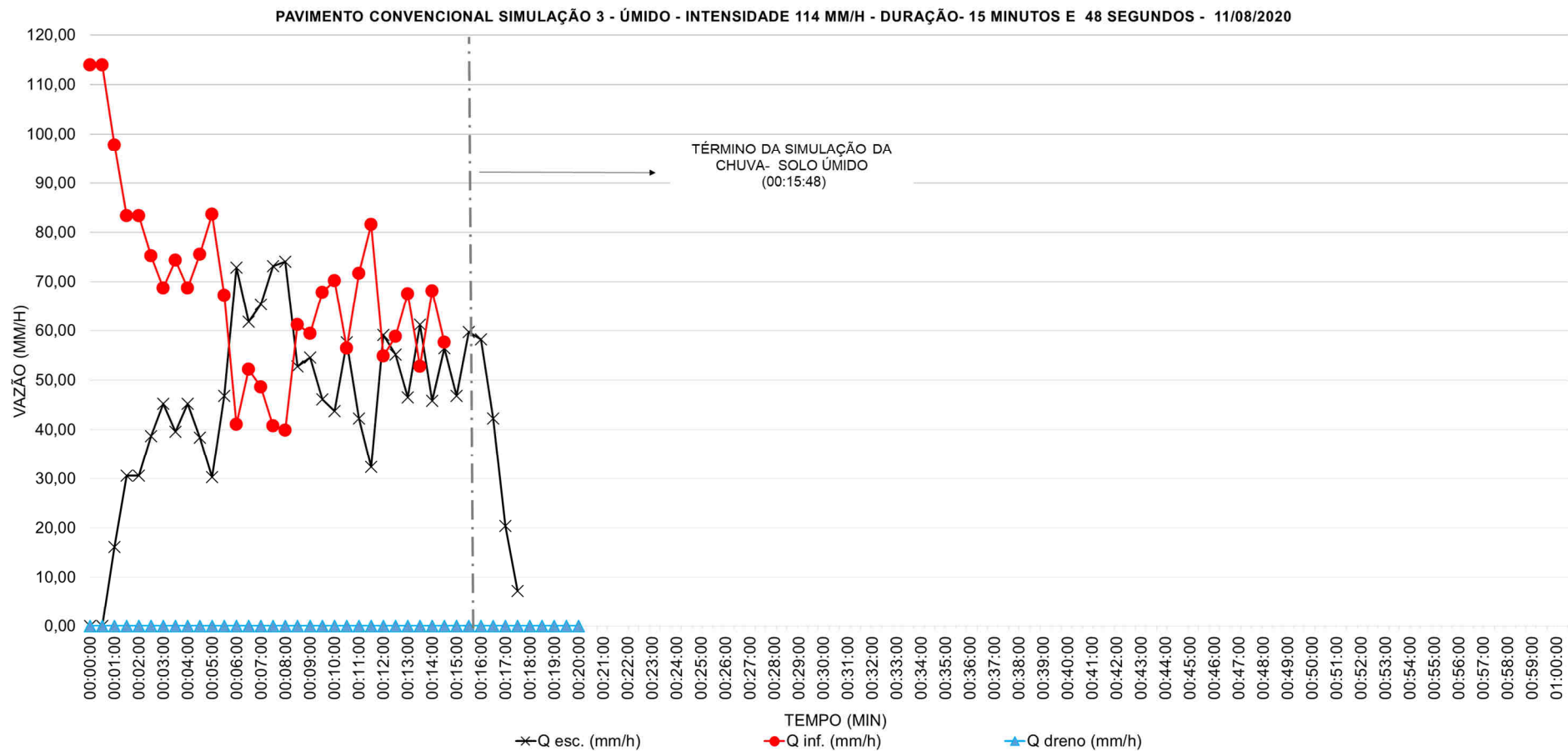


Figura A-6 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 3 no Pavimento Convencional, realizado no dia 11/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 48 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-7 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 4 no Pavimento Convencional, realizado no dia 13/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 06 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,24 | 5,07 | 0,00 | 7,20 | 45,80 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 1,05 | 6,03 | 0,00 | 24,30 | 28,70 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 1,69 | 7,16 | 0,00 | 19,20 | 33,80 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 2,87 | 7,75 | 0,00 | 35,40 | 17,60 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 3,78 | 8,61 | 0,00 | 27,30 | 25,70 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 4,65 | 9,51 | 0,00 | 26,10 | 26,90 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 5,45 | 10,48 | 0,00 | 24,00 | 29,00 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 6,28 | 11,42 | 0,00 | 24,90 | 28,10 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 7,15 | 12,32 | 0,00 | 26,16 | 26,84 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 8,02 | 13,22 | 0,00 | 26,16 | 26,84 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 8,96 | 14,05 | 0,00 | 28,20 | 24,80 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 9,60 | 15,18 | 0,00 | 19,20 | 33,80 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 10,13 | 16,42 | 0,00 | 15,90 | 37,10 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 10,96 | 17,36 | 0,00 | 24,81 | 28,19 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 12,12 | 17,97 | 0,00 | 34,80 | 18,20 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 12,99 | 18,87 | 0,00 | 26,16 | 26,84 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 13,84 | 19,79 | 0,00 | 25,50 | 27,50 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 14,60 | 20,80 | 0,00 | 22,80 | 30,20 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 15,26 | 21,91 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 16,25 | 22,69 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 17,43 | 23,28 | 0,00 | 35,40 | 17,60 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 18,57 | 23,91 | 0,00 | 34,20 | 18,80 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 19,62 | 24,63 | 0,00 | 31,50 | 21,50 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 20,59 | 25,43 | 0,00 | 29,10 | 23,90 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 21,53 | 26,26 | 0,00 | 28,20 | 24,80 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 22,48 | 27,08 | 0,00 | 28,50 | 24,50 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 23,60 | 27,73 | 0,00 | 33,60 | 19,40 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 24,59 | 28,51 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 25,53 | 29,34 | 0,00 | 28,20 | 24,80 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 26,66 | 29,98 | 0,00 | 33,90 | 19,10 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 27,32 | 31,09 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 27,94 | 32,24 | 0,00 | 18,60 | 34,40 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 28,68 | 33,27 | 0,00 | 22,20 | 30,80 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 29,46 | 34,26 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 30,21 | 35,28 | 0,00 | 22,50 | 30,50 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 30,98 | 36,28 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 31,66 | 37,37 | 0,00 | 20,40 | 32,60 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 32,32 | 38,48 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 32,96 | 39,61 | 0,00 | 19,20 | 33,80 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 33,65 | 40,69 | 0,00 | 20,70 | 32,30 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 34,41 | 41,70 | 0,00 | 22,80 | 30,20 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 35,16 | 42,72 | 0,00 | 22,50 | 30,50 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 35,67 | 43,98 | 0,00 | 15,30 | 37,70 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 23,00 | 81,42 | 36,47 | 44,95 | 0,00 | 24,00 | 29,00 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 37,18 | 46,01 | 0,00 | 21,30 | 31,70 | 0,00 |
| 24,00 | 84,96 | 38,06 | 46,90 | 0,00 | 26,40 | 26,60 | 0,00 |
| 24,50 | 86,73 | 38,87 | 47,86 | 0,00 | 24,30 | 28,70 | 0,00 |
| 25,00 | 88,50 | 39,66 | 48,84 | 0,00 | 23,70 | 29,30 | 0,00 |
| 25,50 | 90,27 | 40,42 | 49,85 | 0,00 | 22,80 | 30,20 | 0,00 |
| 26,00 | 92,04 | 41,25 | 50,79 | 0,00 | 24,90 | 28,10 | 0,00 |
| 26,50 | 93,81 | 42,03 | 51,78 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 27,00 | 95,58 | 42,85 | 52,73 | 0,00 | 24,60 | 28,40 | 0,00 |
| 27,50 | 97,35 | 43,62 | 53,73 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |
| 28,00 | 99,12 | 44,29 | 54,83 | 0,00 | 20,10 | 32,90 | 0,00 |
| 28,50 | 100,89 | 45,09 | 55,80 | 0,00 | 24,00 | 29,00 | 0,00 |
| 29,00 | 102,66 | 46,25 | 56,41 | 0,00 | 34,80 | 18,20 | 0,00 |
| 29,50 | 104,43 | 47,29 | 57,14 | 0,00 | 31,20 | 21,80 | 0,00 |
| 30,00 | 106,20 | 48,17 | 58,04 | 0,00 | 26,16 | 26,84 | 0,00 |
| 30,50 | 107,97 | 49,11 | 58,87 | 0,00 | 28,20 | 24,80 | 0,00 |
| 31,00 | 109,74 | 50,03 | 59,72 | 0,00 | 27,60 | 25,40 | 0,00 |
| 31,50 | 111,51 | 50,82 | 60,70 | 0,00 | 23,70 | 29,30 | 0,00 |
| 32,00 | 113,28 | 51,68 | 61,61 | 0,00 | 25,80 | 27,20 | 0,00 |
| 32,50 | 115,05 | 52,42 | 62,63 | 0,00 | 22,20 | 30,80 | 0,00 |
| 33,00 | 116,82 | 53,16 | 63,66 | 0,00 | 22,20 | 30,80 | 0,00 |
| 33,50 | 118,59 | 53,84 | 64,75 | 0,00 | 20,40 | 32,60 | 0,00 |
| 34,00 | 120,36 | 54,50 | 65,86 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 34,50 | 122,13 | 55,40 | 66,73 | 0,00 | 27,00 | 26,00 | 0,00 |
| 35,00 | 123,90 | 56,22 | 67,68 | 0,00 | 24,60 | 28,40 | 0,00 |
| 35,50 | 125,67 | 57,22 | 68,45 | 0,00 | 30,00 | 23,00 | 0,00 |
| 36,00 | 127,44 | 58,11 | 69,33 | 0,00 | 26,70 | 26,30 | 0,00 |
| 36,50 | 129,21 | 58,90 | 70,31 | 0,00 | 23,70 | 29,30 | 0,00 |
| 37,00 | 130,98 | 59,79 | 71,19 | 0,00 | 26,70 | 26,30 | 0,00 |
| 37,50 | 132,75 | 60,76 | 71,99 | 0,00 | 29,10 | 23,90 | 0,00 |
| 38,00 | 134,52 | 61,64 | 72,89 | 0,00 | 26,40 | 26,60 | 0,00 |
| 38,50 | 136,29 | 62,51 | 73,79 | 0,00 | 26,10 | 26,90 | 0,00 |
| 39,00 | 138,06 | 63,21 | 74,86 | 0,00 | 21,00 | 32,00 | 0,00 |
| 39,50 | 139,83 | 63,82 | 76,02 | 0,00 | 18,30 | 34,70 | 0,00 |
| 40,00 | 141,60 | 64,60 | 77,01 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 40,50 | 143,37 | 65,73 | 77,65 | 0,00 | 33,90 | 19,10 | 0,00 |
| 41,00 | 145,14 | 66,57 | 78,58 | 0,00 | 25,20 | 27,80 | 0,00 |
| 41,50 | 146,91 | 67,28 | 79,64 | 0,00 | 21,30 | 31,70 | 0,00 |
| 42,00 | 148,68 | 67,88 | 80,81 | 0,00 | 18,00 | 35,00 | 0,00 |
| 42,50 | 150,45 | 68,43 | 82,03 | 0,00 | 16,50 | 36,50 | 0,00 |
| 43,00 | 152,22 | 69,67 | 82,56 | 0,00 | 37,20 | 15,80 | 0,00 |
| 43,50 | 153,99 | 70,54 | 83,45 | 0,00 | 26,16 | 26,84 | 0,00 |
| 44,00 | 155,76 | 71,64 | 84,12 | 0,00 | 33,00 | 20,00 | 0,00 |
| 44,50 | 157,53 | 72,51 | 85,02 | 0,00 | 26,16 | 26,84 | 0,00 |
| 45,00 | 159,30 | 72,82 | 86,48 | 0,00 | 9,30 | | 0,00 |
| 45,50 | 160,00 | 73,01 | 86,99 | 0,00 | 5,70 | | 0,00 |
| 46,00 | | 73,13 | | 0,00 | 3,60 | | 0,00 |
| 46,50 | | 73,22 | | 0,00 | 2,70 | | 0,00 |
| 47,00 | | 73,29 | | 0,00 | 2,10 | | 0,00 |
| 47,50 | | 73,34 | | 0,00 | 1,50 | | 0,00 |
| 48,00 | | | | | | | 0,00 |
| 48,50 | | | | | | | 0,00 |
| 49,00 | | | | | | | 0,00 |

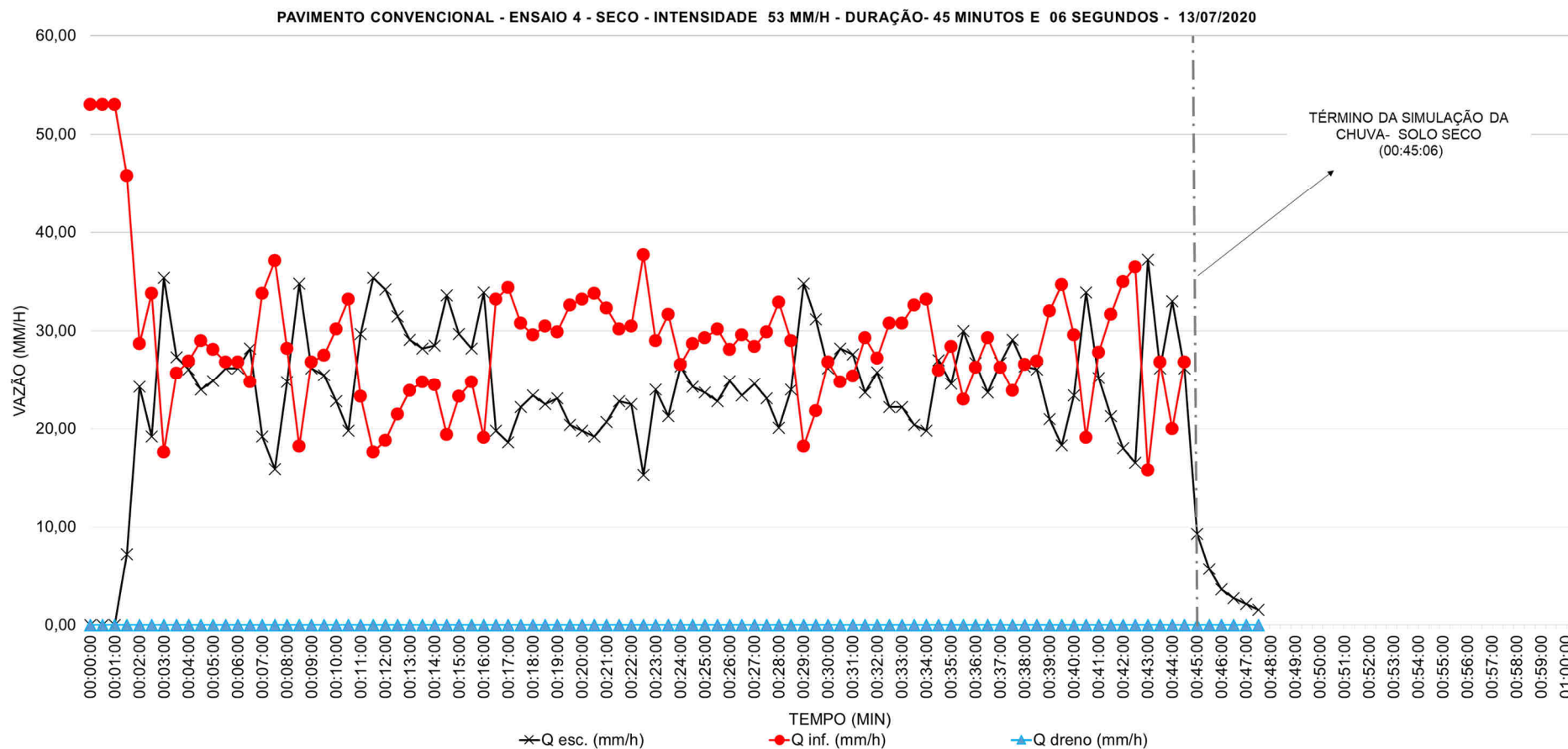


Figura A-7 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 4 no Pavimento Convencional, realizado no dia 13/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 06 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-8 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 4 no Pavimento Convencional, realizado no dia 13/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 44 minutos e 52 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,28 | 5,03 | 0,00 | 8,40 | 44,60 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,83 | 6,25 | 0,00 | 16,50 | 36,50 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 1,58 | 7,27 | 0,00 | 22,50 | 30,50 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 2,30 | 8,32 | 0,00 | 21,60 | 31,40 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 3,13 | 9,26 | 0,00 | 24,90 | 28,10 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 4,15 | 10,01 | 0,00 | 30,60 | 22,40 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 5,07 | 10,86 | 0,00 | 27,60 | 25,40 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 5,86 | 11,84 | 0,00 | 23,70 | 29,30 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 6,64 | 12,83 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 7,44 | 13,80 | 0,00 | 24,00 | 29,00 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 8,43 | 14,58 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 9,42 | 15,36 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 10,37 | 16,18 | 0,00 | 28,50 | 24,50 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 11,19 | 17,13 | 0,00 | 24,60 | 28,40 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 11,97 | 18,12 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 12,91 | 18,95 | 0,00 | 28,20 | 24,80 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 14,01 | 19,62 | 0,00 | 33,00 | 20,00 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 14,85 | 20,55 | 0,00 | 25,20 | 27,80 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 15,57 | 21,60 | 0,00 | 21,60 | 31,40 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 16,09 | 22,85 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 16,79 | 23,92 | 0,00 | 21,00 | 32,00 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 17,34 | 25,14 | 0,00 | 16,50 | 36,50 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 18,12 | 26,13 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 18,94 | 27,08 | 0,00 | 24,60 | 28,40 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 19,74 | 28,05 | 0,00 | 24,00 | 29,00 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 20,41 | 29,15 | 0,00 | 20,10 | 32,90 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 20,99 | 30,34 | 0,00 | 17,40 | 35,60 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 21,49 | 31,61 | 0,00 | 15,00 | 38,00 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 22,19 | 32,68 | 0,00 | 21,00 | 32,00 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 22,93 | 33,71 | 0,00 | 22,20 | 30,80 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 23,64 | 34,77 | 0,00 | 21,30 | 31,70 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 24,35 | 35,83 | 0,00 | 21,30 | 31,70 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 24,87 | 37,08 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 25,51 | 38,21 | 0,00 | 19,20 | 33,80 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 26,43 | 39,06 | 0,00 | 27,60 | 25,40 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 27,01 | 40,25 | 0,00 | 17,40 | 35,60 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 27,78 | 41,25 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 28,56 | 42,24 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 29,24 | 43,33 | 0,00 | 20,40 | 32,60 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 29,85 | 44,49 | 0,00 | 18,30 | 34,70 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 30,34 | 45,77 | 0,00 | 14,70 | 38,30 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 30,92 | 46,96 | 0,00 | 17,40 | 35,60 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 31,61 | 48,04 | 0,00 | 20,70 | 32,30 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 23,00 | 81,42 | 32,45 | 48,97 | 0,00 | 25,20 | 27,80 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 33,13 | 50,06 | 0,00 | 20,40 | 32,60 | 0,00 |
| 24,00 | 84,96 | 33,69 | 51,27 | 0,00 | 16,80 | 36,20 | 0,00 |
| 24,50 | 86,73 | 34,21 | 52,52 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 25,00 | 88,50 | 34,73 | 53,77 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 25,50 | 90,27 | 35,59 | 54,68 | 0,00 | 25,80 | 27,20 | 0,00 |
| 26,00 | 92,04 | 36,11 | 55,93 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 26,50 | 93,81 | 37,13 | 56,68 | 0,00 | 30,60 | 22,40 | 0,00 |
| 27,00 | 95,58 | 38,13 | 57,45 | 0,00 | 30,00 | 23,00 | 0,00 |
| 27,50 | 97,35 | 39,08 | 58,27 | 0,00 | 28,50 | 24,50 | 0,00 |
| 28,00 | 99,12 | 40,05 | 59,07 | 0,00 | 29,10 | 23,90 | 0,00 |
| 28,50 | 100,89 | 40,90 | 59,99 | 0,00 | 25,50 | 27,50 | 0,00 |
| 29,00 | 102,66 | 41,67 | 60,99 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |
| 29,50 | 104,43 | 42,46 | 61,97 | 0,00 | 23,70 | 29,30 | 0,00 |
| 30,00 | 106,20 | 43,27 | 62,93 | 0,00 | 24,30 | 28,70 | 0,00 |
| 30,50 | 107,97 | 44,13 | 63,84 | 0,00 | 25,80 | 27,20 | 0,00 |
| 31,00 | 109,74 | 44,91 | 64,83 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 31,50 | 111,51 | 45,75 | 65,76 | 0,00 | 25,14 | 27,86 | 0,00 |
| 32,00 | 113,28 | 46,59 | 66,69 | 0,00 | 25,14 | 27,86 | 0,00 |
| 32,50 | 115,05 | 47,66 | 67,39 | 0,00 | 32,10 | 20,90 | 0,00 |
| 33,00 | 116,82 | 48,69 | 68,13 | 0,00 | 30,90 | 22,10 | 0,00 |
| 33,50 | 118,59 | 49,44 | 69,15 | 0,00 | 22,50 | 30,50 | 0,00 |
| 34,00 | 120,36 | 50,08 | 70,28 | 0,00 | 19,20 | 33,80 | 0,00 |
| 34,50 | 122,13 | 50,91 | 71,22 | 0,00 | 25,14 | 27,86 | 0,00 |
| 35,00 | 123,90 | 51,75 | 72,15 | 0,00 | 25,14 | 27,86 | 0,00 |
| 35,50 | 125,67 | 52,72 | 72,95 | 0,00 | 29,10 | 23,90 | 0,00 |
| 36,00 | 127,44 | 53,37 | 74,07 | 0,00 | 19,50 | 33,50 | 0,00 |
| 36,50 | 129,21 | 54,04 | 75,17 | 0,00 | 20,10 | 32,90 | 0,00 |
| 37,00 | 130,98 | 55,07 | 75,91 | 0,00 | 30,90 | 22,10 | 0,00 |
| 37,50 | 132,75 | 56,18 | 76,57 | 0,00 | 33,30 | 19,70 | 0,00 |
| 38,00 | 134,52 | 56,96 | 77,56 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 38,50 | 136,29 | 57,91 | 78,38 | 0,00 | 28,50 | 24,50 | 0,00 |
| 39,00 | 138,06 | 59,11 | 78,95 | 0,00 | 36,00 | 17,00 | 0,00 |
| 39,50 | 139,83 | 60,06 | 79,77 | 0,00 | 28,50 | 24,50 | 0,00 |
| 40,00 | 141,60 | 60,72 | 80,88 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 40,50 | 143,37 | 61,37 | 82,00 | 0,00 | 19,50 | 33,50 | 0,00 |
| 41,00 | 145,14 | 62,13 | 83,01 | 0,00 | 22,80 | 30,20 | 0,00 |
| 41,50 | 146,91 | 63,34 | 83,57 | 0,00 | 36,30 | 16,70 | 0,00 |
| 42,00 | 148,68 | 64,18 | 84,50 | 0,00 | 25,14 | 27,86 | 0,00 |
| 42,50 | 150,45 | 65,44 | 85,01 | 0,00 | 37,80 | 15,20 | 0,00 |
| 43,00 | 152,22 | 66,59 | 85,63 | 0,00 | 34,50 | 18,50 | 0,00 |
| 43,50 | 153,99 | 67,15 | 86,84 | 0,00 | 16,80 | 36,20 | 0,00 |
| 44,00 | 155,76 | 67,38 | 88,38 | 0,00 | 6,90 | | 0,00 |
| 44,50 | 157,53 | 67,52 | 90,01 | 0,00 | 4,20 | | 0,00 |
| 45,00 | 159,30 | 67,61 | 91,69 | 0,00 | 2,70 | | 0,00 |
| 45,50 | 160,00 | 67,68 | 92,32 | 0,00 | 2,10 | | 0,00 |
| 46,00 | | 67,73 | | 0,00 | 1,50 | | 0,00 |
| 46,50 | | 67,78 | | 0,00 | 1,50 | | 0,00 |
| 47,00 | | 67,82 | | 0,00 | 1,20 | | 0,00 |
| 47,50 | | 67,85 | | 0,00 | 0,90 | | 0,00 |
| 48,00 | | | | | | | 0,00 |
| 48,50 | | | | | | | 0,00 |
| 49,00 | | | | | | | 0,00 |

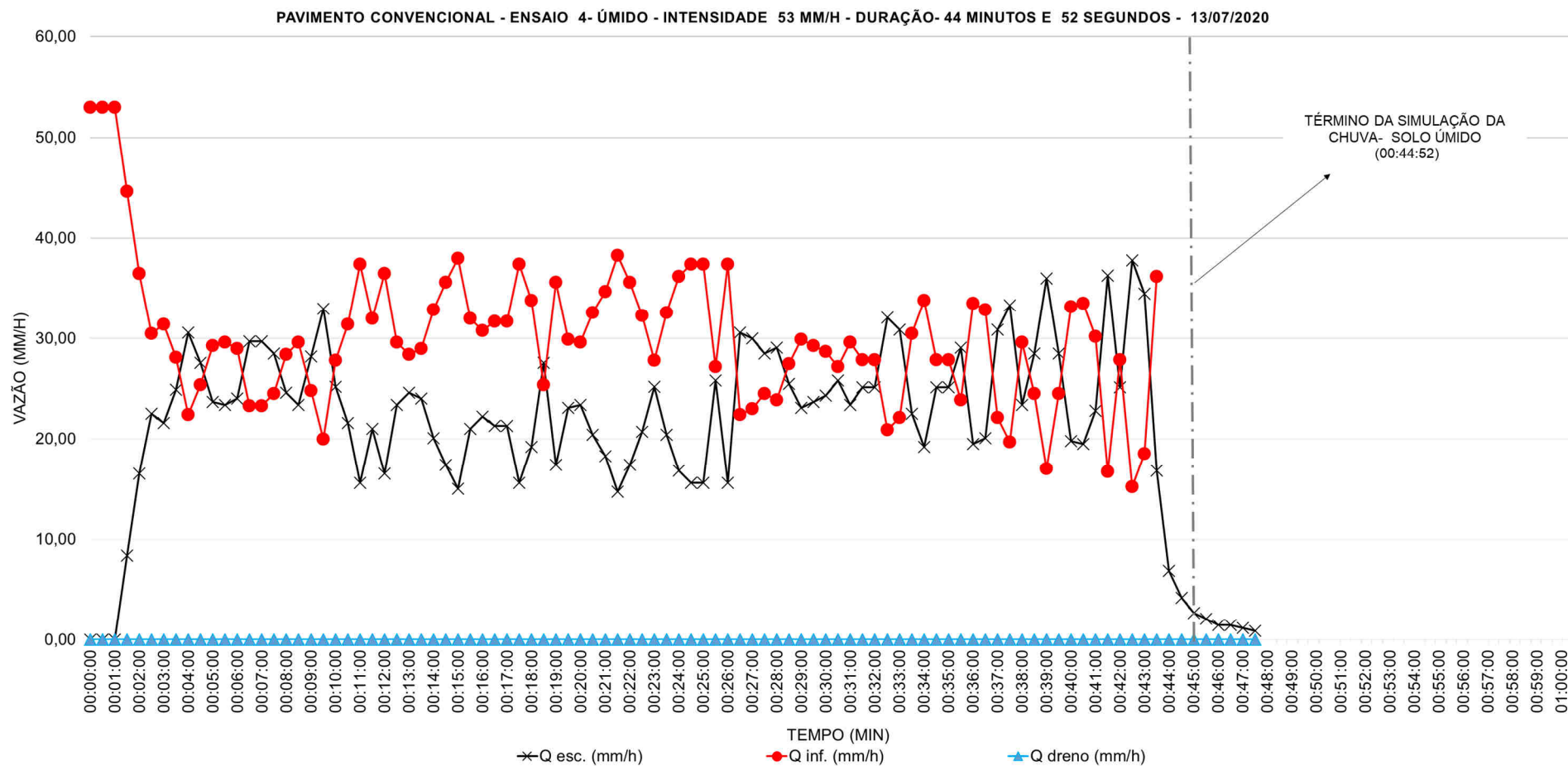


Figura A-8 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 4 no Pavimento Convencional, realizado no dia 13/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 44 minutos e 52 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-9 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 5 no Pavimento Convencional, realizado no dia 21/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 35 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,13 | 5,18 | 0,00 | 3,90 | 49,10 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,62 | 6,46 | 0,00 | 14,70 | 38,30 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 1,24 | 7,61 | 0,00 | 18,60 | 34,40 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 1,70 | 8,92 | 0,00 | 13,80 | 39,20 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 2,14 | 10,25 | 0,00 | 13,20 | 39,80 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 2,75 | 11,41 | 0,00 | 18,30 | 34,70 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 3,38 | 12,55 | 0,00 | 18,90 | 34,10 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 3,90 | 13,80 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 4,31 | 15,16 | 0,00 | 12,30 | 40,70 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 4,67 | 16,57 | 0,00 | 10,80 | 42,20 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 5,15 | 17,86 | 0,00 | 14,40 | 38,60 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 5,70 | 19,08 | 0,00 | 16,50 | 36,50 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 6,36 | 20,19 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 6,94 | 21,38 | 0,00 | 17,40 | 35,60 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 7,43 | 22,66 | 0,00 | 14,70 | 38,30 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 7,87 | 23,99 | 0,00 | 13,20 | 39,80 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 8,69 | 24,94 | 0,00 | 24,60 | 28,40 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 9,63 | 25,77 | 0,00 | 28,20 | 24,80 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 10,55 | 26,62 | 0,00 | 27,60 | 25,40 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 11,26 | 27,68 | 0,00 | 21,30 | 31,70 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 11,83 | 28,88 | 0,00 | 17,10 | 35,90 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 12,35 | 30,13 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 13,11 | 31,14 | 0,00 | 22,80 | 30,20 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 13,96 | 32,06 | 0,00 | 25,50 | 27,50 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 14,70 | 33,09 | 0,00 | 22,20 | 30,80 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 15,21 | 34,35 | 0,00 | 15,30 | 37,70 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 15,68 | 35,65 | 0,00 | 14,10 | 38,90 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 16,26 | 36,84 | 0,00 | 17,40 | 35,60 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 17,14 | 37,73 | 0,00 | 26,40 | 26,60 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 17,93 | 38,71 | 0,00 | 23,70 | 29,30 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 18,66 | 39,75 | 0,00 | 21,90 | 31,10 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 19,26 | 40,92 | 0,00 | 18,00 | 35,00 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 19,86 | 42,09 | 0,00 | 18,00 | 35,00 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 20,85 | 42,87 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 21,78 | 43,71 | 0,00 | 27,90 | 25,10 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 22,35 | 44,91 | 0,00 | 17,10 | 35,90 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 22,91 | 46,12 | 0,00 | 16,80 | 36,20 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 23,52 | 47,28 | 0,00 | 18,30 | 34,70 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 24,35 | 48,22 | 0,00 | 24,90 | 28,10 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 25,15 | 49,19 | 0,00 | 24,00 | 29,00 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 25,90 | 50,21 | 0,00 | 22,50 | 30,50 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 26,63 | 51,25 | 0,00 | 21,90 | 31,10 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 27,32 | 52,33 | 0,00 | 20,70 | 32,30 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|------|-------|-------|------|
| 23,00 | 81,42 | 27,81 | 53,61 | 0,00 | 14,70 | 38,30 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 28,31 | 54,88 | 0,00 | 15,00 | 38,00 | 0,00 |
| 24,00 | 84,96 | 28,83 | 56,13 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 24,50 | 86,73 | 29,35 | 57,38 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 25,00 | 88,50 | 29,86 | 58,64 | 0,00 | 15,30 | 37,70 | 0,00 |
| 25,50 | 90,27 | 30,33 | 59,94 | 0,00 | 14,10 | 38,90 | 0,00 |
| 26,00 | 92,04 | 30,76 | 61,28 | 0,00 | 12,90 | 40,10 | 0,00 |
| 26,50 | 93,81 | 31,45 | 62,36 | 0,00 | 20,70 | 32,30 | 0,00 |
| 27,00 | 95,58 | 32,34 | 63,24 | 0,00 | 26,70 | 26,30 | 0,00 |
| 27,50 | 97,35 | 33,25 | 64,10 | 0,00 | 27,30 | 25,70 | 0,00 |
| 28,00 | 99,12 | 34,16 | 64,96 | 0,00 | 27,30 | 25,70 | 0,00 |
| 28,50 | 100,89 | 34,79 | 66,10 | 0,00 | 18,90 | 34,10 | 0,00 |
| 29,00 | 102,66 | 35,70 | 66,96 | 0,00 | 27,30 | 25,70 | 0,00 |
| 29,50 | 104,43 | 36,37 | 68,06 | 0,00 | 20,16 | 32,84 | 0,00 |
| 30,00 | 106,20 | 37,04 | 69,16 | 0,00 | 20,16 | 32,84 | 0,00 |
| 30,50 | 107,97 | 37,87 | 70,10 | 0,00 | 24,90 | 28,10 | 0,00 |
| 31,00 | 109,74 | 38,82 | 70,92 | 0,00 | 28,50 | 24,50 | 0,00 |
| 31,50 | 111,51 | 39,56 | 71,95 | 0,00 | 22,20 | 30,80 | 0,00 |
| 32,00 | 113,28 | 40,40 | 72,88 | 0,00 | 25,20 | 27,80 | 0,00 |
| 32,50 | 115,05 | 41,12 | 73,93 | 0,00 | 21,60 | 31,40 | 0,00 |
| 33,00 | 116,82 | 41,70 | 75,12 | 0,00 | 17,40 | 35,60 | 0,00 |
| 33,50 | 118,59 | 42,27 | 76,32 | 0,00 | 17,10 | 35,90 | 0,00 |
| 34,00 | 120,36 | 43,15 | 77,21 | 0,00 | 26,40 | 26,60 | 0,00 |
| 34,50 | 122,13 | 44,04 | 78,09 | 0,00 | 26,70 | 26,30 | 0,00 |
| 35,00 | 123,90 | 44,81 | 79,09 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |
| 35,50 | 125,67 | 45,42 | 80,25 | 0,00 | 18,30 | 34,70 | 0,00 |
| 36,00 | 127,44 | 45,90 | 81,54 | 0,00 | 14,40 | 38,60 | 0,00 |
| 36,50 | 129,21 | 46,56 | 82,65 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 37,00 | 130,98 | 47,28 | 83,70 | 0,00 | 21,60 | 31,40 | 0,00 |
| 37,50 | 132,75 | 48,04 | 84,71 | 0,00 | 22,80 | 30,20 | 0,00 |
| 38,00 | 134,52 | 48,65 | 85,87 | 0,00 | 18,30 | 34,70 | 0,00 |
| 38,50 | 136,29 | 49,23 | 87,06 | 0,00 | 17,40 | 35,60 | 0,00 |
| 39,00 | 138,06 | 49,77 | 88,29 | 0,00 | 16,20 | 36,80 | 0,00 |
| 39,50 | 139,83 | 50,40 | 89,43 | 0,00 | 18,90 | 34,10 | 0,00 |
| 40,00 | 141,60 | 51,06 | 90,54 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 40,50 | 143,37 | 51,83 | 91,54 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |
| 41,00 | 145,14 | 52,56 | 92,58 | 0,00 | 21,90 | 31,10 | 0,00 |
| 41,50 | 146,91 | 53,14 | 93,77 | 0,00 | 17,40 | 35,60 | 0,00 |
| 42,00 | 148,68 | 53,58 | 95,10 | 0,00 | 13,20 | 39,80 | 0,00 |
| 42,50 | 150,45 | 54,17 | 96,28 | 0,00 | 17,70 | 35,30 | 0,00 |
| 43,00 | 152,22 | 54,94 | 97,28 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |
| 43,50 | 153,99 | 55,65 | 98,34 | 0,00 | 21,30 | 31,70 | 0,00 |
| 44,00 | 155,76 | 56,27 | 99,49 | 0,00 | 18,60 | 34,40 | 0,00 |
| 44,50 | 157,53 | 56,74 | 100,79 | 0,00 | 14,10 | 38,90 | 0,00 |
| 45,00 | 159,30 | 57,16 | 102,14 | 0,00 | 12,60 | | 0,00 |
| 45,50 | 160,00 | 57,43 | 102,57 | 0,00 | 8,10 | | 0,00 |
| 46,00 | | 57,56 | | 0,00 | 3,90 | | 0,00 |
| 46,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 47,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 47,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 48,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 48,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 49,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |

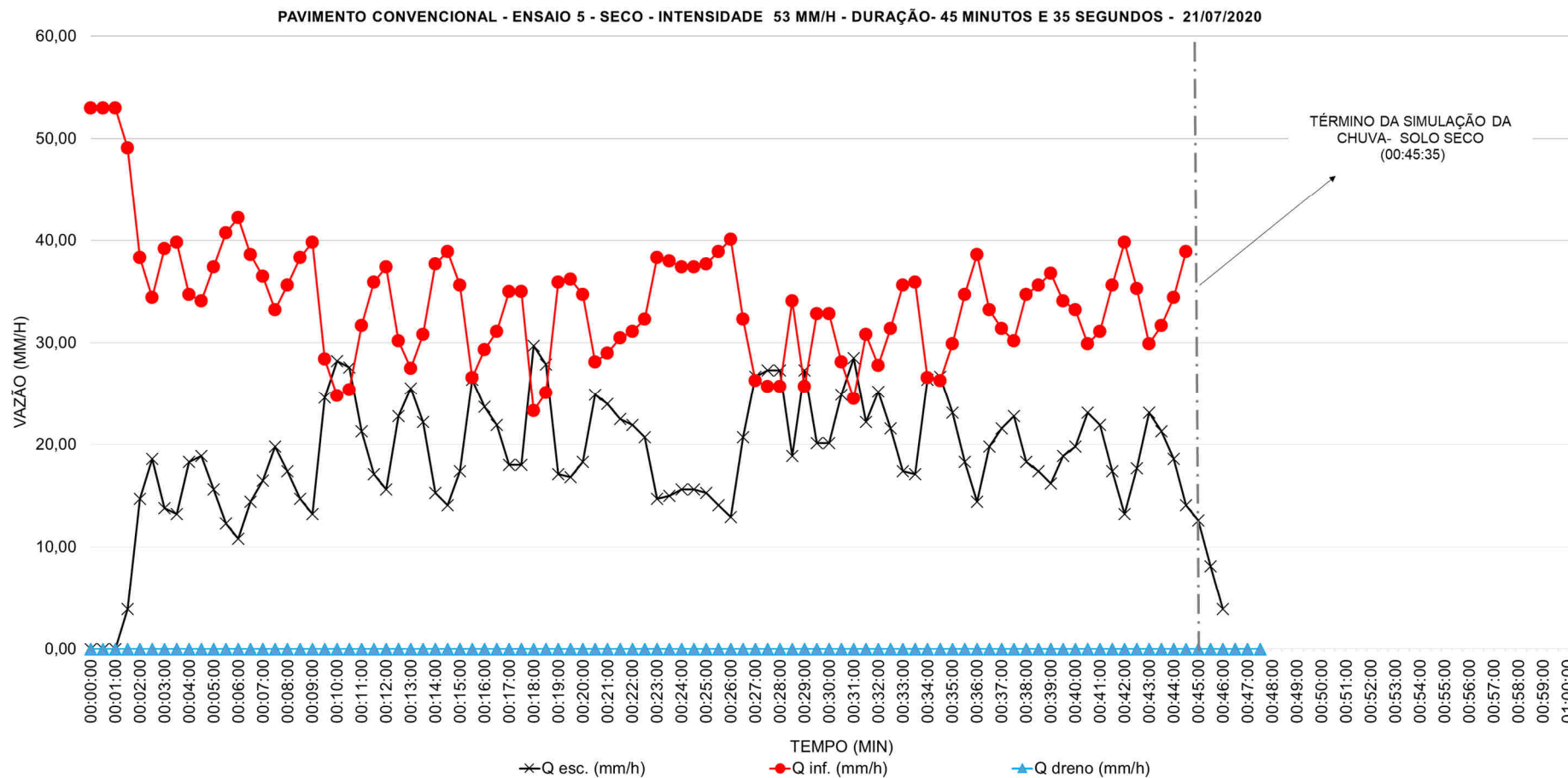


Figura A-9 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 5 no Pavimento Convencional, realizado no dia 21/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 35 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-10 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 5 no Pavimento Convencional, realizado no dia 21/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 44 minutos e 52 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,26 | 5,05 | 0,00 | 7,80 | 45,20 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,64 | 6,44 | 0,00 | 11,40 | 41,60 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,95 | 7,90 | 0,00 | 9,30 | 43,70 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 1,41 | 9,21 | 0,00 | 13,80 | 39,20 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 2,31 | 10,08 | 0,00 | 27,00 | 26,00 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 3,38 | 10,78 | 0,00 | 32,10 | 20,90 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 4,14 | 11,79 | 0,00 | 22,80 | 30,20 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 5,24 | 12,46 | 0,00 | 33,00 | 20,00 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 6,16 | 13,31 | 0,00 | 27,60 | 25,40 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 7,25 | 13,99 | 0,00 | 32,70 | 20,30 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 8,35 | 14,66 | 0,00 | 33,00 | 20,00 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 9,34 | 15,44 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 10,26 | 16,29 | 0,00 | 27,60 | 25,40 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 10,88 | 17,44 | 0,00 | 18,60 | 34,40 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 11,47 | 18,62 | 0,00 | 17,70 | 35,30 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 12,11 | 19,75 | 0,00 | 19,20 | 33,80 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 12,98 | 20,65 | 0,00 | 26,10 | 26,90 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 13,83 | 21,57 | 0,00 | 25,50 | 27,50 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 14,61 | 22,56 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 15,22 | 23,72 | 0,00 | 18,30 | 34,70 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 15,78 | 24,93 | 0,00 | 16,80 | 36,20 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 16,29 | 26,19 | 0,00 | 15,30 | 37,70 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 16,85 | 27,40 | 0,00 | 16,80 | 36,20 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 17,48 | 28,54 | 0,00 | 18,90 | 34,10 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 18,14 | 29,65 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 18,71 | 30,85 | 0,00 | 17,10 | 35,90 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 19,23 | 32,10 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 19,90 | 33,20 | 0,00 | 20,10 | 32,90 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 20,84 | 34,03 | 0,00 | 28,20 | 24,80 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 21,61 | 35,03 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 22,37 | 36,04 | 0,00 | 22,80 | 30,20 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 23,03 | 37,15 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 23,75 | 38,20 | 0,00 | 21,60 | 31,40 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 24,68 | 39,04 | 0,00 | 27,90 | 25,10 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 25,62 | 39,87 | 0,00 | 28,20 | 24,80 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 26,44 | 40,82 | 0,00 | 24,60 | 28,40 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 27,14 | 41,89 | 0,00 | 21,00 | 32,00 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 27,76 | 43,04 | 0,00 | 18,60 | 34,40 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 28,68 | 43,89 | 0,00 | 27,60 | 25,40 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 29,64 | 44,70 | 0,00 | 28,80 | 24,20 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 30,53 | 45,58 | 0,00 | 26,70 | 26,30 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 31,25 | 46,63 | 0,00 | 21,60 | 31,40 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 31,81 | 47,84 | 0,00 | 16,80 | 36,20 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 23,00 | 81,42 | 32,50 | 48,92 | 0,00 | 20,70 | 32,30 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 33,37 | 49,82 | 0,00 | 26,10 | 26,90 | 0,00 |
| 24,00 | 84,96 | 34,13 | 50,83 | 0,00 | 22,80 | 30,20 | 0,00 |
| 24,50 | 86,73 | 34,86 | 51,87 | 0,00 | 21,90 | 31,10 | 0,00 |
| 25,00 | 88,50 | 35,36 | 53,14 | 0,00 | 15,00 | 38,00 | 0,00 |
| 25,50 | 90,27 | 36,03 | 54,24 | 0,00 | 20,10 | 32,90 | 0,00 |
| 26,00 | 92,04 | 36,69 | 55,35 | 0,00 | 19,80 | 33,20 | 0,00 |
| 26,50 | 93,81 | 37,38 | 56,43 | 0,00 | 20,70 | 32,30 | 0,00 |
| 27,00 | 95,58 | 38,17 | 57,41 | 0,00 | 23,70 | 29,30 | 0,00 |
| 27,50 | 97,35 | 38,85 | 58,50 | 0,00 | 20,40 | 32,60 | 0,00 |
| 28,00 | 99,12 | 39,54 | 59,58 | 0,00 | 20,70 | 32,30 | 0,00 |
| 28,50 | 100,89 | 40,37 | 60,52 | 0,00 | 24,90 | 28,10 | 0,00 |
| 29,00 | 102,66 | 41,36 | 61,30 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 29,50 | 104,43 | 42,29 | 62,14 | 0,00 | 27,90 | 25,10 | 0,00 |
| 30,00 | 106,20 | 43,10 | 63,10 | 0,00 | 24,30 | 28,70 | 0,00 |
| 30,50 | 107,97 | 43,78 | 64,19 | 0,00 | 20,40 | 32,60 | 0,00 |
| 31,00 | 109,74 | 44,37 | 65,37 | 0,00 | 17,70 | 35,30 | 0,00 |
| 31,50 | 111,51 | 44,95 | 66,56 | 0,00 | 17,40 | 35,60 | 0,00 |
| 32,00 | 113,28 | 45,55 | 67,73 | 0,00 | 18,00 | 35,00 | 0,00 |
| 32,50 | 115,05 | 46,14 | 68,91 | 0,00 | 17,70 | 35,30 | 0,00 |
| 33,00 | 116,82 | 47,34 | 69,48 | 0,00 | 36,00 | 17,00 | 0,00 |
| 33,50 | 118,59 | 47,93 | 70,66 | 0,00 | 17,70 | 35,30 | 0,00 |
| 34,00 | 120,36 | 48,65 | 71,71 | 0,00 | 21,60 | 31,40 | 0,00 |
| 34,50 | 122,13 | 49,19 | 72,94 | 0,00 | 16,20 | 36,80 | 0,00 |
| 35,00 | 123,90 | 49,84 | 74,06 | 0,00 | 19,50 | 33,50 | 0,00 |
| 35,50 | 125,67 | 50,83 | 74,84 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 36,00 | 127,44 | 51,81 | 75,63 | 0,00 | 29,40 | 23,60 | 0,00 |
| 36,50 | 129,21 | 52,76 | 76,45 | 0,00 | 28,50 | 24,50 | 0,00 |
| 37,00 | 130,98 | 53,64 | 77,34 | 0,00 | 26,40 | 26,60 | 0,00 |
| 37,50 | 132,75 | 54,48 | 78,27 | 0,00 | 25,20 | 27,80 | 0,00 |
| 38,00 | 134,52 | 55,25 | 79,27 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |
| 38,50 | 136,29 | 55,92 | 80,37 | 0,00 | 20,10 | 32,90 | 0,00 |
| 39,00 | 138,06 | 56,84 | 81,22 | 0,00 | 27,60 | 25,40 | 0,00 |
| 39,50 | 139,83 | 57,28 | 82,55 | 0,00 | 13,20 | 39,80 | 0,00 |
| 40,00 | 141,60 | 58,05 | 83,55 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |
| 40,50 | 143,37 | 58,57 | 84,80 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 41,00 | 145,14 | 59,38 | 85,76 | 0,00 | 24,30 | 28,70 | 0,00 |
| 41,50 | 146,91 | 59,95 | 86,96 | 0,00 | 17,10 | 35,90 | 0,00 |
| 42,00 | 148,68 | 60,56 | 88,12 | 0,00 | 18,30 | 34,70 | 0,00 |
| 42,50 | 150,45 | 61,47 | 88,98 | 0,00 | 27,30 | 25,70 | 0,00 |
| 43,00 | 152,22 | 62,21 | 90,01 | 0,00 | 22,20 | 30,80 | 0,00 |
| 43,50 | 153,99 | 62,86 | 91,13 | 0,00 | 19,50 | 33,50 | 0,00 |
| 44,00 | 155,76 | 63,70 | 92,06 | 0,00 | 25,20 | 27,80 | 0,00 |
| 44,50 | 157,53 | 63,96 | 93,57 | 0,00 | 7,80 | | 0,00 |
| 45,00 | 159,30 | 64,16 | 95,14 | 0,00 | 6,00 | | 0,00 |
| 45,50 | 160,00 | 64,30 | 95,70 | 0,00 | 4,20 | | 0,00 |
| 46,00 | | 64,39 | | 0,00 | 2,70 | | 0,00 |
| 46,50 | | 64,47 | | 0,00 | | | 0,00 |
| 47,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 47,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 48,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 48,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 49,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |

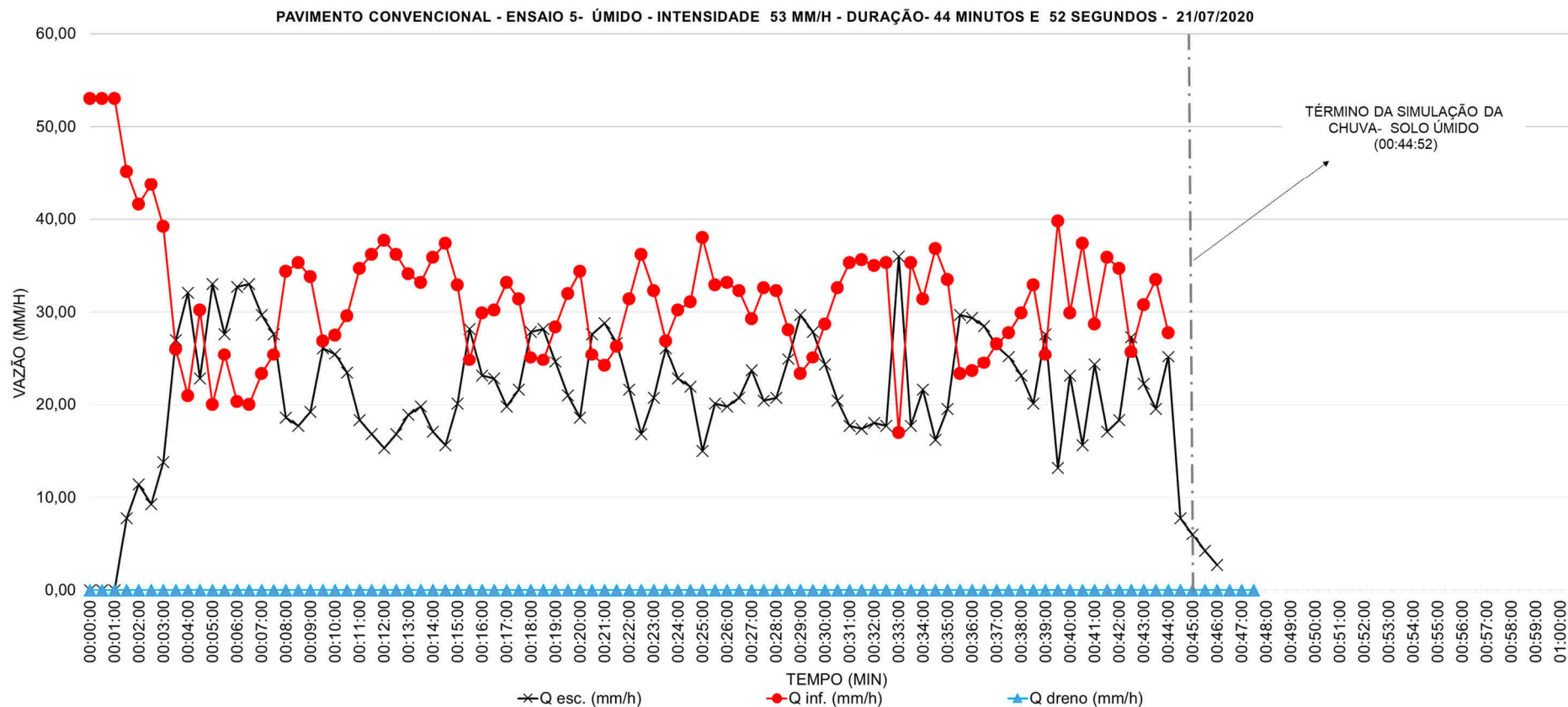


Figura A-10 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 5 no Pavimento Convencional, realizado no dia 21/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 44 minutos e 52 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-11 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 6 no Pavimento Convencional, realizado no dia 06/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 07 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 1,04 | 4,27 | 0,00 | 31,20 | 21,80 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 2,17 | 4,92 | 0,00 | 33,75 | 19,25 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 3,17 | 5,69 | 0,00 | 30,00 | 23,00 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 4,58 | 6,05 | 0,00 | 42,30 | 10,70 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 5,97 | 6,43 | 0,00 | 41,70 | 11,30 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 6,89 | 7,28 | 0,00 | 27,60 | 25,40 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 8,16 | 7,77 | 0,00 | 38,25 | 14,75 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 9,34 | 8,37 | 0,00 | 35,25 | 17,75 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 10,09 | 9,39 | 0,00 | 22,50 | 30,50 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 11,32 | 9,93 | 0,00 | 36,90 | 16,10 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 12,37 | 10,65 | 0,00 | 31,50 | 21,50 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 13,45 | 11,34 | 0,00 | 32,40 | 20,60 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 14,87 | 11,69 | 0,00 | 42,60 | 10,40 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 15,88 | 12,44 | 0,00 | 30,45 | 22,55 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 16,80 | 13,30 | 0,00 | 27,45 | 25,55 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 17,69 | 14,18 | 0,00 | 26,70 | 26,30 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 18,73 | 14,90 | 0,00 | 31,26 | 21,74 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 19,73 | 15,67 | 0,00 | 30,00 | 23,00 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 21,12 | 16,05 | 0,00 | 41,70 | 11,30 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 22,14 | 16,80 | 0,00 | 30,60 | 22,40 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 23,17 | 17,54 | 0,00 | 30,90 | 22,10 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 24,64 | 17,84 | 0,00 | 44,10 | 8,90 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 26,15 | 18,10 | 0,00 | 45,30 | 7,70 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 27,70 | 18,32 | 0,00 | 46,50 | 6,50 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 28,58 | 19,21 | 0,00 | 26,40 | 26,60 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 29,51 | 20,05 | 0,00 | 27,90 | 25,10 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 30,49 | 20,84 | 0,00 | 29,40 | 23,60 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 31,53 | 21,57 | 0,00 | 31,20 | 21,80 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 32,88 | 21,99 | 0,00 | 40,50 | 12,50 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 33,96 | 22,68 | 0,00 | 32,40 | 20,60 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 35,14 | 23,27 | 0,00 | 35,40 | 17,60 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 36,17 | 24,01 | 0,00 | 30,90 | 22,10 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 37,22 | 24,73 | 0,00 | 31,50 | 21,50 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 38,34 | 25,38 | 0,00 | 33,60 | 19,40 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 39,39 | 26,10 | 0,00 | 31,50 | 21,50 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 40,42 | 26,84 | 0,00 | 30,90 | 22,10 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 41,78 | 27,25 | 0,00 | 40,80 | 12,20 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 42,84 | 27,96 | 0,00 | 31,80 | 21,20 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 44,04 | 28,53 | 0,00 | 36,00 | 17,00 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 45,01 | 29,33 | 0,00 | 29,10 | 23,90 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 45,94 | 30,17 | 0,00 | 27,90 | 25,10 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 46,82 | 31,06 | 0,00 | 26,40 | 26,60 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 48,35 | 31,30 | 0,00 | 45,90 | 7,10 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 23,00 | 81,42 | 49,85 | 31,57 | 0,00 | 45,00 | 8,00 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 51,35 | 31,84 | 0,00 | 45,00 | 8,00 | 0,00 |
| 24,00 | 84,96 | 52,87 | 32,09 | 0,00 | 45,60 | 7,40 | 0,00 |
| 24,50 | 86,73 | 54,05 | 32,68 | 0,00 | 35,40 | 17,60 | 0,00 |
| 25,00 | 88,50 | 55,07 | 33,43 | 0,00 | 30,60 | 22,40 | 0,00 |
| 25,50 | 90,27 | 56,13 | 34,14 | 0,00 | 31,80 | 21,20 | 0,00 |
| 26,00 | 92,04 | 57,30 | 34,74 | 0,00 | 35,10 | 17,90 | 0,00 |
| 26,50 | 93,81 | 58,54 | 35,27 | 0,00 | 37,20 | 15,80 | 0,00 |
| 27,00 | 95,58 | 59,76 | 35,82 | 0,00 | 36,60 | 16,40 | 0,00 |
| 27,50 | 97,35 | 60,74 | 36,61 | 0,00 | 29,40 | 23,60 | 0,00 |
| 28,00 | 99,12 | 62,25 | 36,87 | 0,00 | 45,30 | 7,70 | 0,00 |
| 28,50 | 100,89 | 63,76 | 37,13 | 0,00 | 45,30 | 7,70 | 0,00 |
| 29,00 | 102,66 | 65,07 | 37,59 | 0,00 | 39,30 | 13,70 | 0,00 |
| 29,50 | 104,43 | 66,32 | 38,11 | 0,00 | 37,50 | 15,50 | 0,00 |
| 30,00 | 106,20 | 67,19 | 39,01 | 0,00 | 26,10 | 26,90 | 0,00 |
| 30,50 | 107,97 | 68,22 | 39,75 | 0,00 | 30,90 | 22,10 | 0,00 |
| 31,00 | 109,74 | 69,29 | 40,45 | 0,00 | 32,10 | 20,90 | 0,00 |
| 31,50 | 111,51 | 70,30 | 41,21 | 0,00 | 30,30 | 22,70 | 0,00 |
| 32,00 | 113,28 | 71,54 | 41,74 | 0,00 | 37,20 | 15,80 | 0,00 |
| 32,50 | 115,05 | 72,56 | 42,49 | 0,00 | 30,60 | 22,40 | 0,00 |
| 33,00 | 116,82 | 73,74 | 43,08 | 0,00 | 35,40 | 17,60 | 0,00 |
| 33,50 | 118,59 | 74,83 | 43,76 | 0,00 | 32,70 | 20,30 | 0,00 |
| 34,00 | 120,36 | 76,32 | 44,04 | 0,00 | 44,70 | 8,30 | 0,00 |
| 34,50 | 122,13 | 77,64 | 44,49 | 0,00 | 39,60 | 13,40 | 0,00 |
| 35,00 | 123,90 | 78,68 | 45,22 | 0,00 | 31,20 | 21,80 | 0,00 |
| 35,50 | 125,67 | 79,54 | 46,13 | 0,00 | 25,80 | 27,20 | 0,00 |
| 36,00 | 127,44 | 80,37 | 47,07 | 0,00 | 24,90 | 28,10 | 0,00 |
| 36,50 | 129,21 | 81,38 | 47,83 | 0,00 | 30,30 | 22,70 | 0,00 |
| 37,00 | 130,98 | 82,65 | 48,33 | 0,00 | 38,10 | 14,90 | 0,00 |
| 37,50 | 132,75 | 83,61 | 49,14 | 0,00 | 28,80 | 24,20 | 0,00 |
| 38,00 | 134,52 | 84,53 | 49,99 | 0,00 | 27,60 | 25,40 | 0,00 |
| 38,50 | 136,29 | 85,85 | 50,44 | 0,00 | 39,60 | 13,40 | 0,00 |
| 39,00 | 138,06 | 87,11 | 50,95 | 0,00 | 37,80 | 15,20 | 0,00 |
| 39,50 | 139,83 | 88,15 | 51,68 | 0,00 | 31,20 | 21,80 | 0,00 |
| 40,00 | 141,60 | 89,42 | 52,18 | 0,00 | 38,10 | 14,90 | 0,00 |
| 40,50 | 143,37 | 90,75 | 52,62 | 0,00 | 39,90 | 13,10 | 0,00 |
| 41,00 | 145,14 | 91,51 | 53,63 | 0,00 | 22,80 | 30,20 | 0,00 |
| 41,50 | 146,91 | 92,88 | 54,03 | 0,00 | 41,10 | 11,90 | 0,00 |
| 42,00 | 148,68 | 93,94 | 54,74 | 0,00 | 31,80 | 21,20 | 0,00 |
| 42,50 | 150,45 | 95,02 | 55,43 | 0,00 | 32,40 | 20,60 | 0,00 |
| 43,00 | 152,22 | 95,83 | 56,39 | 0,00 | 24,30 | 28,70 | 0,00 |
| 43,50 | 153,99 | 96,37 | 57,62 | 0,00 | 16,20 | | 0,00 |
| 44,00 | 155,76 | 96,52 | 59,24 | 0,00 | 4,50 | | 0,00 |
| 44,50 | 157,53 | 96,61 | 60,92 | 0,00 | 2,70 | | 0,00 |
| 45,00 | 159,30 | 96,69 | 62,61 | 0,00 | 2,40 | | 0,00 |
| 45,50 | 160,00 | 96,75 | 63,25 | 0,00 | 1,80 | | 0,00 |
| 46,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 46,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 47,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 47,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 48,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 48,50 | | | | 0,00 | | | 0,00 |
| 49,00 | | | | 0,00 | | | 0,00 |

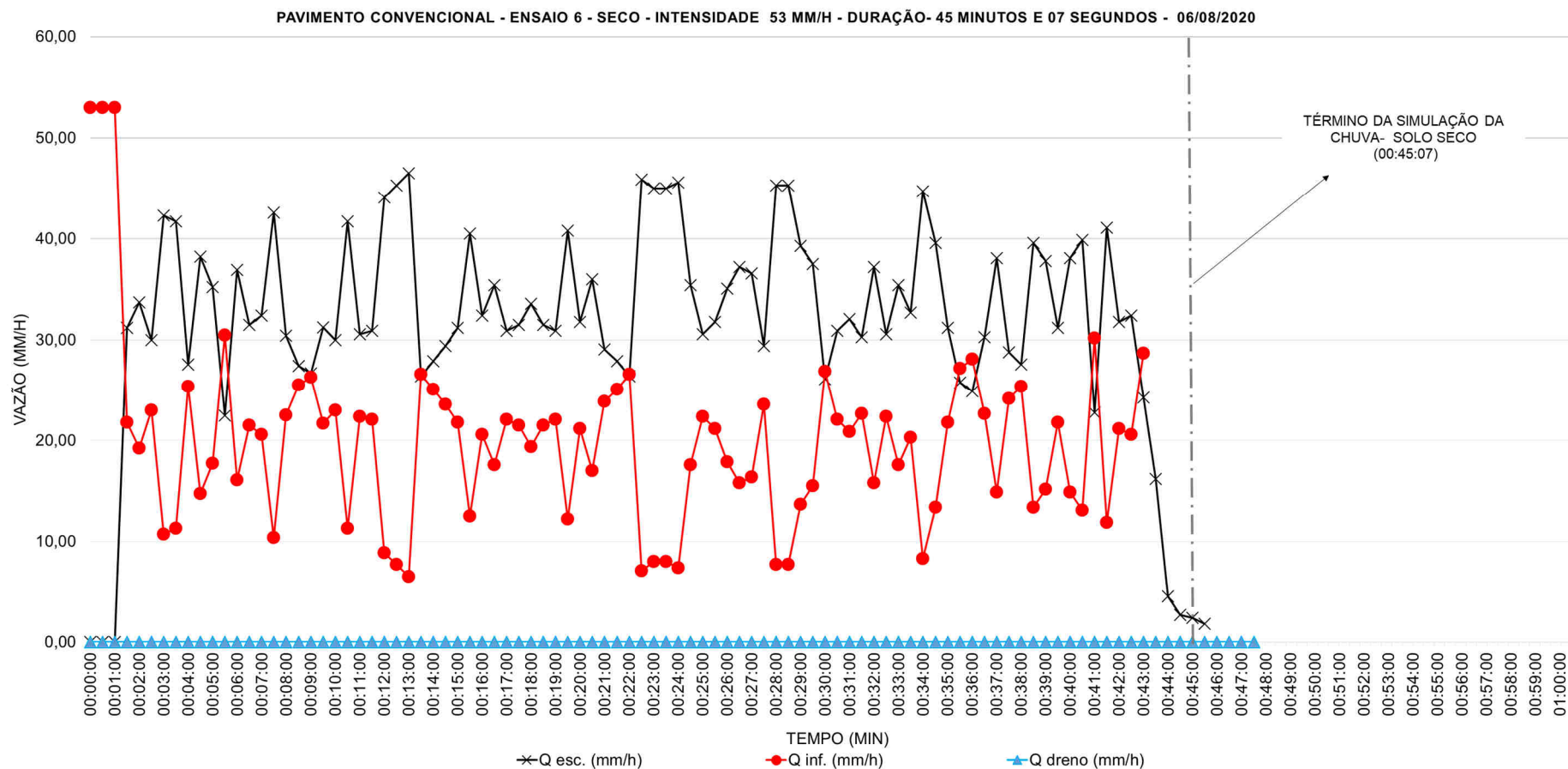


Figura A-11 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 6 no Pavimento Convencional, realizado no dia 06/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 07 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-12 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 6 no Pavimento Convencional, realizado no dia 06/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 44 minutos e 53 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,51 | 4,80 | 0,00 | 15,30 | 37,70 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 1,76 | 5,32 | 0,00 | 37,50 | 15,50 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 2,86 | 5,99 | 0,00 | 33,00 | 20,00 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 3,98 | 6,64 | 0,00 | 33,60 | 19,40 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 5,21 | 7,18 | 0,00 | 36,90 | 16,10 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 6,26 | 7,90 | 0,00 | 31,38 | 21,62 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 7,30 | 8,63 | 0,00 | 31,38 | 21,62 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 8,68 | 9,02 | 0,00 | 41,40 | 11,60 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 9,63 | 9,84 | 0,00 | 28,50 | 24,50 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 10,77 | 10,47 | 0,00 | 34,20 | 18,80 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 11,82 | 11,19 | 0,00 | 31,50 | 21,50 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 13,06 | 11,72 | 0,00 | 37,20 | 15,80 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 14,20 | 12,35 | 0,00 | 34,20 | 18,80 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 15,14 | 13,18 | 0,00 | 28,20 | 24,80 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 15,96 | 14,13 | 0,00 | 24,60 | 28,40 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 16,78 | 15,08 | 0,00 | 24,60 | 28,40 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 17,62 | 16,01 | 0,00 | 25,20 | 27,80 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 18,64 | 16,76 | 0,00 | 30,60 | 22,40 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 19,80 | 17,37 | 0,00 | 34,80 | 18,20 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 20,71 | 18,23 | 0,00 | 27,30 | 25,70 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 21,75 | 18,96 | 0,00 | 31,20 | 21,80 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 23,01 | 19,47 | 0,00 | 37,80 | 15,20 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 24,17 | 20,08 | 0,00 | 34,80 | 18,20 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 25,39 | 20,63 | 0,00 | 36,60 | 16,40 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 26,51 | 21,28 | 0,00 | 33,60 | 19,40 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 27,59 | 21,97 | 0,00 | 32,40 | 20,60 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 28,54 | 22,79 | 0,00 | 28,50 | 24,50 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 29,85 | 23,25 | 0,00 | 39,30 | 13,70 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 31,04 | 23,83 | 0,00 | 35,70 | 17,30 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 32,11 | 24,53 | 0,00 | 32,10 | 20,90 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 32,92 | 25,49 | 0,00 | 24,30 | 28,70 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 33,65 | 26,53 | 0,00 | 21,90 | 31,10 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 34,56 | 27,39 | 0,00 | 27,30 | 25,70 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 35,55 | 28,17 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 36,55 | 28,94 | 0,00 | 30,00 | 23,00 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 37,55 | 29,71 | 0,00 | 30,00 | 23,00 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 38,39 | 30,64 | 0,00 | 25,20 | 27,80 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 39,32 | 31,48 | 0,00 | 27,90 | 25,10 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 40,43 | 32,14 | 0,00 | 33,30 | 19,70 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 41,33 | 33,01 | 0,00 | 27,00 | 26,00 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 42,23 | 33,88 | 0,00 | 27,00 | 26,00 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 43,03 | 34,85 | 0,00 | 24,00 | 29,00 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 43,80 | 35,85 | 0,00 | 23,10 | 29,90 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 23,00 | 81,42 | 44,69 | 36,73 | 0,00 | 26,70 | 26,30 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 45,91 | 37,28 | 0,00 | 36,60 | 16,40 | 0,00 |
| 24,00 | 84,96 | 47,14 | 37,82 | 0,00 | 36,90 | 16,10 | 0,00 |
| 24,50 | 86,73 | 48,34 | 38,39 | 0,00 | 36,00 | 17,00 | 0,00 |
| 25,00 | 88,50 | 49,39 | 39,11 | 0,00 | 31,50 | 21,50 | 0,00 |
| 25,50 | 90,27 | 50,29 | 39,98 | 0,00 | 27,00 | 26,00 | 0,00 |
| 26,00 | 92,04 | 51,15 | 40,89 | 0,00 | 25,80 | 27,20 | 0,00 |
| 26,50 | 93,81 | 52,06 | 41,75 | 0,00 | 27,30 | 25,70 | 0,00 |
| 27,00 | 95,58 | 53,02 | 42,56 | 0,00 | 28,80 | 24,20 | 0,00 |
| 27,50 | 97,35 | 53,91 | 43,44 | 0,00 | 26,70 | 26,30 | 0,00 |
| 28,00 | 99,12 | 54,69 | 44,43 | 0,00 | 23,40 | 29,60 | 0,00 |
| 28,50 | 100,89 | 55,49 | 45,40 | 0,00 | 24,00 | 29,00 | 0,00 |
| 29,00 | 102,66 | 56,59 | 46,07 | 0,00 | 33,00 | 20,00 | 0,00 |
| 29,50 | 104,43 | 57,74 | 46,69 | 0,00 | 34,50 | 18,50 | 0,00 |
| 30,00 | 106,20 | 58,82 | 47,38 | 0,00 | 32,40 | 20,60 | 0,00 |
| 30,50 | 107,97 | 59,81 | 48,16 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 31,00 | 109,74 | 60,71 | 49,03 | 0,00 | 27,00 | 26,00 | 0,00 |
| 31,50 | 111,51 | 61,74 | 49,77 | 0,00 | 30,90 | 22,10 | 0,00 |
| 32,00 | 113,28 | 62,82 | 50,46 | 0,00 | 32,40 | 20,60 | 0,00 |
| 32,50 | 115,05 | 63,80 | 51,25 | 0,00 | 29,40 | 23,60 | 0,00 |
| 33,00 | 116,82 | 64,70 | 52,12 | 0,00 | 27,00 | 26,00 | 0,00 |
| 33,50 | 118,59 | 65,58 | 53,01 | 0,00 | 26,40 | 26,60 | 0,00 |
| 34,00 | 120,36 | 66,43 | 53,93 | 0,00 | 25,50 | 27,50 | 0,00 |
| 34,50 | 122,13 | 67,49 | 54,64 | 0,00 | 31,80 | 21,20 | 0,00 |
| 35,00 | 123,90 | 68,66 | 55,24 | 0,00 | 35,10 | 17,90 | 0,00 |
| 35,50 | 125,67 | 69,54 | 56,13 | 0,00 | 26,40 | 26,60 | 0,00 |
| 36,00 | 127,44 | 70,39 | 57,05 | 0,00 | 25,50 | 27,50 | 0,00 |
| 36,50 | 129,21 | 71,45 | 57,76 | 0,00 | 31,80 | 21,20 | 0,00 |
| 37,00 | 130,98 | 72,62 | 58,36 | 0,00 | 35,10 | 17,90 | 0,00 |
| 37,50 | 132,75 | 74,00 | 58,75 | 0,00 | 41,40 | 11,60 | 0,00 |
| 38,00 | 134,52 | 75,05 | 59,47 | 0,00 | 31,50 | 21,50 | 0,00 |
| 38,50 | 136,29 | 76,04 | 60,25 | 0,00 | 29,70 | 23,30 | 0,00 |
| 39,00 | 138,06 | 77,09 | 60,97 | 0,00 | 31,50 | 21,50 | 0,00 |
| 39,50 | 139,83 | 78,38 | 61,45 | 0,00 | 38,70 | 14,30 | 0,00 |
| 40,00 | 141,60 | 79,60 | 62,00 | 0,00 | 36,60 | 16,40 | 0,00 |
| 40,50 | 143,37 | 80,77 | 62,60 | 0,00 | 35,10 | 17,90 | 0,00 |
| 41,00 | 145,14 | 81,80 | 63,34 | 0,00 | 30,90 | 22,10 | 0,00 |
| 41,50 | 146,91 | 82,62 | 64,29 | 0,00 | 24,60 | 28,40 | 0,00 |
| 42,00 | 148,68 | 83,55 | 65,13 | 0,00 | 27,90 | 25,10 | 0,00 |
| 42,50 | 150,45 | 84,69 | 65,76 | 0,00 | 34,20 | 18,80 | 0,00 |
| 43,00 | 152,22 | 86,01 | 66,21 | 0,00 | 39,60 | 13,40 | 0,00 |
| 43,50 | 153,99 | 87,33 | 66,66 | 0,00 | 39,60 | 13,40 | 0,00 |
| 44,00 | 155,76 | 88,38 | 67,38 | 0,00 | 31,50 | 21,50 | 0,00 |
| 44,50 | 157,53 | 89,38 | 68,15 | 0,00 | 30,00 | 23,00 | 0,00 |
| 45,00 | 159,30 | 90,66 | 68,64 | 0,00 | 38,40 | 14,60 | 0,00 |
| 45,50 | 160,00 | 91,83 | | 0,00 | 35,10 | 17,90 | 0,00 |
| 46,00 | | 92,75 | | 0,00 | | | 0,00 |
| 46,50 | | 93,68 | | 0,00 | | | 0,00 |
| 47,00 | | 94,22 | | 0,00 | | | 0,00 |
| 47,50 | | 94,55 | | 0,00 | | | 0,00 |
| 48,00 | | 94,76 | | 0,00 | | | 0,00 |
| 48,50 | | 94,92 | | 0,00 | | | 0,00 |
| 49,00 | | 95,02 | | 0,00 | | | 0,00 |

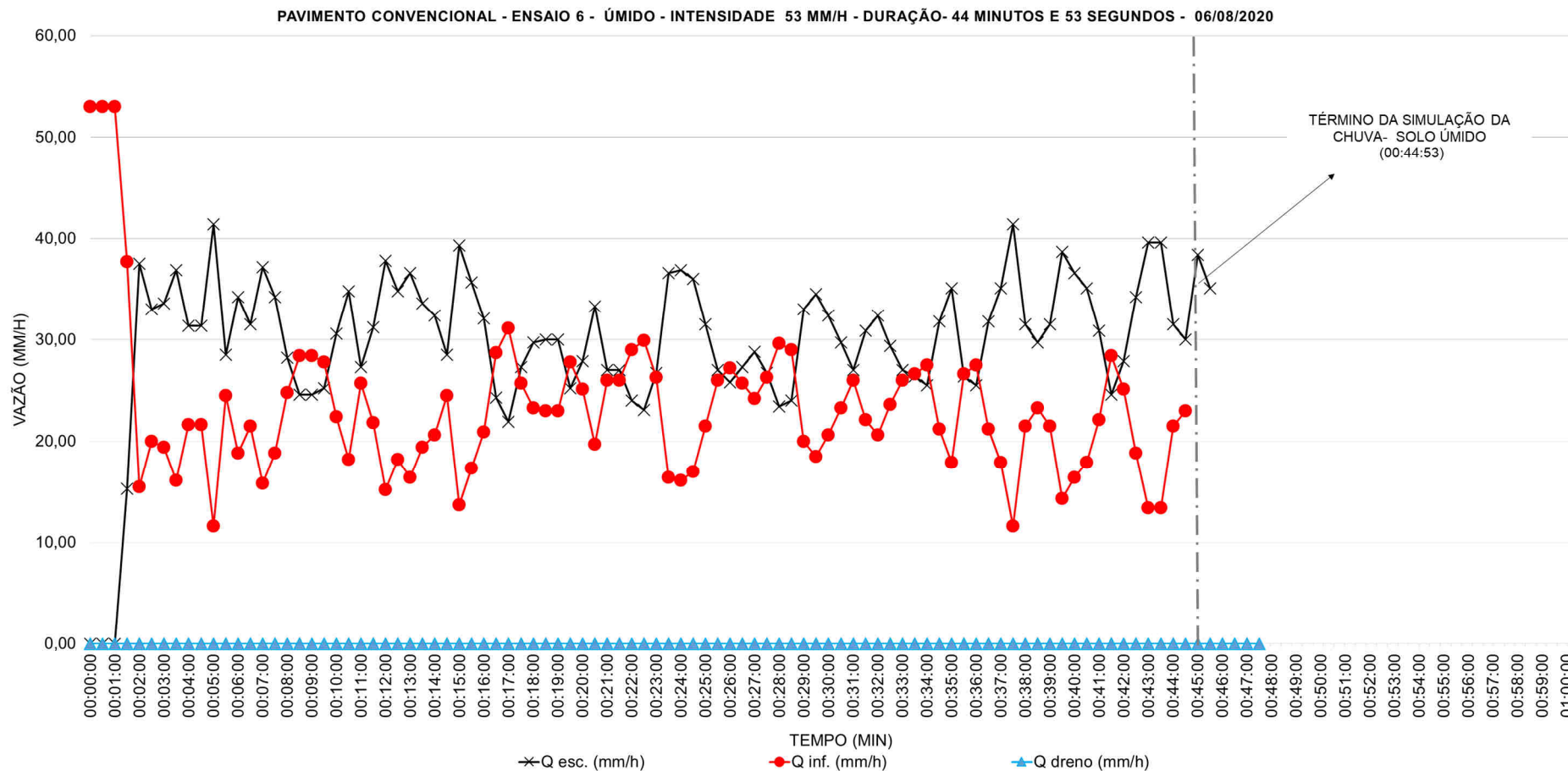


Figura A-12 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 5 no Pavimento Convencional, realizado no dia 06/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 44 minutos e 53 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-13 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 1 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 09/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 38 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,31 | 3,50 | 0,00 | 9,30 | 104,70 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,81 | 6,81 | 0,00 | 15,00 | 99,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 1,31 | 10,12 | 0,00 | 15,00 | 99,00 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 2,03 | 13,21 | 0,00 | 21,60 | 92,40 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 2,74 | 16,31 | 0,00 | 21,30 | 92,70 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 3,42 | 19,44 | 0,00 | 20,40 | 93,60 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 3,85 | 22,82 | 0,00 | 12,90 | 101,10 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 4,40 | 26,08 | 0,00 | 16,50 | 97,50 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 4,88 | 29,41 | 0,00 | 14,40 | 99,60 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 5,50 | 32,60 | 0,00 | 18,60 | 95,40 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 6,21 | 35,70 | 0,00 | 21,30 | 92,70 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 7,04 | 38,68 | 0,00 | 24,90 | 89,10 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 8,05 | 41,48 | 0,00 | 30,30 | 83,70 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 8,90 | 44,44 | 0,00 | 25,50 | 88,50 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 9,38 | 47,77 | 0,00 | 14,40 | 99,60 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 9,70 | 51,26 | 0,00 | 9,60 | 104,40 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 10,87 | 53,90 | 0,00 | 35,10 | 78,90 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 12,01 | 56,57 | 0,00 | 34,20 | 79,80 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 12,85 | 59,54 | 0,00 | 25,20 | 88,80 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 14,05 | 62,15 | 0,00 | 36,00 | 78,00 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 15,10 | 64,91 | 0,00 | 31,50 | 82,50 | 0,00 |
| 11,00 | 83,82 | 16,31 | 67,51 | 0,00 | 36,30 | 77,70 | 0,00 |
| 11,50 | 87,63 | 17,44 | 70,19 | 0,00 | 33,90 | 80,10 | 0,00 |
| 12,00 | 91,44 | 18,13 | 73,31 | 0,00 | 20,70 | 93,30 | 0,00 |
| 12,50 | 95,25 | 19,56 | 75,69 | 0,00 | 42,90 | 71,10 | 0,00 |
| 13,00 | 99,06 | 20,61 | 78,45 | 0,06 | 31,50 | 82,50 | 1,80 |
| 13,50 | 102,87 | 21,83 | 81,04 | 0,11 | 36,60 | 77,40 | 1,50 |
| 14,00 | 106,68 | 23,21 | 83,47 | 0,19 | 41,40 | 72,60 | 2,40 |
| 14,50 | 110,49 | 24,68 | 85,81 | 0,34 | 44,10 | 69,90 | 4,50 |
| 15,00 | 114,30 | 26,16 | 88,14 | 0,48 | 44,40 | 69,60 | 4,20 |
| 15,50 | 118,11 | 26,86 | 91,25 | 0,64 | 21,00 | | 4,80 |
| 16,00 | 120,00 | 27,17 | 92,83 | 0,81 | 9,30 | | 5,10 |
| 16,50 | | 27,25 | | 0,96 | 2,40 | | 4,50 |
| 17,00 | | | | 1,10 | | | 4,20 |
| 17,50 | | | | 1,23 | | | 3,90 |
| 18,00 | | | | 1,29 | | | 1,80 |
| 18,50 | | | | 1,32 | | | 0,90 |
| 19,00 | | | | 1,39 | | | 2,10 |
| 19,50 | | | | 1,44 | | | 1,50 |
| 20,00 | | | | 1,47 | | | 0,75 |
| 20,50 | | | | 1,51 | | | 1,20 |
| 21,00 | | | | 1,54 | | | 0,90 |
| 21,50 | | | | 1,56 | | | 0,75 |
| 22,00 | | | | 1,58 | | | 0,60 |
| 22,50 | | | | 1,60 | | | 0,60 |
| 23,00 | | | | 1,62 | | | 0,45 |
| 23,50 | | | | 1,63 | | | 0,36 |

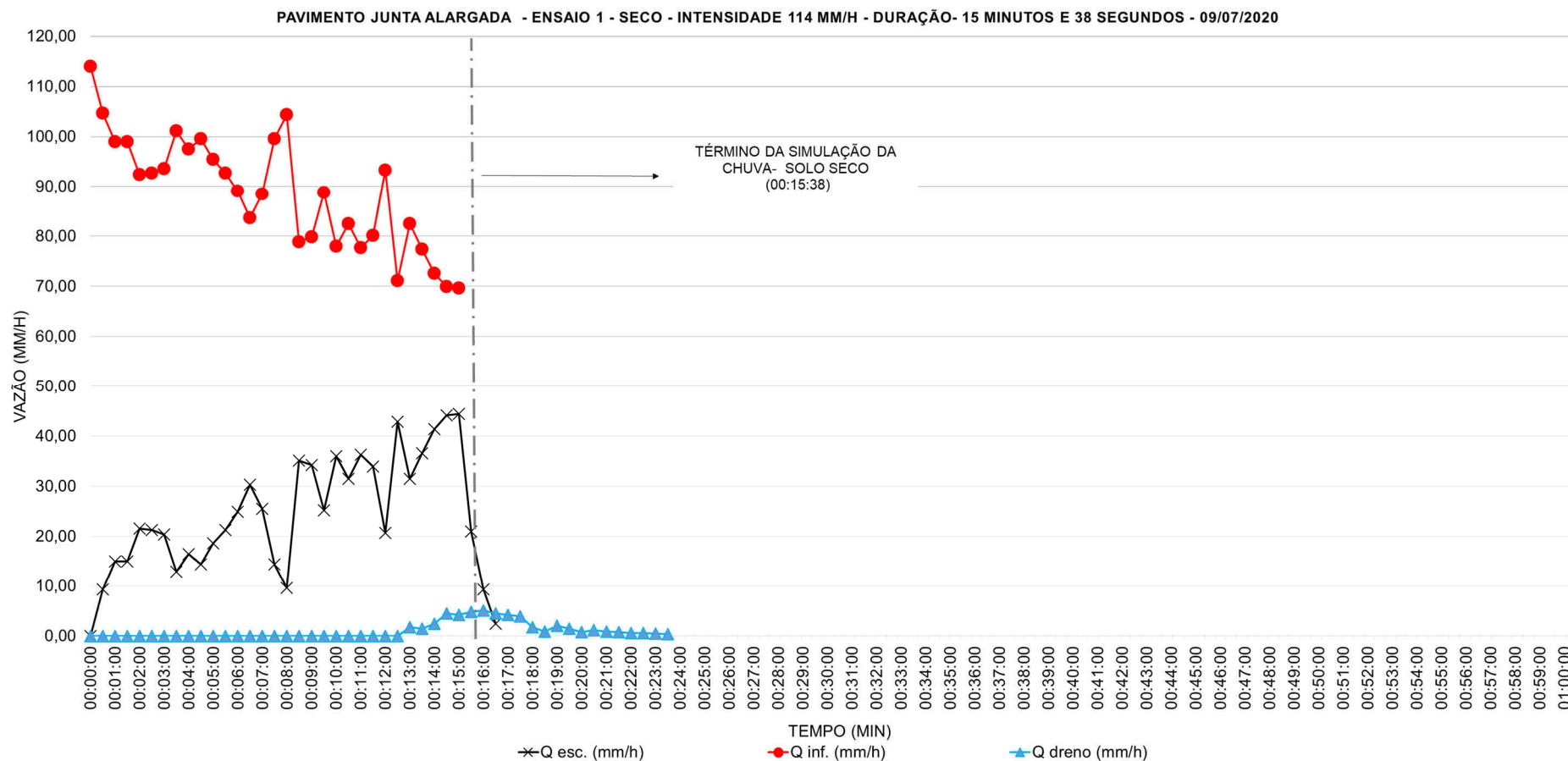


Figura A-13 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 1 no Pavimento Junta alargada, realizado no dia 09/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 38 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-14 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 1 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 09/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 45 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,33 | 3,48 | 0,00 | 9,90 | 104,10 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 1,26 | 6,36 | 0,00 | 27,90 | 86,10 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 2,09 | 9,34 | 0,00 | 24,90 | 89,10 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 3,02 | 12,22 | 0,00 | 27,90 | 86,10 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 4,24 | 14,81 | 0,00 | 36,60 | 77,40 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 5,46 | 17,40 | 0,00 | 36,60 | 77,40 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 6,37 | 20,30 | 0,00 | 27,30 | 86,70 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 7,29 | 23,19 | 0,00 | 27,60 | 86,40 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 8,15 | 26,14 | 0,00 | 25,80 | 88,20 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 9,59 | 28,51 | 0,00 | 43,20 | 70,80 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 10,67 | 31,24 | 0,00 | 32,40 | 81,60 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 12,01 | 33,71 | 0,00 | 40,20 | 73,80 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 13,56 | 35,97 | 0,00 | 46,50 | 67,50 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 14,83 | 38,51 | 0,01 | 38,10 | 75,90 | 0,15 |
| 7,50 | 57,15 | 16,27 | 40,88 | 0,01 | 43,20 | 70,80 | 0,09 |
| 8,00 | 60,96 | 17,48 | 43,48 | 0,08 | 36,30 | 77,70 | 2,10 |
| 8,50 | 64,77 | 18,93 | 45,84 | 0,17 | 43,50 | 70,50 | 2,70 |
| 9,00 | 68,58 | 19,91 | 48,67 | 0,28 | 29,40 | 84,60 | 3,30 |
| 9,50 | 72,39 | 20,77 | 51,62 | 0,37 | 25,80 | 88,20 | 2,70 |
| 10,00 | 76,20 | 22,04 | 54,16 | 0,49 | 38,10 | 75,90 | 3,60 |
| 10,50 | 80,01 | 22,83 | 57,18 | 0,60 | 23,70 | 90,30 | 3,30 |
| 11,00 | 83,82 | 23,79 | 60,03 | 0,69 | 28,80 | 85,20 | 2,70 |
| 11,50 | 87,63 | 25,21 | 62,42 | 0,80 | 42,60 | 71,40 | 3,30 |
| 12,00 | 91,44 | 26,52 | 64,92 | 0,90 | 39,30 | 74,70 | 3,00 |
| 12,50 | 95,25 | 27,81 | 67,44 | 1,00 | 38,70 | 75,30 | 3,00 |
| 13,00 | 99,06 | 29,00 | 70,06 | 1,09 | 35,70 | 78,30 | 2,70 |
| 13,50 | 102,87 | 29,96 | 72,91 | 1,20 | 28,80 | 85,20 | 3,30 |
| 14,00 | 106,68 | 30,86 | 75,82 | 1,29 | 27,00 | 87,00 | 2,70 |
| 14,50 | 110,49 | 32,06 | 78,43 | 1,39 | 36,00 | 78,00 | 3,00 |
| 15,00 | 114,30 | 32,53 | 81,77 | 1,48 | 14,10 | | 2,70 |
| 15,50 | 118,11 | 33,00 | 85,11 | 1,58 | 14,10 | | 3,00 |
| 16,00 | 120,00 | 33,75 | 86,25 | 1,68 | 22,50 | | 3,00 |
| 16,50 | | 34,28 | | 1,78 | 15,90 | | 3,00 |
| 17,00 | | 34,53 | | 1,88 | | | 3,00 |
| 17,50 | | 34,65 | | 1,98 | | | 3,00 |
| 18,00 | | | | 2,07 | | | 2,70 |
| 18,50 | | | | 2,17 | | | 3,00 |
| 19,00 | | | | 2,26 | | | 2,70 |
| 19,50 | | | | 2,34 | | | 2,40 |
| 20,00 | | | | 2,42 | | | 2,40 |
| 20,50 | | | | 2,50 | | | 2,40 |
| 21,00 | | | | 2,57 | | | 2,10 |
| 21,50 | | | | 2,63 | | | 1,80 |
| 22,00 | | | | 2,69 | | | 1,80 |
| 22,50 | | | | 2,74 | | | 1,50 |
| 23,00 | | | | 2,79 | | | 1,50 |
| 23,50 | | | | 2,84 | | | 1,50 |
| 24,00 | | | | 2,88 | | | 1,20 |
| 24,50 | | | | 2,91 | | | 1,05 |
| 25,00 | | | | 2,94 | | | 0,75 |
| 25,50 | | | | 2,97 | | | 0,87 |
| 26,00 | | | | 2,99 | | | 0,78 |
| 26,50 | | | | 3,01 | | | 0,60 |
| 27,00 | | | | 3,03 | | | 0,48 |
| 27,50 | | | | 3,04 | | | 0,42 |

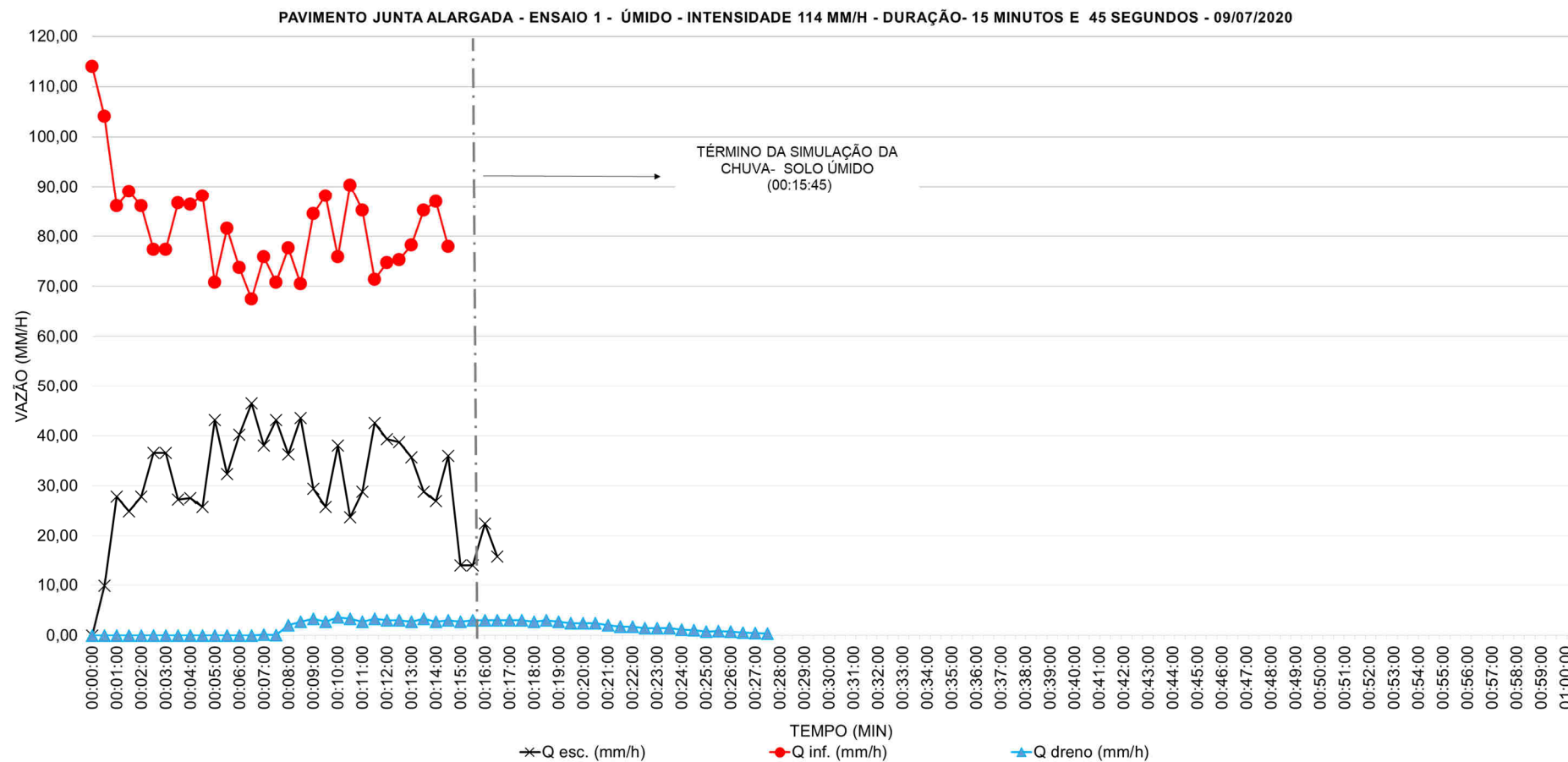


Figura A-14 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 1 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 09/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 45 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-15 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 2 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 06/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 50 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,41 | 7,21 | 0,00 | 12,30 | 101,70 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 1,16 | 10,27 | 0,00 | 22,50 | 91,50 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 2,48 | 12,76 | 0,00 | 39,48 | 74,52 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 3,35 | 15,70 | 0,00 | 26,10 | 87,90 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 4,86 | 18,00 | 0,00 | 45,30 | 68,70 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 6,11 | 20,56 | 0,00 | 37,50 | 76,50 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 7,09 | 23,39 | 0,06 | 29,40 | 84,60 | 1,80 |
| 4,50 | 34,29 | 8,63 | 25,66 | 0,08 | 46,20 | 67,80 | 0,45 |
| 5,00 | 38,10 | 9,94 | 28,16 | 0,22 | 39,48 | 74,52 | 4,20 |
| 5,50 | 41,91 | 11,72 | 30,19 | 0,38 | 53,40 | 60,60 | 4,80 |
| 6,00 | 45,72 | 13,03 | 32,69 | 0,55 | 39,30 | 74,70 | 5,10 |
| 6,50 | 49,53 | 14,25 | 35,28 | 0,64 | 36,60 | 77,40 | 2,70 |
| 7,00 | 53,34 | 15,46 | 37,88 | 0,70 | 36,30 | 77,70 | 1,80 |
| 7,50 | 57,15 | 16,27 | 40,88 | 0,81 | 24,30 | 89,70 | 3,30 |
| 8,00 | 60,96 | 17,57 | 43,39 | 1,02 | 39,00 | 75,00 | 6,30 |
| 8,50 | 64,77 | 18,81 | 45,96 | 1,23 | 37,20 | 76,80 | 6,30 |
| 9,00 | 68,58 | 19,85 | 48,73 | 1,34 | 31,20 | 82,80 | 3,30 |
| 9,50 | 72,39 | 21,70 | 50,69 | 1,60 | 55,50 | 58,50 | 7,80 |
| 10,00 | 76,20 | 23,05 | 53,15 | 1,86 | 40,50 | 73,50 | 7,80 |
| 10,50 | 80,01 | 24,52 | 55,49 | 2,01 | 44,10 | 69,90 | 4,50 |
| 11,00 | 83,82 | 25,98 | 57,84 | 2,27 | 43,80 | 70,20 | 7,80 |
| 11,50 | 87,63 | 27,31 | 60,32 | 2,56 | 39,90 | 74,10 | 8,70 |
| 12,00 | 91,44 | 28,84 | 62,60 | 2,75 | 45,90 | 68,10 | 5,70 |
| 12,50 | 95,25 | 30,38 | 64,87 | 2,87 | 46,20 | 67,80 | 3,60 |
| 13,00 | 99,06 | 31,79 | 67,27 | 2,96 | 42,30 | 71,70 | 2,70 |
| 13,50 | 102,87 | 33,24 | 69,63 | 3,12 | 43,50 | 70,50 | 4,80 |
| 14,00 | 106,68 | 34,56 | 72,12 | 3,19 | 39,60 | 74,40 | 2,10 |
| 14,50 | 110,49 | 36,19 | 74,30 | 3,31 | 48,90 | 65,10 | 3,60 |
| 15,00 | 114,30 | 37,59 | 76,71 | 3,44 | 42,00 | 72,00 | 3,90 |
| 15,50 | 118,11 | 38,54 | 79,57 | 3,57 | 28,50 | | 3,90 |
| 16,00 | 120,00 | 38,75 | 81,25 | 3,69 | 6,30 | | 3,60 |
| 16,50 | | 39,27 | | 3,87 | 15,60 | | 5,40 |
| 17,00 | | 39,35 | | 3,96 | 2,40 | | 2,70 |
| 17,50 | | | | 4,07 | | | 3,30 |
| 18,00 | | | | 4,20 | | | 3,90 |
| 18,50 | | | | 4,30 | | | 3,00 |
| 19,00 | | | | 4,39 | | | 2,70 |
| 19,50 | | | | 4,48 | | | 2,70 |
| 20,00 | | | | 4,56 | | | 2,40 |
| 20,50 | | | | 4,63 | | | 2,10 |
| 21,00 | | | | 4,70 | | | 2,10 |
| 21,50 | | | | 4,76 | | | 1,80 |
| 22,00 | | | | 4,82 | | | 1,80 |
| 22,50 | | | | 4,87 | | | 1,50 |

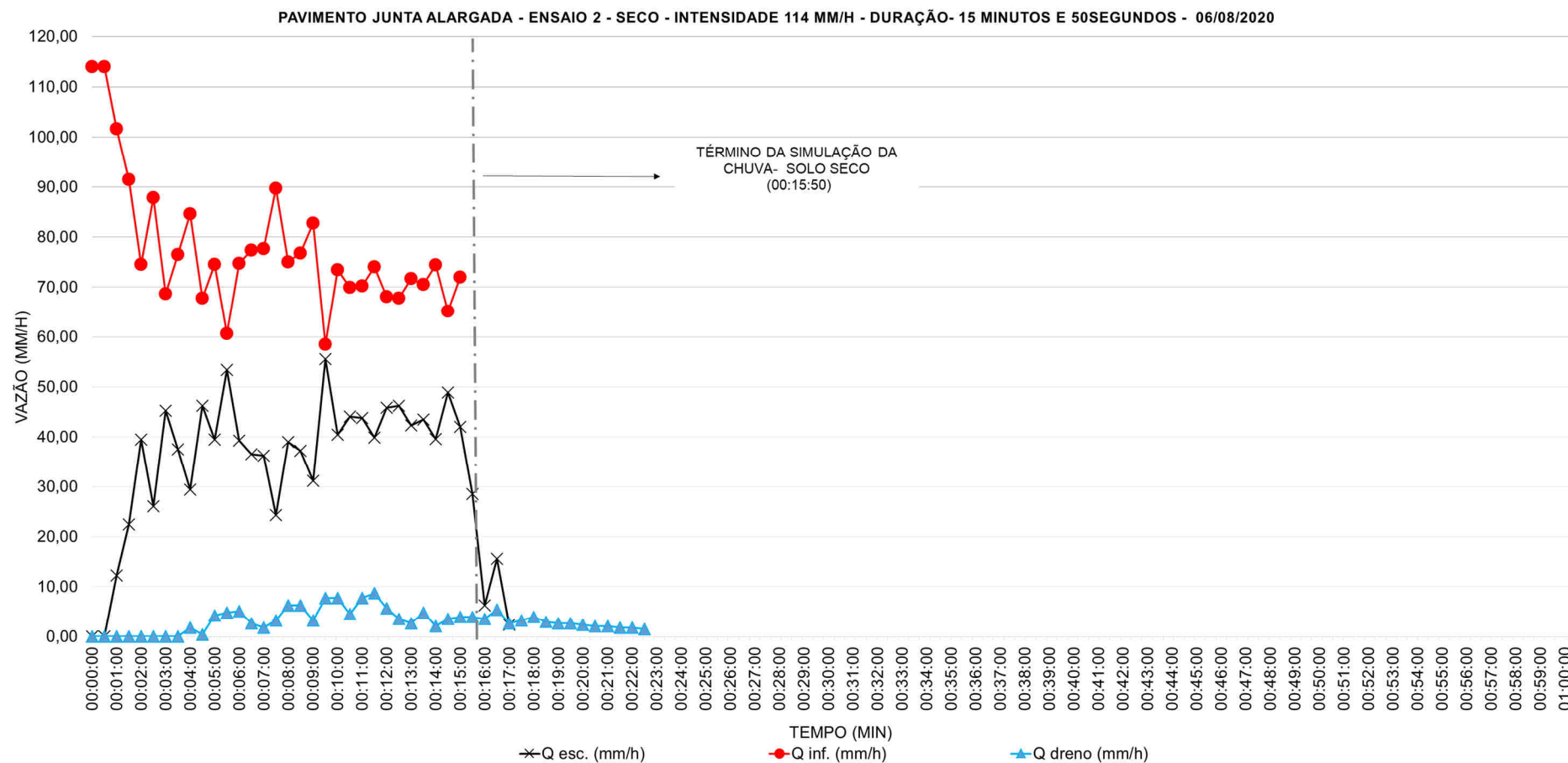


Figura A-15 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 2 no Pavimento Junta alargada, realizado no dia 06/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 50 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-16 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 2 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 06/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 47 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,00 | 7,62 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 0,00 | 11,43 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 1,49 | 13,75 | 0,00 | 44,70 | 69,30 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 2,98 | 16,07 | 0,00 | 44,70 | 69,30 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 4,42 | 18,44 | 0,01 | 43,20 | 70,80 | 0,39 |
| 3,50 | 26,67 | 5,86 | 20,81 | 0,03 | 43,14 | 70,86 | 0,57 |
| 4,00 | 30,48 | 7,40 | 23,08 | 0,06 | 46,20 | 67,80 | 0,90 |
| 4,50 | 34,29 | 8,87 | 25,42 | 0,20 | 44,10 | 69,90 | 4,20 |
| 5,00 | 38,10 | 10,33 | 27,77 | 0,32 | 43,80 | 70,20 | 3,60 |
| 5,50 | 41,91 | 11,89 | 30,02 | 0,46 | 46,80 | 67,20 | 4,20 |
| 6,00 | 45,72 | 13,27 | 32,45 | 0,60 | 41,40 | 72,60 | 4,20 |
| 6,50 | 49,53 | 14,76 | 34,77 | 0,79 | 44,70 | 69,30 | 5,70 |
| 7,00 | 53,34 | 16,16 | 37,18 | 0,91 | 42,00 | 72,00 | 3,60 |
| 7,50 | 57,15 | 17,52 | 39,63 | 1,03 | 40,80 | 73,20 | 3,60 |
| 8,00 | 60,96 | 19,06 | 41,90 | 1,25 | 46,20 | 67,80 | 6,60 |
| 8,50 | 64,77 | 20,62 | 44,15 | 1,41 | 46,80 | 67,20 | 4,80 |
| 9,00 | 68,58 | 22,13 | 46,45 | 1,57 | 45,30 | 68,70 | 4,80 |
| 9,50 | 72,39 | 23,68 | 48,71 | 1,76 | 46,50 | 67,50 | 5,70 |
| 10,00 | 76,20 | 25,14 | 51,06 | 1,90 | 43,80 | 70,20 | 4,20 |
| 10,50 | 80,01 | 26,56 | 53,45 | 2,10 | 42,60 | 71,40 | 6,00 |
| 11,00 | 83,82 | 28,00 | 55,82 | 2,25 | 43,20 | 70,80 | 4,50 |
| 11,50 | 87,63 | 29,26 | 58,37 | 2,49 | 37,80 | 76,20 | 7,20 |
| 12,00 | 91,44 | 30,71 | 60,73 | 2,64 | 43,50 | 70,50 | 4,50 |
| 12,50 | 95,25 | 32,13 | 63,12 | 2,85 | 42,60 | 71,40 | 6,30 |
| 13,00 | 99,06 | 33,45 | 65,61 | 3,08 | 39,60 | 74,40 | 6,90 |
| 13,50 | 102,87 | 35,00 | 67,87 | 3,27 | 46,50 | 67,50 | 5,55 |
| 14,00 | 106,68 | 36,44 | 70,24 | 3,44 | 43,14 | 70,86 | 5,10 |
| 14,50 | 110,49 | 37,87 | 72,62 | 3,66 | 43,14 | 70,86 | 6,60 |
| 15,00 | 114,30 | 39,26 | 75,04 | 3,96 | 41,70 | 72,30 | 9,00 |
| 15,50 | 118,11 | 40,69 | 77,42 | 4,19 | 42,90 | | 6,90 |
| 16,00 | 120,00 | 41,72 | 78,28 | 4,45 | 30,90 | | 7,80 |
| 16,50 | | 42,78 | | 4,66 | 31,80 | | 6,30 |
| 17,00 | | 43,72 | | 4,90 | 28,20 | | 7,20 |
| 17,50 | | 44,20 | | 5,09 | | | 5,70 |
| 18,00 | | 44,59 | | 5,23 | | | 4,20 |
| 18,50 | | 44,78 | | 5,33 | | | 3,00 |
| 19,00 | | 44,90 | | 5,48 | | | 4,50 |
| 19,50 | | | | 5,55 | | | 2,10 |

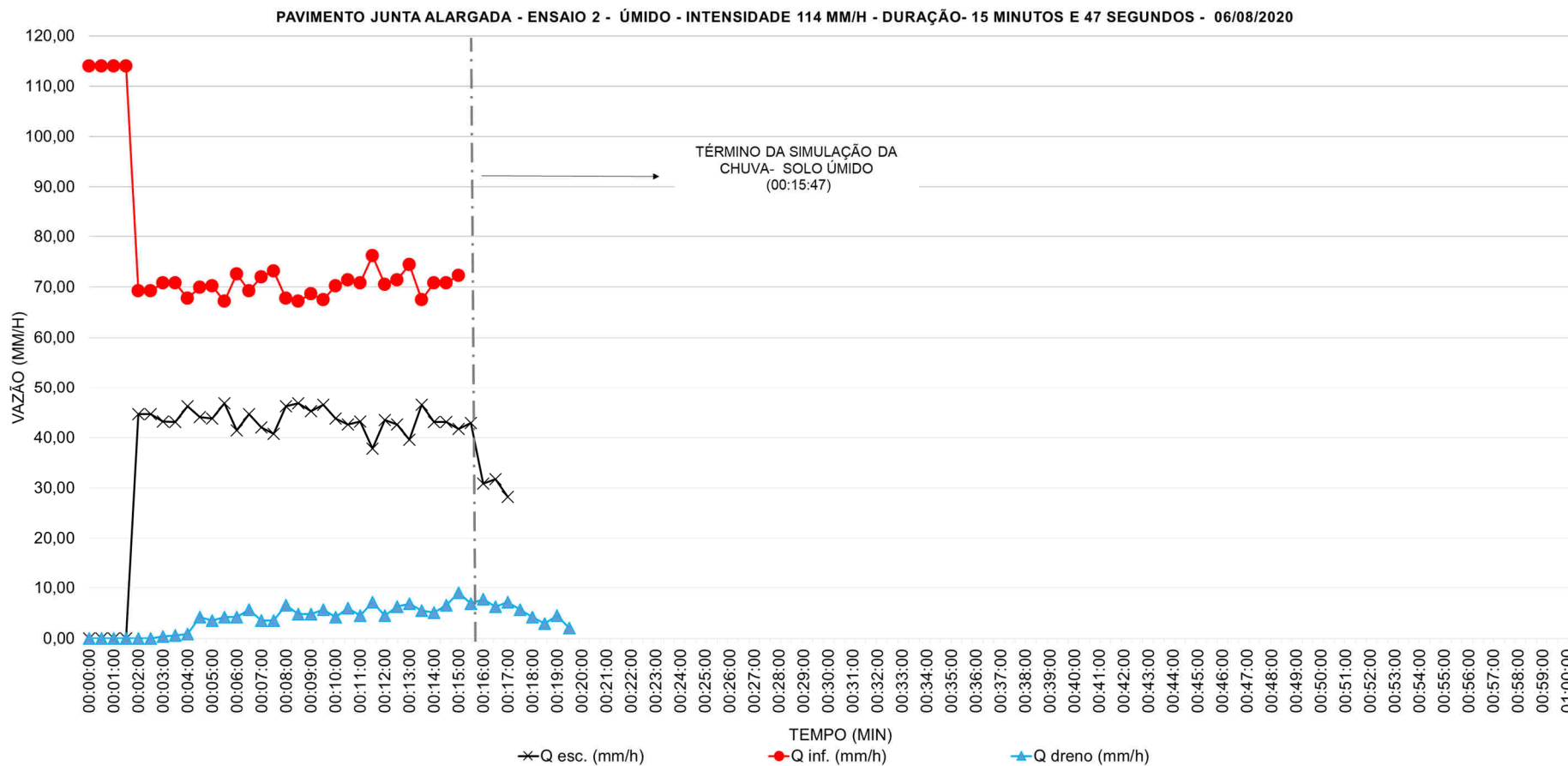


Figura A-16 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 2 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 06/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 47 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-17 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 3 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 21/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 50 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,00 | 7,62 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 0,41 | 11,02 | 0,00 | 12,30 | 101,70 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 1,06 | 14,18 | 0,00 | 19,50 | 94,50 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 1,56 | 17,49 | 0,00 | 15,00 | 99,00 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 2,29 | 20,57 | 0,00 | 21,90 | 92,10 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 3,12 | 23,55 | 0,00 | 24,90 | 89,10 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 3,64 | 26,84 | 0,00 | 15,60 | 98,40 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 4,36 | 29,93 | 0,00 | 21,60 | 92,40 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 5,02 | 33,08 | 0,05 | 19,80 | 94,20 | 1,50 |
| 5,50 | 41,91 | 5,55 | 36,36 | 0,16 | 15,90 | 98,10 | 3,30 |
| 6,00 | 45,72 | 6,14 | 39,58 | 0,32 | 17,70 | 96,30 | 4,80 |
| 6,50 | 49,53 | 6,55 | 42,98 | 0,54 | 12,30 | 101,70 | 6,60 |
| 7,00 | 53,34 | 7,50 | 45,84 | 0,79 | 28,50 | 85,50 | 7,50 |
| 7,50 | 57,15 | 8,40 | 48,75 | 1,07 | 27,00 | 87,00 | 8,40 |
| 8,00 | 60,96 | 9,11 | 51,85 | 1,40 | 21,30 | 92,70 | 9,90 |
| 8,50 | 64,77 | 10,10 | 54,67 | 1,75 | 29,70 | 84,30 | 10,50 |
| 9,00 | 68,58 | 11,03 | 57,55 | 2,10 | 27,90 | 86,10 | 10,50 |
| 9,50 | 72,39 | 11,86 | 60,53 | 2,45 | 24,90 | 89,10 | 10,50 |
| 10,00 | 76,20 | 12,86 | 63,34 | 2,79 | 30,00 | 84,00 | 10,20 |
| 10,50 | 80,01 | 13,90 | 66,11 | 3,11 | 31,20 | 82,80 | 9,60 |
| 11,00 | 83,82 | 14,76 | 69,06 | 3,43 | 25,86 | 88,14 | 9,60 |
| 11,50 | 87,63 | 15,95 | 71,68 | 3,77 | 35,70 | 78,30 | 10,20 |
| 12,00 | 91,44 | 16,63 | 74,81 | 4,08 | 20,40 | 93,60 | 9,30 |
| 12,50 | 95,25 | 17,43 | 77,82 | 4,40 | 24,00 | 90,00 | 9,60 |
| 13,00 | 99,06 | 18,16 | 80,90 | 4,71 | 21,90 | 92,10 | 9,30 |
| 13,50 | 102,87 | 19,52 | 83,35 | 5,01 | 40,80 | 73,20 | 9,00 |
| 14,00 | 106,68 | 20,68 | 86,00 | 5,31 | 34,80 | 79,20 | 9,00 |
| 14,50 | 110,49 | 21,65 | 88,84 | 5,61 | 29,10 | 84,90 | 9,00 |
| 15,00 | 114,30 | 22,95 | 91,35 | 5,94 | 39,00 | 75,00 | 9,90 |
| 15,50 | 118,11 | 23,88 | 94,23 | 6,24 | 27,90 | 86,10 | 9,00 |
| 16,00 | 120,00 | 24,28 | 95,72 | 6,54 | 12,00 | | 9,00 |
| 16,50 | | 24,41 | | 6,85 | 3,90 | | 9,30 |
| 17,00 | | 24,46 | | 7,14 | 1,50 | | 8,70 |
| 17,50 | | | | 7,44 | | | 9,12 |
| 18,00 | | | | 7,69 | | | 7,50 |
| 18,50 | | | | 8,00 | | | 9,12 |
| 19,00 | | | | 8,30 | | | 9,12 |
| 19,50 | | | | 8,61 | | | 9,12 |
| 20,00 | | | | 8,77 | | | 4,80 |
| 20,50 | | | | 8,91 | | | 4,20 |
| 21,00 | | | | 9,02 | | | 3,30 |
| 21,50 | | | | 9,10 | | | 2,40 |
| 22,00 | | | | 9,18 | | | 2,40 |
| 22,50 | | | | 9,25 | | | 2,10 |
| 23,00 | | | | 9,35 | | | 3,00 |
| 23,50 | | | | 9,41 | | | 1,80 |
| 24,00 | | | | 9,47 | | | 1,80 |
| 24,50 | | | | 9,52 | | | 1,50 |
| 25,00 | | | | 9,57 | | | 1,50 |
| 25,50 | | | | 9,60 | | | 1,14 |

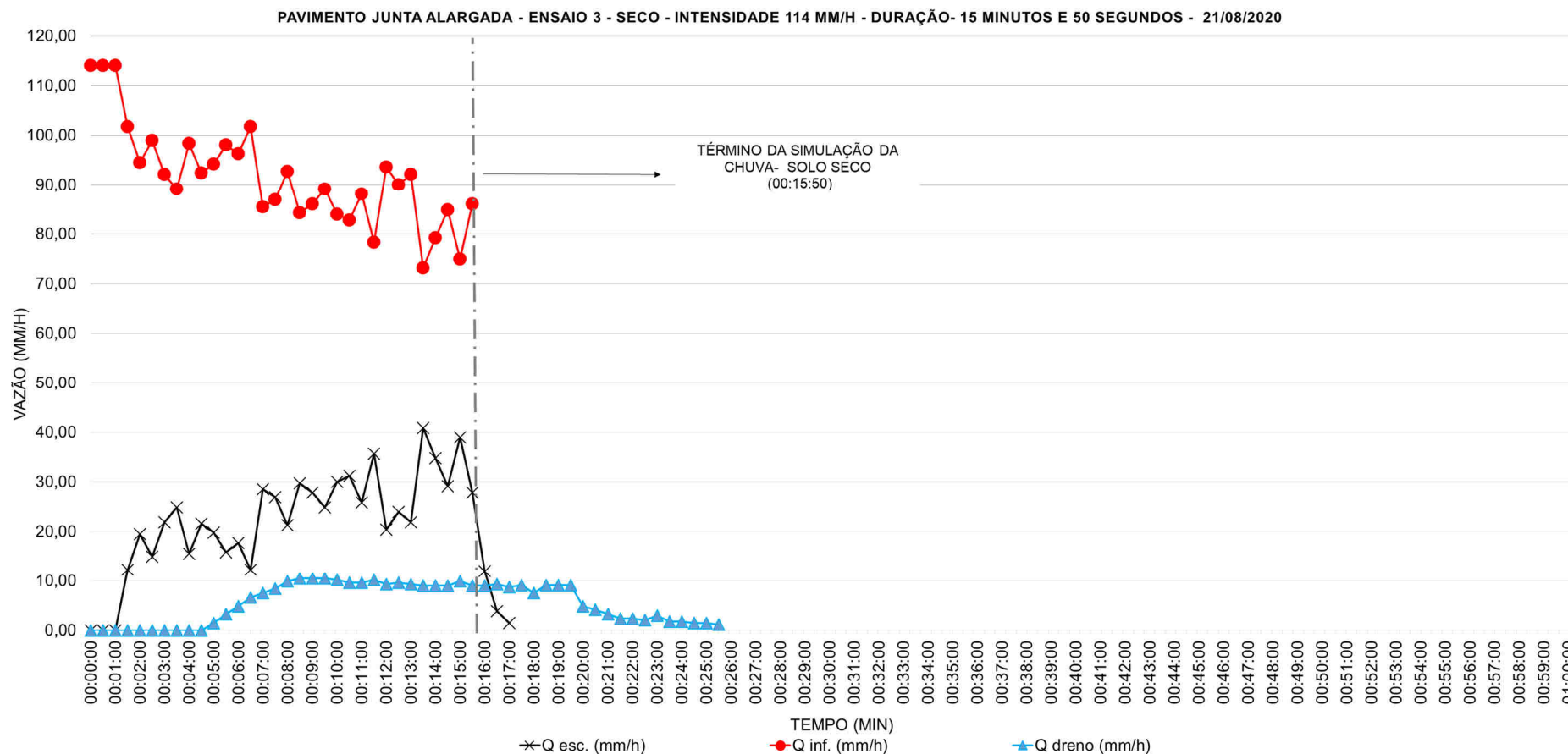


Figura A-17 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 3 no Pavimento Junta alargada, realizado no dia 21/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 50 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-18 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 3 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 21/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 45 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,79 | 6,83 | 0,00 | 23,70 | 90,30 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 1,72 | 9,71 | 0,00 | 27,90 | 86,10 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 2,65 | 12,59 | 0,00 | 27,90 | 86,10 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 3,64 | 15,41 | 0,00 | 29,70 | 84,30 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 5,17 | 17,69 | 0,00 | 45,90 | 68,10 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 6,39 | 20,28 | 0,00 | 36,60 | 77,40 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 7,34 | 23,14 | 0,00 | 28,50 | 85,50 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 8,41 | 25,88 | 0,22 | 32,10 | 81,90 | 6,60 |
| 5,00 | 38,10 | 9,76 | 28,34 | 0,52 | 40,50 | 73,50 | 9,00 |
| 5,50 | 41,91 | 10,67 | 31,24 | 0,99 | 27,30 | 86,70 | 14,10 |
| 6,00 | 45,72 | 11,70 | 34,02 | 1,49 | 30,90 | 83,10 | 15,00 |
| 6,50 | 49,53 | 12,72 | 36,81 | 1,95 | 30,60 | 83,40 | 13,80 |
| 7,00 | 53,34 | 14,18 | 39,16 | 2,39 | 43,80 | 70,20 | 13,20 |
| 7,50 | 57,15 | 15,58 | 41,57 | 2,85 | 42,00 | 72,00 | 13,80 |
| 8,00 | 60,96 | 16,93 | 44,03 | 3,26 | 40,50 | 73,50 | 12,30 |
| 8,50 | 64,77 | 18,51 | 46,26 | 3,75 | 47,40 | 66,60 | 14,70 |
| 9,00 | 68,58 | 19,87 | 48,71 | 4,26 | 40,80 | 73,20 | 15,30 |
| 9,50 | 72,39 | 21,05 | 51,34 | 4,75 | 35,40 | 78,60 | 14,70 |
| 10,00 | 76,20 | 22,37 | 53,83 | 5,20 | 39,60 | 74,40 | 13,50 |
| 10,50 | 80,01 | 23,72 | 56,29 | 5,64 | 40,50 | 73,50 | 13,20 |
| 11,00 | 83,82 | 24,96 | 58,86 | 6,04 | 37,14 | 76,86 | 12,00 |
| 11,50 | 87,63 | 26,57 | 61,06 | 6,51 | 48,30 | 65,70 | 14,10 |
| 12,00 | 91,44 | 28,01 | 63,43 | 6,98 | 43,20 | 70,80 | 14,10 |
| 12,50 | 95,25 | 29,22 | 66,03 | 7,44 | 36,30 | 77,70 | 13,80 |
| 13,00 | 99,06 | 30,21 | 68,85 | 7,90 | 29,70 | 84,30 | 13,80 |
| 13,50 | 102,87 | 31,15 | 71,72 | 8,39 | 28,20 | 85,80 | 14,70 |
| 14,00 | 106,68 | 32,18 | 74,50 | 8,89 | 30,90 | 83,10 | 15,00 |
| 14,50 | 110,49 | 33,54 | 76,95 | 9,39 | 40,80 | 73,20 | 15,00 |
| 15,00 | 114,30 | 34,99 | 79,31 | 9,89 | 43,50 | 70,50 | 15,00 |
| 15,50 | 118,11 | 35,97 | 82,14 | 10,26 | 29,40 | 84,60 | 11,10 |
| 16,00 | 120,00 | 36,57 | 83,43 | 10,62 | 18,00 | | 10,80 |
| 16,50 | | 36,81 | | 10,98 | 7,20 | | 10,80 |
| 17,00 | | 36,92 | | 11,33 | 3,30 | | 10,50 |
| 17,50 | | 36,97 | | 11,73 | | | 12,00 |
| 18,00 | | | | 12,07 | | | 10,20 |
| 18,50 | | | | 12,37 | | | 9,00 |
| 19,00 | | | | 12,68 | | | 9,30 |
| 19,50 | | | | 12,96 | | | 8,40 |
| 20,00 | | | | 13,25 | | | 8,70 |
| 20,50 | | | | 13,50 | | | 7,50 |
| 21,00 | | | | 13,73 | | | 6,90 |
| 21,50 | | | | 13,93 | | | 6,00 |
| 22,00 | | | | 14,13 | | | 6,00 |
| 22,50 | | | | 14,31 | | | 5,40 |
| 23,00 | | | | 14,54 | | | 6,90 |
| 23,50 | | | | 14,69 | | | 4,50 |
| 24,00 | | | | 14,81 | | | 3,60 |
| 24,50 | | | | 14,91 | | | 3,00 |
| 25,00 | | | | 15,01 | | | 3,00 |
| 25,50 | | | | 15,07 | | | 1,80 |
| 26,00 | | | | 15,13 | | | 1,80 |
| 26,50 | | | | 15,16 | | | 0,96 |
| 27,00 | | | | 15,18 | | | 0,45 |
| 27,50 | | | | 15,22 | | | 1,14 |

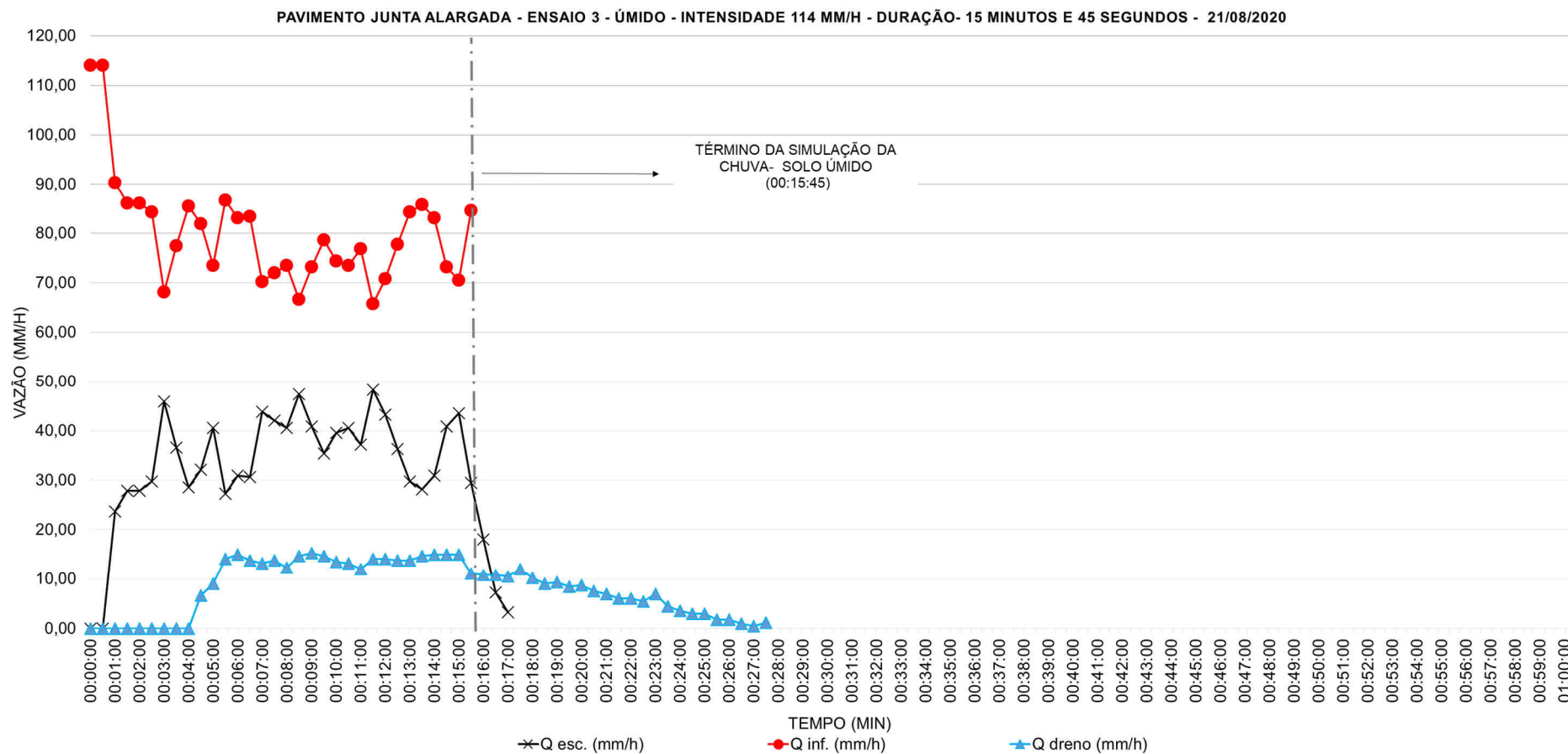


Figura A-18 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 3 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 21/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 45 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-19 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 4 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 24/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 08 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,00 | 7,08 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,00 | 8,85 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,00 | 10,62 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 0,00 | 12,39 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 0,09 | 14,07 | 0,00 | 2,70 | 50,30 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 0,13 | 15,80 | 0,00 | 1,20 | 51,80 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 0,19 | 17,51 | 0,00 | 1,80 | 51,20 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 0,29 | 19,18 | 0,00 | 3,00 | 50,00 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 0,36 | 20,88 | 0,00 | 2,10 | 50,90 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 0,43 | 22,58 | 0,00 | 2,10 | 50,90 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 0,48 | 24,30 | 0,00 | 1,50 | 51,50 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 0,54 | 26,01 | 0,00 | 1,80 | 51,20 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 0,60 | 27,72 | 0,00 | 1,80 | 51,20 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 0,65 | 29,44 | 0,00 | 1,50 | 51,50 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 0,69 | 31,17 | 0,00 | 1,20 | 51,80 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 0,72 | 32,91 | 0,00 | 0,90 | 52,10 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 0,76 | 34,64 | 0,00 | 1,20 | 51,80 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 0,82 | 36,35 | 0,00 | 1,80 | 51,20 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 0,91 | 38,03 | 0,00 | 2,70 | 50,30 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 1,01 | 39,70 | 0,00 | 3,00 | 50,00 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 1,13 | 41,35 | 0,00 | 3,60 | 49,40 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 1,22 | 43,03 | 0,00 | 2,70 | 50,30 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 1,45 | 44,57 | 0,00 | 6,90 | 46,10 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 1,66 | 46,13 | 0,00 | 6,30 | 46,70 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 1,83 | 47,73 | 0,00 | 5,10 | 47,90 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 2,02 | 49,31 | 0,00 | 5,70 | 47,30 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 2,12 | 50,98 | 0,00 | 3,00 | 50,00 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 2,19 | 52,68 | 0,00 | 2,10 | 50,90 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 2,28 | 54,36 | 0,00 | 2,70 | 50,30 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 2,40 | 56,01 | 0,00 | 3,60 | 49,40 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 2,64 | 57,54 | 0,00 | 7,20 | 45,80 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 2,90 | 59,05 | 0,00 | 7,80 | 45,20 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 3,19 | 60,53 | 0,00 | 8,70 | 44,30 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 3,40 | 62,09 | 0,00 | 6,30 | 46,70 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 3,61 | 63,65 | 0,00 | 6,30 | 46,70 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 3,82 | 65,21 | 0,00 | 6,30 | 46,70 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 4,17 | 66,63 | 0,00 | 10,50 | 42,50 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 4,42 | 68,15 | 0,00 | 7,50 | 45,50 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 4,71 | 69,63 | 0,00 | 8,70 | 44,30 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 5,12 | 70,99 | 0,00 | 12,30 | 40,70 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 5,33 | 72,55 | 0,00 | 6,30 | 46,70 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 5,54 | 74,11 | 0,00 | 6,30 | 46,70 | 0,00 |
| 23,00 | 81,42 | 5,89 | 75,53 | 0,00 | 10,50 | 42,50 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 6,12 | 77,07 | 0,00 | 6,90 | 46,10 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|------|-------|-------|------|
| 24,00 | 84,96 | 6,30 | 78,66 | 0,00 | 5,40 | 47,60 | 0,00 |
| 24,50 | 86,73 | 6,52 | 80,21 | 0,00 | 6,60 | 46,40 | 0,00 |
| 25,00 | 88,50 | 6,74 | 81,76 | 0,00 | 6,60 | 46,40 | 0,00 |
| 25,50 | 90,27 | 6,87 | 83,40 | 0,00 | 3,90 | 49,10 | 0,00 |
| 26,00 | 92,04 | 6,96 | 85,08 | 0,00 | 2,70 | 50,30 | 0,00 |
| 26,50 | 93,81 | 7,09 | 86,72 | 0,00 | 3,90 | 49,10 | 0,00 |
| 27,00 | 95,58 | 7,23 | 88,35 | 0,00 | 4,20 | 48,80 | 0,00 |
| 27,50 | 97,35 | 7,55 | 89,80 | 0,00 | 9,60 | 43,40 | 0,00 |
| 28,00 | 99,12 | 7,91 | 91,21 | 0,00 | 10,80 | 42,20 | 0,00 |
| 28,50 | 100,89 | 8,20 | 92,69 | 0,00 | 8,70 | 44,30 | 0,00 |
| 29,00 | 102,66 | 8,44 | 94,22 | 0,14 | 7,20 | 45,80 | 4,20 |
| 29,50 | 104,43 | 8,67 | 95,76 | 0,21 | 6,90 | 46,10 | 2,10 |
| 30,00 | 106,20 | 8,88 | 97,32 | 0,26 | 6,30 | 46,70 | 1,50 |
| 30,50 | 107,97 | 9,11 | 98,86 | 0,33 | 6,90 | 46,10 | 2,10 |
| 31,00 | 109,74 | 9,32 | 100,42 | 0,38 | 6,30 | 46,70 | 1,50 |
| 31,50 | 111,51 | 9,50 | 102,01 | 0,41 | 5,40 | 47,60 | 0,90 |
| 32,00 | 113,28 | 9,67 | 103,61 | 0,47 | 5,10 | 47,90 | 1,80 |
| 32,50 | 115,05 | 9,84 | 105,21 | 0,52 | 5,10 | 47,90 | 1,50 |
| 33,00 | 116,82 | 10,11 | 106,71 | 0,57 | 8,10 | 44,90 | 1,50 |
| 33,50 | 118,59 | 10,32 | 108,27 | 0,64 | 6,30 | 46,70 | 2,10 |
| 34,00 | 120,36 | 10,74 | 109,62 | 0,67 | 12,60 | 40,40 | 0,90 |
| 34,50 | 122,13 | 11,05 | 111,08 | 0,72 | 9,30 | 43,70 | 1,50 |
| 35,00 | 123,90 | 11,29 | 112,61 | 0,80 | 7,20 | 45,80 | 2,40 |
| 35,50 | 125,67 | 11,64 | 114,03 | 0,89 | 10,50 | 42,50 | 2,70 |
| 36,00 | 127,44 | 12,01 | 115,43 | 1,00 | 11,10 | 41,90 | 3,30 |
| 36,50 | 129,21 | 12,41 | 116,80 | 1,15 | 12,00 | 41,00 | 4,50 |
| 37,00 | 130,98 | 12,77 | 118,21 | 1,27 | 10,80 | 42,20 | 3,60 |
| 37,50 | 132,75 | 13,01 | 119,74 | 1,36 | 7,20 | 45,80 | 2,64 |
| 38,00 | 134,52 | 13,25 | 121,27 | 1,45 | 7,20 | 45,80 | 2,64 |
| 38,50 | 136,29 | 13,55 | 122,74 | 1,53 | 9,00 | 44,00 | 2,64 |
| 39,00 | 138,06 | 13,79 | 124,27 | 1,60 | 7,20 | 45,80 | 2,10 |
| 39,50 | 139,83 | 14,00 | 125,83 | 1,72 | 6,30 | 46,70 | 3,60 |
| 40,00 | 141,60 | 14,17 | 127,43 | 1,83 | 5,10 | 47,90 | 3,30 |
| 40,50 | 143,37 | 14,33 | 129,04 | 1,94 | 4,80 | 48,20 | 3,30 |
| 41,00 | 145,14 | 14,53 | 130,61 | 2,05 | 6,00 | 47,00 | 3,30 |
| 41,50 | 146,91 | 14,71 | 132,20 | 2,13 | 5,40 | 47,60 | 2,40 |
| 42,00 | 148,68 | 14,87 | 133,81 | 2,24 | 4,80 | 48,20 | 3,30 |
| 42,50 | 150,45 | 15,04 | 135,41 | 2,36 | 5,10 | 47,90 | 3,60 |
| 43,00 | 152,22 | 15,24 | 136,98 | 2,47 | 6,00 | 47,00 | 3,30 |
| 43,50 | 153,99 | 15,42 | 138,57 | 2,58 | 5,40 | 47,60 | 3,30 |
| 44,00 | 155,76 | 15,58 | 140,18 | 2,67 | 4,80 | 48,20 | 2,70 |
| 44,50 | 157,53 | 15,75 | 141,78 | 2,79 | 5,10 | 47,90 | 3,60 |
| 45,00 | 159,30 | 15,94 | 143,36 | 2,85 | 5,70 | | 1,80 |
| 45,50 | 160,00 | 16,20 | 143,80 | 2,92 | 7,80 | | 2,10 |
| 46,00 | | 16,46 | | 3,02 | 7,80 | | 3,00 |
| 46,50 | | 16,69 | | 3,10 | 6,90 | | 2,40 |
| 47,00 | | 16,91 | | 3,18 | 6,60 | | 2,40 |
| 47,50 | | 17,09 | | 3,27 | 5,40 | | 2,70 |
| 48,00 | | 17,24 | | 3,35 | | | 2,40 |
| 48,50 | | 17,35 | | 3,42 | | | 2,10 |
| 49,00 | | 17,43 | | 3,49 | | | 2,10 |
| 49,50 | | 17,48 | | 3,58 | | | 2,70 |
| 50,00 | | 17,49 | | 3,64 | | | 1,80 |
| 50,50 | | | | 3,70 | | | 1,80 |
| 51,00 | | | | 3,74 | | | 1,20 |
| 51,50 | | | | 3,79 | | | 1,50 |
| 52,00 | | | | 3,83 | | | 1,20 |

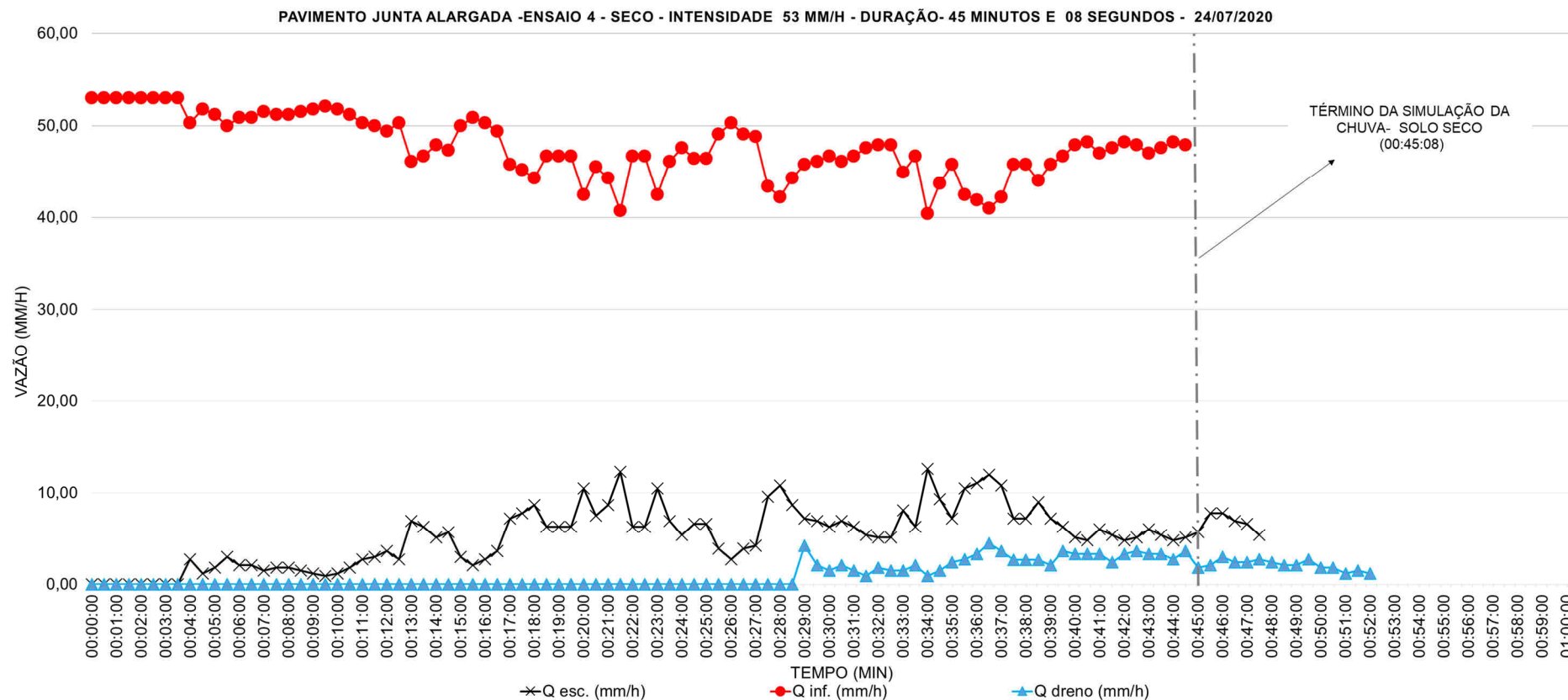


Figura A-19 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 4 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 24/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 08 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-20 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 4 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 24/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 44 minutos e 49 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,19 | 6,89 | 0,00 | 5,70 | 47,30 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,34 | 8,51 | 0,00 | 4,50 | 48,50 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,55 | 10,07 | 0,00 | 6,30 | 46,70 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 1,11 | 11,28 | 0,00 | 16,80 | 36,20 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 1,59 | 12,57 | 0,00 | 14,40 | 38,60 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 2,12 | 13,81 | 0,00 | 15,90 | 37,10 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 2,60 | 15,10 | 0,00 | 14,40 | 38,60 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 2,92 | 16,55 | 0,00 | 9,60 | 43,40 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 3,23 | 18,01 | 0,00 | 9,30 | 43,70 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 3,58 | 19,43 | 0,00 | 10,50 | 42,50 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 4,00 | 20,78 | 0,00 | 12,60 | 40,40 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 4,43 | 22,12 | 0,00 | 12,90 | 40,10 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 4,81 | 23,51 | 0,05 | 11,40 | 41,60 | 1,50 |
| 8,50 | 30,09 | 5,07 | 25,02 | 0,10 | 7,80 | 45,20 | 1,50 |
| 9,00 | 31,86 | 5,35 | 26,51 | 0,18 | 8,40 | 44,60 | 2,40 |
| 9,50 | 33,63 | 5,80 | 27,83 | 0,30 | 13,50 | 39,50 | 3,60 |
| 10,00 | 35,40 | 6,29 | 29,11 | 0,42 | 14,70 | 38,30 | 3,60 |
| 10,50 | 37,17 | 6,72 | 30,45 | 0,52 | 12,90 | 40,10 | 3,00 |
| 11,00 | 38,94 | 7,05 | 31,89 | 0,59 | 9,90 | 43,10 | 2,10 |
| 11,50 | 40,71 | 7,60 | 33,11 | 0,63 | 16,50 | 36,50 | 1,20 |
| 12,00 | 42,48 | 8,19 | 34,29 | 0,67 | 17,70 | 35,30 | 1,20 |
| 12,50 | 44,25 | 8,70 | 35,55 | 0,73 | 15,30 | 37,70 | 1,80 |
| 13,00 | 46,02 | 9,16 | 36,86 | 0,86 | 13,80 | 39,20 | 3,90 |
| 13,50 | 47,79 | 9,61 | 38,18 | 0,99 | 13,50 | 39,50 | 3,90 |
| 14,00 | 49,56 | 9,97 | 39,59 | 1,14 | 10,80 | 42,20 | 4,50 |
| 14,50 | 51,33 | 10,60 | 40,73 | 1,31 | 18,90 | 34,10 | 5,10 |
| 15,00 | 53,10 | 11,34 | 41,76 | 1,47 | 22,20 | 30,80 | 4,80 |
| 15,50 | 54,87 | 11,98 | 42,89 | 1,66 | 19,20 | 33,80 | 5,70 |
| 16,00 | 56,64 | 12,53 | 44,11 | 1,82 | 16,50 | 36,50 | 4,80 |
| 16,50 | 58,41 | 12,87 | 45,54 | 1,99 | 10,20 | 42,80 | 5,10 |
| 17,00 | 60,18 | 13,16 | 47,02 | 2,04 | 8,70 | 44,30 | 1,50 |
| 17,50 | 61,95 | 13,63 | 48,32 | 2,10 | 14,10 | 38,90 | 1,80 |
| 18,00 | 63,72 | 14,27 | 49,45 | 2,16 | 19,20 | 33,80 | 1,80 |
| 18,50 | 65,49 | 15,06 | 50,43 | 2,22 | 23,70 | 29,30 | 1,80 |
| 19,00 | 67,26 | 15,57 | 51,69 | 2,36 | 15,30 | 37,70 | 4,20 |
| 19,50 | 69,03 | 15,88 | 53,15 | 2,53 | 9,30 | 43,70 | 5,10 |
| 20,00 | 70,80 | 16,34 | 54,46 | 2,62 | 13,80 | 39,20 | 2,70 |
| 20,50 | 72,57 | 16,81 | 55,76 | 2,77 | 14,10 | 38,90 | 4,50 |
| 21,00 | 74,34 | 17,20 | 57,14 | 2,95 | 11,70 | 41,30 | 5,40 |
| 21,50 | 76,11 | 17,59 | 58,52 | 3,12 | 11,70 | 41,30 | 5,10 |
| 22,00 | 77,88 | 17,92 | 59,96 | 3,29 | 9,90 | 43,10 | 5,10 |
| 22,50 | 79,65 | 18,23 | 61,42 | 3,41 | 9,30 | 43,70 | 3,60 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|------|-------|-------|------|
| 23,00 | 81,42 | 18,51 | 62,91 | 3,49 | 8,40 | 44,60 | 2,40 |
| 23,50 | 83,19 | 18,76 | 64,43 | 3,56 | 7,50 | 45,50 | 2,10 |
| 24,00 | 84,96 | 19,04 | 65,92 | 3,68 | 8,40 | 44,60 | 3,60 |
| 24,50 | 86,73 | 19,30 | 67,43 | 3,80 | 7,80 | 45,20 | 3,60 |
| 25,00 | 88,50 | 19,50 | 69,00 | 3,89 | 6,00 | 47,00 | 2,70 |
| 25,50 | 90,27 | 19,76 | 70,51 | 3,98 | 7,80 | 45,20 | 2,70 |
| 26,00 | 92,04 | 20,39 | 71,65 | 4,03 | 18,90 | 34,10 | 1,50 |
| 26,50 | 93,81 | 21,12 | 72,69 | 4,10 | 21,90 | 31,10 | 2,10 |
| 27,00 | 95,58 | 21,74 | 73,84 | 4,22 | 18,60 | 34,40 | 3,60 |
| 27,50 | 97,35 | 22,33 | 75,02 | 4,35 | 17,70 | 35,30 | 3,90 |
| 28,00 | 99,12 | 22,77 | 76,35 | 4,48 | 13,20 | 39,80 | 3,90 |
| 28,50 | 100,89 | 23,10 | 77,79 | 4,51 | 9,90 | 43,10 | 0,90 |
| 29,00 | 102,66 | 23,42 | 79,24 | 4,67 | 9,60 | 43,40 | 4,80 |
| 29,50 | 104,43 | 23,70 | 80,73 | 4,81 | 8,40 | 44,60 | 4,20 |
| 30,00 | 106,20 | 23,96 | 82,24 | 4,93 | 7,80 | 45,20 | 3,60 |
| 30,50 | 107,97 | 24,15 | 83,82 | 5,11 | 5,70 | 47,30 | 5,40 |
| 31,00 | 109,74 | 24,28 | 85,46 | 5,29 | 3,90 | 49,10 | 5,40 |
| 31,50 | 111,51 | 24,58 | 86,93 | 5,37 | 9,00 | 44,00 | 2,40 |
| 32,00 | 113,28 | 25,06 | 88,22 | 5,43 | 14,40 | 38,60 | 1,80 |
| 32,50 | 115,05 | 25,56 | 89,49 | 5,50 | 15,00 | 38,00 | 2,10 |
| 33,00 | 116,82 | 26,23 | 90,59 | 5,59 | 20,10 | 32,90 | 2,70 |
| 33,50 | 118,59 | 26,75 | 91,84 | 5,66 | 15,60 | 37,40 | 2,10 |
| 34,00 | 120,36 | 27,25 | 93,11 | 5,71 | 15,00 | 38,00 | 1,50 |
| 34,50 | 122,13 | 27,87 | 94,26 | 5,76 | 18,60 | 34,40 | 1,50 |
| 35,00 | 123,90 | 28,35 | 95,55 | 5,93 | 14,40 | 38,60 | 5,10 |
| 35,50 | 125,67 | 28,73 | 96,94 | 6,06 | 11,40 | 41,60 | 3,90 |
| 36,00 | 127,44 | 29,05 | 98,39 | 6,17 | 9,60 | 43,40 | 3,30 |
| 36,50 | 129,21 | 29,32 | 99,89 | 6,33 | 8,10 | 44,90 | 4,80 |
| 37,00 | 130,98 | 29,96 | 101,02 | 6,47 | 19,20 | 33,80 | 4,20 |
| 37,50 | 132,75 | 30,54 | 102,21 | 6,59 | 17,40 | 35,60 | 3,60 |
| 38,00 | 134,52 | 31,08 | 103,44 | 6,64 | 16,20 | 36,80 | 1,50 |
| 38,50 | 136,29 | 31,70 | 104,59 | 6,72 | 18,60 | 34,40 | 2,40 |
| 39,00 | 138,06 | 32,22 | 105,84 | 6,80 | 15,60 | 37,40 | 2,40 |
| 39,50 | 139,83 | 32,98 | 106,85 | 6,89 | 22,80 | 30,20 | 2,70 |
| 40,00 | 141,60 | 33,49 | 108,11 | 6,98 | 15,30 | 37,70 | 2,70 |
| 40,50 | 143,37 | 33,90 | 109,47 | 7,03 | 12,30 | 40,70 | 1,50 |
| 41,00 | 145,14 | 34,26 | 110,88 | 7,25 | 10,80 | 42,20 | 6,60 |
| 41,50 | 146,91 | 34,49 | 112,42 | 7,36 | 6,90 | 46,10 | 3,30 |
| 42,00 | 148,68 | 34,73 | 113,95 | 7,42 | 7,20 | 45,80 | 1,80 |
| 42,50 | 150,45 | 35,01 | 115,44 | 7,50 | 8,40 | 44,60 | 2,40 |
| 43,00 | 152,22 | 35,26 | 116,96 | 7,60 | 7,50 | 45,50 | 3,00 |
| 43,50 | 153,99 | 35,54 | 118,45 | 7,70 | 8,40 | 44,60 | 3,00 |
| 44,00 | 155,76 | 35,88 | 119,88 | 7,77 | 10,20 | 42,80 | 2,10 |
| 44,50 | 157,53 | 36,24 | 121,29 | 7,85 | 10,80 | 42,20 | 2,40 |
| 45,00 | 159,30 | 36,54 | 122,76 | 7,94 | 9,00 | 44,00 | 2,70 |
| 45,50 | 160,00 | 36,77 | 123,23 | 8,03 | 6,90 | 46,10 | 2,70 |
| 46,00 | | 36,91 | | 8,12 | 4,20 | | 2,70 |
| 46,50 | | 36,97 | | 8,21 | 1,80 | | 2,70 |
| 47,00 | | | | 8,31 | | | 3,00 |
| 47,50 | | | | 8,38 | | | 2,10 |
| 48,00 | | | | 8,46 | | | 2,40 |
| 48,50 | | | | 8,54 | | | 2,40 |
| 49,00 | | | | 8,62 | | | 2,40 |
| 49,50 | | | | 8,69 | | | 2,10 |

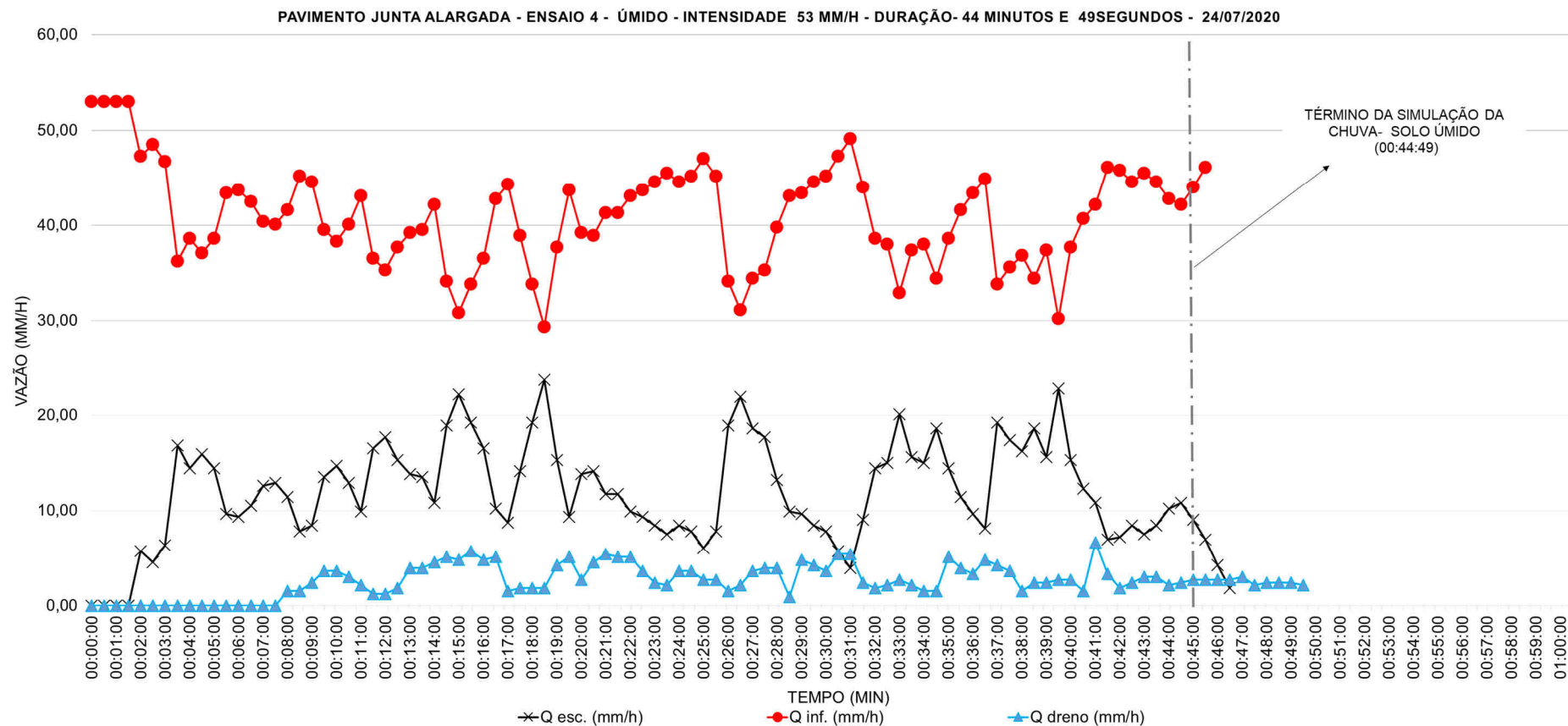


Figura A-20 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 4 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 24/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 44 minutos e 49 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-21 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 5 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 11/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 04 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,00 | 7,08 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,00 | 8,85 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,00 | 10,62 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 0,00 | 12,39 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 0,13 | 14,03 | 0,00 | 3,90 | 49,10 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 0,43 | 15,50 | 0,00 | 9,00 | 44,00 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 0,82 | 16,88 | 0,00 | 11,70 | 41,30 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 1,17 | 18,30 | 0,00 | 10,50 | 42,50 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 1,50 | 19,74 | 0,00 | 9,90 | 43,10 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 1,78 | 21,23 | 0,00 | 8,40 | 44,60 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 1,95 | 22,83 | 0,00 | 5,10 | 47,90 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 2,10 | 24,45 | 0,00 | 4,50 | 48,50 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 2,24 | 26,08 | 0,00 | 4,20 | 48,80 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 2,36 | 27,73 | 0,00 | 3,60 | 49,40 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 2,51 | 29,35 | 0,00 | 4,50 | 48,50 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 2,68 | 30,95 | 0,00 | 5,10 | 47,90 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 2,84 | 32,56 | 0,00 | 4,80 | 48,20 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 3,00 | 34,17 | 0,00 | 4,80 | 48,20 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 3,18 | 35,76 | 0,00 | 5,40 | 47,60 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 3,38 | 37,33 | 0,00 | 6,00 | 47,00 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 3,62 | 38,86 | 0,00 | 7,20 | 45,80 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 3,97 | 40,28 | 0,00 | 10,50 | 42,50 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 4,32 | 41,70 | 0,00 | 10,50 | 42,50 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 4,62 | 43,17 | 0,00 | 9,00 | 44,00 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 4,91 | 44,65 | 0,00 | 8,70 | 44,30 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 5,27 | 46,06 | 0,00 | 10,80 | 42,20 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 5,62 | 47,48 | 0,04 | 10,50 | 42,50 | 1,20 |
| 15,50 | 54,87 | 5,86 | 49,01 | 0,05 | 7,20 | 45,80 | 0,36 |
| 16,00 | 56,64 | 6,07 | 50,57 | 0,07 | 6,30 | 46,70 | 0,39 |
| 16,50 | 58,41 | 6,36 | 52,05 | 0,08 | 8,70 | 44,30 | 0,36 |
| 17,00 | 60,18 | 6,67 | 53,51 | 0,10 | 9,30 | 43,70 | 0,54 |
| 17,50 | 61,95 | 6,92 | 55,03 | 0,14 | 7,50 | 45,50 | 1,35 |
| 18,00 | 63,72 | 7,07 | 56,65 | 0,17 | 4,50 | 48,50 | 0,81 |
| 18,50 | 65,49 | 7,18 | 58,31 | 0,24 | 3,30 | 49,70 | 2,10 |
| 19,00 | 67,26 | 7,29 | 59,97 | 0,31 | 3,30 | 49,70 | 2,10 |
| 19,50 | 69,03 | 7,48 | 61,55 | 0,36 | 5,70 | 47,30 | 1,50 |
| 20,00 | 70,80 | 7,71 | 63,09 | 0,37 | 6,90 | 46,10 | 0,30 |
| 20,50 | 72,57 | 7,96 | 64,61 | 0,43 | 7,50 | 45,50 | 1,80 |
| 21,00 | 74,34 | 8,25 | 66,09 | 0,50 | 8,70 | 44,30 | 2,10 |
| 21,50 | 76,11 | 8,47 | 67,64 | 0,56 | 6,60 | 46,40 | 1,80 |
| 22,00 | 77,88 | 8,71 | 69,17 | 0,62 | 7,20 | 45,80 | 1,80 |
| 22,50 | 79,65 | 8,98 | 70,67 | 0,67 | 8,10 | 44,90 | 1,50 |
| 23,00 | 81,42 | 9,29 | 72,13 | 0,73 | 9,30 | 43,70 | 1,80 |
| 23,50 | 83,19 | 9,55 | 73,64 | 0,81 | 7,80 | 45,20 | 2,40 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|------|
| 24,00 | 84,96 | 9,74 | 75,22 | 0,92 | 5,70 | 47,30 | 3,30 |
| 24,50 | 86,73 | 9,88 | 76,85 | 0,99 | 4,20 | 48,80 | 2,10 |
| 25,00 | 88,50 | 10,13 | 78,37 | 1,09 | 7,50 | 45,50 | 3,00 |
| 25,50 | 90,27 | 10,46 | 79,81 | 1,16 | 9,90 | 43,10 | 2,10 |
| 26,00 | 92,04 | 10,85 | 81,19 | 1,25 | 11,70 | 41,30 | 2,70 |
| 26,50 | 93,81 | 11,22 | 82,59 | 1,31 | 11,10 | 41,90 | 1,80 |
| 27,00 | 95,58 | 11,49 | 84,09 | 1,41 | 8,10 | 44,90 | 3,00 |
| 27,50 | 97,35 | 11,94 | 85,41 | 1,51 | 13,50 | 39,50 | 3,00 |
| 28,00 | 99,12 | 12,07 | 87,05 | 1,64 | 3,90 | 49,10 | 3,90 |
| 28,50 | 100,89 | 12,26 | 88,63 | 1,75 | 5,70 | 47,30 | 3,30 |
| 29,00 | 102,66 | 12,42 | 90,24 | 1,86 | 4,80 | 48,20 | 3,30 |
| 29,50 | 104,43 | 12,61 | 91,82 | 1,98 | 5,70 | 47,30 | 3,60 |
| 30,00 | 106,20 | 12,86 | 93,34 | 2,13 | 7,50 | 45,50 | 4,50 |
| 30,50 | 107,97 | 13,06 | 94,91 | 2,28 | 6,00 | 47,00 | 4,50 |
| 31,00 | 109,74 | 13,27 | 96,47 | 2,42 | 6,30 | 46,70 | 4,20 |
| 31,50 | 111,51 | 13,54 | 97,97 | 2,61 | 8,10 | 44,90 | 5,70 |
| 32,00 | 113,28 | 13,84 | 99,44 | 2,81 | 9,00 | 44,00 | 6,00 |
| 32,50 | 115,05 | 14,07 | 100,98 | 3,02 | 6,90 | 46,10 | 6,30 |
| 33,00 | 116,82 | 14,29 | 102,53 | 3,24 | 6,60 | 46,40 | 6,60 |
| 33,50 | 118,59 | 14,55 | 104,04 | 3,46 | 7,80 | 45,20 | 6,60 |
| 34,00 | 120,36 | 15,04 | 105,32 | 3,66 | 14,70 | 38,30 | 6,00 |
| 34,50 | 122,13 | 15,53 | 106,60 | 3,87 | 14,70 | 38,30 | 6,30 |
| 35,00 | 123,90 | 15,92 | 107,98 | 4,10 | 11,70 | 41,30 | 6,90 |
| 35,50 | 125,67 | 16,18 | 109,49 | 4,33 | 7,80 | 45,20 | 6,90 |
| 36,00 | 127,44 | 16,67 | 110,77 | 4,55 | 14,70 | 38,30 | 6,60 |
| 36,50 | 129,21 | 17,16 | 112,05 | 4,77 | 14,70 | 38,30 | 6,60 |
| 37,00 | 130,98 | 17,55 | 113,43 | 5,02 | 11,70 | 41,30 | 7,50 |
| 37,50 | 132,75 | 17,81 | 114,94 | 5,25 | 7,80 | 45,20 | 6,90 |
| 38,00 | 134,52 | 18,01 | 116,51 | 5,47 | 6,00 | 47,00 | 6,60 |
| 38,50 | 136,29 | 18,27 | 118,02 | 5,73 | 7,80 | 45,20 | 7,80 |
| 39,00 | 138,06 | 18,61 | 119,45 | 5,95 | 10,20 | 42,80 | 6,60 |
| 39,50 | 139,83 | 18,89 | 120,94 | 6,17 | 8,40 | 44,60 | 6,60 |
| 40,00 | 141,60 | 19,19 | 122,41 | 6,42 | 9,00 | 44,00 | 7,50 |
| 40,50 | 143,37 | 19,42 | 123,95 | 6,68 | 6,90 | 46,10 | 7,80 |
| 41,00 | 145,14 | 19,54 | 125,60 | 6,87 | 3,60 | 49,40 | 5,70 |
| 41,50 | 146,91 | 19,76 | 127,15 | 7,16 | 6,60 | 46,40 | 8,70 |
| 42,00 | 148,68 | 20,10 | 128,58 | 7,45 | 10,08 | 42,92 | 8,70 |
| 42,50 | 150,45 | 20,53 | 129,92 | 7,73 | 12,90 | 40,10 | 8,40 |
| 43,00 | 152,22 | 20,98 | 131,24 | 7,90 | 13,50 | 39,50 | 5,10 |
| 43,50 | 153,99 | 21,37 | 132,62 | 8,13 | 11,70 | 41,30 | 6,90 |
| 44,00 | 155,76 | 21,73 | 134,03 | 8,39 | 10,80 | 42,20 | 7,80 |
| 44,50 | 157,53 | 22,17 | 135,36 | 8,66 | 13,20 | 39,80 | 8,10 |
| 45,00 | 159,30 | 22,54 | 136,76 | 8,92 | 11,10 | 41,90 | 7,80 |
| 45,50 | 160,00 | 22,84 | 137,16 | 9,13 | 9,00 | 44,00 | 6,30 |
| 46,00 | | 23,16 | | 9,38 | 9,60 | | 7,50 |
| 46,50 | | 23,43 | | 9,62 | 8,10 | | 7,20 |
| 47,00 | | 23,73 | | 9,84 | 9,00 | | 6,60 |
| 47,50 | | 24,12 | | 10,04 | 11,70 | | 6,00 |
| 48,00 | | 24,48 | | 10,19 | 10,80 | | 4,50 |
| 48,50 | | 24,83 | | 10,35 | 10,50 | | 4,80 |
| 49,00 | | 25,03 | | 10,48 | 6,00 | | 3,90 |
| 49,50 | | 25,10 | | 10,58 | 2,10 | | 3,00 |
| 50,00 | | 25,15 | | 10,66 | 1,50 | | 2,40 |
| 50,50 | | | | 10,70 | | | 1,20 |
| 51,00 | | | | 10,74 | | | 1,20 |

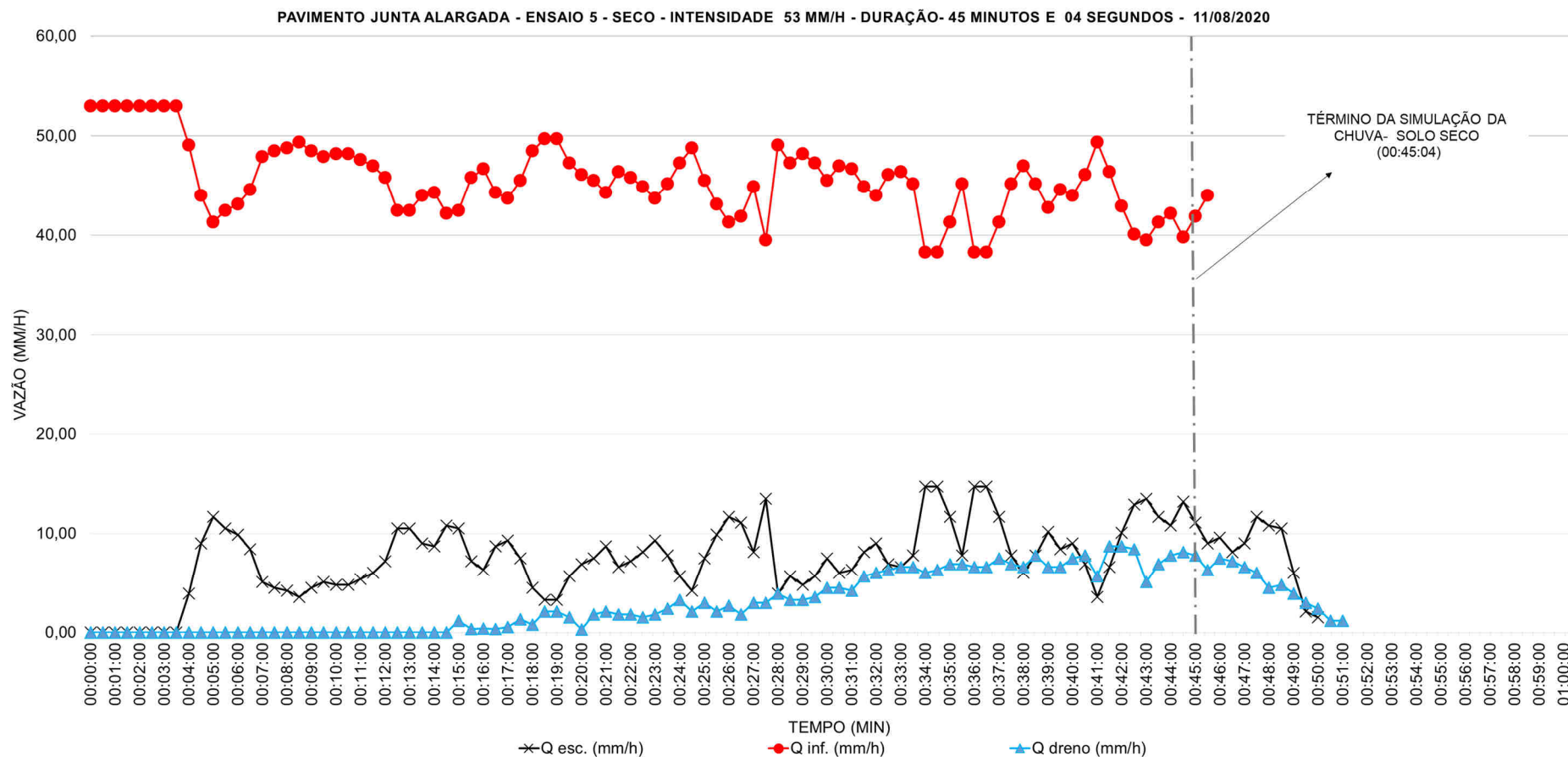


Figura A-21 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 5 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 11/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 04 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-22 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 5 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 11/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 07 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,13 | 6,95 | 0,00 | 3,90 | 49,10 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,31 | 8,54 | 0,00 | 5,40 | 47,60 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,55 | 10,07 | 0,00 | 7,20 | 45,80 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 1,04 | 11,35 | 0,00 | 14,70 | 38,30 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 1,45 | 12,71 | 0,00 | 12,24 | 40,76 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 1,86 | 14,07 | 0,00 | 12,24 | 40,76 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 2,29 | 15,41 | 0,00 | 12,90 | 40,10 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 2,55 | 16,92 | 0,00 | 7,80 | 45,20 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 2,86 | 18,38 | 0,00 | 9,30 | 43,70 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 3,18 | 19,83 | 0,00 | 9,60 | 43,40 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 3,57 | 21,21 | 0,00 | 11,70 | 41,30 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 3,91 | 22,64 | 0,00 | 10,20 | 42,80 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 4,19 | 24,13 | 0,00 | 8,40 | 44,60 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 4,39 | 25,70 | 0,00 | 6,00 | 47,00 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 4,59 | 27,27 | 0,00 | 6,00 | 47,00 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 4,93 | 28,70 | 0,00 | 10,20 | 42,80 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 5,40 | 30,00 | 0,00 | 14,10 | 38,90 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 5,92 | 31,25 | 0,14 | 15,60 | 37,40 | 4,20 |
| 11,00 | 38,94 | 6,35 | 32,59 | 0,34 | 12,90 | 40,10 | 6,00 |
| 11,50 | 40,71 | 6,62 | 34,09 | 0,57 | 8,10 | 44,90 | 6,90 |
| 12,00 | 42,48 | 6,96 | 35,52 | 0,77 | 10,20 | 42,80 | 6,00 |
| 12,50 | 44,25 | 7,44 | 36,81 | 1,00 | 14,40 | 38,60 | 6,90 |
| 13,00 | 46,02 | 7,95 | 38,07 | 1,20 | 15,30 | 37,70 | 6,00 |
| 13,50 | 47,79 | 8,40 | 39,39 | 1,43 | 13,50 | 39,50 | 6,90 |
| 14,00 | 49,56 | 8,76 | 40,80 | 1,65 | 10,80 | 42,20 | 6,60 |
| 14,50 | 51,33 | 9,20 | 42,13 | 1,90 | 13,20 | 39,80 | 7,50 |
| 15,00 | 53,10 | 9,69 | 43,41 | 2,13 | 14,70 | 38,30 | 6,90 |
| 15,50 | 54,87 | 10,09 | 44,78 | 2,45 | 12,24 | 40,76 | 9,60 |
| 16,00 | 56,64 | 10,58 | 46,06 | 2,80 | 14,70 | 38,30 | 10,50 |
| 16,50 | 58,41 | 11,03 | 47,38 | 2,91 | 13,50 | 39,50 | 3,30 |
| 17,00 | 60,18 | 11,51 | 48,67 | 3,26 | 14,40 | 38,60 | 10,50 |
| 17,50 | 61,95 | 12,04 | 49,91 | 3,53 | 15,90 | 37,10 | 8,10 |
| 18,00 | 63,72 | 12,52 | 51,20 | 3,86 | 14,40 | 38,60 | 9,90 |
| 18,50 | 65,49 | 12,98 | 52,51 | 4,15 | 13,80 | 39,20 | 8,70 |
| 19,00 | 67,26 | 13,44 | 53,82 | 4,51 | 13,80 | 39,20 | 10,80 |
| 19,50 | 69,03 | 13,78 | 55,25 | 4,82 | 10,20 | 42,80 | 9,30 |
| 20,00 | 70,80 | 14,10 | 56,70 | 5,15 | 9,60 | 43,40 | 9,90 |
| 20,50 | 72,57 | 14,43 | 58,14 | 5,45 | 9,90 | 43,10 | 9,00 |
| 21,00 | 74,34 | 14,74 | 59,60 | 5,74 | 9,30 | 43,70 | 8,70 |
| 21,50 | 76,11 | 15,06 | 61,05 | 6,06 | 9,60 | 43,40 | 9,60 |
| 22,00 | 77,88 | 15,34 | 62,54 | 6,44 | 8,40 | 44,60 | 11,40 |
| 22,50 | 79,65 | 15,73 | 63,92 | 6,62 | 11,70 | 41,30 | 5,40 |
| 23,00 | 81,42 | 16,14 | 65,28 | 6,95 | 12,24 | 40,76 | 9,90 |
| 23,50 | 83,19 | 16,68 | 66,51 | 7,31 | 16,20 | 36,80 | 10,80 |
| 24,00 | 84,96 | 17,09 | 67,87 | 7,65 | 12,24 | 40,76 | 10,20 |
| 24,50 | 86,73 | 17,58 | 69,15 | 8,04 | 14,70 | 38,30 | 11,70 |
| 25,00 | 88,50 | 18,00 | 70,50 | 8,41 | 12,60 | 40,40 | 11,10 |
| 25,50 | 90,27 | 18,38 | 71,89 | 8,78 | 11,40 | 41,60 | 11,10 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 26,00 | 92,04 | 18,72 | 73,32 | 9,04 | 10,20 | 42,80 | 7,80 |
| 26,50 | 93,81 | 19,05 | 74,76 | 9,26 | 9,90 | 43,10 | 6,60 |
| 27,00 | 95,58 | 19,40 | 76,18 | 9,56 | 10,50 | 42,50 | 9,00 |
| 27,50 | 97,35 | 19,71 | 77,64 | 9,84 | 9,30 | 43,70 | 8,40 |
| 28,00 | 99,12 | 19,95 | 79,17 | 10,06 | 7,20 | 45,80 | 6,60 |
| 28,50 | 100,89 | 20,22 | 80,67 | 10,36 | 8,10 | 44,90 | 9,00 |
| 29,00 | 102,66 | 20,62 | 82,04 | 10,75 | 12,00 | 41,00 | 11,70 |
| 29,50 | 104,43 | 21,05 | 83,38 | 11,09 | 12,90 | 40,10 | 10,20 |
| 30,00 | 106,20 | 21,53 | 84,67 | 11,55 | 14,40 | 38,60 | 13,80 |
| 30,50 | 107,97 | 21,97 | 86,00 | 11,96 | 13,20 | 39,80 | 12,30 |
| 31,00 | 109,74 | 22,29 | 87,45 | 12,39 | 9,60 | 43,40 | 12,90 |
| 31,50 | 111,51 | 22,66 | 88,85 | 12,80 | 11,10 | 41,90 | 12,30 |
| 32,00 | 113,28 | 23,09 | 90,19 | 13,18 | 12,90 | 40,10 | 11,40 |
| 32,50 | 115,05 | 23,45 | 91,60 | 13,63 | 10,80 | 42,20 | 13,50 |
| 33,00 | 116,82 | 23,80 | 93,02 | 14,07 | 10,50 | 42,50 | 13,20 |
| 33,50 | 118,59 | 24,10 | 94,49 | 14,49 | 9,00 | 44,00 | 12,60 |
| 34,00 | 120,36 | 24,52 | 95,84 | 14,92 | 12,60 | 40,40 | 12,90 |
| 34,50 | 122,13 | 25,01 | 97,12 | 15,36 | 14,70 | 38,30 | 13,20 |
| 35,00 | 123,90 | 25,54 | 98,36 | 15,80 | 15,90 | 37,10 | 13,20 |
| 35,50 | 125,67 | 26,16 | 99,51 | 16,26 | 18,60 | 34,40 | 13,80 |
| 36,00 | 127,44 | 26,63 | 100,81 | 16,70 | 14,10 | 38,90 | 13,20 |
| 36,50 | 129,21 | 27,06 | 102,15 | 17,15 | 12,90 | 40,10 | 13,50 |
| 37,00 | 130,98 | 27,51 | 103,47 | 17,64 | 13,50 | 39,50 | 14,70 |
| 37,50 | 132,75 | 28,01 | 104,74 | 18,11 | 15,00 | 38,00 | 14,10 |
| 38,00 | 134,52 | 28,50 | 106,02 | 18,56 | 14,70 | 38,30 | 13,50 |
| 38,50 | 136,29 | 29,00 | 107,29 | 19,06 | 15,00 | 38,00 | 15,00 |
| 39,00 | 138,06 | 29,36 | 108,70 | 19,54 | 10,80 | 42,20 | 14,40 |
| 39,50 | 139,83 | 29,75 | 110,08 | 19,97 | 11,70 | 41,30 | 12,90 |
| 40,00 | 141,60 | 30,21 | 111,39 | 20,43 | 13,80 | 39,20 | 13,80 |
| 40,50 | 143,37 | 30,66 | 112,71 | 21,35 | 13,50 | 39,50 | 27,60 |
| 41,00 | 145,14 | 31,14 | 114,00 | 22,18 | 14,40 | 38,60 | 24,90 |
| 41,50 | 146,91 | 31,60 | 115,31 | 22,60 | 13,80 | 39,20 | 12,60 |
| 42,00 | 148,68 | 31,91 | 116,77 | 23,02 | 9,30 | 43,70 | 12,60 |
| 42,50 | 150,45 | 32,19 | 118,26 | 23,45 | 8,40 | 44,60 | 12,90 |
| 43,00 | 152,22 | 32,47 | 119,75 | 23,92 | 8,40 | 44,60 | 14,10 |
| 43,50 | 153,99 | 32,76 | 121,23 | 24,38 | 8,70 | 44,30 | 13,80 |
| 44,00 | 155,76 | 33,05 | 122,71 | 24,85 | 8,70 | 44,30 | 14,10 |
| 44,50 | 157,53 | 33,31 | 124,22 | 25,32 | 7,80 | 45,20 | 14,10 |
| 45,00 | 159,30 | 33,49 | 125,81 | 25,79 | 5,40 | 47,60 | 14,10 |
| 45,50 | 160,00 | 33,59 | 126,41 | 26,25 | 3,00 | | 13,80 |
| 46,00 | | 33,65 | | 26,66 | 1,80 | | 12,30 |
| 46,5 | | | | 27,03 | | | 11,10 |
| 47,0 | | | | 27,37 | | | 10,20 |
| 47,5 | | | | 27,73 | | | 10,80 |
| 48,0 | | | | 28,03 | | | 9,00 |
| 48,5 | | | | 28,28 | | | 7,50 |
| 49,0 | | | | 28,59 | | | 9,30 |
| 49,5 | | | | 28,78 | | | 5,70 |
| 50,0 | | | | 29,01 | | | 6,90 |
| 50,5 | | | | 29,33 | | | 9,60 |
| 51,0 | | | | 29,67 | | | 10,20 |
| 51,5 | | | | 29,87 | | | 6,00 |
| 52,0 | | | | 30,12 | | | 7,50 |
| 52,5 | | | | 30,35 | | | 6,90 |
| 53,0 | | | | 30,53 | | | 5,40 |
| 53,5 | | | | 30,71 | | | 5,40 |
| 54,0 | | | | 30,77 | | | 1,80 |
| 54,5 | | | | 30,83 | | | 1,80 |

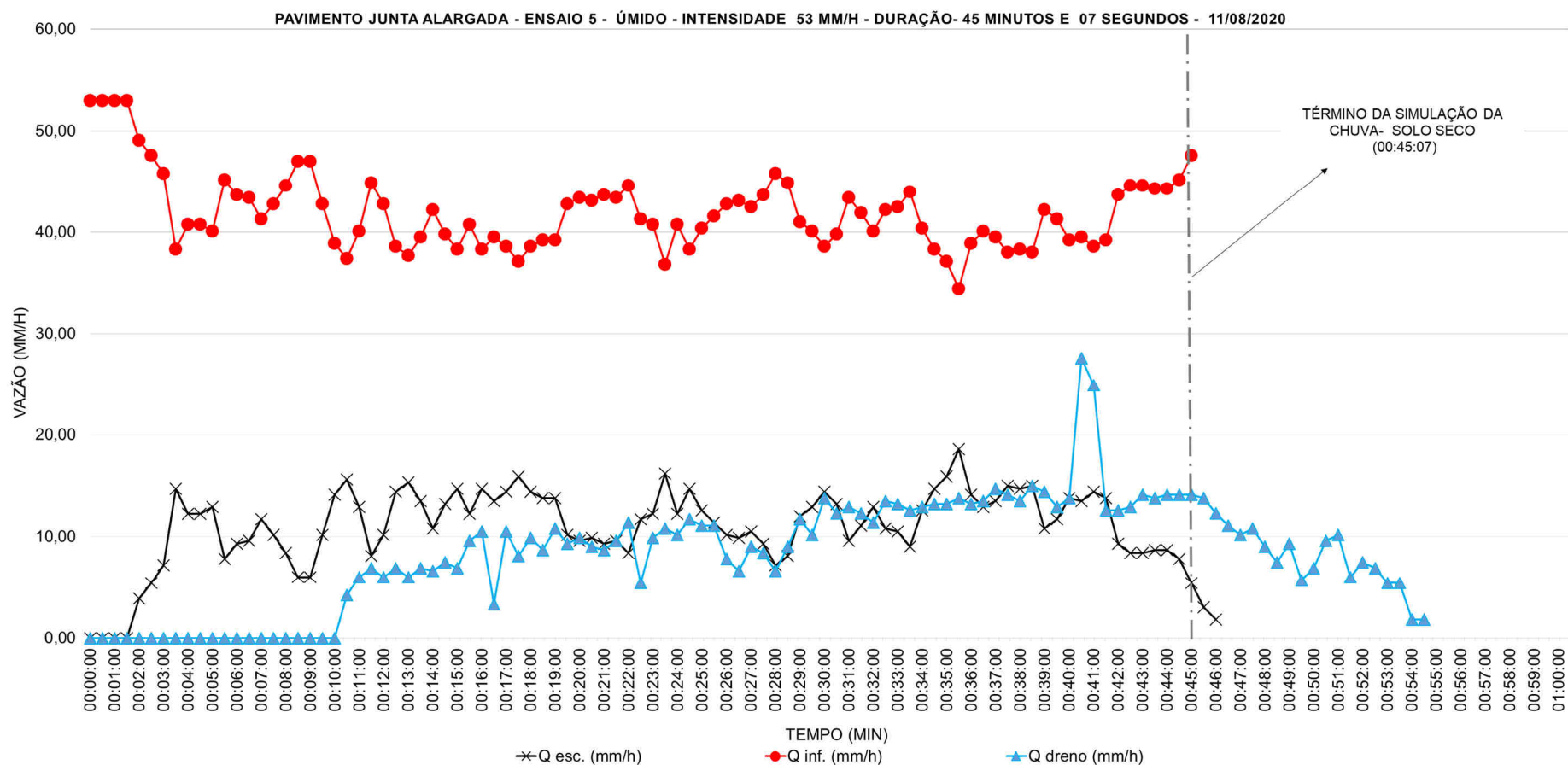


Figura A-22 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 4 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 11/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 07 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-23 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 6 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 18/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 01 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,00 | 7,08 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,05 | 8,80 | 0,00 | 1,50 | 51,50 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,18 | 10,44 | 0,00 | 3,90 | 49,10 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 0,42 | 11,97 | 0,00 | 7,20 | 45,80 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 0,71 | 13,45 | 0,00 | 8,70 | 44,30 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 0,94 | 14,99 | 0,00 | 6,90 | 46,10 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 1,17 | 16,53 | 0,00 | 6,90 | 46,10 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 1,37 | 18,10 | 0,00 | 6,00 | 47,00 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 1,59 | 19,65 | 0,00 | 6,60 | 46,40 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 1,80 | 21,21 | 0,00 | 6,30 | 46,70 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 1,97 | 22,81 | 0,00 | 5,10 | 47,90 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 2,12 | 24,43 | 0,00 | 4,50 | 48,50 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 2,24 | 26,08 | 0,00 | 3,60 | 49,40 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 2,36 | 27,73 | 0,00 | 3,60 | 49,40 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 2,51 | 29,35 | 0,00 | 4,50 | 48,50 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 2,69 | 30,94 | 0,00 | 5,40 | 47,60 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 2,89 | 32,51 | 0,00 | 6,00 | 47,00 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 3,12 | 34,05 | 0,00 | 6,90 | 46,10 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 3,30 | 35,64 | 0,00 | 5,40 | 47,60 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 3,50 | 37,21 | 0,00 | 6,00 | 47,00 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 3,72 | 38,76 | 0,00 | 6,60 | 46,40 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 4,00 | 40,25 | 0,00 | 8,40 | 44,60 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 4,24 | 41,78 | 0,00 | 7,20 | 45,80 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 4,51 | 43,28 | 0,00 | 8,10 | 44,90 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 4,78 | 44,78 | 0,00 | 8,10 | 44,90 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 5,05 | 46,28 | 0,00 | 8,10 | 44,90 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 5,30 | 47,80 | 0,00 | 7,50 | 45,50 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 5,53 | 49,34 | 0,00 | 6,90 | 46,10 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 5,77 | 50,87 | 0,00 | 7,20 | 45,80 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 6,01 | 52,40 | 0,00 | 7,20 | 45,80 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 6,24 | 53,94 | 0,00 | 6,90 | 46,10 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 6,42 | 55,53 | 0,00 | 5,40 | 47,60 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 6,67 | 57,05 | 0,00 | 7,50 | 45,50 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 6,96 | 58,53 | 0,00 | 8,70 | 44,30 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 7,32 | 59,94 | 0,00 | 10,80 | 42,20 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 7,58 | 61,45 | 0,00 | 7,80 | 45,20 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 7,76 | 63,04 | 0,00 | 5,40 | 47,60 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 7,95 | 64,62 | 0,00 | 5,70 | 47,30 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 8,14 | 66,20 | 0,00 | 5,70 | 47,30 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 8,42 | 67,69 | 0,00 | 8,40 | 44,60 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 8,78 | 69,10 | 0,00 | 10,80 | 42,20 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 9,19 | 70,46 | 0,00 | 12,30 | 40,70 | 0,00 |
| 23,00 | 81,42 | 9,70 | 71,72 | 0,00 | 15,30 | 37,70 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 10,22 | 72,97 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|------|-------|-------|------|
| 24,00 | 84,96 | 10,73 | 74,23 | 0,00 | 15,30 | 37,70 | 0,00 |
| 24,50 | 86,73 | 11,25 | 75,48 | 0,00 | 15,60 | 37,40 | 0,00 |
| 25,00 | 88,50 | 11,76 | 76,74 | 0,02 | 15,30 | 37,70 | 0,63 |
| 25,50 | 90,27 | 12,13 | 78,14 | 0,05 | 11,10 | 41,90 | 0,96 |
| 26,00 | 92,04 | 12,51 | 79,53 | 0,12 | 11,40 | 41,60 | 2,10 |
| 26,50 | 93,81 | 12,89 | 80,92 | 0,18 | 11,40 | 41,60 | 1,80 |
| 27,00 | 95,58 | 13,26 | 82,32 | 0,23 | 11,10 | 41,90 | 1,50 |
| 27,50 | 97,35 | 13,55 | 83,80 | 0,30 | 8,70 | 44,30 | 2,10 |
| 28,00 | 99,12 | 13,84 | 85,28 | 0,40 | 8,70 | 44,30 | 3,00 |
| 28,50 | 100,89 | 14,14 | 86,75 | 0,49 | 9,00 | 44,00 | 2,70 |
| 29,00 | 102,66 | 14,49 | 88,17 | 0,57 | 10,50 | 42,50 | 2,40 |
| 29,50 | 104,43 | 14,93 | 89,50 | 0,66 | 13,20 | 39,80 | 2,70 |
| 30,00 | 106,20 | 15,36 | 90,84 | 0,79 | 12,90 | 40,10 | 3,90 |
| 30,50 | 107,97 | 15,75 | 92,22 | 0,91 | 11,70 | 41,30 | 3,60 |
| 31,00 | 109,74 | 16,12 | 93,62 | 1,03 | 11,10 | 41,90 | 3,60 |
| 31,50 | 111,51 | 16,45 | 95,06 | 1,21 | 9,90 | 43,10 | 5,40 |
| 32,00 | 113,28 | 16,84 | 96,44 | 1,39 | 11,70 | 41,30 | 5,40 |
| 32,50 | 115,05 | 17,22 | 97,83 | 1,56 | 11,40 | 41,60 | 5,10 |
| 33,00 | 116,82 | 17,61 | 99,21 | 1,75 | 11,70 | 41,30 | 5,70 |
| 33,50 | 118,59 | 17,90 | 100,69 | 1,95 | 8,70 | 44,30 | 6,00 |
| 34,00 | 120,36 | 18,18 | 102,18 | 2,10 | 8,40 | 44,60 | 4,50 |
| 34,50 | 122,13 | 18,65 | 103,48 | 2,31 | 14,10 | 38,90 | 6,30 |
| 35,00 | 123,90 | 19,08 | 104,82 | 2,45 | 12,90 | 40,10 | 4,20 |
| 35,50 | 125,67 | 19,46 | 106,21 | 2,67 | 11,40 | 41,60 | 6,60 |
| 36,00 | 127,44 | 19,85 | 107,59 | 2,84 | 11,70 | 41,30 | 5,10 |
| 36,50 | 129,21 | 20,22 | 108,99 | 3,06 | 11,10 | 41,90 | 6,60 |
| 37,00 | 130,98 | 20,67 | 110,31 | 3,26 | 13,50 | 39,50 | 6,00 |
| 37,50 | 132,75 | 21,10 | 111,65 | 3,51 | 12,90 | 40,10 | 7,50 |
| 38,00 | 134,52 | 21,49 | 113,03 | 3,71 | 11,70 | 41,30 | 6,00 |
| 38,50 | 136,29 | 21,85 | 114,44 | 3,93 | 10,80 | 42,20 | 6,60 |
| 39,00 | 138,06 | 22,09 | 115,97 | 4,13 | 7,20 | 45,80 | 6,00 |
| 39,50 | 139,83 | 22,34 | 117,49 | 4,38 | 7,50 | 45,50 | 7,50 |
| 40,00 | 141,60 | 22,71 | 118,89 | 4,59 | 11,10 | 41,90 | 6,30 |
| 40,50 | 143,37 | 23,10 | 120,27 | 4,84 | 11,70 | 41,30 | 7,50 |
| 41,00 | 145,14 | 23,46 | 121,68 | 5,10 | 10,80 | 42,20 | 7,80 |
| 41,50 | 146,91 | 23,86 | 123,05 | 5,37 | 12,00 | 41,00 | 8,10 |
| 42,00 | 148,68 | 24,17 | 124,51 | 5,65 | 9,30 | 43,70 | 8,40 |
| 42,50 | 150,45 | 24,49 | 125,96 | 5,89 | 9,60 | 43,40 | 7,20 |
| 43,00 | 152,22 | 24,82 | 127,40 | 6,13 | 9,90 | 43,10 | 7,20 |
| 43,50 | 153,99 | 25,18 | 128,81 | 6,42 | 10,80 | 42,20 | 8,70 |
| 44,00 | 155,76 | 25,51 | 130,25 | 6,71 | 9,90 | 43,10 | 8,70 |
| 44,50 | 157,53 | 25,80 | 131,73 | 7,02 | 8,70 | 44,30 | 9,30 |
| 45,00 | 159,30 | 25,99 | 133,31 | 7,32 | 5,70 | | 9,00 |
| 45,50 | 160,00 | 26,15 | 133,85 | 7,57 | 4,80 | | 7,50 |
| 46,00 | | 26,26 | | 7,81 | 3,30 | | 7,20 |
| 46,50 | | 26,35 | | 8,05 | 2,70 | | 7,20 |
| 47,00 | | 26,38 | | 8,23 | 0,90 | | 5,40 |
| 47,50 | | | | 8,42 | | | 5,70 |
| 48,00 | | | | 8,57 | | | 4,50 |
| 48,50 | | | | 8,68 | | | 3,30 |
| 49,00 | | | | 8,78 | | | 3,00 |

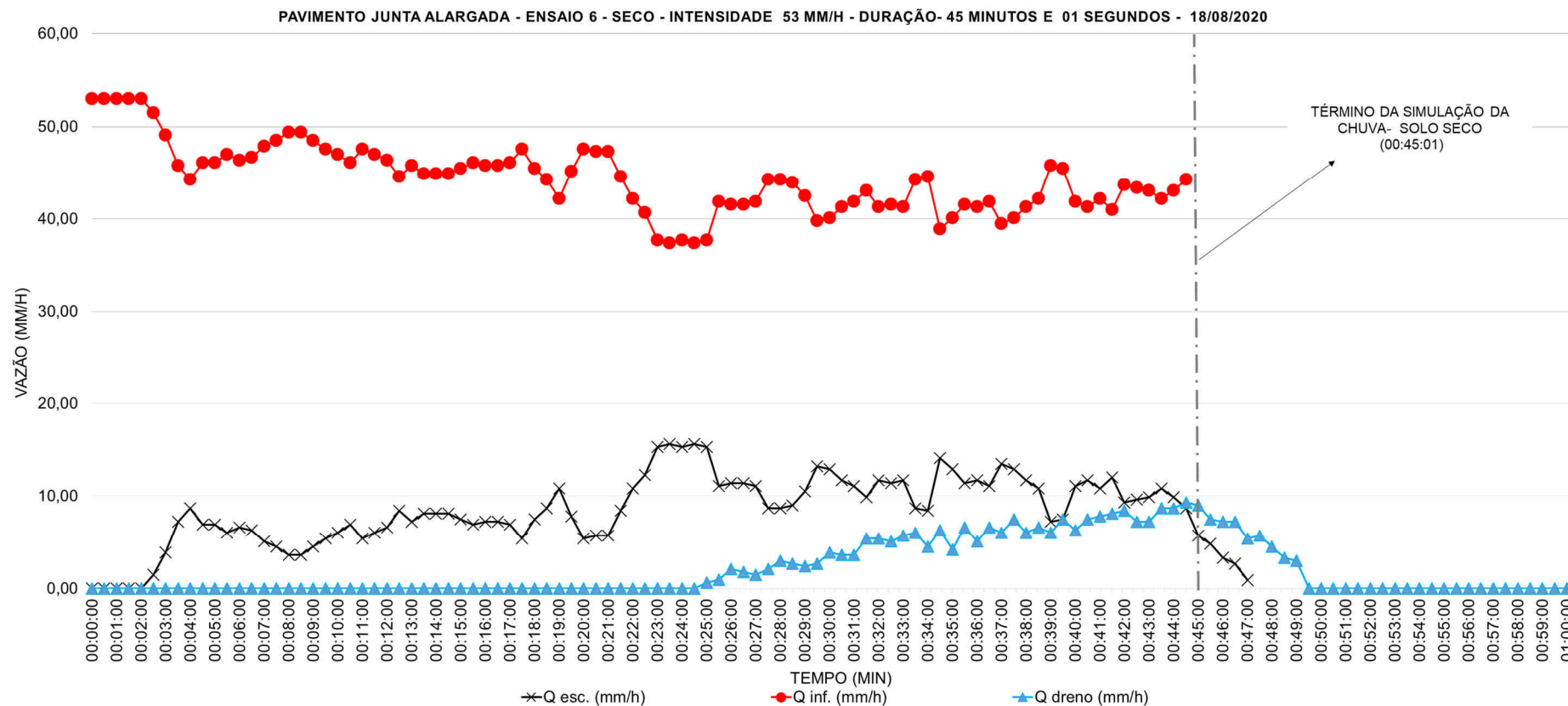


Figura A-23 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 6 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 18/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 01 segundo. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-24 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 6 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 18/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 04 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,09 | 6,99 | 0,00 | 2,70 | 50,30 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,20 | 8,65 | 0,00 | 3,30 | 49,70 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,42 | 10,20 | 0,00 | 6,60 | 46,40 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 0,72 | 11,67 | 0,00 | 9,00 | 44,00 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 1,16 | 13,00 | 0,00 | 13,20 | 39,80 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 1,76 | 14,17 | 0,00 | 18,00 | 35,00 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 2,21 | 15,49 | 0,00 | 13,50 | 39,50 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 2,62 | 16,85 | 0,00 | 12,30 | 40,70 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 3,05 | 18,19 | 0,00 | 12,90 | 40,10 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 3,54 | 19,47 | 0,00 | 14,70 | 38,30 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 4,02 | 20,76 | 0,00 | 14,40 | 38,60 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 4,52 | 22,03 | 0,00 | 15,00 | 38,00 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 4,98 | 23,34 | 0,01 | 13,80 | 39,20 | 0,36 |
| 8,50 | 30,09 | 5,46 | 24,63 | 0,08 | 14,40 | 38,60 | 2,10 |
| 9,00 | 31,86 | 5,96 | 25,90 | 0,14 | 15,00 | 38,00 | 1,80 |
| 9,50 | 33,63 | 6,47 | 27,16 | 0,25 | 15,30 | 37,70 | 3,30 |
| 10,00 | 35,40 | 7,13 | 28,27 | 0,37 | 19,80 | 33,20 | 3,60 |
| 10,50 | 37,17 | 7,61 | 29,56 | 0,54 | 14,40 | 38,60 | 5,10 |
| 11,00 | 38,94 | 8,09 | 30,85 | 0,78 | 14,40 | 38,60 | 7,20 |
| 11,50 | 40,71 | 8,59 | 32,12 | 1,06 | 15,00 | 38,00 | 8,34 |
| 12,00 | 42,48 | 9,08 | 33,40 | 1,26 | 14,70 | 38,30 | 6,00 |
| 12,50 | 44,25 | 9,59 | 34,66 | 1,50 | 15,39 | 37,61 | 7,20 |
| 13,00 | 46,02 | 10,26 | 35,76 | 1,73 | 20,10 | 32,90 | 6,90 |
| 13,50 | 47,79 | 10,74 | 37,05 | 1,95 | 14,40 | 38,60 | 6,60 |
| 14,00 | 49,56 | 11,26 | 38,30 | 2,23 | 15,60 | 37,40 | 8,40 |
| 14,50 | 51,33 | 11,75 | 39,58 | 2,50 | 14,70 | 38,30 | 8,10 |
| 15,00 | 53,10 | 12,24 | 40,86 | 2,75 | 14,70 | 38,30 | 7,50 |
| 15,50 | 54,87 | 12,74 | 42,13 | 3,03 | 15,00 | 38,00 | 8,40 |
| 16,00 | 56,64 | 13,16 | 43,48 | 3,27 | 12,60 | 40,40 | 7,20 |
| 16,50 | 58,41 | 13,56 | 44,85 | 3,53 | 12,00 | 41,00 | 7,80 |
| 17,00 | 60,18 | 14,08 | 46,10 | 3,80 | 15,60 | 37,40 | 8,10 |
| 17,50 | 61,95 | 14,60 | 47,35 | 4,03 | 15,39 | 37,61 | 6,90 |
| 18,00 | 63,72 | 15,11 | 48,61 | 4,28 | 15,39 | 37,61 | 7,50 |
| 18,50 | 65,49 | 15,64 | 49,85 | 4,54 | 15,90 | 37,10 | 7,80 |
| 19,00 | 67,26 | 16,16 | 51,10 | 4,82 | 15,60 | 37,40 | 8,40 |
| 19,50 | 69,03 | 16,56 | 52,47 | 5,09 | 12,00 | 41,00 | 8,10 |
| 20,00 | 70,80 | 17,06 | 53,74 | 5,37 | 15,00 | 38,00 | 8,34 |
| 20,50 | 72,57 | 17,58 | 54,99 | 5,70 | 15,60 | 37,40 | 9,90 |
| 21,00 | 74,34 | 18,07 | 56,27 | 6,01 | 14,70 | 38,30 | 9,30 |
| 21,50 | 76,11 | 18,60 | 57,51 | 6,30 | 15,90 | 37,10 | 8,70 |
| 22,00 | 77,88 | 19,09 | 58,79 | 6,60 | 14,70 | 38,30 | 9,00 |
| 22,50 | 79,65 | 19,57 | 60,08 | 6,88 | 14,40 | 38,60 | 8,34 |
| 23,00 | 81,42 | 20,00 | 61,42 | 7,15 | 12,90 | 40,10 | 8,10 |
| 23,50 | 83,19 | 20,49 | 62,70 | 7,46 | 14,70 | 38,30 | 9,30 |
| 24,00 | 84,96 | 21,01 | 63,95 | 7,75 | 15,60 | 37,40 | 8,70 |
| 24,50 | 86,73 | 21,52 | 65,21 | 8,07 | 15,39 | 37,61 | 9,60 |
| 25,00 | 88,50 | 22,00 | 66,50 | 8,37 | 14,40 | 38,60 | 9,00 |
| 25,50 | 90,27 | 22,52 | 67,76 | 8,69 | 15,39 | 37,61 | 9,60 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 26,00 | 92,04 | 23,04 | 69,01 | 8,94 | 15,60 | 37,40 | 7,50 |
| 26,50 | 93,81 | 23,55 | 70,26 | 9,16 | 15,39 | 37,61 | 6,60 |
| 27,00 | 95,58 | 24,07 | 71,51 | 9,38 | 15,60 | 37,40 | 6,60 |
| 27,50 | 97,35 | 24,56 | 72,79 | 9,68 | 14,70 | 38,30 | 9,00 |
| 28,00 | 99,12 | 25,04 | 74,08 | 9,95 | 14,40 | 38,60 | 8,10 |
| 28,50 | 100,89 | 25,55 | 75,34 | 10,24 | 15,30 | 37,70 | 8,70 |
| 29,00 | 102,66 | 26,11 | 76,55 | 10,54 | 16,80 | 36,20 | 9,00 |
| 29,50 | 104,43 | 26,55 | 77,88 | 10,85 | 13,20 | 39,80 | 9,30 |
| 30,00 | 106,20 | 27,06 | 79,14 | 11,15 | 15,39 | 37,61 | 9,00 |
| 30,50 | 107,97 | 27,55 | 80,42 | 11,47 | 14,70 | 38,30 | 9,60 |
| 31,00 | 109,74 | 28,08 | 81,66 | 11,71 | 15,90 | 37,10 | 7,20 |
| 31,50 | 111,51 | 28,60 | 82,91 | 12,01 | 15,60 | 37,40 | 9,00 |
| 32,00 | 113,28 | 29,08 | 84,20 | 12,29 | 14,40 | 38,60 | 8,40 |
| 32,50 | 115,05 | 29,61 | 85,44 | 12,60 | 15,90 | 37,10 | 9,30 |
| 33,00 | 116,82 | 30,08 | 86,74 | 12,87 | 14,10 | 38,90 | 8,10 |
| 33,50 | 118,59 | 30,57 | 88,02 | 13,14 | 14,70 | 38,30 | 8,34 |
| 34,00 | 120,36 | 31,10 | 89,26 | 13,41 | 15,90 | 37,10 | 8,10 |
| 34,50 | 122,13 | 31,62 | 90,51 | 13,76 | 15,60 | 37,40 | 10,50 |
| 35,00 | 123,90 | 32,15 | 91,75 | 14,06 | 15,90 | 37,10 | 9,00 |
| 35,50 | 125,67 | 32,62 | 93,05 | 14,41 | 14,10 | 38,90 | 10,50 |
| 36,00 | 127,44 | 33,12 | 94,32 | 14,73 | 15,00 | 38,00 | 9,60 |
| 36,50 | 129,21 | 33,64 | 95,57 | 14,99 | 15,60 | 37,40 | 7,80 |
| 37,00 | 130,98 | 34,16 | 96,82 | 15,34 | 15,60 | 37,40 | 10,50 |
| 37,50 | 132,75 | 34,57 | 98,18 | 15,67 | 12,30 | 40,70 | 9,90 |
| 38,00 | 134,52 | 35,06 | 99,46 | 15,97 | 14,70 | 38,30 | 9,00 |
| 38,50 | 136,29 | 35,58 | 100,71 | 16,31 | 15,60 | 37,40 | 10,20 |
| 39,00 | 138,06 | 36,08 | 101,98 | 16,65 | 15,00 | 38,00 | 10,20 |
| 39,50 | 139,83 | 36,55 | 103,28 | 16,96 | 14,10 | 38,90 | 9,30 |
| 40,00 | 141,60 | 37,09 | 104,51 | 17,21 | 16,20 | 36,80 | 7,50 |
| 40,50 | 143,37 | 37,56 | 105,81 | 17,50 | 14,10 | 38,90 | 8,70 |
| 41,00 | 145,14 | 38,05 | 107,09 | 17,76 | 14,70 | 38,30 | 7,80 |
| 41,50 | 146,91 | 38,58 | 108,33 | 18,10 | 15,90 | 37,10 | 10,20 |
| 42,00 | 148,68 | 39,06 | 109,62 | 18,38 | 14,40 | 38,60 | 8,40 |
| 42,50 | 150,45 | 39,48 | 110,97 | 18,72 | 12,60 | 40,40 | 10,20 |
| 43,00 | 152,22 | 39,67 | 112,55 | 19,04 | 5,70 | 47,30 | 9,60 |
| 43,50 | 153,99 | 39,98 | 114,01 | 19,31 | 9,30 | 43,70 | 8,10 |
| 44,00 | 155,76 | 40,25 | 115,51 | 19,58 | 8,10 | | 8,10 |
| 44,50 | 157,53 | 40,47 | 117,06 | 19,87 | 6,60 | | 8,70 |
| 45,00 | 159,30 | 40,66 | 118,64 | 20,16 | 5,70 | | 8,70 |
| 45,50 | 160,00 | 40,75 | 119,25 | 20,43 | 2,70 | | 8,10 |
| 46,00 | | 40,82 | | 20,73 | 2,10 | | 9,00 |
| 46,50 | | | | 21,04 | | | 9,30 |
| 47,00 | | | | 21,32 | | | 8,40 |
| 47,50 | | | | 21,57 | | | 7,50 |
| 48,00 | | | | 21,78 | | | 6,30 |
| 48,50 | | | | 22,02 | | | 7,20 |
| 49,00 | | | | 22,20 | | | 5,40 |
| 49,50 | | | | 22,26 | | | 1,80 |

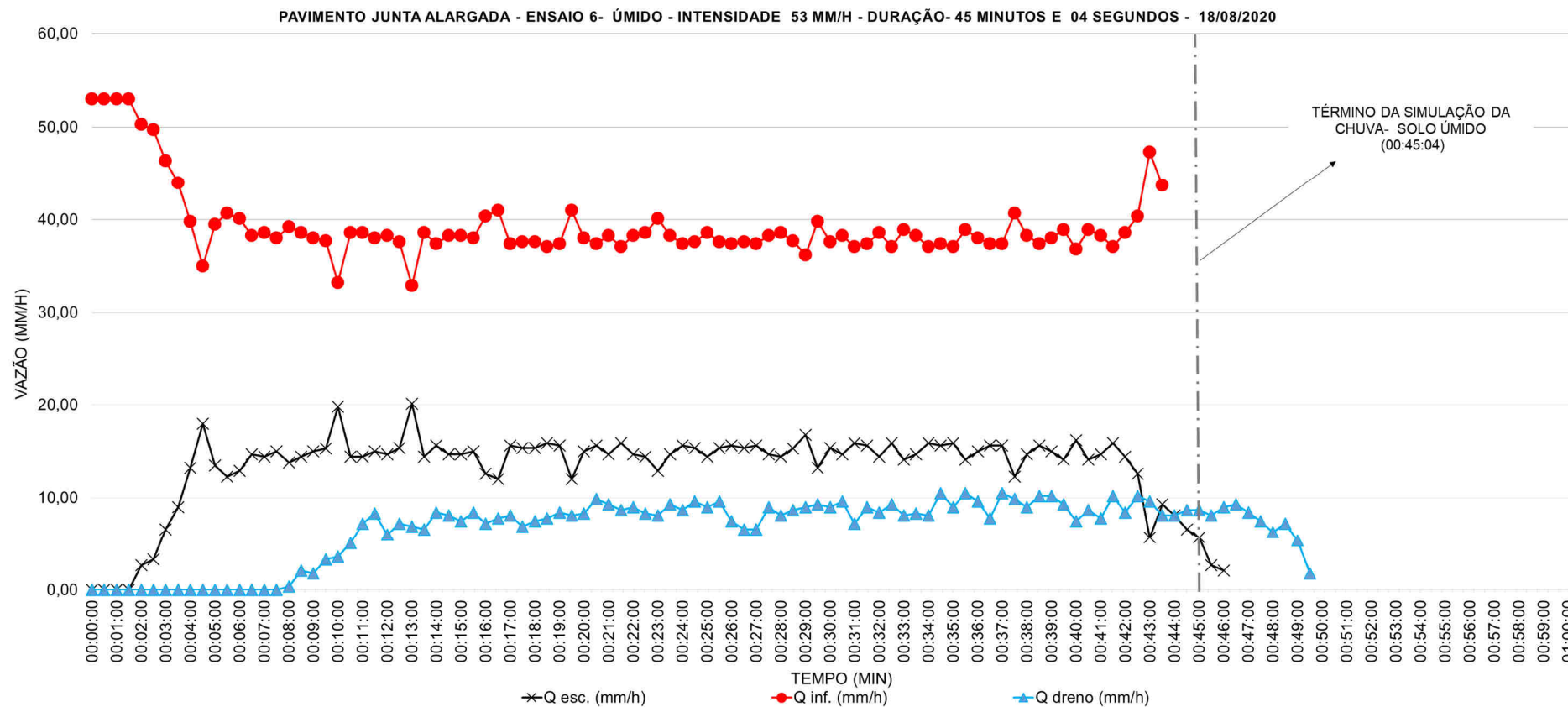


Figura A-24 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 6 no Pavimento Junta Alargada, realizado no dia 18/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 04 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-25 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 1 no Pavimento Poroso, realizado no dia 09/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 44 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,00 | 7,62 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 0,00 | 11,43 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 0,00 | 15,24 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 0,00 | 19,05 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 0,00 | 22,86 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 0,00 | 26,67 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 0,00 | 30,48 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 0,00 | 34,29 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 0,00 | 41,91 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 0,00 | 45,72 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 0,00 | 49,53 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 0,00 | 53,34 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 0,00 | 57,15 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 0,00 | 60,96 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 0,00 | 64,77 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 0,00 | 68,58 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 0,00 | 72,39 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 0,00 | 76,20 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 0,00 | 80,01 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 11,00 | 83,82 | 0,00 | 83,82 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 11,50 | 87,63 | 0,00 | 87,63 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 12,00 | 91,44 | 0,00 | 91,44 | 0,05 | 0,00 | 114,00 | 1,44 |
| 12,50 | 95,25 | 0,00 | 95,25 | 0,12 | 0,00 | 114,00 | 2,10 |
| 13,00 | 99,06 | 0,00 | 99,06 | 0,19 | 0,00 | 114,00 | 2,10 |
| 13,50 | 102,87 | 0,00 | 102,87 | 0,26 | 0,00 | 114,00 | 2,10 |
| 14,00 | 106,68 | 0,00 | 106,68 | 0,35 | 0,00 | 114,00 | 2,70 |
| 14,50 | 110,49 | 0,00 | 110,49 | 0,44 | 0,00 | 114,00 | 2,70 |
| 15,00 | 114,30 | 0,00 | 114,30 | 0,53 | 0,00 | 114,00 | 2,70 |
| 15,50 | 118,11 | 0,00 | 118,11 | 0,61 | 0,00 | 114,00 | 2,40 |
| 16,00 | 120,00 | 0,00 | 120,00 | 0,69 | 0,00 | 114,00 | 2,40 |
| 16,50 | | | | 0,77 | | | 2,40 |
| 17,00 | | | | 0,84 | | | 2,10 |
| 17,50 | | | | 0,90 | | | 1,80 |
| 18,00 | | | | 0,95 | | | 1,50 |
| 18,50 | | | | 0,99 | | | 1,29 |
| 19,00 | | | | 1,02 | | | 0,75 |
| 19,50 | | | | 1,04 | | | 0,78 |
| 20,00 | | | | 1,05 | | | 0,15 |

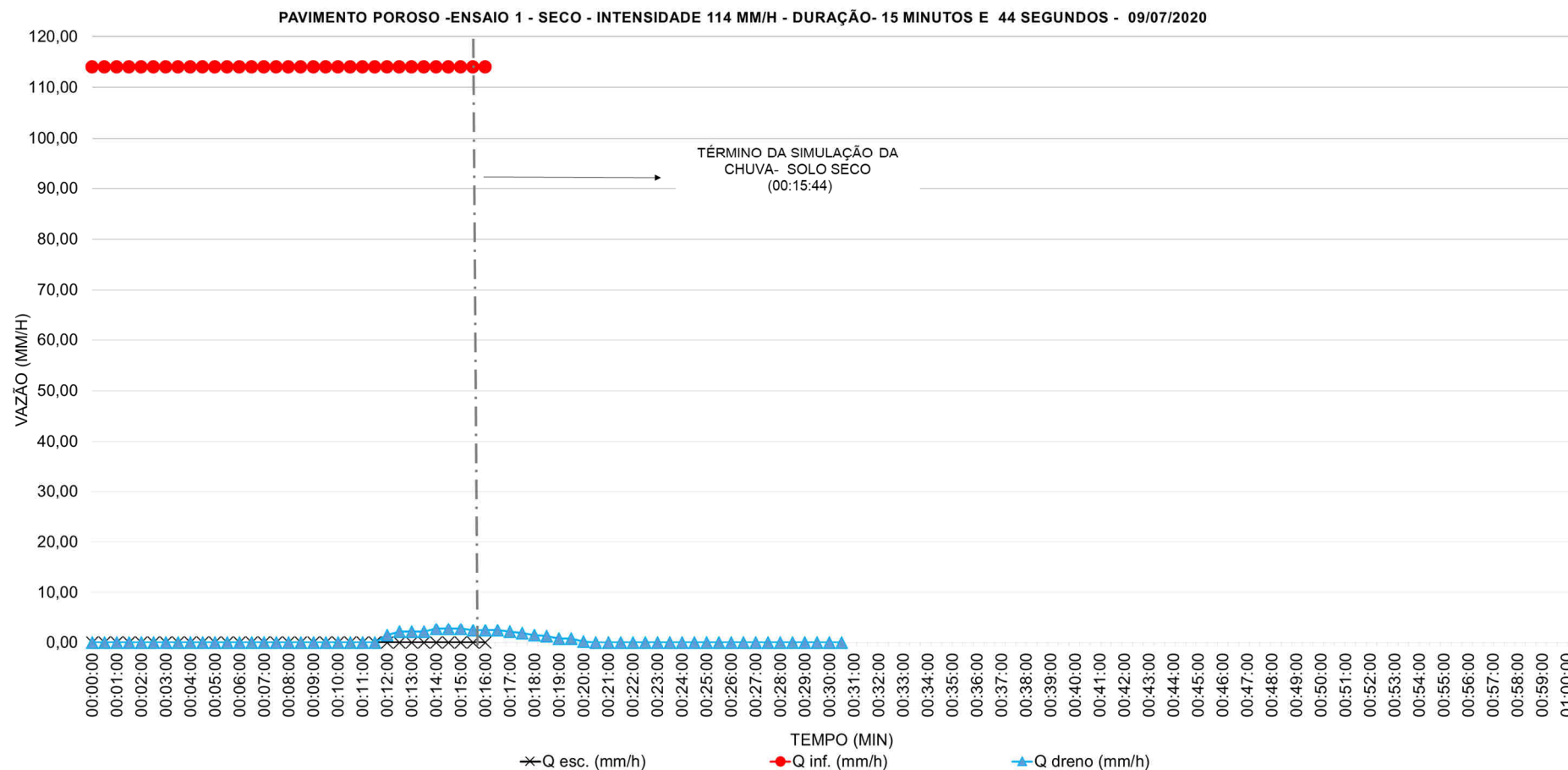


Figura A-25 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 1 no Pavimento Poroso, realizado no dia 09/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 44 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-26 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 1 no Pavimento Poroso, realizado no dia 09/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 52 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,00 | 7,62 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 0,00 | 11,43 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 0,00 | 15,24 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 0,00 | 19,05 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 0,00 | 22,86 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 0,00 | 26,67 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 0,00 | 30,48 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 0,00 | 34,29 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 0,00 | 41,91 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 0,00 | 45,72 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 0,00 | 49,53 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 0,00 | 53,34 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 0,00 | 57,15 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 0,00 | 60,96 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 0,00 | 64,77 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 0,00 | 68,58 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 0,00 | 72,39 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 0,00 | 76,20 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 0,00 | 80,01 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 11,00 | 83,82 | 0,00 | 83,82 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 11,50 | 87,63 | 0,00 | 87,63 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 12,00 | 91,44 | 0,00 | 91,44 | 0,07 | 0,00 | 114,00 | 2,10 |
| 12,50 | 95,25 | 0,00 | 95,25 | 0,13 | 0,00 | 114,00 | 1,80 |
| 13,00 | 99,06 | 0,00 | 99,06 | 0,22 | 0,00 | 114,00 | 2,70 |
| 13,50 | 102,87 | 0,00 | 102,87 | 0,30 | 0,00 | 114,00 | 2,40 |
| 14,00 | 106,68 | 0,00 | 106,68 | 0,40 | 0,00 | 114,00 | 3,00 |
| 14,50 | 110,49 | 0,00 | 110,49 | 0,50 | 0,00 | 114,00 | 3,00 |
| 15,00 | 114,30 | 0,00 | 114,30 | 0,60 | 0,00 | 114,00 | 3,00 |
| 15,50 | 118,11 | 0,00 | 118,11 | 0,70 | 0,00 | 114,00 | 3,00 |
| 16,00 | 120,00 | 0,00 | 120,00 | 0,80 | 0,00 | 114,00 | 3,00 |
| 16,50 | | | | 0,90 | | | 3,00 |
| 17,00 | | | | 1,01 | | | 3,30 |
| 17,50 | | | | 1,14 | | | 3,90 |
| 18,00 | | | | 1,27 | | | 3,90 |
| 18,50 | | | | 1,41 | | | 4,20 |
| 19,00 | | | | 1,53 | | | 3,60 |
| 19,50 | | | | 1,64 | | | 3,30 |
| 20,00 | | | | 1,76 | | | 3,60 |
| 20,50 | | | | 1,85 | | | 0,00 |
| 21,00 | | | | 1,93 | | | 2,40 |
| 21,50 | | | | 1,99 | | | 1,80 |
| 22,00 | | | | 2,06 | | | 2,10 |
| 22,50 | | | | 2,10 | | | 1,20 |
| 23,00 | | | | 2,13 | | | 1,02 |
| 23,50 | | | | 2,16 | | | 0,75 |
| 24,00 | | | | 2,18 | | | 0,54 |
| 24,50 | | | | 2,19 | | | 0,48 |

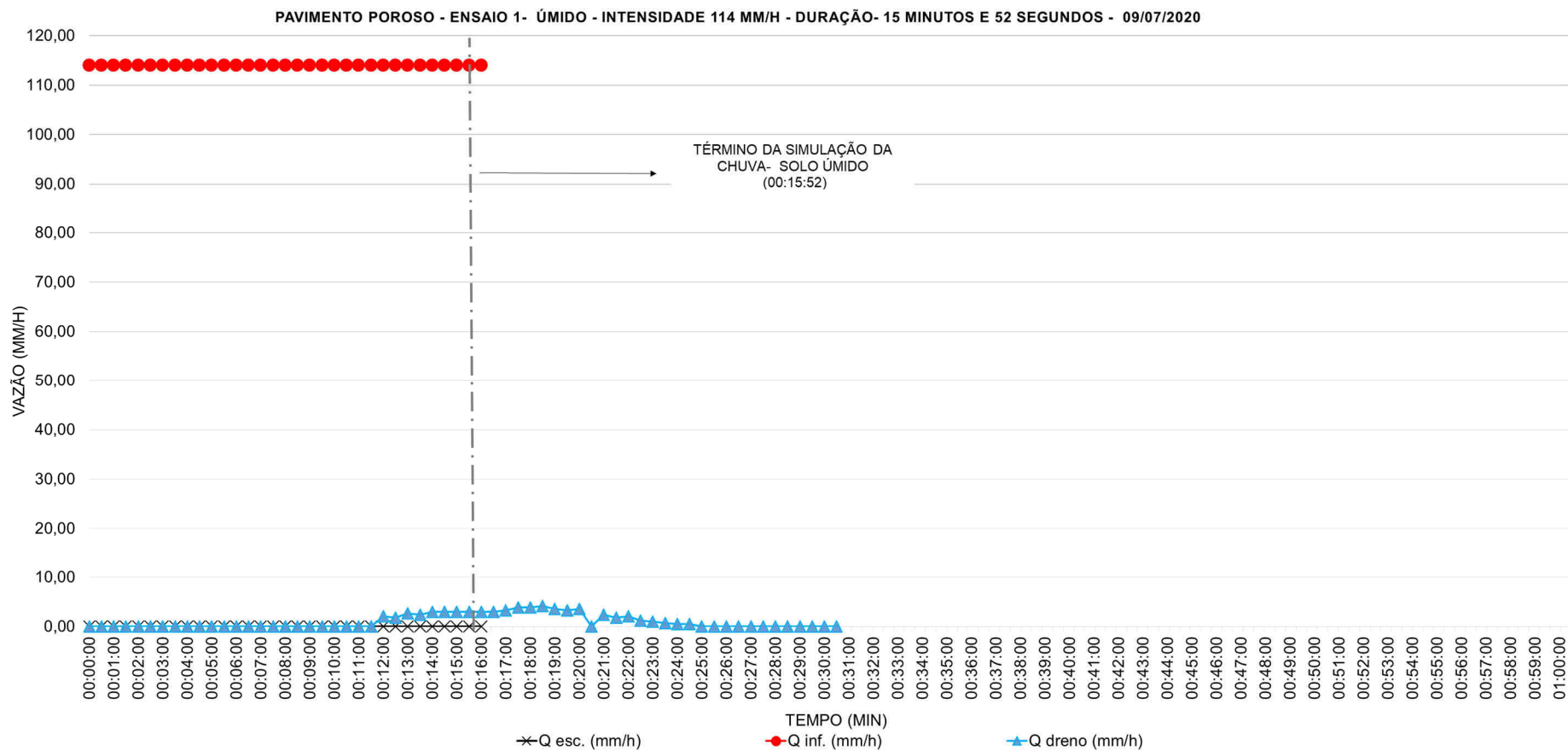


Figura A-26 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 1 no Pavimento Poroso, realizado no dia 09/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 52 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-27 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 2 no Pavimento Poroso, realizado no dia 27/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 48 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,00 | 7,62 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 0,00 | 11,43 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 0,00 | 15,24 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 0,00 | 19,05 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 0,00 | 22,86 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 0,00 | 26,67 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 0,00 | 30,48 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 0,00 | 34,29 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 0,00 | 41,91 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 0,00 | 45,72 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 0,00 | 49,53 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 0,00 | 53,34 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 0,00 | 57,15 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 0,00 | 60,96 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 0,00 | 64,77 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 0,00 | 68,58 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 0,00 | 72,39 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 0,00 | 76,20 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 0,00 | 80,01 | 0,12 | 0,00 | 114,00 | 3,60 |
| 11,00 | 83,82 | 0,00 | 83,82 | 0,27 | 0,00 | 114,00 | 4,50 |
| 11,50 | 87,63 | 0,00 | 87,63 | 0,43 | 0,00 | 114,00 | 4,80 |
| 12,00 | 91,44 | 0,00 | 91,44 | 0,59 | 0,00 | 114,00 | 4,80 |
| 12,50 | 95,25 | 0,00 | 95,25 | 0,76 | 0,00 | 114,00 | 5,10 |
| 13,00 | 99,06 | 0,00 | 99,06 | 0,94 | 0,00 | 114,00 | 5,40 |
| 13,50 | 102,87 | 0,00 | 102,87 | 1,11 | 0,00 | 114,00 | 5,10 |
| 14,00 | 106,68 | 0,00 | 106,68 | 1,29 | 0,00 | 114,00 | 5,40 |
| 14,50 | 110,49 | 0,00 | 110,49 | 1,48 | 0,00 | 114,00 | 5,70 |
| 15,00 | 114,30 | 0,00 | 114,30 | 1,66 | 0,00 | 114,00 | 5,40 |
| 15,50 | 118,11 | 0,00 | 118,11 | 1,84 | 0,00 | 114,00 | 5,40 |
| 16,00 | 120,00 | 0,00 | 120,00 | 2,01 | 0,00 | 114,00 | 5,10 |
| 16,50 | | | | 2,16 | | | 4,50 |
| 17,00 | | | | 2,29 | | | 3,90 |
| 17,50 | | | | 2,40 | | | 3,30 |
| 18,00 | | | | 2,49 | | | 2,70 |
| 18,50 | | | | 2,57 | | | 2,40 |
| 19,00 | | | | 2,64 | | | 2,10 |
| 19,50 | | | | 2,69 | | | 1,50 |
| 20,00 | | | | 2,73 | | | 1,20 |
| 20,50 | | | | 2,75 | | | 0,00 |
| 21,00 | | | | 2,76 | | | 0,36 |

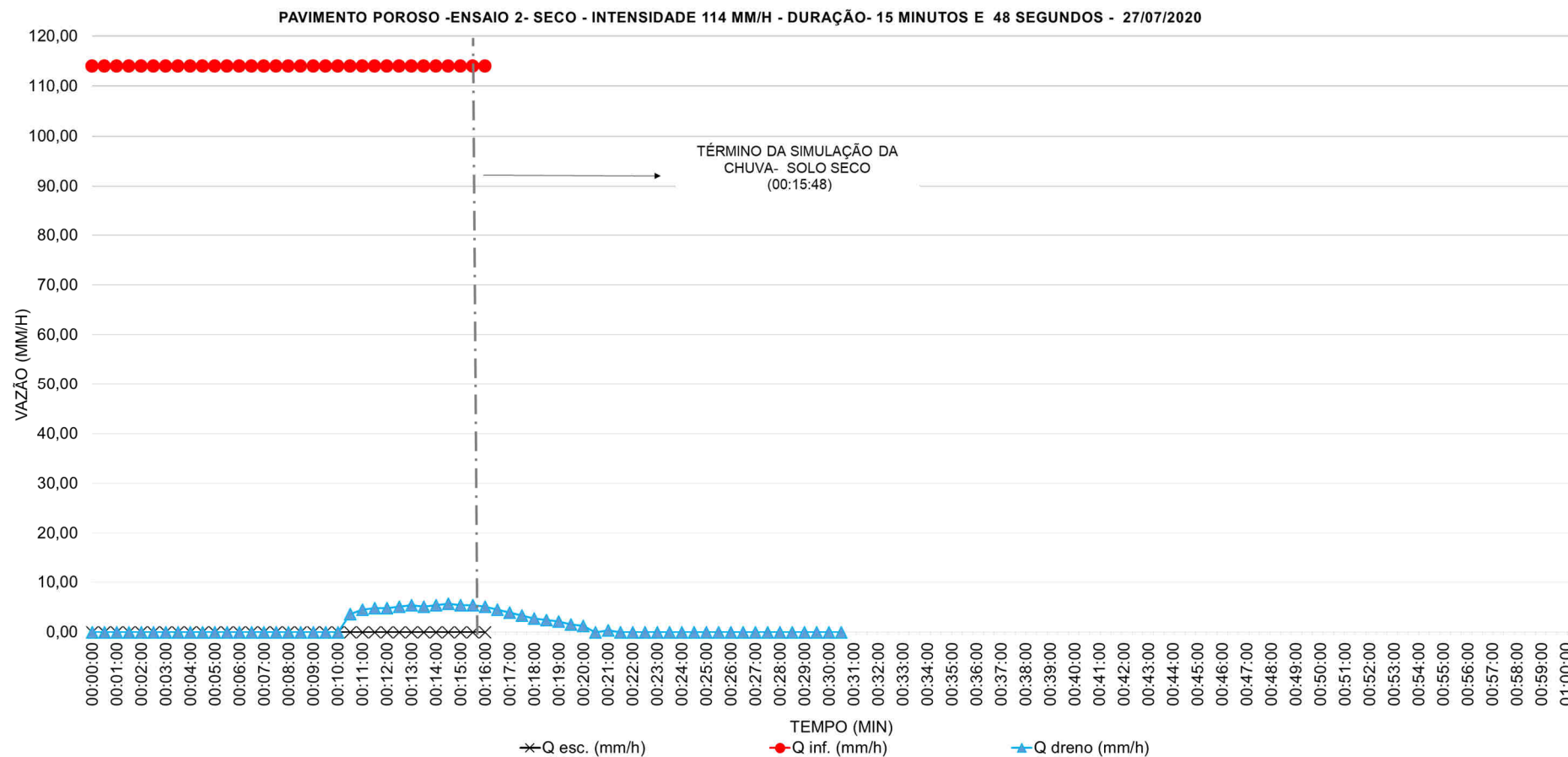


Figura A-27 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 2 no Pavimento Poroso, realizado no dia 27/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 48 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-28 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 2 no Pavimento Poroso, realizado no dia 27/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 48 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,00 | 7,62 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 0,00 | 11,43 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 0,00 | 15,24 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 0,00 | 19,05 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 0,00 | 22,86 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 0,00 | 26,67 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 0,00 | 30,48 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 0,00 | 34,29 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 0,00 | 41,91 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 0,00 | 45,72 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 0,00 | 49,53 | 0,06 | 0,00 | 114,00 | 1,80 |
| 7,00 | 53,34 | 0,00 | 53,34 | 0,14 | 0,00 | 114,00 | 2,40 |
| 7,50 | 57,15 | 0,00 | 57,15 | 0,24 | 0,00 | 114,00 | 3,00 |
| 8,00 | 60,96 | 0,00 | 60,96 | 0,35 | 0,00 | 114,00 | 3,30 |
| 8,50 | 64,77 | 0,00 | 64,77 | 0,47 | 0,00 | 114,00 | 3,60 |
| 9,00 | 68,58 | 0,00 | 68,58 | 0,60 | 0,00 | 114,00 | 3,90 |
| 9,50 | 72,39 | 0,00 | 72,39 | 0,74 | 0,00 | 114,00 | 4,20 |
| 10,00 | 76,20 | 0,00 | 76,20 | 0,88 | 0,00 | 114,00 | 4,20 |
| 10,50 | 80,01 | 0,00 | 80,01 | 1,04 | 0,00 | 114,00 | 4,80 |
| 11,00 | 83,82 | 0,00 | 83,82 | 1,21 | 0,00 | 114,00 | 5,10 |
| 11,50 | 87,63 | 0,00 | 87,63 | 1,38 | 0,00 | 114,00 | 5,10 |
| 12,00 | 91,44 | 0,00 | 91,44 | 1,56 | 0,00 | 114,00 | 5,40 |
| 12,50 | 95,25 | 0,00 | 95,25 | 1,75 | 0,00 | 114,00 | 5,70 |
| 13,00 | 99,06 | 0,00 | 99,06 | 1,94 | 0,00 | 114,00 | 5,70 |
| 13,50 | 102,87 | 0,00 | 102,87 | 2,13 | 0,00 | 114,00 | 5,70 |
| 14,00 | 106,68 | 0,00 | 106,68 | 2,32 | 0,00 | 114,00 | 5,70 |
| 14,50 | 110,49 | 0,00 | 110,49 | 2,52 | 0,00 | 114,00 | 6,00 |
| 15,00 | 114,30 | 0,00 | 114,30 | 2,71 | 0,00 | 114,00 | 5,70 |
| 15,50 | 118,11 | 0,00 | 118,11 | 2,88 | 0,00 | 114,00 | 5,10 |
| 16,00 | 120,00 | 0,00 | 120,00 | 3,05 | 0,00 | 114,00 | 5,10 |
| 16,50 | | | | 3,20 | | | 4,50 |
| 17,00 | | | | 3,34 | | | 4,20 |
| 17,50 | | | | 3,47 | | | 3,90 |
| 18,00 | | | | 3,57 | | | 3,00 |
| 18,50 | | | | 3,66 | | | 2,70 |
| 19,00 | | | | 3,74 | | | 2,40 |
| 19,50 | | | | 3,80 | | | 1,80 |
| 20,00 | | | | 3,85 | | | 1,50 |
| 20,50 | | | | 3,88 | | | 0,00 |
| 21,00 | | | | 3,90 | | | 0,66 |

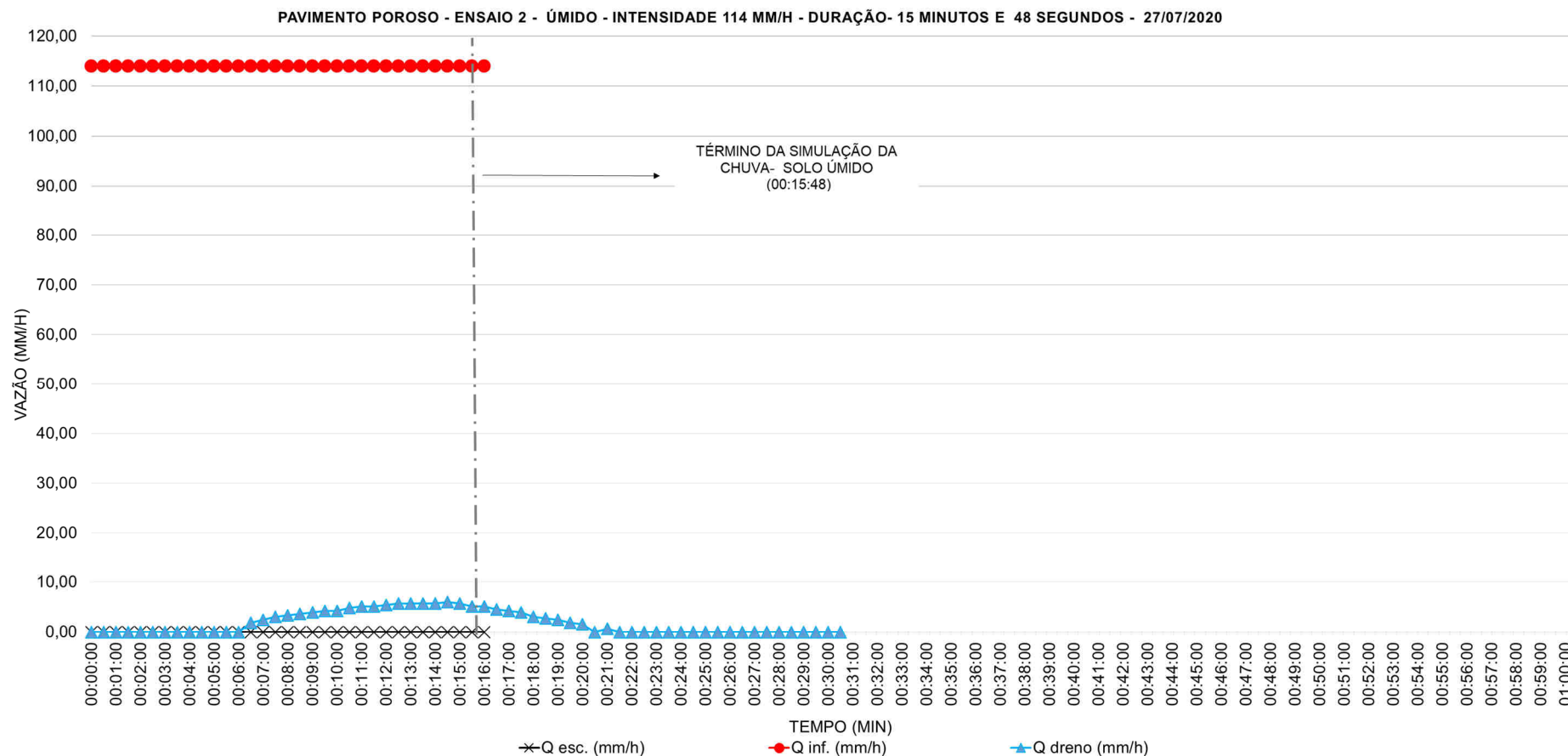


Figura A-28 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 1 no Pavimento Poroso, realizado no dia 09/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 48 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-29 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 3 no Pavimento Poroso, realizado no dia 18/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 45 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,00 | 7,62 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 0,00 | 11,43 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 0,00 | 15,24 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 0,00 | 19,05 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 0,00 | 22,86 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 0,00 | 26,67 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 0,00 | 30,48 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 0,00 | 34,29 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 0,00 | 41,91 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 0,00 | 45,72 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 0,00 | 49,53 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 0,00 | 53,34 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 0,00 | 57,15 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 0,00 | 60,96 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 8,50 | 64,77 | 0,00 | 64,77 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 9,00 | 68,58 | 0,00 | 68,58 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 9,50 | 72,39 | 0,00 | 72,39 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 10,00 | 76,20 | 0,00 | 76,20 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 10,50 | 80,01 | 0,00 | 80,01 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 11,00 | 83,82 | 0,00 | 83,82 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 11,50 | 87,63 | 0,00 | 87,63 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 12,00 | 91,44 | 0,00 | 91,44 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 12,50 | 95,25 | 0,00 | 95,25 | 0,08 | 0,00 | 114,00 | 2,40 |
| 13,00 | 99,06 | 0,00 | 99,06 | 0,19 | 0,00 | 114,00 | 3,30 |
| 13,50 | 102,87 | 0,00 | 102,87 | 0,32 | 0,00 | 114,00 | 3,90 |
| 14,00 | 106,68 | 0,00 | 106,68 | 0,48 | 0,00 | 114,00 | 4,80 |
| 14,50 | 110,49 | 0,00 | 110,49 | 0,64 | 0,00 | 114,00 | 4,80 |
| 15,00 | 114,30 | 0,00 | 114,30 | 0,80 | 0,00 | 114,00 | 4,80 |
| 15,50 | 118,11 | 0,00 | 118,11 | 0,95 | 0,00 | 114,00 | 4,50 |
| 16,00 | 120,00 | 0,00 | 120,00 | 1,10 | 0,00 | 114,00 | 4,50 |
| 16,50 | | | | 1,23 | | | 3,90 |
| 17,00 | | | | 1,33 | | | 3,00 |
| 17,50 | | | | 1,40 | | | 2,10 |
| 18,00 | | | | 1,45 | | | 1,50 |
| 18,50 | | | | 1,48 | | | 0,90 |
| 19,00 | | | | 1,50 | | | 0,66 |

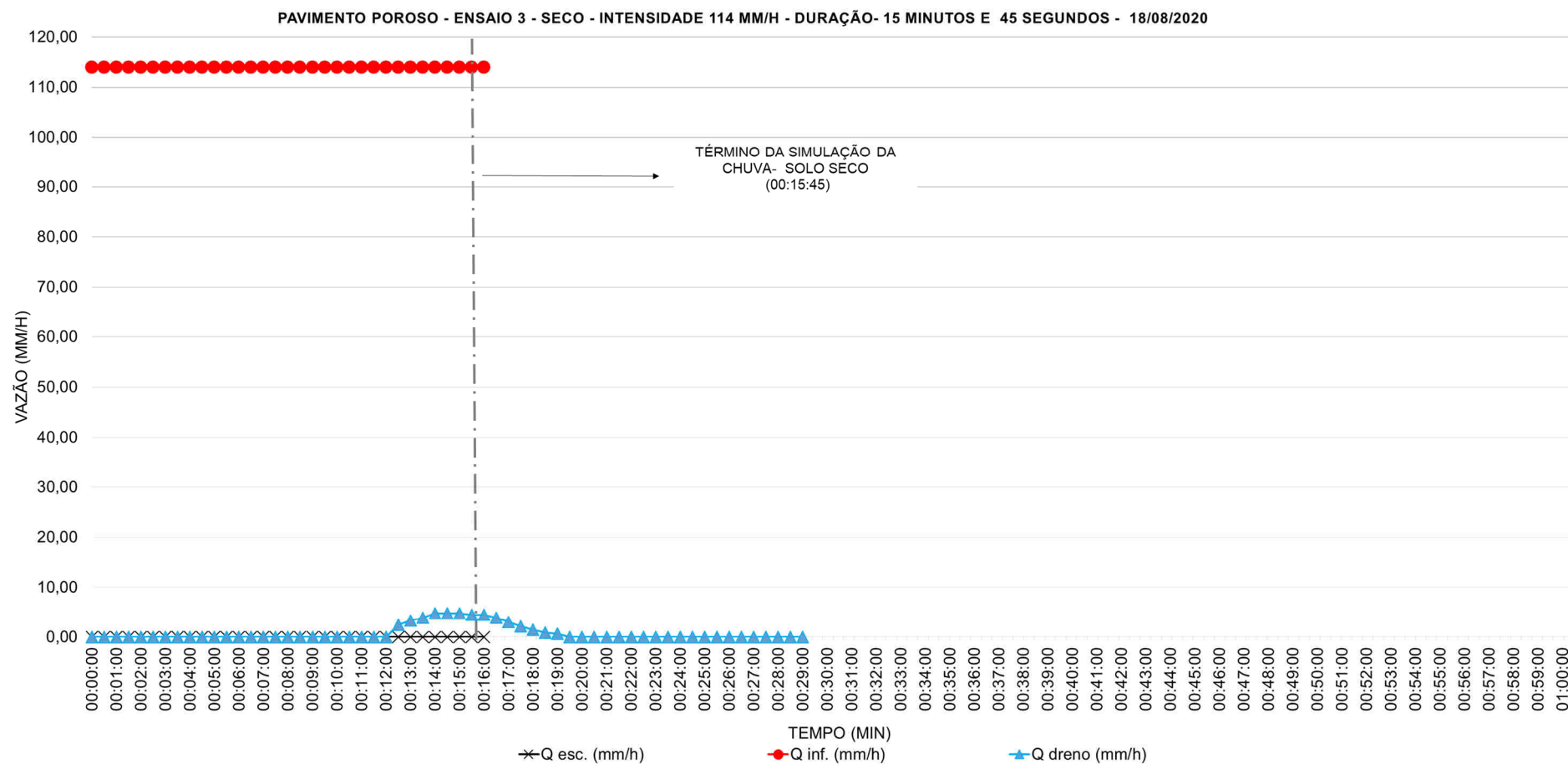


Figura A-29 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 3 no Pavimento Poroso, realizado no dia 18/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 45 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-30 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 3 no Pavimento Poroso, realizado no dia 18/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 48 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 0,50 | 3,81 | 0,00 | 3,81 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,00 | 7,62 | 0,00 | 7,62 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 1,50 | 11,43 | 0,00 | 11,43 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,00 | 15,24 | 0,00 | 15,24 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 2,50 | 19,05 | 0,00 | 19,05 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,00 | 22,86 | 0,00 | 22,86 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 3,50 | 26,67 | 0,00 | 26,67 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,00 | 30,48 | 0,00 | 30,48 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 4,50 | 34,29 | 0,00 | 34,29 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,00 | 38,10 | 0,00 | 38,10 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 5,50 | 41,91 | 0,00 | 41,91 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,00 | 45,72 | 0,00 | 45,72 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 6,50 | 49,53 | 0,00 | 49,53 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 7,00 | 53,34 | 0,00 | 53,34 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 7,50 | 57,15 | 0,00 | 57,15 | 0,00 | 0,00 | 114,00 | 0,00 |
| 8,00 | 60,96 | 0,00 | 60,96 | 0,03 | 0,00 | 114,00 | 0,90 |
| 8,50 | 64,77 | 0,00 | 64,77 | 0,07 | 0,00 | 114,00 | 1,20 |
| 9,00 | 68,58 | 0,00 | 68,58 | 0,14 | 0,00 | 114,00 | 2,10 |
| 9,50 | 72,39 | 0,00 | 72,39 | 0,22 | 0,00 | 114,00 | 2,40 |
| 10,00 | 76,20 | 0,00 | 76,20 | 0,32 | 0,00 | 114,00 | 3,00 |
| 10,50 | 80,01 | 0,00 | 80,01 | 0,42 | 0,00 | 114,00 | 3,00 |
| 11,00 | 83,82 | 0,00 | 83,82 | 0,52 | 0,00 | 114,00 | 3,00 |
| 11,50 | 87,63 | 0,00 | 87,63 | 0,63 | 0,00 | 114,00 | 3,30 |
| 12,00 | 91,44 | 0,00 | 91,44 | 0,74 | 0,00 | 114,00 | 3,30 |
| 12,50 | 95,25 | 0,00 | 95,25 | 0,87 | 0,00 | 114,00 | 3,90 |
| 13,00 | 99,06 | 0,00 | 99,06 | 1,00 | 0,00 | 114,00 | 3,90 |
| 13,50 | 102,87 | 0,00 | 102,87 | 1,15 | 0,00 | 114,00 | 4,50 |
| 14,00 | 106,68 | 0,00 | 106,68 | 1,30 | 0,00 | 114,00 | 4,50 |
| 14,50 | 110,49 | 0,00 | 110,49 | 1,44 | 0,00 | 114,00 | 4,20 |
| 15,00 | 114,30 | 0,00 | 114,30 | 1,58 | 0,00 | 114,00 | 4,20 |
| 15,50 | 118,11 | 0,00 | 118,11 | 1,72 | 0,00 | 114,00 | 4,20 |
| 16,00 | 120,00 | 0,00 | 120,00 | 1,84 | 0,00 | 114,00 | 3,60 |
| 16,50 | | | | 1,94 | | | 3,00 |
| 17,00 | | | | 2,03 | | | 2,70 |
| 17,50 | | | | 2,10 | | | 2,10 |
| 18,00 | | | | 2,15 | | | 1,50 |
| 18,50 | | | | 2,18 | | | 0,93 |
| 19,00 | | | | 2,21 | | | 0,78 |
| 19,50 | | | | 2,22 | | | 0,42 |

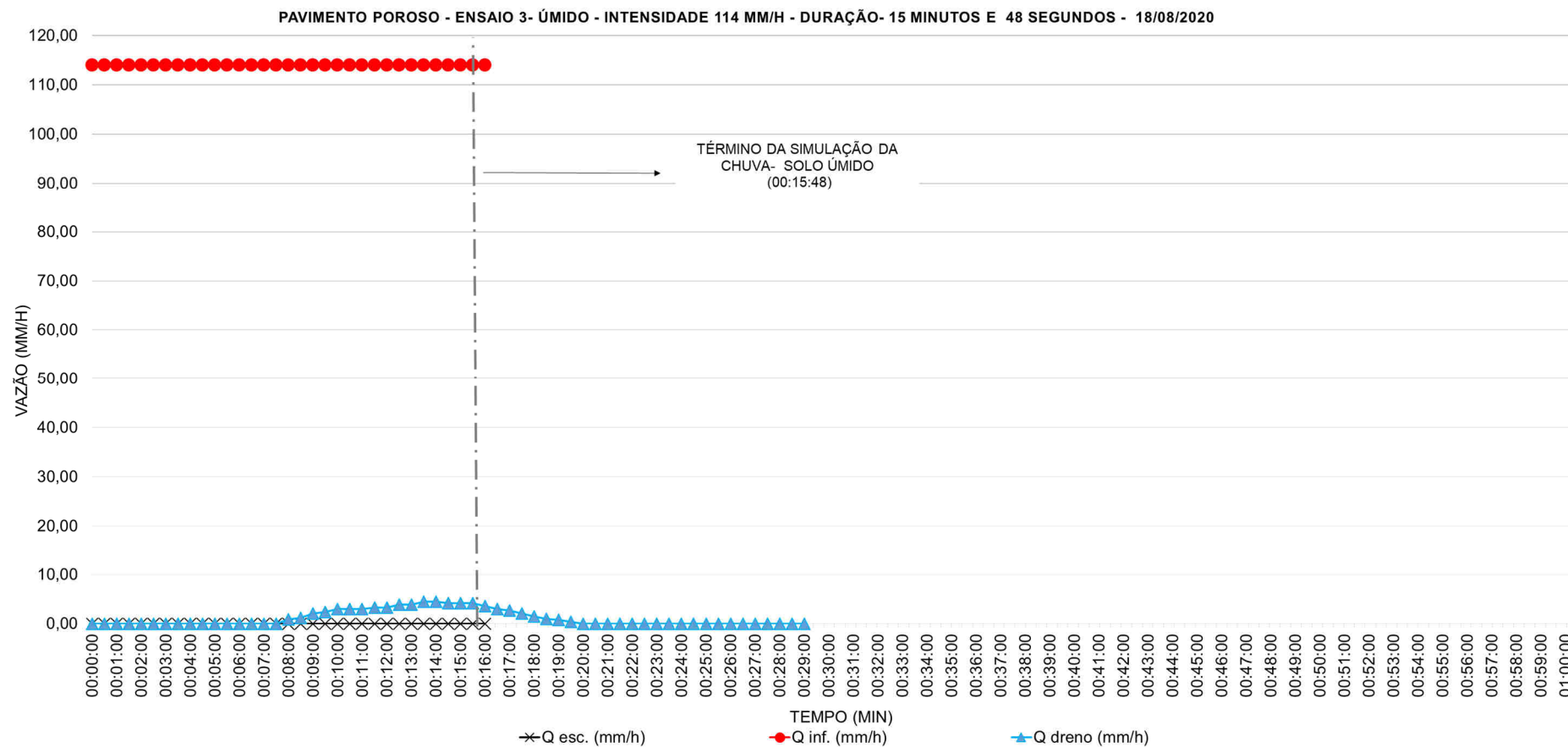


Figura A-30 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 3 no Pavimento Poroso, realizado no dia 18/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 114 mm/h e duração da simulação de 15 minutos e 48 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-31 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 4 no Pavimento Poroso, realizado no dia 24/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 08 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,00 | 7,08 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,00 | 8,85 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,00 | 10,62 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 0,00 | 12,39 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 0,00 | 14,16 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 0,00 | 15,93 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 0,00 | 17,70 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 0,00 | 19,47 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 0,00 | 21,24 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 0,00 | 23,01 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 0,00 | 24,78 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 0,00 | 26,55 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 0,00 | 28,32 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 0,00 | 30,09 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 0,00 | 31,86 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 0,00 | 33,63 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 0,00 | 35,40 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 0,00 | 37,17 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 0,00 | 38,94 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 0,00 | 40,71 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 0,00 | 42,48 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 0,00 | 44,25 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 0,00 | 46,02 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 0,00 | 47,79 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 0,00 | 49,56 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 0,00 | 51,33 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 0,00 | 53,10 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 0,00 | 54,87 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 0,00 | 56,64 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 0,00 | 58,41 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 0,00 | 60,18 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 0,00 | 61,95 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 0,00 | 63,72 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 0,00 | 65,49 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 0,00 | 67,26 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 0,00 | 69,03 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 0,00 | 70,80 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 0,00 | 72,57 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 0,00 | 74,34 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 0,00 | 76,11 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 0,00 | 77,88 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 0,00 | 79,65 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 23,00 | 81,42 | 0,00 | 81,42 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 0,00 | 83,19 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|------|--------|------|------|-------|------|
| 24,00 | 84,96 | 0,00 | 84,96 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 24,50 | 86,73 | 0,00 | 86,73 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 25,00 | 88,50 | 0,00 | 88,50 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 25,50 | 90,27 | 0,00 | 90,27 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,09 |
| 26,00 | 92,04 | 0,00 | 92,04 | 0,01 | 0,00 | 53,00 | 0,12 |
| 26,50 | 93,81 | 0,00 | 93,81 | 0,01 | 0,00 | 53,00 | 0,09 |
| 27,00 | 95,58 | 0,00 | 95,58 | 0,01 | 0,00 | 53,00 | 0,12 |
| 27,50 | 97,35 | 0,00 | 97,35 | 0,02 | 0,00 | 53,00 | 0,15 |
| 28,00 | 99,12 | 0,00 | 99,12 | 0,02 | 0,00 | 53,00 | 0,12 |
| 28,50 | 100,89 | 0,00 | 100,89 | 0,03 | 0,00 | 53,00 | 0,09 |
| 29,00 | 102,66 | 0,00 | 102,66 | 0,03 | 0,00 | 53,00 | 0,12 |
| 29,50 | 104,43 | 0,00 | 104,43 | 0,04 | 0,00 | 53,00 | 0,30 |
| 30,00 | 106,20 | 0,00 | 106,20 | 0,05 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 30,50 | 107,97 | 0,00 | 107,97 | 0,06 | 0,00 | 53,00 | 0,27 |
| 31,00 | 109,74 | 0,00 | 109,74 | 0,07 | 0,00 | 53,00 | 0,30 |
| 31,50 | 111,51 | 0,00 | 111,51 | 0,08 | 0,00 | 53,00 | 0,33 |
| 32,00 | 113,28 | 0,00 | 113,28 | 0,09 | 0,00 | 53,00 | 0,30 |
| 32,50 | 115,05 | 0,00 | 115,05 | 0,10 | 0,00 | 53,00 | 0,33 |
| 33,00 | 116,82 | 0,00 | 116,82 | 0,11 | 0,00 | 53,00 | 0,33 |
| 33,50 | 118,59 | 0,00 | 118,59 | 0,13 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 34,00 | 120,36 | 0,00 | 120,36 | 0,14 | 0,00 | 53,00 | 0,30 |
| 34,50 | 122,13 | 0,00 | 122,13 | 0,15 | 0,00 | 53,00 | 0,30 |
| 35,00 | 123,90 | 0,00 | 123,90 | 0,16 | 0,00 | 53,00 | 0,33 |
| 35,50 | 125,67 | 0,00 | 125,67 | 0,17 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 36,00 | 127,44 | 0,00 | 127,44 | 0,18 | 0,00 | 53,00 | 0,18 |
| 36,50 | 129,21 | 0,00 | 129,21 | 0,18 | 0,00 | 53,00 | 0,27 |
| 37,00 | 130,98 | 0,00 | 130,98 | 0,19 | 0,00 | 53,00 | 0,27 |
| 37,50 | 132,75 | 0,00 | 132,75 | 0,20 | 0,00 | 53,00 | 0,24 |
| 38,00 | 134,52 | 0,00 | 134,52 | 0,21 | 0,00 | 53,00 | 0,30 |
| 38,50 | 136,29 | 0,00 | 136,29 | 0,22 | 0,00 | 53,00 | 0,27 |
| 39,00 | 138,06 | 0,00 | 138,06 | 0,23 | 0,00 | 53,00 | 0,33 |
| 39,50 | 139,83 | 0,00 | 139,83 | 0,24 | 0,00 | 53,00 | 0,39 |
| 40,00 | 141,60 | 0,00 | 141,60 | 0,26 | 0,00 | 53,00 | 0,48 |
| 40,50 | 143,37 | 0,00 | 143,37 | 0,27 | 0,00 | 53,00 | 0,39 |
| 41,00 | 145,14 | 0,00 | 145,14 | 0,29 | 0,00 | 53,00 | 0,48 |
| 41,50 | 146,91 | 0,00 | 146,91 | 0,30 | 0,00 | 53,00 | 0,45 |
| 42,00 | 148,68 | 0,00 | 148,68 | 0,33 | 0,00 | 53,00 | 0,66 |
| 42,50 | 150,45 | 0,00 | 150,45 | 0,36 | 0,00 | 53,00 | 0,90 |
| 43,00 | 152,22 | 0,00 | 152,22 | 0,40 | 0,00 | 53,00 | 1,26 |
| 43,50 | 153,99 | 0,00 | 153,99 | 0,45 | 0,00 | 53,00 | 1,44 |
| 44,00 | 155,76 | 0,00 | 155,76 | 0,49 | 0,00 | 53,00 | 1,44 |
| 44,50 | 157,53 | 0,00 | 157,53 | 0,54 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 45,00 | 159,30 | 0,00 | 159,30 | 0,60 | 0,00 | 53,00 | 1,59 |
| 45,50 | 160,00 | 0,00 | 160,00 | 0,63 | 0,00 | 53,00 | 1,05 |
| 46,00 | | | | 0,67 | | | 0,99 |
| 46,50 | | | | 0,69 | | | 0,75 |
| 47,00 | | | | 0,71 | | | 0,45 |
| 47,50 | | | | 0,72 | | | 0,00 |

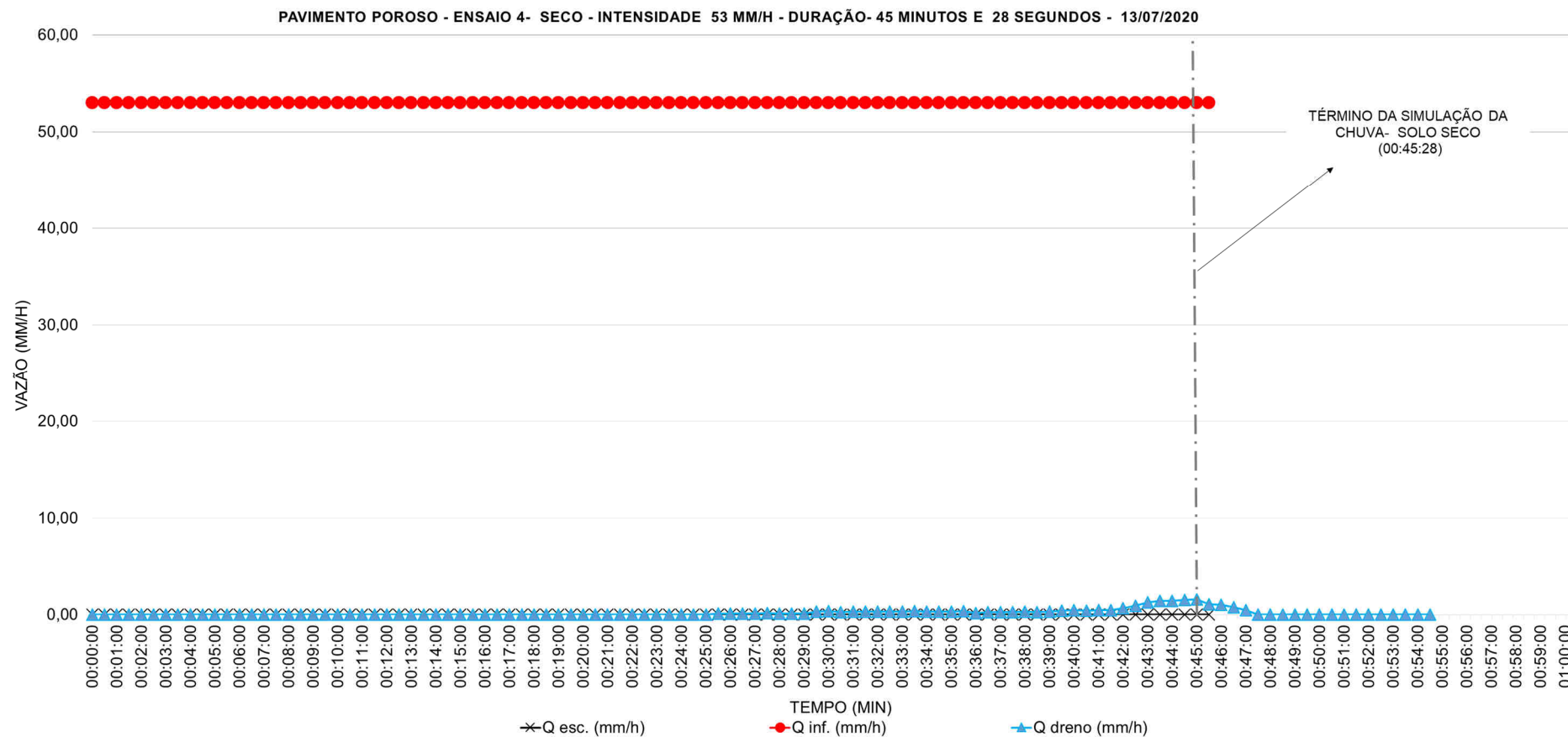


Figura A-31 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 4 no Pavimento Poroso, realizado no dia 13/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 28 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-32 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 4 no Pavimento Poroso, realizado no dia 13/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 15 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,00 | 7,08 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,00 | 8,85 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,00 | 10,62 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 0,00 | 12,39 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 0,00 | 14,16 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 0,00 | 15,93 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 0,00 | 17,70 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 0,00 | 19,47 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 0,00 | 21,24 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 0,00 | 23,01 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 0,00 | 24,78 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 0,00 | 26,55 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 0,00 | 28,32 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 0,00 | 30,09 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 0,00 | 31,86 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 0,00 | 33,63 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 0,00 | 35,40 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 0,00 | 37,17 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 0,00 | 38,94 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 0,00 | 40,71 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 0,00 | 42,48 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 0,00 | 44,25 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 0,00 | 46,02 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 0,00 | 47,79 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 0,00 | 49,56 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 0,00 | 51,33 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 0,00 | 53,10 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 0,00 | 54,87 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 0,00 | 56,64 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 0,00 | 58,41 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 0,00 | 60,18 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 0,00 | 61,95 | 0,03 | 0,00 | 53,00 | 1,02 |
| 18,00 | 63,72 | 0,00 | 63,72 | 0,09 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 18,50 | 65,49 | 0,00 | 65,49 | 0,15 | 0,00 | 53,00 | 1,65 |
| 19,00 | 67,26 | 0,00 | 67,26 | 0,21 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 19,50 | 69,03 | 0,00 | 69,03 | 0,26 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 20,00 | 70,80 | 0,00 | 70,80 | 0,31 | 0,00 | 53,00 | 1,65 |
| 20,50 | 72,57 | 0,00 | 72,57 | 0,36 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 21,00 | 74,34 | 0,00 | 74,34 | 0,42 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 21,50 | 76,11 | 0,00 | 76,11 | 0,49 | 0,00 | 53,00 | 2,10 |
| 22,00 | 77,88 | 0,00 | 77,88 | 0,56 | 0,00 | 53,00 | 1,95 |
| 22,50 | 79,65 | 0,00 | 79,65 | 0,62 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|------|--------|------|------|-------|------|
| 23,00 | 81,42 | 0,00 | 81,42 | 0,68 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 23,50 | 83,19 | 0,00 | 83,19 | 0,73 | 0,00 | 53,00 | 1,65 |
| 24,00 | 84,96 | 0,00 | 84,96 | 0,79 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 24,50 | 86,73 | 0,00 | 86,73 | 0,85 | 0,00 | 53,00 | 1,65 |
| 25,00 | 88,50 | 0,00 | 88,50 | 0,90 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 25,50 | 90,27 | 0,00 | 90,27 | 0,95 | 0,00 | 53,00 | 1,65 |
| 26,00 | 92,04 | 0,00 | 92,04 | 1,01 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 26,50 | 93,81 | 0,00 | 93,81 | 1,07 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 27,00 | 95,58 | 0,00 | 95,58 | 1,12 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 27,50 | 97,35 | 0,00 | 97,35 | 1,17 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 28,00 | 99,12 | 0,00 | 99,12 | 1,22 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 28,50 | 100,89 | 0,00 | 100,89 | 1,28 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 29,00 | 102,66 | 0,00 | 102,66 | 1,35 | 0,00 | 53,00 | 1,95 |
| 29,50 | 104,43 | 0,00 | 104,43 | 1,41 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 30,00 | 106,20 | 0,00 | 106,20 | 1,47 | 0,00 | 53,00 | 1,95 |
| 30,50 | 107,97 | 0,00 | 107,97 | 1,54 | 0,00 | 53,00 | 2,10 |
| 31,00 | 109,74 | 0,00 | 109,74 | 1,61 | 0,00 | 53,00 | 1,95 |
| 31,50 | 111,51 | 0,00 | 111,51 | 1,68 | 0,00 | 53,00 | 2,25 |
| 32,00 | 113,28 | 0,00 | 113,28 | 1,77 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 32,50 | 115,05 | 0,00 | 115,05 | 1,86 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 33,00 | 116,82 | 0,00 | 116,82 | 1,94 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 33,50 | 118,59 | 0,00 | 118,59 | 2,02 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 34,00 | 120,36 | 0,00 | 120,36 | 2,11 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 34,50 | 122,13 | 0,00 | 122,13 | 2,21 | 0,00 | 53,00 | 3,00 |
| 35,00 | 123,90 | 0,00 | 123,90 | 2,29 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 35,50 | 125,67 | 0,00 | 125,67 | 2,38 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 36,00 | 127,44 | 0,00 | 127,44 | 2,46 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 36,50 | 129,21 | 0,00 | 129,21 | 2,54 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 37,00 | 130,98 | 0,00 | 130,98 | 2,62 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 37,50 | 132,75 | 0,00 | 132,75 | 2,70 | 0,00 | 53,00 | 2,25 |
| 38,00 | 134,52 | 0,00 | 134,52 | 2,77 | 0,00 | 53,00 | 2,10 |
| 38,50 | 136,29 | 0,00 | 136,29 | 2,86 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 39,00 | 138,06 | 0,00 | 138,06 | 2,96 | 0,00 | 53,00 | 3,00 |
| 39,50 | 139,83 | 0,00 | 139,83 | 3,05 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 40,00 | 141,60 | 0,00 | 141,60 | 3,13 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 40,50 | 143,37 | 0,00 | 143,37 | 3,20 | 0,00 | 53,00 | 2,10 |
| 41,00 | 145,14 | 0,00 | 145,14 | 3,26 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 41,50 | 146,91 | 0,00 | 146,91 | 3,33 | 0,00 | 53,00 | 2,10 |
| 42,00 | 148,68 | 0,00 | 148,68 | 3,39 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 42,50 | 150,45 | 0,00 | 150,45 | 3,44 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 43,00 | 152,22 | 0,00 | 152,22 | 3,49 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 43,50 | 153,99 | 0,00 | 153,99 | 3,53 | 0,00 | 53,00 | 1,20 |
| 44,00 | 155,76 | 0,00 | 155,76 | 3,57 | 0,00 | 53,00 | 1,20 |
| 44,50 | 157,53 | 0,00 | 157,53 | 3,60 | 0,00 | 53,00 | 1,02 |
| 45,00 | 159,30 | 0,00 | 159,30 | 3,61 | 0,00 | 53,00 | 0,21 |
| 45,50 | 160,00 | 0,00 | 160,00 | 3,64 | 0,00 | 53,00 | 0,90 |
| 46,00 | | | | 3,67 | | | 0,90 |
| 46,50 | | | | 3,69 | | | 0,60 |
| 47,00 | | | | 3,71 | | | 0,51 |

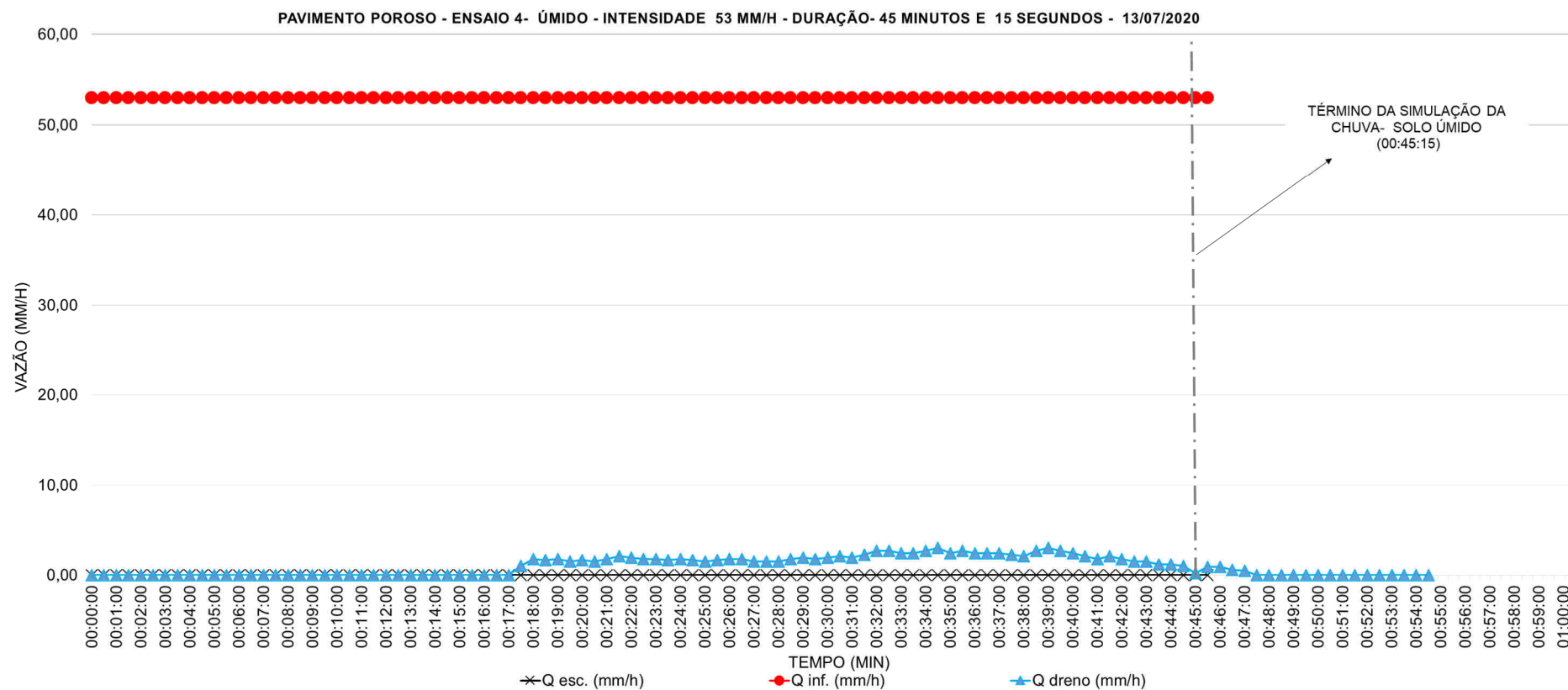


Figura A-32 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 4 no Pavimento Poroso, realizado no dia 13/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 15 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-33 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 5 no Pavimento Poroso, realizado no dia 27/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 23 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,00 | 7,08 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,00 | 8,85 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,00 | 10,62 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 0,00 | 12,39 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 0,00 | 14,16 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 0,00 | 15,93 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 0,00 | 17,70 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 0,00 | 19,47 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 0,00 | 21,24 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 0,00 | 23,01 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 0,00 | 24,78 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 0,00 | 26,55 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 0,00 | 28,32 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 0,00 | 30,09 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 0,00 | 31,86 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 0,00 | 33,63 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 0,00 | 35,40 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 0,00 | 37,17 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 0,00 | 38,94 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 0,00 | 40,71 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 0,00 | 42,48 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 0,00 | 44,25 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 0,00 | 46,02 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 0,00 | 47,79 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 0,00 | 49,56 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 0,00 | 51,33 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 0,00 | 53,10 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 0,00 | 54,87 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 0,00 | 56,64 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 0,00 | 58,41 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 0,00 | 60,18 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 0,00 | 61,95 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 0,00 | 63,72 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 0,00 | 65,49 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 0,00 | 67,26 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 0,00 | 69,03 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 0,00 | 70,80 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 0,00 | 72,57 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 0,00 | 74,34 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 0,00 | 76,11 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 0,00 | 77,88 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 0,00 | 79,65 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 23,00 | 81,42 | 0,00 | 81,42 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 0,00 | 83,19 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|------|--------|------|------|-------|------|
| 24,00 | 84,96 | 0,00 | 84,96 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 24,50 | 86,73 | 0,00 | 86,73 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 25,00 | 88,50 | 0,00 | 88,50 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 25,50 | 90,27 | 0,00 | 90,27 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 26,00 | 92,04 | 0,00 | 92,04 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 26,50 | 93,81 | 0,00 | 93,81 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 27,00 | 95,58 | 0,00 | 95,58 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 27,50 | 97,35 | 0,00 | 97,35 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 28,00 | 99,12 | 0,00 | 99,12 | 0,02 | 0,00 | 53,00 | 0,45 |
| 28,50 | 100,89 | 0,00 | 100,89 | 0,04 | 0,00 | 53,00 | 0,63 |
| 29,00 | 102,66 | 0,00 | 102,66 | 0,07 | 0,00 | 53,00 | 0,96 |
| 29,50 | 104,43 | 0,00 | 104,43 | 0,10 | 0,00 | 53,00 | 1,05 |
| 30,00 | 106,20 | 0,00 | 106,20 | 0,14 | 0,00 | 53,00 | 1,20 |
| 30,50 | 107,97 | 0,00 | 107,97 | 0,19 | 0,00 | 53,00 | 1,38 |
| 31,00 | 109,74 | 0,00 | 109,74 | 0,24 | 0,00 | 53,00 | 1,38 |
| 31,50 | 111,51 | 0,00 | 111,51 | 0,28 | 0,00 | 53,00 | 1,44 |
| 32,00 | 113,28 | 0,00 | 113,28 | 0,32 | 0,00 | 53,00 | 1,14 |
| 32,50 | 115,05 | 0,00 | 115,05 | 0,36 | 0,00 | 53,00 | 1,29 |
| 33,00 | 116,82 | 0,00 | 116,82 | 0,40 | 0,00 | 53,00 | 1,20 |
| 33,50 | 118,59 | 0,00 | 118,59 | 0,45 | 0,00 | 53,00 | 1,32 |
| 34,00 | 120,36 | 0,00 | 120,36 | 0,49 | 0,00 | 53,00 | 1,26 |
| 34,50 | 122,13 | 0,00 | 122,13 | 0,53 | 0,00 | 53,00 | 1,14 |
| 35,00 | 123,90 | 0,00 | 123,90 | 0,56 | 0,00 | 53,00 | 1,02 |
| 35,50 | 125,67 | 0,00 | 125,67 | 0,60 | 0,00 | 53,00 | 1,08 |
| 36,00 | 127,44 | 0,00 | 127,44 | 0,63 | 0,00 | 53,00 | 1,05 |
| 36,50 | 129,21 | 0,00 | 129,21 | 0,67 | 0,00 | 53,00 | 1,08 |
| 37,00 | 130,98 | 0,00 | 130,98 | 0,70 | 0,00 | 53,00 | 1,02 |
| 37,50 | 132,75 | 0,00 | 132,75 | 0,74 | 0,00 | 53,00 | 1,05 |
| 38,00 | 134,52 | 0,00 | 134,52 | 0,77 | 0,00 | 53,00 | 1,02 |
| 38,50 | 136,29 | 0,00 | 136,29 | 0,81 | 0,00 | 53,00 | 1,11 |
| 39,00 | 138,06 | 0,00 | 138,06 | 0,85 | 0,00 | 53,00 | 1,17 |
| 39,50 | 139,83 | 0,00 | 139,83 | 0,89 | 0,00 | 53,00 | 1,17 |
| 40,00 | 141,60 | 0,00 | 141,60 | 0,93 | 0,00 | 53,00 | 1,20 |
| 40,50 | 143,37 | 0,00 | 143,37 | 0,97 | 0,00 | 53,00 | 1,17 |
| 41,00 | 145,14 | 0,00 | 145,14 | 1,00 | 0,00 | 53,00 | 1,14 |
| 41,50 | 146,91 | 0,00 | 146,91 | 1,04 | 0,00 | 53,00 | 1,17 |
| 42,00 | 148,68 | 0,00 | 148,68 | 1,09 | 0,00 | 53,00 | 1,38 |
| 42,50 | 150,45 | 0,00 | 150,45 | 1,13 | 0,00 | 53,00 | 1,35 |
| 43,00 | 152,22 | 0,00 | 152,22 | 1,18 | 0,00 | 53,00 | 1,26 |
| 43,50 | 153,99 | 0,00 | 153,99 | 1,22 | 0,00 | 53,00 | 1,35 |
| 44,00 | 155,76 | 0,00 | 155,76 | 1,26 | 0,00 | 53,00 | 1,20 |
| 44,50 | 157,53 | 0,00 | 157,53 | 1,29 | 0,00 | 53,00 | 0,99 |
| 45,00 | 159,30 | 0,00 | 159,30 | 1,33 | 0,00 | 53,00 | 0,96 |
| 45,50 | 160,00 | 0,00 | 160,00 | 1,36 | 0,00 | 53,00 | 0,99 |
| 46,00 | | | | 1,39 | | | 0,81 |
| 46,50 | | | | 1,41 | | | 0,69 |
| 47,00 | | | | 1,43 | | | 0,54 |

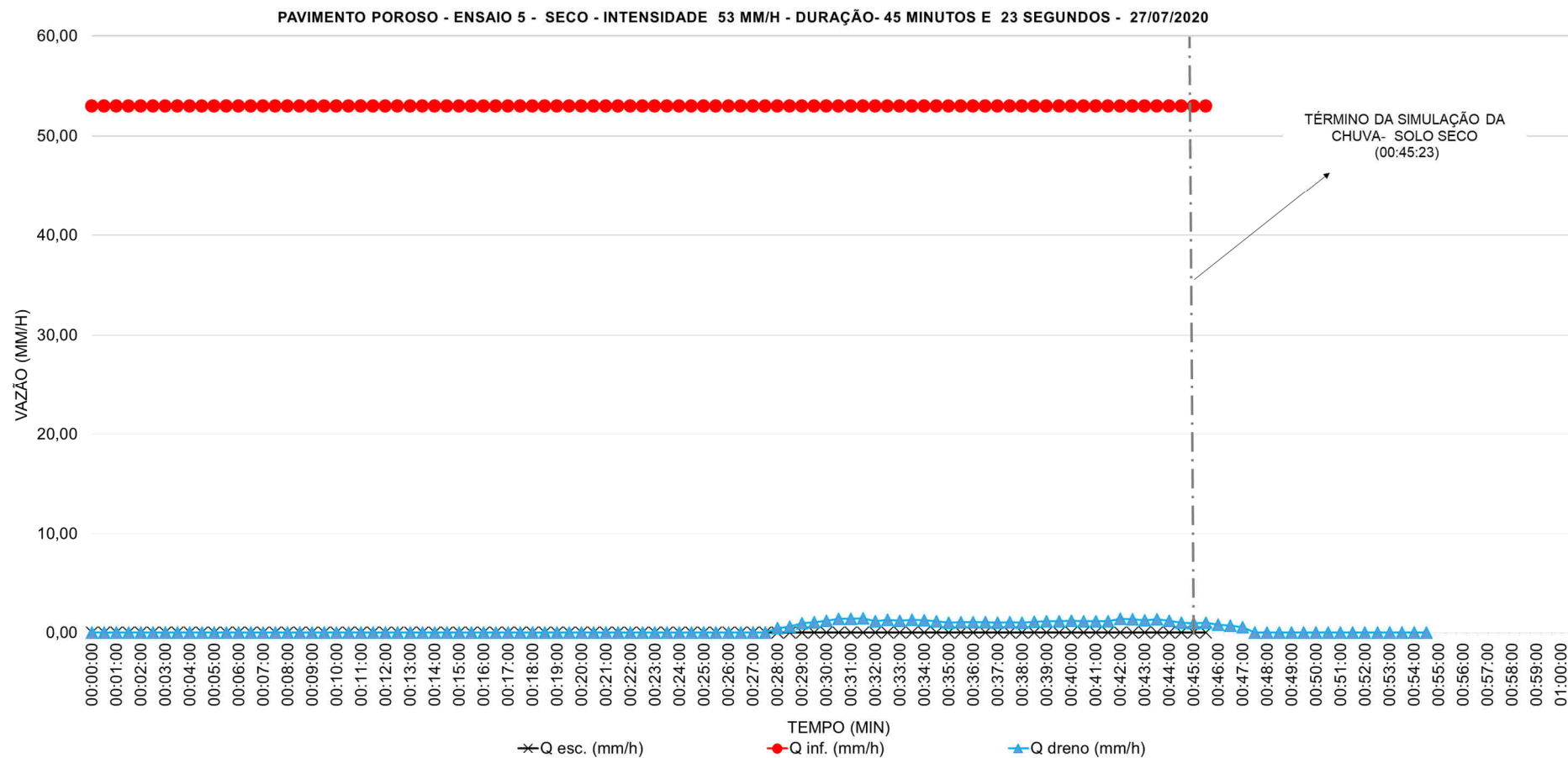


Figura A-33 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 5 no Pavimento Poroso, realizado no dia 27/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 23 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

Tabela A-34 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 5 no Pavimento Poroso, realizado no dia 27/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 12 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,00 | 7,08 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,00 | 8,85 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,00 | 10,62 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 0,00 | 12,39 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 0,00 | 14,16 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 0,00 | 15,93 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 0,00 | 17,70 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 0,00 | 19,47 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 0,00 | 21,24 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 0,00 | 23,01 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 0,00 | 24,78 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 0,00 | 26,55 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 0,00 | 28,32 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 0,00 | 30,09 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 0,00 | 31,86 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 0,00 | 33,63 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 0,00 | 35,40 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 0,00 | 37,17 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 0,00 | 38,94 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 0,00 | 40,71 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 0,00 | 42,48 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 0,00 | 44,25 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 0,00 | 46,02 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 0,00 | 47,79 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 0,00 | 49,56 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 0,00 | 51,33 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 0,00 | 53,10 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 0,00 | 54,87 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 0,00 | 56,64 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 0,00 | 58,41 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 0,00 | 60,18 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 0,00 | 61,95 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 0,00 | 63,72 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 0,00 | 65,49 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 0,00 | 67,26 | 0,02 | 0,00 | 53,00 | 0,48 |
| 19,50 | 69,03 | 0,00 | 69,03 | 0,04 | 0,00 | 53,00 | 0,78 |
| 20,00 | 70,80 | 0,00 | 70,80 | 0,07 | 0,00 | 53,00 | 0,96 |
| 20,50 | 72,57 | 0,00 | 72,57 | 0,11 | 0,00 | 53,00 | 0,99 |
| 21,00 | 74,34 | 0,00 | 74,34 | 0,14 | 0,00 | 53,00 | 1,08 |
| 21,50 | 76,11 | 0,00 | 76,11 | 0,18 | 0,00 | 53,00 | 1,17 |
| 22,00 | 77,88 | 0,00 | 77,88 | 0,22 | 0,00 | 53,00 | 1,17 |
| 22,50 | 79,65 | 0,00 | 79,65 | 0,26 | 0,00 | 53,00 | 1,17 |
| 23,00 | 81,42 | 0,00 | 81,42 | 0,30 | 0,00 | 53,00 | 1,23 |
| 23,50 | 83,19 | 0,00 | 83,19 | 0,34 | 0,00 | 53,00 | 1,29 |
| 24,00 | 84,96 | 0,00 | 84,96 | 0,39 | 0,00 | 53,00 | 1,44 |
| 24,50 | 86,73 | 0,00 | 86,73 | 0,43 | 0,00 | 53,00 | 1,20 |
| 25,00 | 88,50 | 0,00 | 88,50 | 0,48 | 0,00 | 53,00 | 1,38 |
| 25,50 | 90,27 | 0,00 | 90,27 | 0,52 | 0,00 | 53,00 | 1,29 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|------|--------|------|------|-------|------|
| 26,00 | 92,04 | 0,00 | 92,04 | 0,57 | 0,00 | 53,00 | 1,44 |
| 26,50 | 93,81 | 0,00 | 93,81 | 0,62 | 0,00 | 53,00 | 1,44 |
| 27,00 | 95,58 | 0,00 | 95,58 | 0,68 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 27,50 | 97,35 | 0,00 | 97,35 | 0,74 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 28,00 | 99,12 | 0,00 | 99,12 | 0,79 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 28,50 | 100,89 | 0,00 | 100,89 | 0,84 | 0,00 | 53,00 | 1,59 |
| 29,00 | 102,66 | 0,00 | 102,66 | 0,90 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 29,50 | 104,43 | 0,00 | 104,43 | 0,96 | 0,00 | 53,00 | 1,65 |
| 30,00 | 106,20 | 0,00 | 106,20 | 1,01 | 0,00 | 53,00 | 1,50 |
| 30,50 | 107,97 | 0,00 | 107,97 | 1,06 | 0,00 | 53,00 | 1,56 |
| 31,00 | 109,74 | 0,00 | 109,74 | 1,11 | 0,00 | 53,00 | 1,44 |
| 31,50 | 111,51 | 0,00 | 111,51 | 1,15 | 0,00 | 53,00 | 1,41 |
| 32,00 | 113,28 | 0,00 | 113,28 | 1,20 | 0,00 | 53,00 | 1,29 |
| 32,50 | 115,05 | 0,00 | 115,05 | 1,24 | 0,00 | 53,00 | 1,26 |
| 33,00 | 116,82 | 0,00 | 116,82 | 1,28 | 0,00 | 53,00 | 1,23 |
| 33,50 | 118,59 | 0,00 | 118,59 | 1,32 | 0,00 | 53,00 | 1,14 |
| 34,00 | 120,36 | 0,00 | 120,36 | 1,35 | 0,00 | 53,00 | 1,11 |
| 34,50 | 122,13 | 0,00 | 122,13 | 1,39 | 0,00 | 53,00 | 1,02 |
| 35,00 | 123,90 | 0,00 | 123,90 | 1,42 | 0,00 | 53,00 | 0,99 |
| 35,50 | 125,67 | 0,00 | 125,67 | 1,45 | 0,00 | 53,00 | 1,02 |
| 36,00 | 127,44 | 0,00 | 127,44 | 1,49 | 0,00 | 53,00 | 0,99 |
| 36,50 | 129,21 | 0,00 | 129,21 | 1,52 | 0,00 | 53,00 | 0,96 |
| 37,00 | 130,98 | 0,00 | 130,98 | 1,55 | 0,00 | 53,00 | 0,93 |
| 37,50 | 132,75 | 0,00 | 132,75 | 1,58 | 0,00 | 53,00 | 0,99 |
| 38,00 | 134,52 | 0,00 | 134,52 | 1,62 | 0,00 | 53,00 | 0,99 |
| 38,50 | 136,29 | 0,00 | 136,29 | 1,65 | 0,00 | 53,00 | 1,08 |
| 39,00 | 138,06 | 0,00 | 138,06 | 1,69 | 0,00 | 53,00 | 1,23 |
| 39,50 | 139,83 | 0,00 | 139,83 | 1,74 | 0,00 | 53,00 | 1,29 |
| 40,00 | 141,60 | 0,00 | 141,60 | 1,77 | 0,00 | 53,00 | 1,08 |
| 40,50 | 143,37 | 0,00 | 143,37 | 1,81 | 0,00 | 53,00 | 1,14 |
| 41,00 | 145,14 | 0,00 | 145,14 | 1,85 | 0,00 | 53,00 | 1,32 |
| 41,50 | 146,91 | 0,00 | 146,91 | 1,89 | 0,00 | 53,00 | 1,14 |
| 42,00 | 148,68 | 0,00 | 148,68 | 1,93 | 0,00 | 53,00 | 1,17 |
| 42,50 | 150,45 | 0,00 | 150,45 | 1,97 | 0,00 | 53,00 | 1,08 |
| 43,00 | 152,22 | 0,00 | 152,22 | 2,01 | 0,00 | 53,00 | 1,17 |
| 43,50 | 153,99 | 0,00 | 153,99 | 2,04 | 0,00 | 53,00 | 0,99 |
| 44,00 | 155,76 | 0,00 | 155,76 | 2,07 | 0,00 | 53,00 | 1,05 |
| 44,50 | 157,53 | 0,00 | 157,53 | 2,12 | 0,00 | 53,00 | 1,29 |
| 45,00 | 159,30 | 0,00 | 159,30 | 2,16 | 0,00 | 53,00 | 1,32 |
| 45,50 | 160,00 | 0,00 | 160,00 | 2,20 | 0,00 | 53,00 | 1,08 |
| 46,00 | | | | 2,23 | | | 1,08 |
| 46,50 | | | | 2,27 | | | 1,08 |
| 47,00 | | | | 2,30 | | | 0,90 |
| 47,50 | | | | 2,33 | | | 0,00 |
| 48,00 | | | | 2,35 | | | 0,00 |

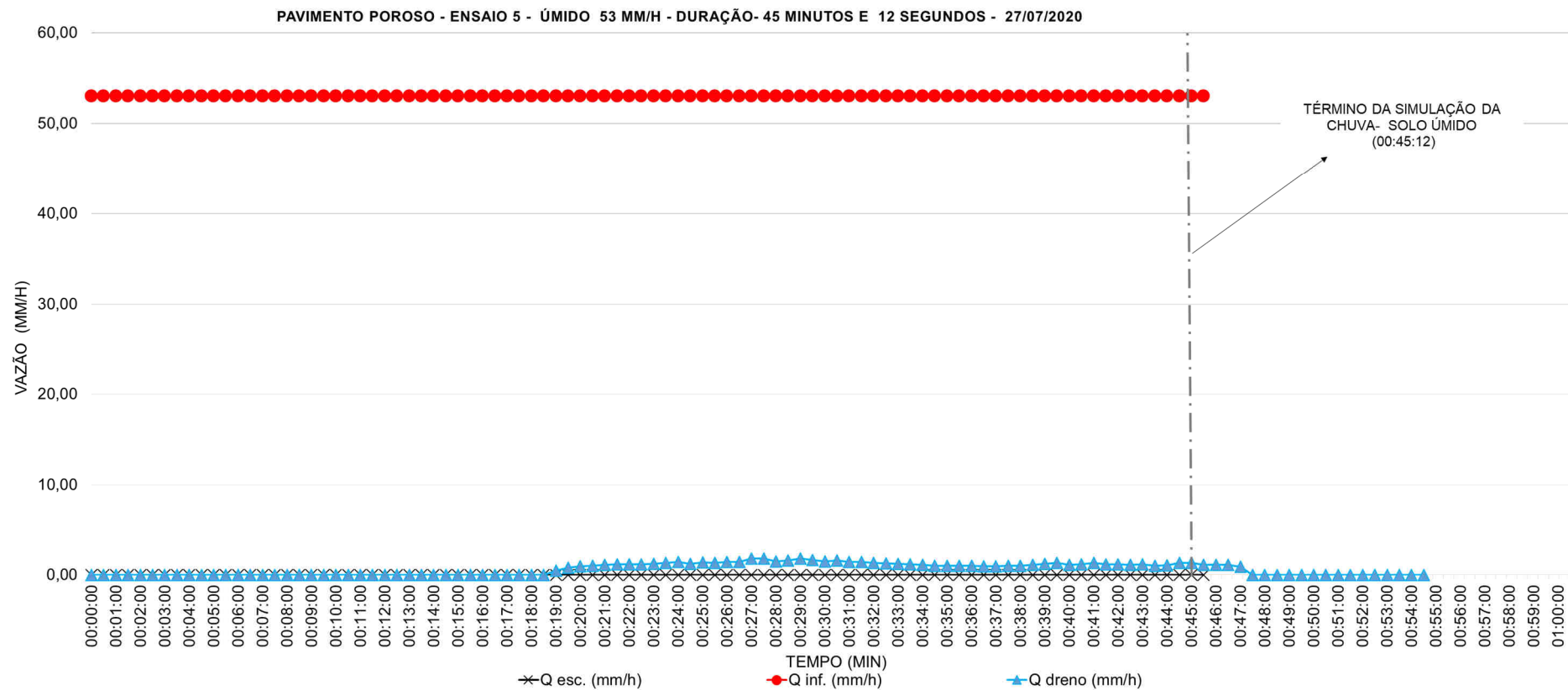


Figura A-34 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 5 no Pavimento Poroso, realizado no dia 27/07/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 12 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

Tabela A-35 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 6 no Pavimento Poroso, realizado no dia 21/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 12 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedentes à realização do ensaio.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,00 | 7,08 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,00 | 8,85 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,00 | 10,62 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 0,00 | 12,39 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 0,00 | 14,16 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 0,00 | 15,93 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 0,00 | 17,70 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 0,00 | 19,47 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 0,00 | 21,24 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 0,00 | 23,01 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 0,00 | 24,78 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 0,00 | 26,55 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 0,00 | 28,32 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 0,00 | 30,09 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 0,00 | 31,86 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 0,00 | 33,63 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 0,00 | 35,40 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 0,00 | 37,17 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 0,00 | 38,94 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 0,00 | 40,71 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 0,00 | 42,48 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 0,00 | 44,25 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 0,00 | 46,02 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 0,00 | 47,79 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 0,00 | 49,56 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 0,00 | 51,33 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 15,00 | 53,10 | 0,00 | 53,10 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 15,50 | 54,87 | 0,00 | 54,87 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 16,00 | 56,64 | 0,00 | 56,64 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 16,50 | 58,41 | 0,00 | 58,41 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 17,00 | 60,18 | 0,00 | 60,18 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 17,50 | 61,95 | 0,00 | 61,95 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 18,00 | 63,72 | 0,00 | 63,72 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 18,50 | 65,49 | 0,00 | 65,49 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 19,00 | 67,26 | 0,00 | 67,26 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 19,50 | 69,03 | 0,00 | 69,03 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 20,00 | 70,80 | 0,00 | 70,80 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 20,50 | 72,57 | 0,00 | 72,57 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 21,00 | 74,34 | 0,00 | 74,34 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 21,50 | 76,11 | 0,00 | 76,11 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 22,00 | 77,88 | 0,00 | 77,88 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 22,50 | 79,65 | 0,00 | 79,65 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 23,00 | 81,42 | 0,00 | 81,42 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 23,50 | 83,19 | 0,00 | 83,19 | 0,01 | 0,00 | 53,00 | 0,33 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|------|--------|------|------|-------|------|
| 24,00 | 84,96 | 0,00 | 84,96 | 0,02 | 0,00 | 53,00 | 0,30 |
| 24,50 | 86,73 | 0,00 | 86,73 | 0,03 | 0,00 | 53,00 | 0,21 |
| 25,00 | 88,50 | 0,00 | 88,50 | 0,04 | 0,00 | 53,00 | 0,27 |
| 25,50 | 90,27 | 0,00 | 90,27 | 0,05 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 26,00 | 92,04 | 0,00 | 92,04 | 0,06 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 26,50 | 93,81 | 0,00 | 93,81 | 0,07 | 0,00 | 53,00 | 0,39 |
| 27,00 | 95,58 | 0,00 | 95,58 | 0,08 | 0,00 | 53,00 | 0,30 |
| 27,50 | 97,35 | 0,00 | 97,35 | 0,10 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 28,00 | 99,12 | 0,00 | 99,12 | 0,11 | 0,00 | 53,00 | 0,39 |
| 28,50 | 100,89 | 0,00 | 100,89 | 0,12 | 0,00 | 53,00 | 0,39 |
| 29,00 | 102,66 | 0,00 | 102,66 | 0,13 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 29,50 | 104,43 | 0,00 | 104,43 | 0,15 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 30,00 | 106,20 | 0,00 | 106,20 | 0,16 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 30,50 | 107,97 | 0,00 | 107,97 | 0,17 | 0,00 | 53,00 | 0,39 |
| 31,00 | 109,74 | 0,00 | 109,74 | 0,18 | 0,00 | 53,00 | 0,39 |
| 31,50 | 111,51 | 0,00 | 111,51 | 0,20 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 32,00 | 113,28 | 0,00 | 113,28 | 0,21 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 32,50 | 115,05 | 0,00 | 115,05 | 0,22 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 33,00 | 116,82 | 0,00 | 116,82 | 0,23 | 0,00 | 53,00 | 0,33 |
| 33,50 | 118,59 | 0,00 | 118,59 | 0,24 | 0,00 | 53,00 | 0,36 |
| 34,00 | 120,36 | 0,00 | 120,36 | 0,26 | 0,00 | 53,00 | 0,42 |
| 34,50 | 122,13 | 0,00 | 122,13 | 0,27 | 0,00 | 53,00 | 0,42 |
| 35,00 | 123,90 | 0,00 | 123,90 | 0,29 | 0,00 | 53,00 | 0,51 |
| 35,50 | 125,67 | 0,00 | 125,67 | 0,31 | 0,00 | 53,00 | 0,54 |
| 36,00 | 127,44 | 0,00 | 127,44 | 0,33 | 0,00 | 53,00 | 0,57 |
| 36,50 | 129,21 | 0,00 | 129,21 | 0,34 | 0,00 | 53,00 | 0,51 |
| 37,00 | 130,98 | 0,00 | 130,98 | 0,36 | 0,00 | 53,00 | 0,51 |
| 37,50 | 132,75 | 0,00 | 132,75 | 0,37 | 0,00 | 53,00 | 0,45 |
| 38,00 | 134,52 | 0,00 | 134,52 | 0,39 | 0,00 | 53,00 | 0,45 |
| 38,50 | 136,29 | 0,00 | 136,29 | 0,40 | 0,00 | 53,00 | 0,45 |
| 39,00 | 138,06 | 0,00 | 138,06 | 0,42 | 0,00 | 53,00 | 0,45 |
| 39,50 | 139,83 | 0,00 | 139,83 | 0,44 | 0,00 | 53,00 | 0,48 |
| 40,00 | 141,60 | 0,00 | 141,60 | 0,45 | 0,00 | 53,00 | 0,51 |
| 40,50 | 143,37 | 0,00 | 143,37 | 0,47 | 0,00 | 53,00 | 0,51 |
| 41,00 | 145,14 | 0,00 | 145,14 | 0,49 | 0,00 | 53,00 | 0,54 |
| 41,50 | 146,91 | 0,00 | 146,91 | 0,51 | 0,00 | 53,00 | 0,63 |
| 42,00 | 148,68 | 0,00 | 148,68 | 0,53 | 0,00 | 53,00 | 0,66 |
| 42,50 | 150,45 | 0,00 | 150,45 | 0,56 | 0,00 | 53,00 | 0,78 |
| 43,00 | 152,22 | 0,00 | 152,22 | 0,59 | 0,00 | 53,00 | 0,87 |
| 43,50 | 153,99 | 0,00 | 153,99 | 0,62 | 0,00 | 53,00 | 0,99 |
| 44,00 | 155,76 | 0,00 | 155,76 | 0,65 | 0,00 | 53,00 | 1,05 |
| 44,50 | 157,53 | 0,00 | 157,53 | 0,69 | 0,00 | 53,00 | 1,08 |
| 45,00 | 159,30 | 0,00 | 159,30 | 0,72 | 0,00 | 53,00 | 1,05 |
| 45,50 | 160,00 | 0,00 | 160,00 | 0,76 | 0,00 | 53,00 | 0,93 |
| 46,00 | | | | 0,78 | | | 0,78 |
| 46,50 | | | | 0,80 | | | 0,60 |
| 47,00 | | | | 0,82 | | | 0,45 |

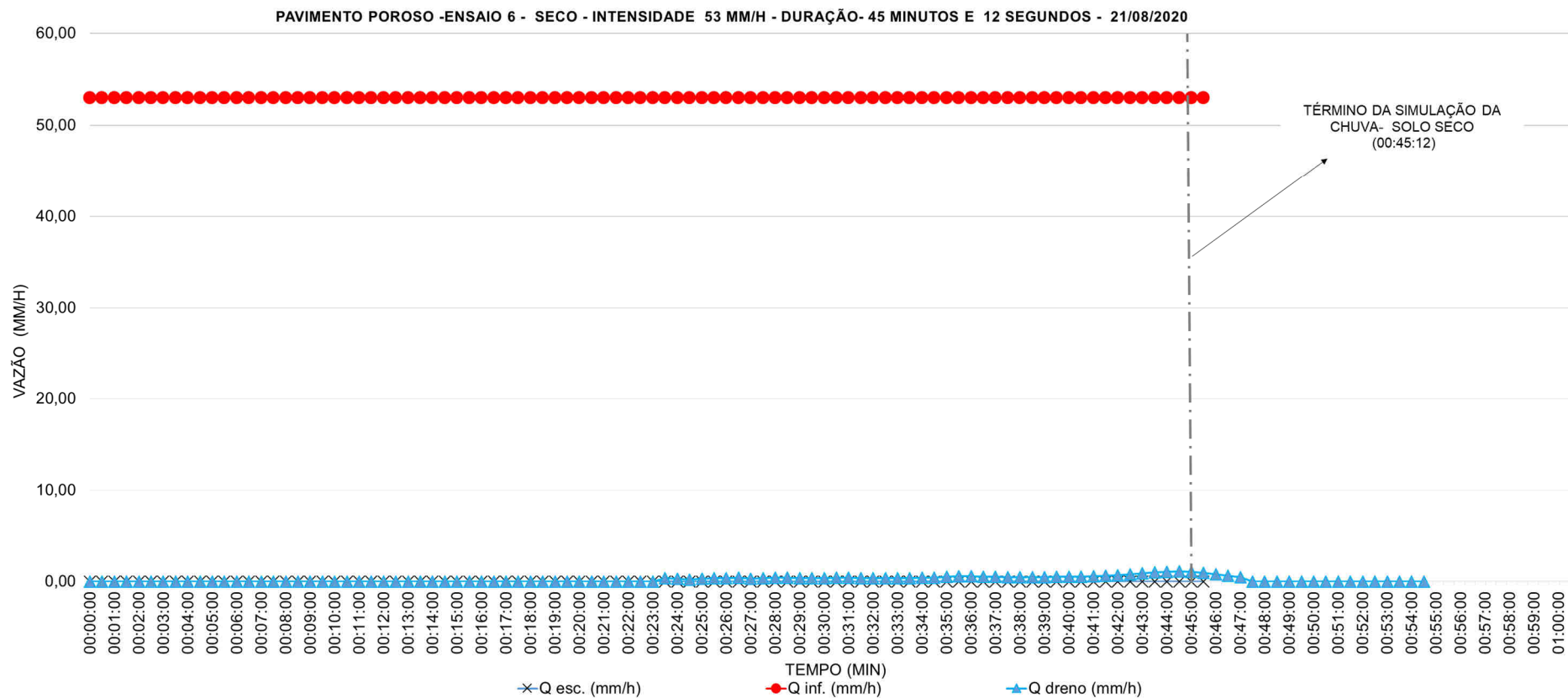


Figura A-35 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 6 no Pavimento Poroso, realizado no dia 21/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 12 segundos. Condição do pavimento: sem chuva ou ensaio realizado nas 72 horas antecedente à realização do ensaio.

Tabela A-36 – Registros e parâmetros hidrológicos do Ensaio 6 no Pavimento Poroso, realizado no dia 21/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 05 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

| Tempo (min) | Vol. prec. médio (litros) | Vol. esc. (litros) | Vol. inf. (litros) | Vol. dreno (litros) | Q esc. (mm/h) | Q inf. (mm/h) | Q dreno (mm/h) |
|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 0,50 | 1,77 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,00 | 3,54 | 0,00 | 3,54 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 1,50 | 5,31 | 0,00 | 5,31 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,00 | 7,08 | 0,00 | 7,08 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 2,50 | 8,85 | 0,00 | 8,85 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,00 | 10,62 | 0,00 | 10,62 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 3,50 | 12,39 | 0,00 | 12,39 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,00 | 14,16 | 0,00 | 14,16 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 4,50 | 15,93 | 0,00 | 15,93 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,00 | 17,70 | 0,00 | 17,70 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 5,50 | 19,47 | 0,00 | 19,47 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,00 | 21,24 | 0,00 | 21,24 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 6,50 | 23,01 | 0,00 | 23,01 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,00 | 24,78 | 0,00 | 24,78 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 7,50 | 26,55 | 0,00 | 26,55 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,00 | 28,32 | 0,00 | 28,32 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 8,50 | 30,09 | 0,00 | 30,09 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,00 | 31,86 | 0,00 | 31,86 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 9,50 | 33,63 | 0,00 | 33,63 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,00 | 35,40 | 0,00 | 35,40 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 10,50 | 37,17 | 0,00 | 37,17 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,00 | 38,94 | 0,00 | 38,94 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 11,50 | 40,71 | 0,00 | 40,71 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,00 | 42,48 | 0,00 | 42,48 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 12,50 | 44,25 | 0,00 | 44,25 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,00 | 46,02 | 0,00 | 46,02 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 13,50 | 47,79 | 0,00 | 47,79 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,00 | 49,56 | 0,00 | 49,56 | 0,00 | 0,00 | 53,00 | 0,00 |
| 14,50 | 51,33 | 0,00 | 51,33 | 0,04 | 0,00 | 53,00 | 1,05 |
| 15,00 | 53,10 | 0,00 | 53,10 | 0,07 | 0,00 | 53,00 | 1,14 |
| 15,50 | 54,87 | 0,00 | 54,87 | 0,12 | 0,00 | 53,00 | 1,29 |
| 16,00 | 56,64 | 0,00 | 56,64 | 0,16 | 0,00 | 53,00 | 1,41 |
| 16,50 | 58,41 | 0,00 | 58,41 | 0,22 | 0,00 | 53,00 | 1,65 |
| 17,00 | 60,18 | 0,00 | 60,18 | 0,29 | 0,00 | 53,00 | 2,10 |
| 17,50 | 61,95 | 0,00 | 61,95 | 0,36 | 0,00 | 53,00 | 2,10 |
| 18,00 | 63,72 | 0,00 | 63,72 | 0,42 | 0,00 | 53,00 | 1,80 |
| 18,50 | 65,49 | 0,00 | 65,49 | 0,49 | 0,00 | 53,00 | 2,10 |
| 19,00 | 67,26 | 0,00 | 67,26 | 0,56 | 0,00 | 53,00 | 2,10 |
| 19,50 | 69,03 | 0,00 | 69,03 | 0,63 | 0,00 | 53,00 | 2,10 |
| 20,00 | 70,80 | 0,00 | 70,80 | 0,71 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 20,50 | 72,57 | 0,00 | 72,57 | 0,80 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 21,00 | 74,34 | 0,00 | 74,34 | 0,88 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 21,50 | 76,11 | 0,00 | 76,11 | 0,97 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 22,00 | 77,88 | 0,00 | 77,88 | 1,06 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 22,50 | 79,65 | 0,00 | 79,65 | 1,15 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 23,00 | 81,42 | 0,00 | 81,42 | 1,24 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 23,50 | 83,19 | 0,00 | 83,19 | 1,33 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 24,00 | 84,96 | 0,00 | 84,96 | 1,42 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 24,50 | 86,73 | 0,00 | 86,73 | 1,51 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 25,00 | 88,50 | 0,00 | 88,50 | 1,60 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 25,50 | 90,27 | 0,00 | 90,27 | 1,68 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|------|--------|------|------|-------|------|
| 26,00 | 92,04 | 0,00 | 92,04 | 1,77 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 26,50 | 93,81 | 0,00 | 93,81 | 1,86 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 27,00 | 95,58 | 0,00 | 95,58 | 1,94 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 27,50 | 97,35 | 0,00 | 97,35 | 2,02 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 28,00 | 99,12 | 0,00 | 99,12 | 2,10 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 28,50 | 100,89 | 0,00 | 100,89 | 2,18 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 29,00 | 102,66 | 0,00 | 102,66 | 2,26 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 29,50 | 104,43 | 0,00 | 104,43 | 2,35 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 30,00 | 106,20 | 0,00 | 106,20 | 2,43 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 30,50 | 107,97 | 0,00 | 107,97 | 2,52 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 31,00 | 109,74 | 0,00 | 109,74 | 2,62 | 0,00 | 53,00 | 3,00 |
| 31,50 | 111,51 | 0,00 | 111,51 | 2,71 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 32,00 | 113,28 | 0,00 | 113,28 | 2,80 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 32,50 | 115,05 | 0,00 | 115,05 | 2,89 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 33,00 | 116,82 | 0,00 | 116,82 | 2,97 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 33,50 | 118,59 | 0,00 | 118,59 | 3,05 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 34,00 | 120,36 | 0,00 | 120,36 | 3,13 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 34,50 | 122,13 | 0,00 | 122,13 | 3,21 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 35,00 | 123,90 | 0,00 | 123,90 | 3,30 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 35,50 | 125,67 | 0,00 | 125,67 | 3,40 | 0,00 | 53,00 | 3,00 |
| 36,00 | 127,44 | 0,00 | 127,44 | 3,48 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 36,50 | 129,21 | 0,00 | 129,21 | 3,57 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 37,00 | 130,98 | 0,00 | 130,98 | 3,65 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 37,50 | 132,75 | 0,00 | 132,75 | 3,74 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 38,00 | 134,52 | 0,00 | 134,52 | 3,82 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 38,50 | 136,29 | 0,00 | 136,29 | 3,90 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 39,00 | 138,06 | 0,00 | 138,06 | 3,99 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 39,50 | 139,83 | 0,00 | 139,83 | 4,07 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 40,00 | 141,60 | 0,00 | 141,60 | 4,15 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 40,50 | 143,37 | 0,00 | 143,37 | 4,24 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 41,00 | 145,14 | 0,00 | 145,14 | 4,32 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 41,50 | 146,91 | 0,00 | 146,91 | 4,41 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 42,00 | 148,68 | 0,00 | 148,68 | 4,49 | 0,00 | 53,00 | 2,40 |
| 42,50 | 150,45 | 0,00 | 150,45 | 4,58 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 43,00 | 152,22 | 0,00 | 152,22 | 4,67 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 43,50 | 153,99 | 0,00 | 153,99 | 4,76 | 0,00 | 53,00 | 2,70 |
| 44,00 | 155,76 | 0,00 | 155,76 | 4,86 | 0,00 | 53,00 | 3,00 |
| 44,50 | 157,53 | 0,00 | 157,53 | 4,96 | 0,00 | 53,00 | 3,00 |
| 45,00 | 159,30 | 0,00 | 159,30 | 5,06 | 0,00 | 53,00 | 3,00 |
| 45,50 | 160,00 | 0,00 | 160,00 | 5,16 | 0,00 | 53,00 | 3,00 |
| 46,00 | | | | 5,25 | | | 2,70 |
| 46,50 | | | | 5,33 | | | 2,40 |
| 47,00 | | | | 5,40 | | | 2,10 |
| 47,50 | | | | 5,46 | | | 0,00 |
| 48,00 | | | | 5,52 | | | 0,00 |
| 48,50 | | | | 5,57 | | | 1,50 |
| 49,00 | | | | 5,60 | | | 0,96 |

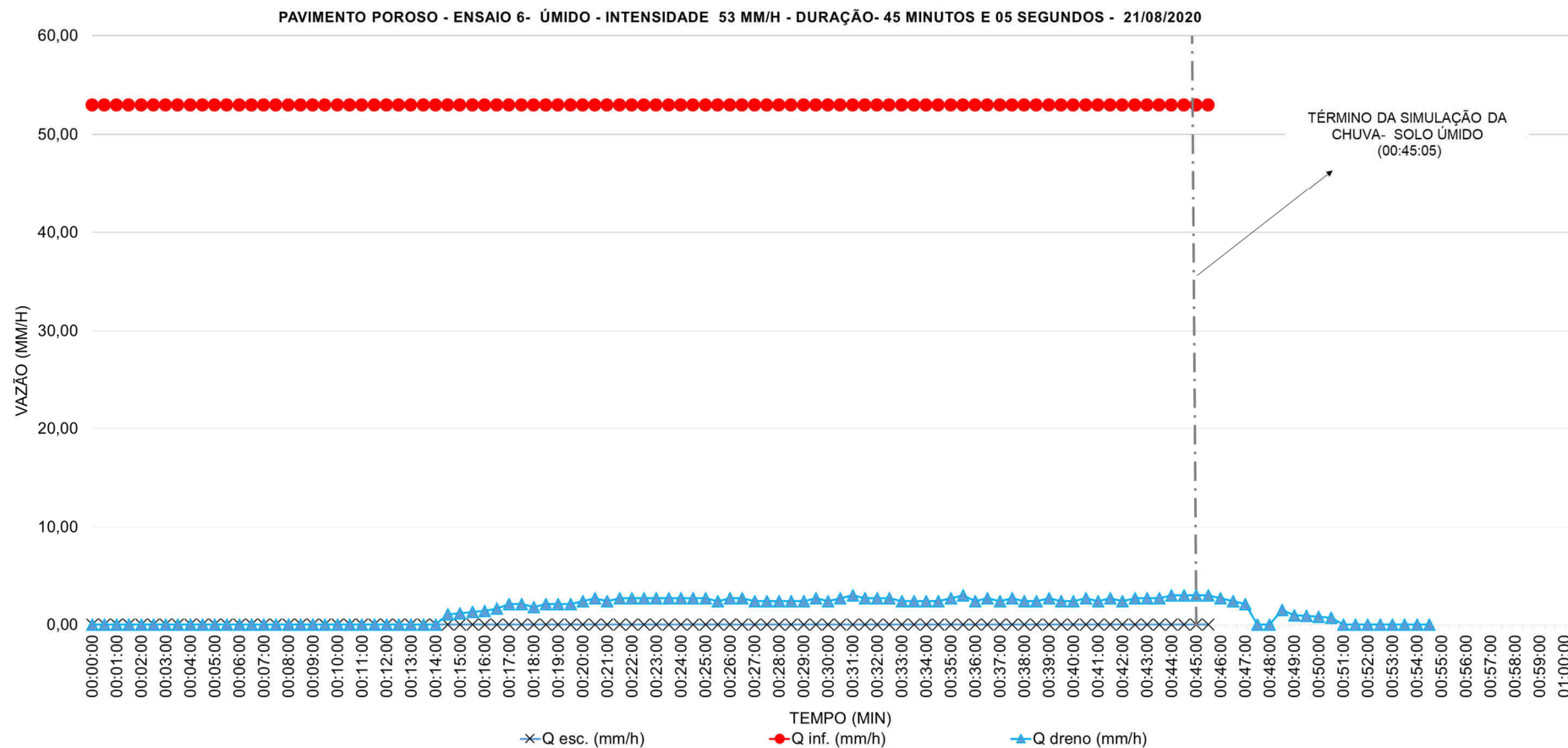


Figura A-36 – Gráfico Vazão (mm/h) x Tempo (min) referente ao Ensaio 6 no Pavimento Poroso, realizado no dia 21/08/2020. Intensidade da chuva simulada de 53 mm/h e duração da simulação de 45 minutos e 05 segundos. Condição do pavimento: 1 hora após a realização do ensaio com mesma intensidade.

APÊNDICE B

TABELAS DO DIMENSIONAMENTO DA MACRODRENAGEM

1. Cenário I (pavimento asfalto)

| MB | Área total (m ²) | Área sem pavimentação (m ²) | C Ponderado | TR (anos) | Duração da chuva (min) | I (mm/h) | Altura da mínima da base (m) | Porosidade do material | V total da base (m ³) | V reservatório (m ³) | Qp (m ³ /s) | Qr (m ³ /s) | Trec (min) | Trep (min) |
|----|------------------------------|---|-------------|-----------|------------------------|----------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|------------|------------|
| 1 | 32049,26 | 2250,34 | 0,65 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 337,6 | 0,0 | 0,23 | 0,23 | 58 | 0 |
| 2 | 94160,55 | 16704,61 | 0,61 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 2505,7 | 0,0 | 0,63 | 0,63 | 56 | 0 |
| 3 | 90475,17 | 19392,89 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 2908,9 | 0,0 | 0,59 | 0,59 | 52 | 0 |
| 4 | 60953,33 | 966,48 | 0,58 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 145,0 | 0,0 | 0,39 | 0,39 | 47 | 0 |
| 5 | 43849,88 | 6563,23 | 0,62 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 984,5 | 0,0 | 0,30 | 0,30 | 58 | 0 |
| 6 | 88177,62 | 11756,05 | 0,59 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 1763,4 | 0,0 | 0,57 | 0,57 | 53 | 0 |
| 7 | 115483,00 | 11933,94 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 1790,1 | 0,0 | 0,76 | 0,76 | 50 | 0 |
| 8 | 130928,37 | 15552,64 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 2332,9 | 0,0 | 0,86 | 0,86 | 49 | 0 |
| 9 | 139067,47 | 17287,45 | 0,57 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 2593,1 | 0,0 | 0,87 | 0,87 | 46 | 0 |
| 10 | 77922,32 | 0,00 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,51 | 0,51 | 44 | 0 |
| 11 | 76784,88 | 13553,07 | 0,57 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 2033,0 | 0,0 | 0,48 | 0,48 | 44 | 0 |
| 12 | 51465,93 | 1431,58 | 0,53 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 214,7 | 0,0 | 0,30 | 0,30 | 43 | 0 |
| 13 | 106795,22 | 14667,04 | 0,57 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 2200,1 | 0,0 | 0,67 | 0,67 | 36 | 0 |
| 14 | 86580,49 | 7206,75 | 0,58 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 1081,0 | 0,0 | 0,55 | 0,55 | 37 | 0 |
| 15 | 131987,07 | 15857,39 | 0,44 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 2378,6 | 0,0 | 0,64 | 0,64 | 29 | 0 |
| 16 | 47755,88 | 11600,15 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,00 | 1740,0 | 0,0 | 0,31 | 0,31 | 26 | 0 |

MB= microbacias; Área total= área total da microbacia em m²; Área sem pavimentação= área sem pavimentação da microbacia em m²; C ponderado= coeficiente de escoamento superficial do método Racional ponderado pra toda a bacia; TR= período de retorno da chuva de projeto em anos; Duração da chuva= duração da chuva de projeto em minutos; I= intensidade da chuva de projeto em mm/h; Altura mínima da base= altura mínima da base permeável em m; porosidade do material= porosidade do material da base permeável; V total da base= volume total da base em m³; V reservatório= volume total da base permeável que funciona com o reservatório em m³; Qp= vazão de pico calculada pelo método Racional em m³/s; Qr= vazão resultante calculada através de modificação do método Racional em m³/s; Trec= é o tempo de concentração de uma determinada microbacia em relação à seção de controle (o ponto de entrega no rio da Draga) em min; Trep= o tempo de retardo provocado pela utilização dos pavimentos permeáveis em min.

2. Cenário II (pavimento convencional, base altura 15cm não permeável)

| MB | Área total (m ²) | Área sem pavimentação (m ²) | C Ponderado | TR (anos) | Duração da chuva (min) | I (mm/h) | Altura da mínima da base (m) | Porosidade do material | V total da base (m ³) | V reservatório (m ³) | Qp (m ³ /s) | Qr (m ³ /s) | Trec (min) | Trep (min) |
|----|------------------------------|---|-------------|-----------|------------------------|----------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|------------|------------|
| 1 | 32049,256 | 2250,34 | 0,63 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,22 | 0,22 | 58 | 0 |
| 2 | 94160,549 | 16704,61 | 0,58 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,60 | 0,60 | 56 | 0 |
| 3 | 90475,166 | 19392,89 | 0,56 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,55 | 0,55 | 52 | 0 |
| 4 | 60953,327 | 966,48 | 0,58 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,39 | 0,39 | 47 | 0 |
| 5 | 43849,881 | 6563,23 | 0,59 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,29 | 0,29 | 58 | 0 |
| 6 | 88177,618 | 11756,05 | 0,57 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,55 | 0,55 | 53 | 0 |
| 7 | 115483,000 | 11933,94 | 0,58 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,74 | 0,74 | 50 | 0 |
| 8 | 130928,368 | 15552,64 | 0,58 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,83 | 0,83 | 49 | 0 |
| 9 | 139067,472 | 17287,45 | 0,55 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,84 | 0,84 | 46 | 0 |
| 10 | 77922,320 | 0,00 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,51 | 0,51 | 44 | 0 |
| 11 | 76784,878 | 13553,07 | 0,54 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,46 | 0,46 | 44 | 0 |
| 12 | 51465,929 | 1431,58 | 0,52 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,29 | 0,29 | 43 | 0 |
| 13 | 106795,218 | 14667,04 | 0,54 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,64 | 0,64 | 36 | 0 |
| 14 | 86580,489 | 7206,75 | 0,56 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,53 | 0,53 | 37 | 0 |
| 15 | 131987,072 | 15857,39 | 0,42 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,61 | 0,61 | 29 | 0 |
| 16 | 47755,875 | 11600,15 | 0,55 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,00 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,29 | 0,29 | 26 | 0 |

MB= microbacias; Área total= área total da microbacia em m²; Área sem pavimentação= área sem pavimentação da microbacia em m²; C ponderado= coeficiente de escoamento superficial do método Racional ponderado pra toda a bacia; TR= período de retorno da chuva de projeto em anos; Duração da chuva= duração da chuva de projeto em minutos; I= intensidade da chuva de projeto em mm/h; Altura mínima da base= altura mínima da base permeável em m; porosidade do material= porosidade do material da base permeável; V total da base= volume total da base em m³; V reservatório= volume total da base permeável que funciona com o reservatório em m³; Qp= vazão de pico calculada pelo método Racional em m³/s; Qr= vazão resultante calculada através de modificação do método Racional em m³/s; Trec= é o tempo de concentração de uma determinada microbacia em relação à seção de controle (o ponto de entrega no rio da Draga) em min; Trep= o tempo de retardo provocado pela utilização dos pavimentos permeáveis em min.

3. Cenário III (pavimento com junta alargada, base permeável 15cm, porosidade 32%)

| MB | Área total (m ²) | Área sem pavimentação (m ²) | C Ponderado | TR (anos) | Duração da chuva (min) | I (mm/h) | Altura da mínima da base (m) | Porosidade do material | V total da base (m ³) | V reservatório (m ³) | Q _p (m ³ /s) | Q _r (m ³ /s) | Trec (min) | Trep (min) |
|----|------------------------------|---|-------------|-----------|------------------------|----------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|------------|
| 1 | 32049,256 | 2250,34 | 0,61 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 337,6 | 108,0 | 0,22 | 0,21 | 58 | 8 |
| 2 | 94160,549 | 16704,61 | 0,52 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2505,7 | 801,8 | 0,54 | 0,48 | 56 | 26 |
| 3 | 90475,166 | 19392,89 | 0,49 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2908,9 | 930,9 | 0,48 | 0,41 | 52 | 34 |
| 4 | 60953,327 | 966,48 | 0,57 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 145,0 | 46,4 | 0,38 | 0,38 | 47 | 2 |
| 5 | 43849,881 | 6563,23 | 0,55 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 984,5 | 315,0 | 0,26 | 0,24 | 58 | 20 |
| 6 | 88177,618 | 11756,05 | 0,52 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 1763,4 | 564,3 | 0,51 | 0,47 | 53 | 20 |
| 7 | 115483,000 | 11933,94 | 0,55 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 1790,1 | 572,8 | 0,69 | 0,65 | 50 | 14 |
| 8 | 130928,368 | 15552,64 | 0,54 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2332,9 | 746,5 | 0,77 | 0,72 | 49 | 16 |
| 9 | 139067,472 | 17287,45 | 0,51 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2593,1 | 829,8 | 0,78 | 0,72 | 46 | 18 |
| 10 | 77922,320 | 0,00 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,51 | 0,51 | 44 | 0 |
| 11 | 76784,878 | 13553,07 | 0,48 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2033,0 | 650,5 | 0,41 | 0,36 | 44 | 28 |
| 12 | 51465,929 | 1431,58 | 0,51 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 214,7 | 68,7 | 0,29 | 0,28 | 43 | 4 |
| 13 | 106795,218 | 14667,04 | 0,50 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2200,1 | 704,0 | 0,58 | 0,53 | 36 | 22 |
| 14 | 86580,489 | 7206,75 | 0,54 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 1081,0 | 345,9 | 0,51 | 0,48 | 37 | 12 |
| 15 | 131987,072 | 15857,39 | 0,38 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2378,6 | 761,2 | 0,55 | 0,50 | 29 | 24 |
| 16 | 47755,875 | 11600,15 | 0,47 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 1740,0 | 556,8 | 0,25 | 0,21 | 26 | 40 |

MB= microbacias; Área total= área total da microbacia em m²; Área sem pavimentação= área sem pavimentação da microbacia em m²; C ponderado= coeficiente de escoamento superficial do método Racional ponderado pra toda a bacia; TR= período de retorno da chuva de projeto em anos; Duração da chuva= duração da chuva de projeto em minutos; I= intensidade da chuva de projeto em mm/h; Altura mínima da base= altura mínima da base permeável em m; porosidade do material= porosidade do material da base permeável; V total da base= volume total da base em m³; V reservatório= volume total da base permeável que funciona com o reservatório em m³; Q_p= vazão de pico calculada pelo método Racional em m³/s; Q_r= vazão resultante calculada através de modificação do método Racional em m³/s; Trec= é o tempo de concentração de uma determinada microbacia em relação à seção de controle (o ponto de entrega no rio da Draga) em min; Trep= o tempo de retardo provocado pela utilização dos pavimentos permeáveis em min.

4. Cenário IV (pavimento com junta alargada, base permeável 20cm, porosidade 32%)

| MB | Área total (m ²) | Área sem pavimentação (m ²) | C Ponderado | TR (anos) | Duração da chuva (min) | I (mm/h) | Altura da mínima da base (m) | Porosidade do material | V total da base (m ³) | V reservatório (m ³) | Q p (m ³ /s) | Qr (m ³ /s) | Trec (min) | Trep (min) |
|----|------------------------------|---|-------------|-----------|------------------------|----------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|------------|------------|
| 1 | 32049,256 | 2250,34 | 0,61 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 450,1 | 144,0 | 0,22 | 0,21 | 58 | 12 |
| 2 | 94160,549 | 16704,61 | 0,52 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 3340,9 | 1069,1 | 0,54 | 0,46 | 56 | 36 |
| 3 | 90475,166 | 19392,89 | 0,49 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 3878,6 | 1241,1 | 0,48 | 0,39 | 52 | 48 |
| 4 | 60953,327 | 966,48 | 0,57 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 193,3 | 61,9 | 0,38 | 0,38 | 47 | 2 |
| 5 | 43849,881 | 6563,23 | 0,55 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 1312,6 | 420,0 | 0,26 | 0,23 | 58 | 28 |
| 6 | 88177,618 | 11756,05 | 0,52 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 2351,2 | 752,4 | 0,51 | 0,45 | 53 | 26 |
| 7 | 115483,000 | 11933,94 | 0,55 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 2386,8 | 763,8 | 0,69 | 0,64 | 50 | 20 |
| 8 | 130928,368 | 15552,64 | 0,54 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 3110,5 | 995,4 | 0,77 | 0,70 | 49 | 22 |
| 9 | 139067,472 | 17287,45 | 0,51 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 3457,5 | 1106,4 | 0,78 | 0,69 | 46 | 26 |
| 10 | 77922,320 | 0,00 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,51 | 0,51 | 44 | 0 |
| 11 | 76784,878 | 13553,07 | 0,48 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 2710,6 | 867,4 | 0,41 | 0,34 | 44 | 38 |
| 12 | 51465,929 | 1431,58 | 0,51 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 286,3 | 91,6 | 0,29 | 0,28 | 43 | 6 |
| 13 | 106795,218 | 14667,04 | 0,50 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 2933,4 | 938,7 | 0,58 | 0,51 | 36 | 28 |
| 14 | 86580,489 | 7206,75 | 0,54 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 1441,4 | 461,2 | 0,51 | 0,48 | 37 | 16 |
| 15 | 131987,072 | 15857,39 | 0,38 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 3171,5 | 1014,9 | 0,55 | 0,48 | 29 | 32 |
| 16 | 47755,875 | 11600,15 | 0,47 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 2320,0 | 742,4 | 0,25 | 0,19 | 26 | 56 |

MB= microbacias; Área total= área total da microbacia em m²; Área sem pavimentação= área sem pavimentação da microbacia em m²; C ponderado= coeficiente de escoamento superficial do método Racional ponderado pra toda a bacia; TR= período de retorno da chuva de projeto em anos; Duração da chuva= duração da chuva de projeto em minutos; I= intensidade da chuva de projeto em mm/h; Altura mínima da base= altura mínima da base permeável em m; porosidade do material= porosidade do material da base permeável; V total da base= volume total da base em m³; V reservatório= volume total da base permeável que funciona com o reservatório em m³; Qp= vazão de pico calculada pelo método Racional em m³/s; Qr= vazão resultante calculada através de modificação do método Racional em m³/s; Trec= é o tempo de concentração de uma determinada microbacia em relação à seção de controle (o ponto de entrega no rio da Draga) em min; Trep= o tempo de retardo provocado pela utilização dos pavimentos permeáveis em min.

5. Cenário V (pavimento com junta alargada, base permeável 25cm, porosidade 32%)

| MB | Área total (m ²) | Área sem pavimentação (m ²) | C Ponderado | TR (anos) | Duração da chuva (min) | I (mm/h) | Altura da mínima da base (m) | Porosidade do material | V total da base (m ³) | V reservatório (m ³) | Qp (m ³ /s) | Qr (m ³ /s) | Trec (min) | Trep (min) |
|----|------------------------------|---|-------------|-----------|------------------------|----------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|------------|------------|
| 1 | 32049,256 | 2250,34 | 0,61 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 562,6 | 180,0 | 0,22 | 0,20 | 58 | 14 |
| 2 | 94160,549 | 16704,61 | 0,52 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 4176,2 | 1336,4 | 0,54 | 0,44 | 56 | 46 |
| 3 | 90475,166 | 19392,89 | 0,49 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 4848,2 | 1551,4 | 0,48 | 0,36 | 52 | 62 |
| 4 | 60953,327 | 966,48 | 0,57 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 241,6 | 77,3 | 0,38 | 0,38 | 47 | 4 |
| 5 | 43849,881 | 6563,23 | 0,55 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 1640,8 | 525,1 | 0,26 | 0,22 | 58 | 36 |
| 6 | 88177,618 | 11756,05 | 0,52 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 2939,0 | 940,5 | 0,51 | 0,44 | 53 | 34 |
| 7 | 115483,000 | 11933,94 | 0,55 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 2983,5 | 954,7 | 0,69 | 0,62 | 50 | 24 |
| 8 | 130928,368 | 15552,64 | 0,54 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 3888,2 | 1244,2 | 0,77 | 0,68 | 49 | 28 |
| 9 | 139067,472 | 17287,45 | 0,51 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 4321,9 | 1383,0 | 0,78 | 0,67 | 46 | 32 |
| 10 | 77922,320 | 0,00 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,51 | 0,51 | 44 | 0 |
| 11 | 76784,878 | 13553,07 | 0,48 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 3388,3 | 1084,2 | 0,41 | 0,32 | 44 | 50 |
| 12 | 51465,929 | 1431,58 | 0,51 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 357,9 | 114,5 | 0,29 | 0,28 | 43 | 6 |
| 13 | 106795,218 | 14667,04 | 0,50 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 3666,8 | 1173,4 | 0,58 | 0,50 | 36 | 36 |
| 14 | 86580,489 | 7206,75 | 0,54 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 1801,7 | 576,5 | 0,51 | 0,47 | 37 | 20 |
| 15 | 131987,072 | 15857,39 | 0,38 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 3964,3 | 1268,6 | 0,55 | 0,46 | 29 | 42 |
| 16 | 47755,875 | 11600,15 | 0,47 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 2900,0 | 928,0 | 0,25 | 0,17 | 26 | 74 |

MB= microbacias; Área total= área total da microbacia em m²; Área sem pavimentação= área sem pavimentação da microbacia em m²; C ponderado= coeficiente de escoamento superficial do método Racional ponderado pra toda a bacia; TR= período de retorno da chuva de projeto em anos; Duração da chuva= duração da chuva de projeto em minutos; I= intensidade da chuva de projeto em mm/h; Altura mínima da base= altura mínima da base permeável em m; porosidade do material= porosidade do material da base permeável; V total da base= volume total da base em m³; V reservatório= volume total da base permeável que funciona com o reservatório em m³; Qp= vazão de pico calculada pelo método Racional em m³/s; Qr= vazão resultante calculada através de modificação do método Racional em m³/s; Trec= é o tempo de concentração de uma determinada microbacia em relação à seção de controle (o ponto de entrega no rio da Draga) em min; Trep= o tempo de retardo provocado pela utilização dos pavimentos permeáveis em min.

6. Cenário VI (pavimento poroso, base permeável 15cm, porosidade 32%)

| MB | Área total (m ²) | Área sem pavimentação (m ²) | C Ponderado | TR (anos) | Duração da chuva (min) | I (mm/h) | Altura da mínima da base (m) | Porosidade do material | V total da base (m ³) | V reservatório (m ³) | Q p (m ³ /s) | Qr (m ³ /s) | Trec (min) | Trep (min) |
|----|------------------------------|---|-------------|-----------|------------------------|----------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|------------|------------|
| 1 | 32049,256 | 2250,34 | 0,58 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 337,6 | 108,0 | 0,21 | 0,20 | 58 | 8 |
| 2 | 94160,549 | 16704,61 | 0,45 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2505,7 | 801,8 | 0,47 | 0,41 | 56 | 30 |
| 3 | 90475,166 | 19392,89 | 0,40 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2908,9 | 930,9 | 0,40 | 0,33 | 52 | 42 |
| 4 | 60953,327 | 966,48 | 0,57 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 145,0 | 46,4 | 0,38 | 0,38 | 47 | 2 |
| 5 | 43849,881 | 6563,23 | 0,49 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 984,5 | 315,0 | 0,23 | 0,21 | 58 | 24 |
| 6 | 88177,618 | 11756,05 | 0,47 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 1763,4 | 564,3 | 0,46 | 0,42 | 53 | 22 |
| 7 | 115483,000 | 11933,94 | 0,51 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 1790,1 | 572,8 | 0,64 | 0,60 | 50 | 16 |
| 8 | 130928,368 | 15552,64 | 0,49 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2332,9 | 746,5 | 0,71 | 0,65 | 49 | 18 |
| 9 | 139067,472 | 17287,45 | 0,46 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2593,1 | 829,8 | 0,70 | 0,64 | 46 | 20 |
| 10 | 77922,320 | 0,00 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,51 | 0,51 | 44 | 0 |
| 11 | 76784,878 | 13553,07 | 0,41 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2033,0 | 650,5 | 0,35 | 0,30 | 44 | 34 |
| 12 | 51465,929 | 1431,58 | 0,50 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 214,7 | 68,7 | 0,28 | 0,28 | 43 | 4 |
| 13 | 106795,218 | 14667,04 | 0,44 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2200,1 | 704,0 | 0,52 | 0,47 | 36 | 24 |
| 14 | 86580,489 | 7206,75 | 0,50 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 1081,0 | 345,9 | 0,48 | 0,45 | 37 | 12 |
| 15 | 131987,072 | 15857,39 | 0,33 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 2378,6 | 761,2 | 0,48 | 0,43 | 29 | 28 |
| 16 | 47755,875 | 11600,15 | 0,38 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,15 | 0,32 | 1740,0 | 556,8 | 0,20 | 0,16 | 26 | 52 |

MB= microbacias; Área total= área total da microbacia em m²; Área sem pavimentação= área sem pavimentação da microbacia em m²; C ponderado= coeficiente de escoamento superficial do método Racional ponderado pra toda a bacia; TR= período de retorno da chuva de projeto em anos; Duração da chuva= duração da chuva de projeto em minutos; I= intensidade da chuva de projeto em mm/h; Altura mínima da base= altura mínima da base permeável em m; porosidade do material= porosidade do material da base permeável; V total da base= volume total da base em m³; V reservatório= volume total da base permeável que funciona com o reservatório em m³; Qp= vazão de pico calculada pelo método Racional em m³/s; Qr= vazão resultante calculada através de modificação do método Racional em m³/s; Trec= é o tempo de concentração de uma determinada microbacia em relação à seção de controle (o ponto de entrega no rio da Draga) em min; Trep= o tempo de retardo provocado pela utilização dos pavimentos permeáveis em min

7. Cenário VII (pavimento poroso, base permeável 20cm, porosidade 32%)

| MB | Área total (m ²) | Área sem pavimentação (m ²) | C Ponderado | TR (anos) | Duração da chuva (min) | I (mm/h) | Altura da mínima da base (m) | Porosidade do material | V total da base (m ³) | V reservatório (m ³) | Q _p (m ³ /s) | Q _r (m ³ /s) | Trec (min) | Trep (min) |
|----|------------------------------|---|-------------|-----------|------------------------|----------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|------------|
| 1 | 32049,256 | 2250,34 | 0,58 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 450,1 | 144,0 | 0,21 | 0,20 | 58 | 12 |
| 2 | 94160,549 | 16704,61 | 0,45 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 3340,9 | 1069,1 | 0,47 | 0,39 | 56 | 42 |
| 3 | 90475,166 | 19392,89 | 0,40 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 3878,6 | 1241,1 | 0,40 | 0,30 | 52 | 58 |
| 4 | 60953,327 | 966,48 | 0,57 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 193,3 | 61,9 | 0,38 | 0,38 | 47 | 2 |
| 5 | 43849,881 | 6563,23 | 0,49 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 1312,6 | 420,0 | 0,23 | 0,20 | 58 | 32 |
| 6 | 88177,618 | 11756,05 | 0,47 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 2351,2 | 752,4 | 0,46 | 0,40 | 53 | 30 |
| 7 | 115483,000 | 11933,94 | 0,51 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 2386,8 | 763,8 | 0,64 | 0,59 | 50 | 20 |
| 8 | 130928,368 | 15552,64 | 0,49 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 3110,5 | 995,4 | 0,71 | 0,63 | 49 | 24 |
| 9 | 139067,472 | 17287,45 | 0,46 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 3457,5 | 1106,4 | 0,70 | 0,62 | 46 | 28 |
| 10 | 77922,320 | 0,00 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,51 | 0,51 | 44 | 0 |
| 11 | 76784,878 | 13553,07 | 0,41 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 2710,6 | 867,4 | 0,35 | 0,28 | 44 | 46 |
| 12 | 51465,929 | 1431,58 | 0,50 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 286,3 | 91,6 | 0,28 | 0,28 | 43 | 6 |
| 13 | 106795,218 | 14667,04 | 0,44 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 2933,4 | 938,7 | 0,52 | 0,45 | 36 | 32 |
| 14 | 86580,489 | 7206,75 | 0,50 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 1441,4 | 461,2 | 0,48 | 0,44 | 37 | 16 |
| 15 | 131987,072 | 15857,39 | 0,33 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 3171,5 | 1014,9 | 0,48 | 0,41 | 29 | 38 |
| 16 | 47755,875 | 11600,15 | 0,38 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,20 | 0,32 | 2320,0 | 742,4 | 0,20 | 0,14 | 26 | 74 |

MB= microbacias; Área total= área total da microbacia em m²; Área sem pavimentação= área sem pavimentação da microbacia em m²; C ponderado= coeficiente de escoamento superficial do método Racional ponderado pra toda a bacia; TR= período de retorno da chuva de projeto em anos; Duração da chuva= duração da chuva de projeto em minutos; I= intensidade da chuva de projeto em mm/h; Altura mínima da base= altura mínima da base permeável em m; porosidade do material= porosidade do material da base permeável; V total da base= volume total da base em m³; V reservatório= volume total da base permeável que funciona com o reservatório em m³; Q_p= vazão de pico calculada pelo método Racional em m³/s; Q_r= vazão resultante calculada através de modificação do método Racional em m³/s; Trec= é o tempo de concentração de uma determinada microbacia em relação à seção de controle (o ponto de entrega no rio da Draga) em min; Trep= o tempo de retardo provocado pela utilização dos pavimentos permeáveis em min

8. Cenário VIII (pavimento poroso, base permeável 20cm, porosidade 32%)

| MB | Área total (m ²) | Área sem pavimentação (m ²) | C Ponderado | TR (anos) | Duração da chuva (min) | I (mm/h) | Altura da mínima da base (m) | Porosidade do material | V total da base (m ³) | V reservatório (m ³) | Q p (m ³ /s) | Qr (m ³ /s) | Trec (min) | Trep (min) |
|----|------------------------------|---|-------------|-----------|------------------------|----------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|------------|------------|
| 1 | 32049,256 | 2250,34 | 0,58 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 562,6 | 180,0 | 0,21 | 0,19 | 58 | 16 |
| 2 | 94160,549 | 16704,61 | 0,45 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 4176,2 | 1336,4 | 0,47 | 0,36 | 56 | 54 |
| 3 | 90475,166 | 19392,89 | 0,40 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 4848,2 | 1551,4 | 0,40 | 0,27 | 52 | 76 |
| 4 | 60953,327 | 966,48 | 0,57 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 241,6 | 77,3 | 0,38 | 0,37 | 47 | 4 |
| 5 | 43849,881 | 6563,23 | 0,49 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 1640,8 | 525,1 | 0,23 | 0,19 | 58 | 40 |
| 6 | 88177,618 | 11756,05 | 0,47 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 2939,0 | 940,5 | 0,46 | 0,39 | 53 | 38 |
| 7 | 115483,000 | 11933,94 | 0,51 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 2983,5 | 954,7 | 0,64 | 0,57 | 50 | 26 |
| 8 | 130928,368 | 15552,64 | 0,49 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 3888,2 | 1244,2 | 0,71 | 0,62 | 49 | 32 |
| 9 | 139067,472 | 17287,45 | 0,46 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 4321,9 | 1383,0 | 0,70 | 0,60 | 46 | 36 |
| 10 | 77922,320 | 0,00 | 0,60 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 0,0 | 0,0 | 0,51 | 0,51 | 44 | 0 |
| 11 | 76784,878 | 13553,07 | 0,41 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 3388,3 | 1084,2 | 0,35 | 0,26 | 44 | 60 |
| 12 | 51465,929 | 1431,58 | 0,50 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 357,9 | 114,5 | 0,28 | 0,27 | 43 | 6 |
| 13 | 106795,218 | 14667,04 | 0,44 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 3666,8 | 1173,4 | 0,52 | 0,43 | 36 | 42 |
| 14 | 86580,489 | 7206,75 | 0,50 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 1801,7 | 576,5 | 0,48 | 0,44 | 37 | 22 |
| 15 | 131987,072 | 15857,39 | 0,33 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 3964,3 | 1268,6 | 0,48 | 0,39 | 29 | 48 |
| 16 | 47755,875 | 11600,15 | 0,38 | 25,00 | 120,00 | 39,9 | 0,25 | 0,32 | 2900,0 | 928,0 | 0,20 | 0,12 | 26 | 98 |

MB= microbacias; Área total= área total da microbacia em m²; Área sem pavimentação= área sem pavimentação da microbacia em m²; C ponderado= coeficiente de escoamento superficial do método Racional ponderado pra toda a bacia; TR= período de retorno da chuva de projeto em anos; Duração da chuva= duração da chuva de projeto em minutos; I= intensidade da chuva de projeto em mm/h; Altura mínima da base= altura mínima da base permeável em m; porosidade do material= porosidade do material da base permeável; V total da base= volume total da base em m³; V reservatório= volume total da base permeável que funciona com o reservatório em m³; Qp= vazão de pico calculada pelo método Racional em m³/s; Qr= vazão resultante calculada através de modificação do método Racional em m³/s; Trec= é o tempo de concentração de uma determinada microbacia em relação à seção de controle (o ponto de entrega no rio da Draga) em min; Trep= o tempo de retardo provocado pela utilização dos pavimentos permeáveis em min.