

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

DÉBORA COMIN DAL POZZO

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS ESTRUTURAIS PARA ADEQUAÇÃO DO
SISTEMA DE DRENAGEM DE UM BAIRRO DO MUNICÍPIO DE GUAPORÉ-RS**

CAXIAS DO SUL

2020

DÉBORA COMIN DAL POZZO

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS ESTRUTURAIS PARA ADEQUAÇÃO DO
SISTEMA DE DRENAGEM DE UM BAIRRO DO MUNICÍPIO DE GUAPORÉ-RS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Área de Conhecimentos de Exatas e
Engenharia da Universidade de Caxias do Sul
como requisito parcial para obtenção do título
de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Taison Anderson Bortolin

CAXIAS DO SUL

2020

“O limite é aquilo que a mente cria com medo do desconhecido.”

Diário de um samurai.

DÉBORA COMIN DAL POZZO

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PARA ADEQUAÇÃO DO
SISTEMA DE DRENAGEM DE UM BAIRRO DO MUNICÍPIO DE
GUAPORÉ - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Civil.

Aprovada em 09/12/2020 .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Romualdo Nunes Vanacor
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. Juliano Rodrigues Gimenez
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. Taison Anderson Bortolin
Universidade de Caxias do Sul

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo hidrológico	17
Figura 2 – Elementos da bacia hidrográfica	18
Figura 3 – Hietograma de projeto para um TR = 2 anos e $t_d = 240\text{min}$	20
Figura 4 – Diferença entre os desastres hidrológicos	22
Figura 5 – Alguns elementos da drenagem urbana e a localização das sarjetas.....	24
Figura 6 – Tipos de boca de lobo em um sistema de drenagem.....	25
Figura 7 – Exemplo de meio-fio.....	26
Figura 8 – Exemplo de uma galeria para drenagem urbana	27
Figura 9 – Entrada do poço de visita	27
Figura 10 – Diferença de vazões entre uma bacia rural e uma bacia urbanizada.....	29
Figura 11 – Comportamento do método racional	32
Figura 12 – Hidrograma Unitário	33
Figura 13 – Esquema ilustrativo do Método de Santa Bárbara	34
Figura 14 – Localização do município de Guaporé	37
Figura 15 – Localização do trecho crítico no bairro Nossa Senhora da Saúde.....	39
Figura 16 – Localização do Bairro Nossa Senhora da Saúde e da bacia de contribuição do trecho crítico.....	40
Figura 17 – Alagamentos no Bairro Nossa Senhora da Saúde em Guaporé	41
Figura 18 – Fluxograma com as etapas de trabalho	42
Figura 19 – Modelagem da malha de drenagem existente	50
Figura 20 – Hietograma de projeto.....	52
Figura 21 – Alagamento no primeiro nó	54
Figura 22 – Alagamento nos nós no intervalo de tempo de 45 minutos.....	55
Figura 23 – Alagamento nos nós no intervalo de tempo de 50 minutos.....	55
Figura 24 - Alagamento nos nós no intervalo de tempo de 01 hora e 15 minutos.....	56
Figura 25 - Alagamento nos nós no intervalo de tempo de 01 hora e 20 minutos.....	56
Figura 26 - Alagamento nos nós no intervalo de 1h e 25 minutos.....	57
Figura 27 - Alagamento nos nós no intervalo de 01h e 30 minutos.....	57
Figura 28 – Fim do alagamento no trecho crítico	58
Figura 29 – Hidrograma dos trechos 021, 022 e 023	59
Figura 30– Hidrograma dos trechos 024, 025 e 026	59
Figura 31– Hidrograma dos trechos 027, 028 e 020	60

Figura 32 – Hidrograma dos trechos 014 e 015	60
Figura 33 – Síntese do alagamento no nó N019	61
Figura 34 – Síntese de alagamento no nó N037	61
Figura 35 – Síntese de alagamento no nó N074	62
Figura 36 – Síntese de alagamento no nó N094	62
Figura 37 – Síntese do alagamento no nó N0127	63
Figura 38 – Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico aos 45 minutos	64
Figura 39 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico aos 50 minutos	65
Figura 40 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico aos 55 minutos	65
Figura 41 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico em 1 hora	66
Figura 42 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico em 1h e 05 min	66
Figura 43 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico em 01h e 10 min	67
Figura 44 – Hidrograma do trecho crítico	68
Figura 45 - Hidrograma do trecho crítico	68
Figura 46 - Hidrograma do trecho crítico	69
Figura 47 - Hidrograma do trecho crítico	69
Figura 48 – Síntese de alagamento no nó N019	70
Figura 49 – Síntese de alagamento no nó N037	70
Figura 50 – Síntese de alagamento no nó N074	71
Figura 51 – Síntese de alagamento no nó N094	71
Figura 52 – Síntese de alagamento no nó N127	72
Figura 53 – Localização da bacia de detenção	74
Figura 54 – Curva da bacia de detenção	75
Figura 55 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico	75
Figura 56 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico	76
Figura 57 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico	76
Figura 58 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico	77
Figura 59 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico	77
Figura 60 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico	78
Figura 61 – Hidrograma do trecho crítico	79
Figura 62 - Hidrograma do trecho crítico	79
Figura 63 - Hidrograma do trecho crítico	80
Figura 64 Hidrograma do trecho crítico	80

Figura 65 – Diferença entre as vazões na entrada do trecho crítico, com e sem reservatório	81
Figura 66 – Relatório do estado da simulação da situação real.....	82
Figura 67 – Relatório do estado da simulação com a troca das galerias	82
Figura 68 – Relatório do estado da simulação com o dimensionamento de uma bacia de detenção.....	82
Figura 69 – Estimativa orçamentária da troca das galerias.....	84
Figura 70 – Estimativa orçamentária do dimensionamento de uma bacia de detenção	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Período de retorno para obras de micro e macrodrenagem.....	20
Quadro 2 - Alguns exemplos de medidas estruturais.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores para os parâmetros de infiltração Green-Ampt conforme o tipo de solo da região.....	43
Tabela 2 – Valores recomendados para o coeficiente de escoamento superficial	46
Tabela 3 – Características das sub-bacias inseridas no SWMM.....	51
Tabela 4 – Hietograma de projeto para um período de retorno de 50 anos.....	52
Tabela 5 – Dimensionamento hidráulico da situação atual	52
Tabela 6 – Resultados do item balanço hídrico.....	53
Tabela 7 – Síntese da inundação nos nós do sistema de drenagem analisado.....	53
Tabela 8 – Dimensionamento das galerias celulares	63
Tabela 9 – Dados de entrada do reservatório de detenção	74

LISTA DE SIGLAS

SWMM	Storm Water Management Model
SCS	Soil Conservation Service
HEC	Hydrologic Engineering Center
HMS	Hydrologic Modeling System
U.S EPA	United States Environmental Protection Agency

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1.1	Principal	15
2.1.2	Específicos	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1	CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS	16
3.1.1	Ciclo Hidrológico	16
3.1.2	Bacias Hidrográficas	18
3.2	DRENAGEM URBANA.....	22
3.2.1	Drenagem urbana convencional	22
3.2.2	Drenagem urbana sustentável	28
3.2.3	Medidas estruturais	28
3.2.4	Medidas não estruturais	30
3.3	MÉTODOS E MODELOS HIDROLÓGICOS	31
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	37
5	METODOLOGIA	42
5.1	VERIFICAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM NO SOFTWARE SWMM	42
5.2	ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM	45
5.2.1	Alternativa 01 – Substituição das atuais tubulações por galerias com maior seção.	45
5.2.2	Alternativa 02 – Dimensionamento de um bacia de detenção	48
5.3	ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA	49
6	RESULTADOS	50
6.1	SIMULAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM ATUAL UTILIZANDO O SOFTWARE SWMM	50
6.2	SIMULAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PELA ALTERNATIVA 01 UTILIZANDO O SOFTWARE SWMM	63
6.3	SIMULAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PELA ALTERNATIVA 02 UTILIZANDO O SOFTWARE SWMM	72
6.4	COMPARATIVO DAS ALTERNATIVAS DE ADEQUAÇÃO	81

7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
	LISTA DE ANEXOS.....	96
	LISTA DE APÊNDICES	97

1 INTRODUÇÃO

A grande concentração da população em área urbana e a falta de planejamento em drenagem traz reflexos negativos para a sociedade, como problemas com a degradação ambiental e com as condições de vida da população. Esse crescimento tem produzido impactos negativos, principalmente no que diz respeito à infraestrutura de recursos hídricos. Os desastres hidrológicos, constantemente presentes no Brasil, estão aliados a um projeto inadequado, como os alagamentos e as inundações que são problemas que geram transtornos para a população (HIDRATA et al., 2013).

O processo de urbanização aumenta a impermeabilidade do solo, fazendo com que ocorra redução na infiltração do solo e, por consequência, o escoamento superficial ocorre de uma forma mais rápida e intensa, podendo causar desastres naturais como inundações, alagamentos e empoçamentos (JABÔR, 2008). Além disso, prejudica a recarga do lençol freático e, por consequência dos mananciais artesianos e superficiais.

Segundo Canholi (2015), o estado caótico dos problemas ambientais está na falta de uma visão sistemática no planejamento de sistemas de drenagem, principalmente no que diz respeito à macrodrenagem. Assim sendo, o principal desafio para o combate aos alagamentos é encontrar alternativas para a impermeabilização do solo e assoreamento dos rios. Alguns modelos estruturais são métodos para facilitar a absorção, como as valas e os poços de infiltração.

Diante disso, projetos adequados de drenagem urbana definidos a partir de estudos hidrológicos que visam compreender itens importantes como a verificação hidráulica e dados referentes a precipitação, são relevantes para controlar os riscos associados a desastres hidrológicos que trazem prejuízos materiais e sociais.

A fim de fornecer dados para projetos de engenharia, simular e prever vazões, analisar impactos de obras hidráulicas, avaliar o impacto de intervenções antrópicas existem alguns modelos de simulação. Dentre eles, o Storm Water Management Model - SWMM (US Environmental Protection Agency – (US EPA)) é um software utilizado para simulação da quantidade e qualidade do escoamento superficial, utilizado em diversas partes do mundo para planejamento, análise e projetos de sistemas de drenagem de águas pluviais em áreas urbanas.

Atualmente, o município de Guaporé-RS possui falhas pontuais em sua rede de drenagem, visto que o projeto foi implementado conforme demanda e repasses da União, não levando em consideração o aumento populacional que a cidade viria a ter. Diante disso, esta pesquisa busca realizar uma avaliação de medidas estruturais que possibilitem adequar uma rede de drenagem já existente em uma sub-bacia no município de Guaporé, que possui episódios recorrentes de alagamentos. Para tanto, será utilizado o software SWMM, para análise da rede de drenagem e identificação dos problemas existentes e as causas associadas. Serão propostas duas alternativas, sendo uma considerando a mudança de diâmetro da tubulação e outra o dimensionamento de uma bacia de retenção, levando em consideração as principais normas e diretrizes para projetos de drenagem urbana de águas pluviais, buscando obter um sistema de drenagem mais eficiente e que atenua a magnitude e frequência de eventos de alagamentos.

2 OBJETIVOS

2.1.1 Principal

Realizar uma análise de alternativas estruturais para adequação de um sistema de drenagem de um bairro na área urbana do município de Guaporé-RS.

2.1.2 Específicos

São objetivos específicos:

- a) analisar a situação atual da rede de drenagem existente e os pontos críticos de alagamento;
- b) simular o escoamento na rede de drenagem atual para identificar as causas dos pontos de alagamento e falhas no sistema;
- c) propor medidas estruturais para adequação do sistema de drenagem;
- d) simular o desempenho do sistema de drenagem com as alterações propostas, por meio de modelagem com o uso do software SWWM.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão abordados os principais aspectos hidrológicos e hidráulicos para o dimensionamento de um projeto de drenagem, bem como a explicação quanto aos diferentes tipos de drenagem urbana e modelos hidrológicos que podem ser empregados para simulação de escoamento superficial em áreas urbanas.

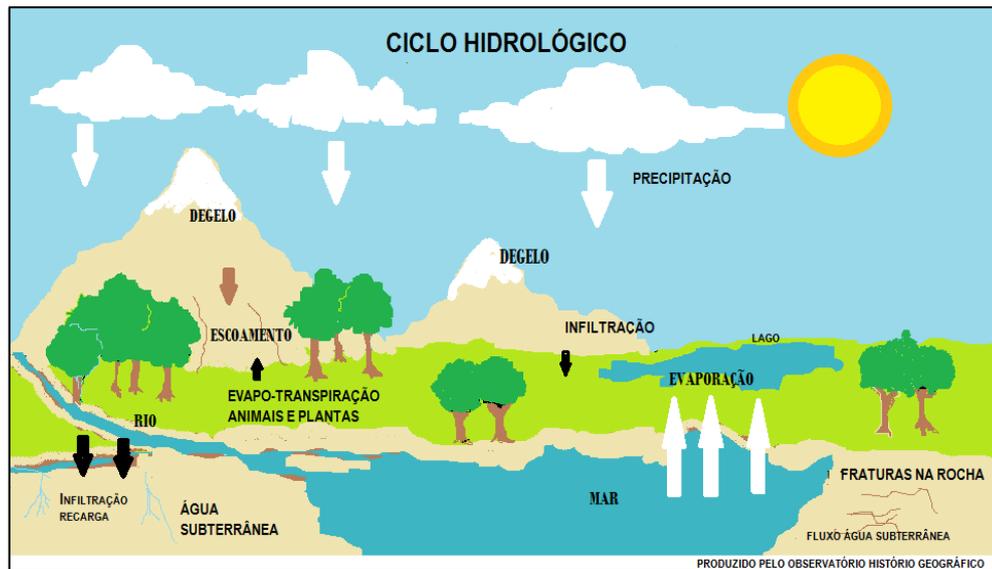
3.1 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

3.1.1 Ciclo Hidrológico

Segundo Silveira (2013), o ciclo hidrológico trata-se de um fenômeno de circulação da água entre a terra e a atmosfera, com participação fundamental da energia solar. É o vapor de água se condensa, formando microgotículas de água que se mantém no ar produzindo grandes massas, e, posteriormente, transferindo a água presente nelas para a superfície terrestre, que pode ser tanto interceptada pelas plantas, escoar pela superfície livres, terrenos ou infiltra-se no solo, admitindo diversos processos hidrológicos.

Os principais elementos que constituem esse ciclo são: precipitação, infiltração, escoamento superficial, interceptação, evaporação e evapotranspiração. No caso da drenagem urbana das águas pluviais, os aspectos mais importantes são os três primeiros itens descritos. A Figura 1 apresenta uma ilustração do ciclo hidrológico.

Figura 1 – Ciclo hidrológico



Fonte: Hidrológico (2016).

A precipitação é o fenômeno de queda d'água da atmosfera. Ela é o resultado da expansão de uma massa de ar, que aumenta sua umidade relativa até que seja atingida sua saturação, iniciando-a (JABÔR, 2008). Segundo Bertoni e Tucci (2013), a precipitação é um fator determinante para quantificar a necessidade de irrigação e de abastecimento de água, para o controle das inundações e da erosão do solo.

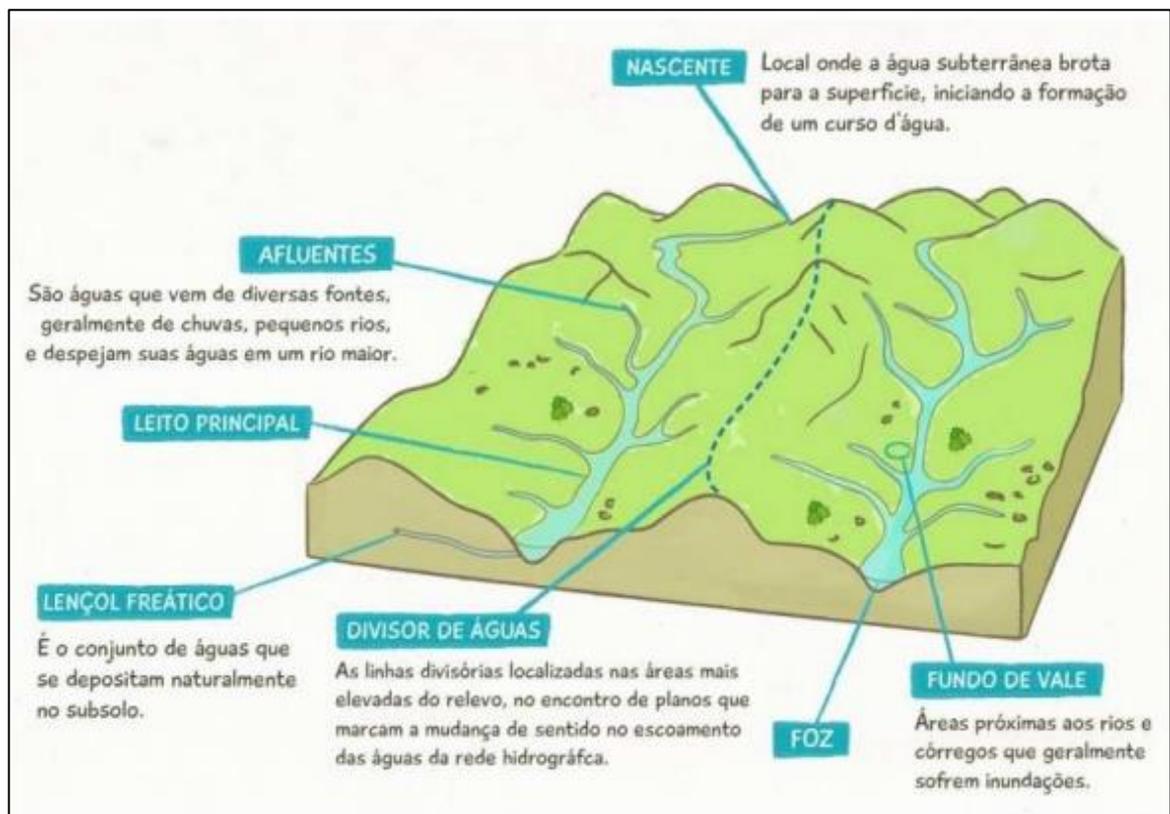
Dessa precipitação, uma parcela d'água fica retida pela vegetação ou por outra forma de retenção, sendo esse fenômeno chamado de interceptação (TUCCI, 2013). Assim sendo, essa água que fica retida sofre um processo de evaporação, que ocorre por aspectos como radiação, temperatura e umidade relativa, em que a parcela líquida passa para o estado gasoso, a qual com a transpiração, forma o fenômeno denominado de evapotranspiração.

A parcela de água que não evapora acaba se infiltrando no solo. Assim sendo, chama-se de infiltração a passagem da água que ocorre da camada superficial da terra para o interior do solo (SILVEIRA *et al.*, 2013). É um processo de grande importância, pois é um dos fatores que mais influencia o escoamento superficial, fornecendo subsídios para o dimensionamento de canais e sistemas de drenagem (SILVA *et al.*, 2012). O escoamento superficial, portanto, é o excesso de água que não infiltra o solo, sendo direcionada para regiões mais baixas (IMADA, 2014). Esses aspectos do ciclo hidrológico são fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. Feito isso, no próximo subcapítulo disserta-se sobre as bacias.

3.1.2 Bacias Hidrográficas

Bacia hidrográfica é uma área de captação da água precipitada, que converge para um ponto de saída denominado exutório (TUCCI, 1997). Ela compõe-se, basicamente, de superfícies, vertentes, rio principal e seus afluentes, formando uma rede de captação, infiltração e escoamento (FRANÇA, 2019). A caracterização de uma bacia hidrográfica é uma das primeiras análises para estudos hidrológicos ou ambientais, uma vez que o comportamento das bacias influencia no comportamento do sistema de drenagem (TEODORO *et al.*, 2007). A Figura 2 descreve os principais elementos de uma bacia.

Figura 2 – Elementos da bacia hidrográfica



Fonte: França (2019).

Para o desenvolvimento de um projeto de drenagem, faz-se necessário entender o funcionamento de uma bacia hidrográfica e seus elementos fisiográficos, uma vez que cada bacia possui diferentes parâmetros físicos, geológicos e de vegetação. Os parâmetros físicos são: área, fator de forma, compacidade, altitude média, declividade média, densidade de drenagem, número de canais, direção e quantidade de escoamento superficial, comprimento da bacia, hipsometria (relação

área-altitude), comprimento dos canais, padrão de drenagem, orientação, rugosidade dos canais, dimensão e forma dos vales, índice de circularidade, etc.; os parâmetros geológicos são os tipos de rocha, tipos de solos, tipos de sedimentos fluviais, etc.; já os de vegetação: o tipo de cobertura vegetal, espécies, densidade, índice de área foliar, biomassa, etc. (LIMA, 2008).

É por causa de todos esses parâmetros que decorre a necessidade do desenvolvimento de técnicas para minimizar os alagamentos, enchentes e inundações, provenientes do crescimento acelerado da população, e a falta de planejamento faz com que o estudo das bacias hidrográficas tenha grande importância (GARCIA *et al.*, 2006). Além disso, entender todos processos e parâmetros de uma bacia é necessário para que se conheça o seu efeito na hidrologia, pois o tipo de solo, por exemplo, pode impactar diretamente no escoamento superficial da drenagem.

Para solucionar os problemas de engenharia, a caracterização das chuvas intensas permite o dimensionamento de sistemas de drenagem, galerias de águas pluviais e bueiros (ARAÚJO *et al.*, 2008). As chuvas intensas são aquelas que possuem distribuição irregular, tanto temporalmente quanto espacialmente, trazendo prejuízos como erosão no solo, inundações, perdas aurículas e problemas em reservatórios.

Outro fator importante a ser considerado ao se estudar bacias hidrográficas é o tempo de retorno, isto é, o tempo em que um evento pode ser igualado ou superado. Em obras de microdrenagem e macrodrenagem são recomendados entre 2 e 100 anos respectivamente (JOSE *et al.*, 2014), como apresentado no Quadro 1, onde quanto maior for o período de retorno, menor é a probabilidade de um evento voltar a acontecer, mas, em contrapartida o valor da intensidade é mais alto e, a vazão do projeto também, logo, os valores associados ao sistema de drenagem serão maiores (BACK; BONETTI, 2014).

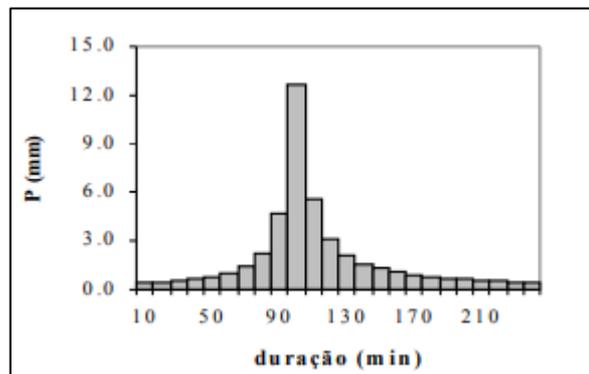
Quadro 1 - Período de retorno para obras de micro e macrodrenagem

Tipo de Obra	Tipo de Ocupação de Área	Tempo de Retorno
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas com edifícios de serviço público	5
	Aeroportos	2-5
	Áreas comerciais e arteriais de tráfego	5-10
Macro-drenagem	Áreas Comerciais e Residenciais	50-100
	áreas de importâncias Específicas	500

Fonte: DAEE/CETESB, (1980).

A análise de chuvas é um dos processos mais aplicados na hidrologia, já que seu uso está diretamente relacionado ao controle de cheias, abastecimento de águas, drenagem urbana e controle da erosão do solo (MELLO et al., 2008). Chuva de projeto é a representação da distribuição da precipitação ao longo do tempo, é chamada, também, de hietograma, um exemplo de hietograma de projeto para um tempo de retorno de 2 anos e tempo de duração de 240 minutos pode ser observado pela Figura 3.

Figura 3 – Hietograma de projeto para um TR = 2 anos e td = 240min



Fonte: Bemfica, Goldenfum e Silveira (2000)

A relação entre a intensidade, duração e frequência das precipitações é muito importante para os projetos de obras hidráulicas, sendo a determinação da equação de chuvas intensas fundamental para os engenheiros projetistas de obras de drenagem, já que o comportamento da chuva influenciará no projeto (TUCCI, 2013). A obtenção de dados para a definição de chuva de projeto deve ser realizada a partir dos dados pluviométricos da localidade em que o projeto de drenagem será realizado. Quando não há na localidade, podem ser utilizadas as informações de locais próximos, ou até mesmo com regime hidrológico semelhante (BACK; BONETTI, 2014).

O coeficiente de deflúvio corresponde à razão entre o volume de água que escoar superficialmente e o volume de água da chuva, podendo ser definido por uma chuva isolada ou intervalo de tempo onde ocorreram várias chuvas (VILLELLA; MATTOS, 1975). A partir desse coeficiente, é possível determinar o escoamento superficial de outras precipitações com diferentes intensidades, desde que a duração de tempo dela seja a mesma da chuva usada para estimar o coeficiente (VILLELLA E MATTOS, 1975).

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica pode ser definido como o tempo necessário para que toda a bacia contribua na seção de saída, podendo ser considerado o tempo de resposta de bacias hidrográficas, apresentando certa complexidade para ser determinado (SILVEIRA, 2005). Esse tempo é utilizado na estimativa das vazões máximas de projetos hidrológicos, auxiliando não só na minimização das consequências de desastres naturais, como também na poluição pontual dos recursos hídricos (ALMEIDA et al., 2013). O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é determinado pela forma da bacia, declividade média, sinuosidade e declividade de seu curso principal.

Dessa forma, através do tempo de concentração, a vazão de pré-desenvolvimento pode ser estimada. Essa é a que representa o momento em que a bacia estava em condições naturais, sem qualquer interferência. Ademais, é a vazão máxima de projeto, ou seja, a qual não pode ser superada pela vazão do empreendimento a ser realizado dentro da área da bacia (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 2002).

Para definição de áreas de instabilidades, que possam sofrer com inundações, alagamentos ou até mesmo empoçamentos, em uma bacia hidrográfica, é de extrema importância a determinação da área de contribuição, que é a superfície do terreno que contribui para o escoamento de água em um determinado ponto. Essa área pode ser determinada em função da topografia, separando-se as bacias por meio de uma linha imaginária, o divisor de águas, que é traçado ao longo das partes mais altas (RAMOS et al., 2003).

Além disso, o coeficiente de escoamento é um parâmetro que determina a quantidade de água que precipita e que escoar em um determinado tipo de solo. Quanto mais impermeável esse solo, maior é o coeficiente, por exemplo. Em áreas gramadas, seu valor é de 0,30, e no asfalto, 0,8, sendo assim, a área asfaltada possui vazão de escoamento maior (CHRISTOFIDIS, 2010).

O estudo do ciclo hidrológico, aliado ao conhecimento das bacias hidrográficas proporcionam a minimização de alguns desastres hidrológicos que são acarretados pelas falhas nos sistemas de drenagem. Alguns deles são os alagamentos, inundações e enchentes, cuja diferença entre eles está descrita na Figura 4.

Figura 4 – Diferença entre os desastres hidrológicos



Fonte: Proteção e Defesa Civil de São Bernardo do Campo.

3.2 DRENAGEM URBANA

Neste subcapítulo, serão abordados aspectos da drenagem urbana convencional e sustentável. Um projeto de drenagem abrange todas as instalações destinadas a escoar o excesso de água. Há diversos tipos, como: convencional, sustentável, estrutural e não estrutural. Inicia-se, então, com a drenagem urbana convencional.

3.2.1 Drenagem urbana convencional

Um projeto de drenagem é desenvolvido com os dados obtidos a partir do dimensionamento hidráulico, tendo como objetivos captar e conduzir as águas que atingem o corpo estradal. O processo de urbanização acelerada faz com que os solos fiquem impermeáveis, o que acaba dificultando a infiltração das águas da chuva, tendo como consequência a aceleração do escoamento e a acumulação de águas.

Para o planejamento das cidades, o sistema de drenagem urbana é essencial, pois previne alagamentos, inundações e enchentes (JABÔR, 2008). Os projetos de

drenagem têm como objetivo reduzir gradativamente as inundações e os alagamentos, o nível de enchentes, minimizar os problemas de erosões e assoreamentos, controlar a poluição e incentivar a utilização alternativa das águas provenientes das chuvas.

Os elementos da microdrenagem urbana convencional são os meios-fios, sarjetas, bocas de lobo, poços de visita, galerias, condutos forçados e estações de bombeamento e os sarjetões, já a macrodrenagem corresponde à rede de drenagem natural, constituída por rios e córregos, os quais podem receber canalizações, barragens, diques, etc.

Quanto ao uso de drenagem urbana convencional, Tucci (2005) afirma que, no Brasil, essa prática, que é aquela em que pode ser utilizada tanto a macrodrenagem quanto a microdrenagem, segue dois princípios incorretos: a drenagem mais eficiente é que transfere a vazão precipitada para a jusante o mais rápido possível, e que a microdrenagem e a macrodrenagem são projetadas por trechos sem um enfoque global e sem avaliação de impactos e consequências.

Algumas canalizações são feitas sem cuidados ambientais, alterando o sentido de escoamento natural das águas, lançando uma vazão em um corpo hídrico que pertenceria a outro, aumentando a vazão de um e diminuindo no outro (CHRISTOFIDIS, 2010). Além disso, existe a contaminação das águas pluviais e o arrecadamento dos resíduos sólidos (TUCCI, 2003). Estes são incorporados na rede de drenagem e são os principais responsáveis pela obstrução do escoamento, entupindo as estruturas e contribuindo para o alagamento (CHAMPS, 2009).

As sarjetas são dispositivos de drenagem longitudinal formadas pelo limite da via, formando calhas. Geralmente possuem formas triangulares ou retangulares, e devem ser confeccionadas com materiais resistentes e com acabamento liso para facilitar o escoamento das águas (DNIT, 2004). As sarjetas têm como objetivos principais captar as águas das precipitações e conduzi-las até um local adequado (JABÔR, 2008). Sua capacidade de descarga depende da declividade, rugosidade e forma. Quando a vazão é pequena, as águas provenientes da chuva escoam pelas sarjetas, mas quando essa vazão é alta ocorre o acúmulo da água podendo causar inundações nas calçadas e provocar erosão no pavimento (DAEE/CETESB, 1980).

As sarjetas funcionam como canais e precisam ser dimensionadas como eles. Assim, a profundidade do escoamento deverá ser zero no eixo da pista, aumentando conforme se aproxima da guia. Nesse dispositivo, a água flui até o ponto em que

encontra uma boca de lobo (CSOBI, 2011). Podem ser construídas com uma largura mínima de 0,30 m e declividade transversal ao eixo da rua de 10% (JOINVILLE, 2011). As sarjetas devem possuir inclinação de forma a acomodar a água da chuva e, quanto maior sua inclinação, maior será o escoamento. A inclinação não pode ultrapassar 25%, pois seria uma sarjeta muito inclinada, oferecendo riscos. A largura mais utilizada é de 40 cm, já que uma largura maior pode dificultar o trânsito de crianças e idosos, por exemplo (WATANABE, 2010). Quando esses elementos são mal dimensionados, ocorrem os alagamentos no passeio público, que, além de dificultar o trânsito de pedestres, causa um desgaste no pavimento (CSOBI, 2011). A Figura 5 mostra alguns elementos da drenagem urbana.

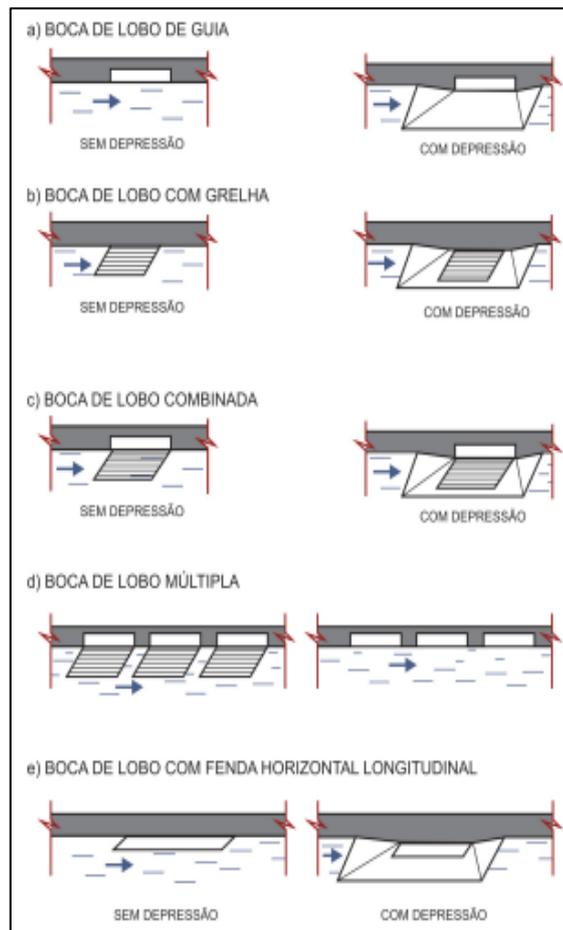
Figura 5 – Alguns elementos da drenagem urbana e a localização das sarjetas



Fonte: Watanabe (2010)

As bocas de lobo têm a função captar a água das sarjetas. Devem ser localizadas em locais onde a água seja direcionada para as galerias, podendo ter diferentes características (figura 6). Há, então, os seguintes tipos: boca de lobo simples, boca de lobo com grelha, boca de lobo combinada e boca de lobo múltipla todas elas com ou sem depressão. Elas devem propiciar segurança tanto aos veículos quanto aos pedestres (DAEE/CETESB, 1980).

Figura 6 – Tipos de boca de lobo em um sistema de drenagem



Fonte: São Paulo, 2012.

Quanto aos tipos de bocas de bolo: a boca coletora simples se encontra em pontos intermediários nas sarjetas com declividade pequena, inferior a 5%, recomendadas em vias de tráfego intenso e rápido. A boca coletora com grelha é localizada em sarjetas com limitação de depressão, com alta declividade longitudinal, acima de 10%. As combinadas são aquelas locadas nos pontos baixos de ruas, em sarjetas com declividade ente 5% a 10%, e, por fim, as múltiplas, se encontram em pontos baixos, nas sarjetas com grandes vazões (SÃO PAULO, 2012).

É importante que sua localização se encontre fora do vértice de interseção das sarjetas de ruas convergentes, para que quando o pedestre atravessasse a rua não tenha que saltar um trecho de vazão máxima. Para as bocas de lobo, são recomendados 60 m de distância máxima entre elas (ROCHA; BACK, 2013). Mas, devem ser instaladas a montante da faixa de pedestres para facilitar o acesso ao passeio.

Já os meios-fios são blocos que se localizam entre a via e o passeio, com face superior nivelada no passeio (DAEE/CETESB, 1980). Esse dispositivo tem função de proteger o bordo da pista da erosão, interceptar o fluxo de água e conduzir o deflúvio para destinação correta (DNIT, 2006). A figura 7 apresenta um meio-fio.

Figura 7 – Exemplo de meio-fio



Fonte: Tetracon Pisos Intertravados, 2020.

As galerias são canalizações que visam captar, drenar e escoar as águas provenientes das bocas de lobo e ligações domiciliares (DAEE/CETESB, 1980). Podem ser fabricadas em concreto armado, alvenaria de pedra, mistos e pré-moldados e seu dimensionamento é realizado com base nas equações hidráulicas de movimento uniforme. Segundo Porto et al. (2013), os tubos de ligação de água são as canalizações que destinam a água captada nas bocas de lobo para as galerias ou para os poços de visita.

Figura 8 – Exemplo de uma galeria para drenagem urbana



Fonte: Guia São João, 2017.

Os poços de visita designam instalações, as quais podem ser construídas de concreto, tijolos, blocos de concreto ou metal corrugado, que permitem acesso para a manutenção do sistema de drenagem, que podem também ligar canais secundários. Devem ser localizados onde há mudança de seção e declividade nos tubos, e, também, quando há confluência de mais de um trecho de rede para o mesmo trecho a jusante. Quanto ao seu espaçamento, o máximo recomendado é de 50 m (DAEE/CETESB, 1980).

Figura 9 – Entrada do poço de visita



Fonte: Estado, 2019.

3.2.2 Drenagem urbana sustentável

A drenagem urbana sustentável é um conjunto de medidas que mantém as condições pluviais existentes antes ocupação urbana e permite a recuperação ambiental em locais degradados (CHRISTOFIDIS, 2010). Segundo Pômpeo (2000), o estudo da drenagem urbana sustentável tem origem recente. Seu desenvolvimento relaciona-se com a elaboração de políticas que contribuam econômica, social e ecologicamente na urbanização. A sua compreensão não é simples, dado que se trata de um conjunto de medidas tanto estruturais quanto não estruturais, que visam à infiltração, reduz os picos de cheias, retarda o escoamento pluvial, melhorando o meio ambiente e proporcionando uma melhora significativa no ambiente urbano (CHRISTOFIDIS, 2010).

Alguns problemas relacionados à degradação ambiental estão ligados aos sistemas convencionais em drenagem urbana. Segundo Tucci (2003), em 1970, foram percebidos os primeiros inconvenientes desse sistema, fazendo com que os projetistas alterassem a forma de planejar a drenagem urbana pluvial, afim de aumentar a sustentabilidade.

Christofidis (2010) desenvolveu, a partir de estudos, os princípios da drenagem urbana sustentável, dos quais: a não ampliação da cheia natural, prioridade dos mecanismos naturais de escoamento – como infiltração, superfícies permeáveis, etc. – a bacia hidrográfica como principal unidade de planejamento, devendo o município obedecer às determinações da bacia, medidas de controle no conjunto da bacia através de mecanismos estruturais e não estruturais.

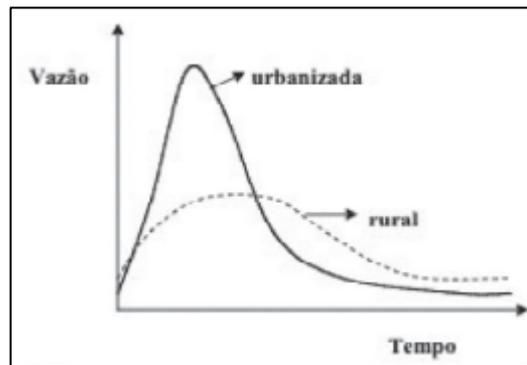
Além disso, pode-se contar também com a educação ambiental, realizada juntamente aos profissionais envolvidos no desenvolvimento dos projetos de drenagem e dos administradores públicos, e o tratamento do escoamento pluvial que visa à redução dos impactos ambientais pelo carreamento de substâncias tóxicas.

3.2.3 Medidas estruturais

Nesse subcapítulo, são contempladas as obras de engenharia implementadas afim de reduzir os alagamentos, que podem ser chamadas de extensivas, quando agem na bacia ou intensivas quando agem nos rios (TUCCI, 2013). Uma das grandes problemáticas já abordadas pelo subcapítulo drenagem urbana convencional é o

rápido escoamento superficial, um exemplo pode ser analisado no hidrograma da Figura 10, na qual é demonstrada a vazão através do tempo para uma bacia rural e para uma pós urbanizada, a fim de resolver estes problemas, são adotadas medidas para aumentar o tempo de concentração, que são medidas associadas ao início do escoamento, com o uso de telhados verdes, por exemplo.

Figura 10 – Diferença de vazões entre uma bacia rural e uma bacia urbanizada



Fonte: Tucci (2008).

As principais medidas estruturais para a drenagem são: o controle da cobertura vegetal, manutenção da permeabilidade do solo e redução da velocidade do escoamento, armazenamento da água precipitada, controle da erosão do solo, diques ou pôlderes, modificações do rio e reservatórios. O controle da cobertura vegetal reduz as vazões máximas, devido ao amortecimento do escoamento. O controle da erosão do solo pode ser realizado pelo reflorestamento, pequenos reservatórios, estabilização das margens e práticas agrícolas corretas; essa medida de controle é essencial para que não haja redução da área de escoamento dos rios (TUCCI, 2013).

Os diques e polders são muros construídos a certas distâncias das margens para proteger as áreas ribeirinhas contra o extravasamento. As modificações na morfologia dos rios trata-se do aumento da seção transversal do rio, ou aumento da velocidade, que pode ser feita através da redução de rugosidade, aumento da declividade ou aprofundamento do rio, a qual é uma medida com custos elevados. Por fim, os reservatórios retêm os volumes da enchente e reduzem a vazão natural (TUCCI, 2013). O quadro 2 contém o resumo das principais características das medidas estruturais.

Quadro 2 - Alguns exemplos de medidas estruturais

MEDIDA	PRINCIPAL VANTAGEM	PRINCIPAL DESVANTAGEM	APLICAÇÃO
MEDIDAS EXTENSIVAS			
Cobertura Vegetal	Redução do pico de cheia	Impraticável para grandes áreas	Pequenas bacias
Controle de Perda	Reduz o assoreamento	Idem ao anterior	Grandes rios
MEDIDAS INTENSIVAS			
Diques e Pôlderes	Alto grau de proteção de uma área	Danos significativos caso falhe	Grandes rios
<i>Melhoria do Canal:</i>			
Redução da rugosidade por desobstrução	Aumento da vazão com pouco investimento	Efeito Localizado	Pequenos rios
Corte de meandro	Amplia a área protegida e acelera o escoamento	Impacto negativo em rio com fundo aluvionar	Área de inundação estreita
<i>Reservatórios</i>			
Todos os reservatórios	Controle a jusante	Localização difícil	Bacias intermediárias
Reservatórios com comportas	Mais eficiente com o mesmo volume	Vulnerável a erros humanos	Projetos de usos múltiplos
Reservatórios para cheias	Operação com o mínimo de perdas	Custo não partilhado	Restrito ao controle de enchentes
<i>Mudança de canal</i>			
Caminho da cheia	Amortecimento de volume	Depende da topografia	Grandes bacias
Desvios	Reduz a vazão do canal principal	Idem ao anterior	Bacias médias e grandes

Fonte: Tucci, 2013.

3.2.4 Medidas não estruturais

As medidas não estruturais aliadas às medidas estruturais minimizam significativamente os prejuízos das falhas do sistema de drenagem com um custo menor. Segundo Tucci (2013), as medidas não estruturais são a regulamentação do

uso da terra ou o zoneamento de áreas inundáveis, sendo que nas áreas com maior risco, não serão permitidas habitações, apenas áreas recreativa, isto é, construções à prova de enchentes, que serão medidas realizadas ainda na fase de projeto para minimizar as perdas.

Ademais, nesses casos, existirá seguro para as empresas e pessoas que tiveram prejuízos com a falha do sistema de drenagem. A previsão de alerta, que ocorre por meio de análises em tempo real, ou seja, previsões dadas pelo modelo matemático, informará às pessoas quando há riscos de alagamentos, inundações e enchentes (TUCCI, 2013).

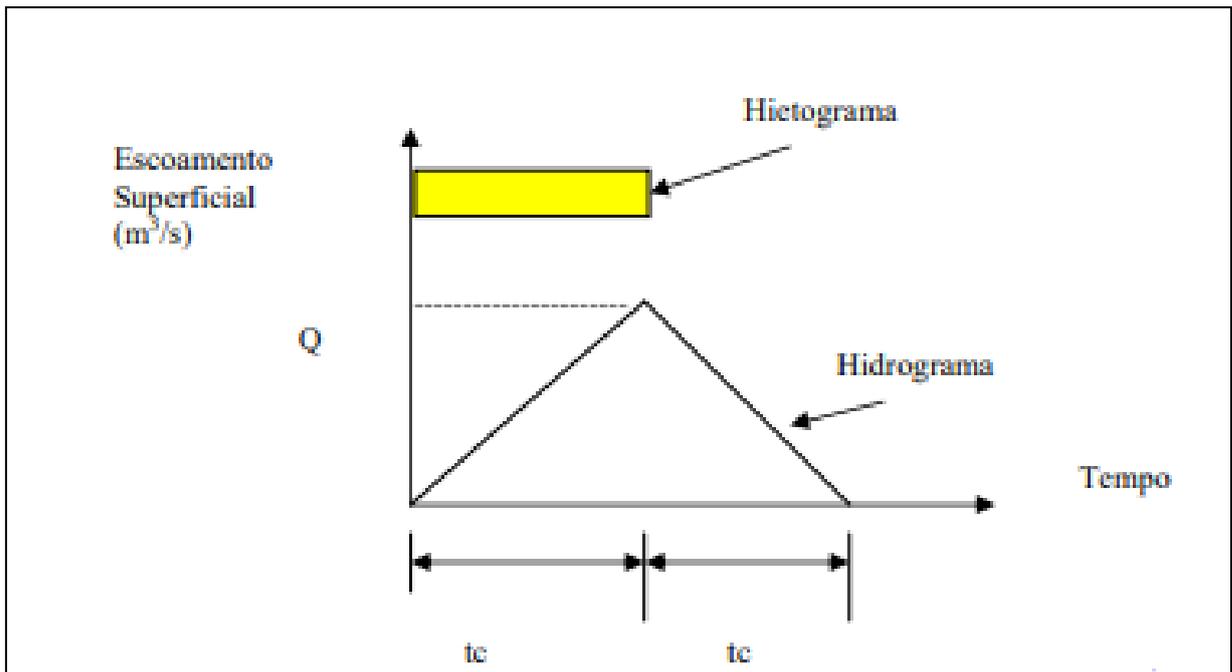
3.3 MÉTODOS E MODELOS HIDROLÓGICOS

Para facilitar o dimensionamento de obras hidráulicas, é necessário o conhecimento dos aspectos das bacias de contribuição, os modelos e métodos hidrológicos auxiliam nesse estudo. Nos modelos matemáticos, é feita uma representação através de equações simulando processos, enquanto o físico reproduz fisicamente o modelo em menor escala (VARGAS, 2014). A seguir, são descritos alguns métodos hidrológicos para a determinação de parâmetros para projetos de drenagem, tais como o método racional, I Pai Wu, método SCS entre outros.

O método racional, apresentado pela primeira vez em 1851 e usado por Emil Kuichling em 1889 estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial. Para bacias com baixa complexidade e extensão limitada em 3 km² de área de drenagem, o método racional é o mais indicado para a determinação da vazão de projeto (DAEE, 1994). Ele é um modelo simplificado, mas que se aplicado corretamente produz resultados satisfatórios em projetos de drenagem e obras hidráulicas.

Nesse método, o tempo de concentração e o tempo de duração da chuva são iguais, funcionando como um hidrograma triangular. Para a aplicação dele, devem ser levadas em consideração as seguintes hipóteses: a chuva é distribuída uniformemente sobre toda a área da bacia: todas as perdas são incorporadas ao coeficiente de escoamento superficial; e toda a bacia contribui para o escoamento superficial. Dessa forma a duração da tormenta deve ser igual ou exceder o tempo de concentração da bacia (TOMAZ, 2011). A figura 11 é uma representação do funcionamento desse método.

Figura 11 – Comportamento do método racional



Fonte: Tomaz, (2011)

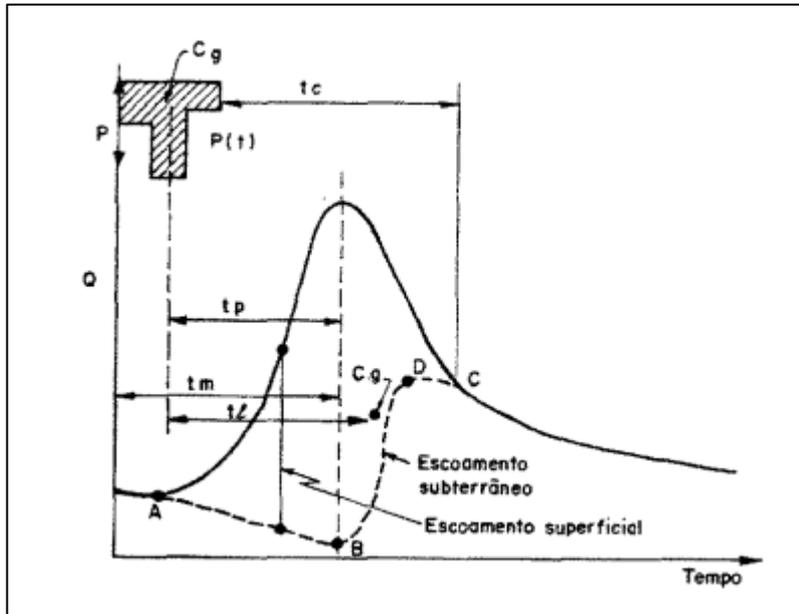
Um outro método é o I Pai Wu, o qual é utilizado para o cálculo de vazão de projeto, para bacias entre 2 km² e 200 km². Consiste na aplicação do método racional, no entanto, com outros fatores adicionados, como o armazenamento da bacia, distribuição das chuvas e forma da bacia. Ele é determinado através de uma equação, a qual multiplica uma constante, com o coeficiente de distribuição espacial da chuva, área da bacia de contribuição, intensidade da chuva crítica e coeficiente de escoamento superficial.

O Soil Conservation Service (Método SCS) é utilizado em bacias hidrográficas com áreas entre 3 km² a 250 km². Nesse modelo, a infiltração e a retenção de parte da chuva nas depressões do solo são os que mais afetam a relação chuva-vazão. A precipitação efetiva é determinada para esse modelo considerando as características do solo que influenciam a infiltração. Assim sendo, ele é baseado no conceito de hidrograma unitário, que é típico para cada bacia (TOMAZ, 2011).

O hidrograma unitário é um gráfico que relaciona a vazão com o tempo. É a interação de todos os componentes do ciclo hidrológico, ou seja, é o método racional para monitoração de vazões. A Figura 12 demonstra o comportamento típico de uma bacia que possui propriedades típicas, resultantes de sua geomorfologia. Assim, pode-se observar que, após o início da chuva, o nível começa a se elevar. Isso ocorre

porque existem perdas iniciais da interceptação e da depressão da bacia, bem como o próprio tempo de retardo de resposta da bacia (TUCCI, 2013).

Figura 12 – Hidrograma Unitário



Fonte: Tucci, (2013).

O comportamento da bacia, segundo Tucci (2013), é caracterizado pelos seguintes parâmetros:

tl, tempo de retardo, intervalo entre o centro de massa da precipitação e o centro de gravidade do hidrograma;

tp, tempo de pico, intervalo entre o centro de massa da precipitação e o tempo da vazão máxima;

tc, tempo de concentração, tempo necessário para a água precipitada no ponto mais distante deslocar-se até a seção principal;

tm, tempo de ascensão, tempo entre o início da chuva o pico do hidrograma;

tb, tempo de base, intervalo entre o início da precipitação e aquele em que a precipitação ocorrida já escoou através da seção principal;

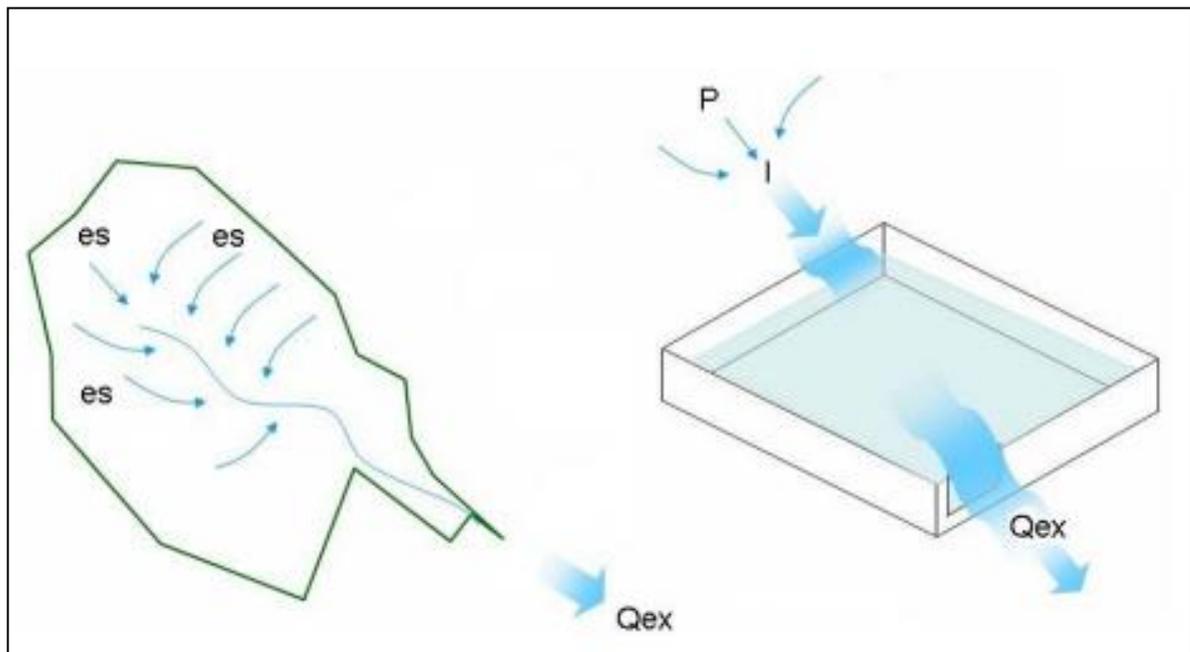
te, tempo de recessão, tempo necessário para a vazão baixar até o ponto C, que é onde acaba o escoamento superficial.

Alguns elementos influenciam o comportamento do hidrograma, como o relevo, cobertura vegetal da bacia, modificações artificiais no rio, o uso de reservatórios, a distribuição, duração e intensidade da precipitação e também, o solo (TUCCI, 2013).

Já o método de Santa Bárbara busca obter o hidrograma de uma precipitação da bacia considerando o local escolhido e, demonstrando as vazões de pico e as vazões em intervalos de tempo. Esse modelo considera que a área impermeável da bacia é diretamente conectada ao sistema de drenagem, desprezando as perdas de água (TOMAZ, 2011).

Segundo Rezende (2012), esse modelo considera a bacia como um reservatório imaginário em que há entrada pelo escoamento superficial e saída no exutório. Ainda, em seu trabalho, a autora aplica o método para estimativa de hidrogramas de cheia para seções de controle nos talwegues das sub-bacias. A figura 13 demonstra um esquema de aplicação desse modelo.

Figura 13 – Esquema ilustrativo do Método de Santa Bárbara



Fonte: Rezende (2012).

Para facilitar o emprego dos métodos de estimativa de vazões mostrados anteriormente podem ser usados softwares que possuem entrada de dados, processam as informações e apresentam os resultados obtidos, também conhecidos como modelos.

O modelo ABC, que é um modelo hidrológico apoiado por interfaces de diálogo com o usuário, rotinas gráficas e um banco de dados de relações intensidade-duração-frequência, aplica-se a modelos de macrodrenagem e tem vantagens sobre o método racional, dado que é aplicado sem restrições a bacias maiores que 100 ha. O modelo pode ser dividido em diferentes módulos: bacia, onde os dados de entrada

são os da bacia de estudo; e chuvas, que o é o módulo para escolha das chuvas de projeto. Além disso, com ele pode ser calculada a chuva excedente pela infiltração, gerando um hidrograma, podem ser feitos os amortecimentos de ondas de cheia em reservatórios, bem como o amortecimento da onda de cheias em canais e composição de hidrogramas (PORTO et al, 2013).

Um outro é o Hydrologic Modeling System (HEC-HMS), que é um modelo de transformação chuva-vazão. Ele assume que a bacia é reproduzida como um grupo de áreas ligadas entre si, e que os processos hidrológicos podem ser representados pelos parâmetros que refletem as condições dentro da área. Pode ser usado para modelar precipitação e evapotranspiração. Além disso, ele considera sete métodos, atentando que a precipitação é distribuída sobre área da bacia por tempo determinado (SOUZA; CRISPIM; FORMIGA, 2012).

Além desses modelo, há o Storm Water Management Model (SWMM), que será usado neste estudo. O Storm Water Management Model (SWMM) foi desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, é um software público que permite a modelagem do sistema de drenagem, ou seja, possibilita determinar a quantidade de escoamento, vazão e profundidade de fluxo, bem como a qualidade da água em cada tubulação (COLLODEL, 2009). Esse modelo é caracterizado como hidráulico-hidrológico, e tem como entrada os dados de precipitação e as características do sistema de drenagem analisado, o qual pode ter tamanho ilimitado, com diferentes formas de condutos, canais e níveis, além dos dispositivos de armazenamento, tratamento, bombas e dispositivos reguladores de vazão. O software retribui respostas a chuvas de intensidades variáveis, infiltração e regimes de escoamento (SHINMA, 2015).

O modelo é dividido em diferentes blocos para simulação: o *Runoff* que transforma a chuva em vazão, o *Transport* que modela o transporte na rede de drenagem seguindo o conceito da onda cinemática, o *Extran* permite a modelação hidrodinâmica em condutos e canais; e o *Storage/Treatment* possibilita analisar a qualidade das águas (GARCIA; PAIVA, 2006). O software permite selecionar três modelos de infiltração: Equação de Horton, Green-Ampt e um baseado na Curva Número (CN) do Método SCS (ROSSMAN, 2010). Além disso, ele possui alguns métodos de serviço que são complementares aos blocos de simulação, os quais são: *Statistics* que permite analisar estatisticamente os resultados; *Graph*, que possibilita a apresentação dos dados de saída em forma de gráficos; *Combine*, o qual

proporciona a combinação de arquivos de interface; *Rain*, que avalia dados de precipitação; e o *Temperature*, o qual verifica os dados de entrada de temperatura (SHINMA, 2015).

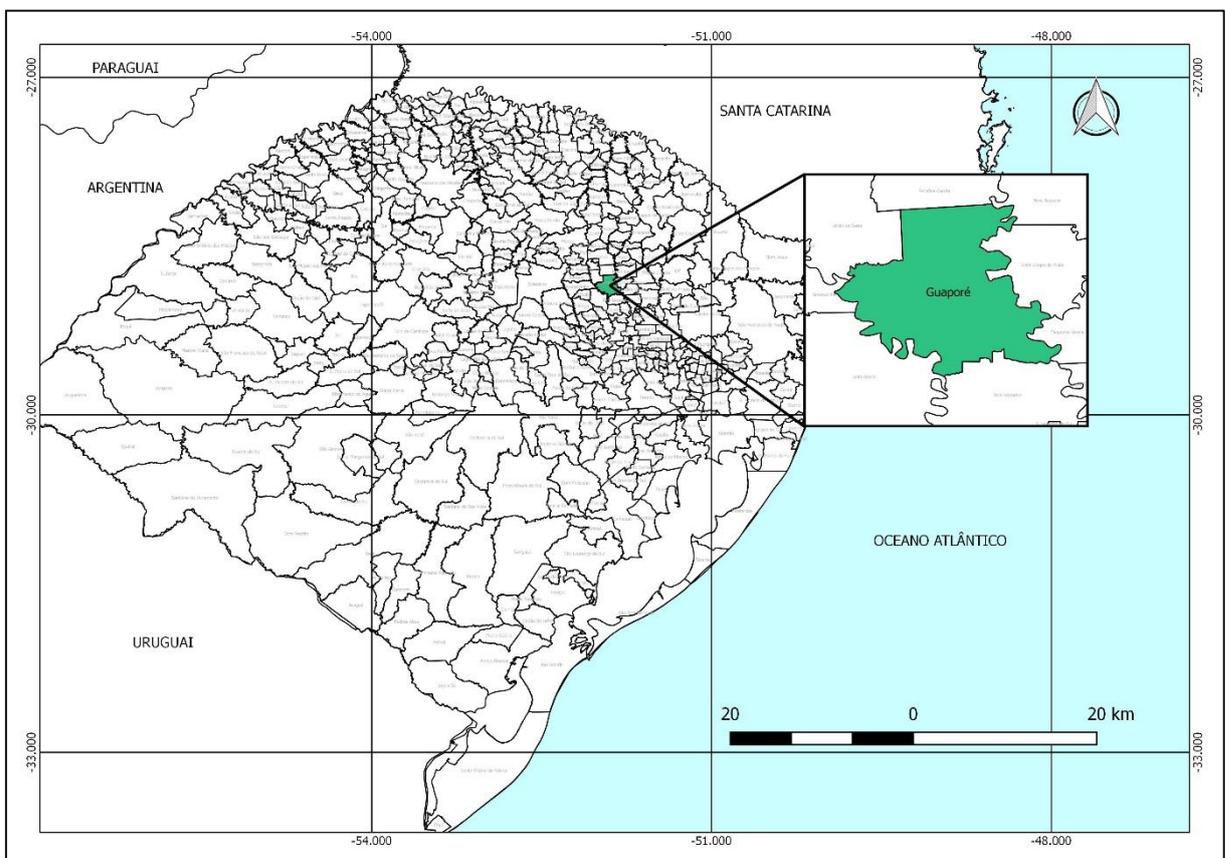
O SWMM vem passando por melhorias, e tem sido amplamente utilizado por pesquisadores do mundo todo, permitindo o tipo de projeto desejado (microdrenagem ou macrodrenagem). Através dos dados de entrada, ele simula os hidrogramas resultantes, determina a quantidade de escoamento gerado em cada sub-bacia, vazão e profundidade de fluxo, possuindo diversas aplicações. Collodel (2009) destaca alguns trabalhos que utilizaram o modelo, dentre eles, o trabalho de Warwick e Tadepalli (1991), que investigaram a capacidade do SWMM de prever hidrogramas para uma área de 19,5 km² com 30% de área impermeável. Liong et al. (1993), aplicaram um modelo para encontrar valores ótimos globais para os parâmetros de calibração do SWMM, dividindo uma bacia hidrográfica de Singapura em 19 sub-bacias.

Além disso Zaghoul (1998), ajustou um bloco chamado Extran do modelo SWMM, para incluir o efeito do coeficiente de Manning em tubos circulares, entre outros trabalhos descritos pela autora que também utilizou o modelo hidrológico na avaliação de diferentes níveis de detalhamento da bacia hidrográfica do Córrego do Gregório em São Carlos São Paulo. Outros trabalhos mais recentes fizeram uso desse método, como é o caso de Toscan Neto (2019), que utilizou esse modelo para simular um sistema de drenagem urbana sustentável, através do modelo computacional, realizando combinações de simulações, o autor constatou que que a trincheira de infiltração combinada à bacia de retenção é eficiente, tanto para redução de volume de escoamento, quanto na redução da vazão de pico. E, por fim, Pontes (2019) avaliou como a bacia do Riacho Reginaldo se comporta a dois níveis de discretização dos eventos chuvosos, demonstrando que a calibração automática realizada pelo software apresentou bons resultados.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Guaporé possui aproximadamente 23.000 habitantes. Está localizado na encosta superior do Nordeste do Rio Grande do Sul (RS), a uma distância de 210 km da capital Porto Alegre, como mostra a Figura 14. Guaporé localiza-se na bacia hidrográfica Taquari-Antas, pertencendo às sub-bacias do Rio Carreiro e Rio Guaporé (MUNICÍPIO DE GUAPORÉ, 2017).

Figura 14 – Localização do município de Guaporé



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Quanto à drenagem urbana municipal, a rede de cobertura não abrange 100% do território. O sistema foi implantado visando soluções pontuais, sem compatibilizar o contexto global das bacias de contribuição. A rede de drenagem é composta por sarjetas, grelhas, bocas de lobos, bueiros, caixas, valos, canais e arroios (MUNICÍPIO DE GUAPORÉ, 2017).

A estrutura de drenagem possui falhas e deficiências na conservação e manutenção, fatores que são agravados por conta do crescimento da cidade, aumento da impermeabilização do solo, dos desmatamentos, erosão e ocupação indevida de

locais com influência de águas. O sistema permite que as águas escoem pela inclinação da rua até a sarjeta, onde são conduzidas pela força gravitacional até as bocas de lobo ou caixas coletoras com grades e, posteriormente conduzidas por uma tubulação subterrânea até desaguar no curso hídrico (MUNICÍPIO DE GUAPORÉ, 2017).

Nas ruas do município, houve uma pavimentação asfáltica realizada sobre a de paralelepípedo existente, a altura do meio-fio não foi respeitada, eliminando a estrutura de sarjetas nessas ruas. De tal forma, a chuva escoar da via para a calçada, inundando o passeio público em vários pontos. Além disso, o Município de Guaporé (2017), alega que a quantidade de bueiros é insuficiente para escoar todo o volume de água, causando alagamentos nas zonas mais baixas da cidade.

A estrutura de microdrenagem existente não apresenta padronização. Somado a isso, o aumento da população na área urbana, bem como, o surgimento de loteamentos faz com que a área impermeabilizada aumente contribuindo para os alagamentos, tornando ineficiente as tubulações existentes para o escoamento da água da chuva, principalmente de eventos com maior tempo de recorrência. A maioria das bocas de lobo, espaçadas em 100 m cada uma, não possui grades e, ainda existem locais em que as mesmas foram destruídas pelas inundações (MUNICÍPIO DE GUAPORÉ, 2017).

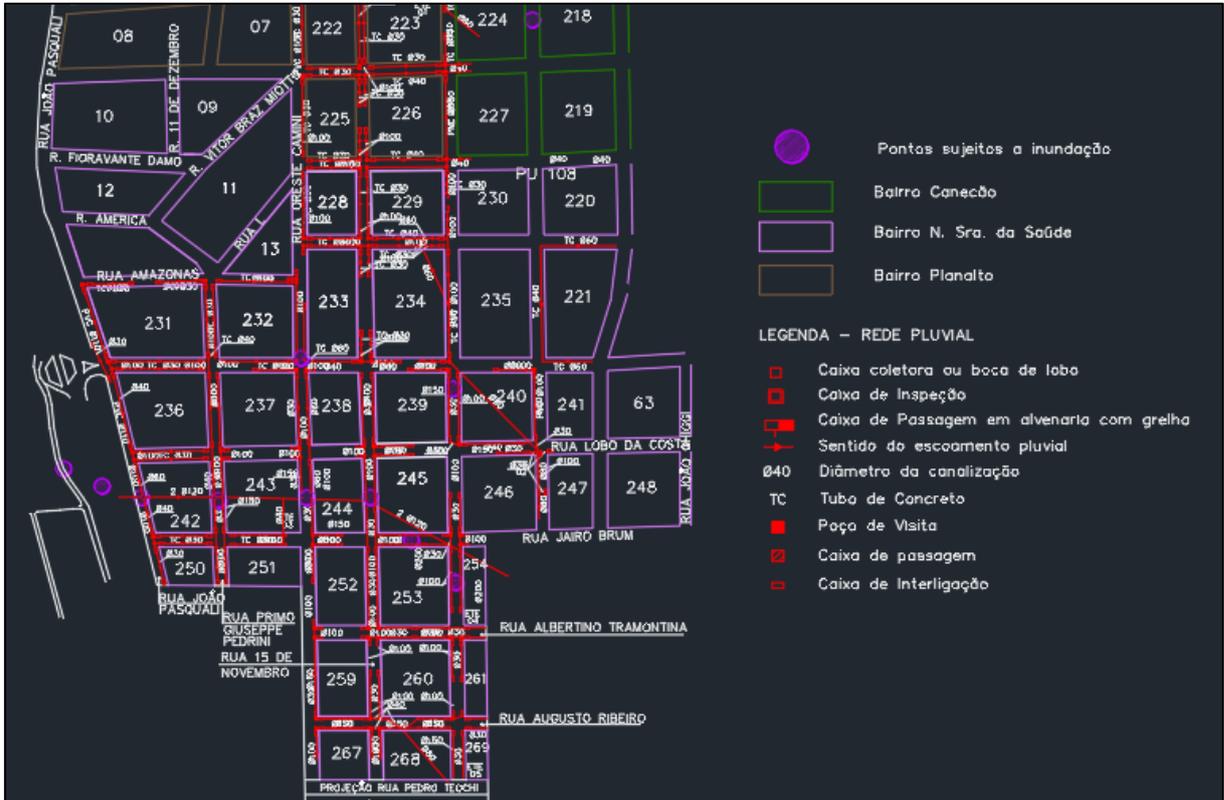
A condução das águas ocorre por uma rede de aproximadamente 40.000 m de tubos implantados na área urbana com diâmetros variados, podendo ser de 30, 40, 60 e 80 cm ao longo das vias públicas. Os poços de visita do município não foram quantificados, mas possuem espaçamento de 120 a 180 m dependendo do diâmetro dos tubos. A condução das águas até o exutório, Arroio Taquara ou o Arroio Barracão, ocorre através de galerias com diâmetro de 100 a 150 cm para córregos, sangas, arroios, rios ou dutos que formam a estrutura de macrodrenagem (MUNICÍPIO DE GUAPORÉ, 2017).

No município, existem vários pontos que sofrem com a drenagem falha, principalmente na área urbana, nas margens do Arroio Barracão. As frequentes inundações, alagamentos e enchentes ocorrem, também, porque o município não projetou as canalizações pluviais considerando a expansão territorial (MUNICÍPIO DE GUAPORÉ, 2017).

Assim sendo, para este estudo, foi selecionado um bairro de Guaporé que sofre com problemas de alagamento. A Figura 15 destaca, em planta baixa, a

localização dos pontos que sofrem alagamentos no bairro Nossa Senhora da Saúde (círculos em roxo). E a Figura 16 demonstra a delimitação da área de estudo, que será modelada no SWMM.

Figura 15 – Localização do trecho crítico no bairro Nossa Senhora da Saúde



Fonte: Defesa Civil (2020).

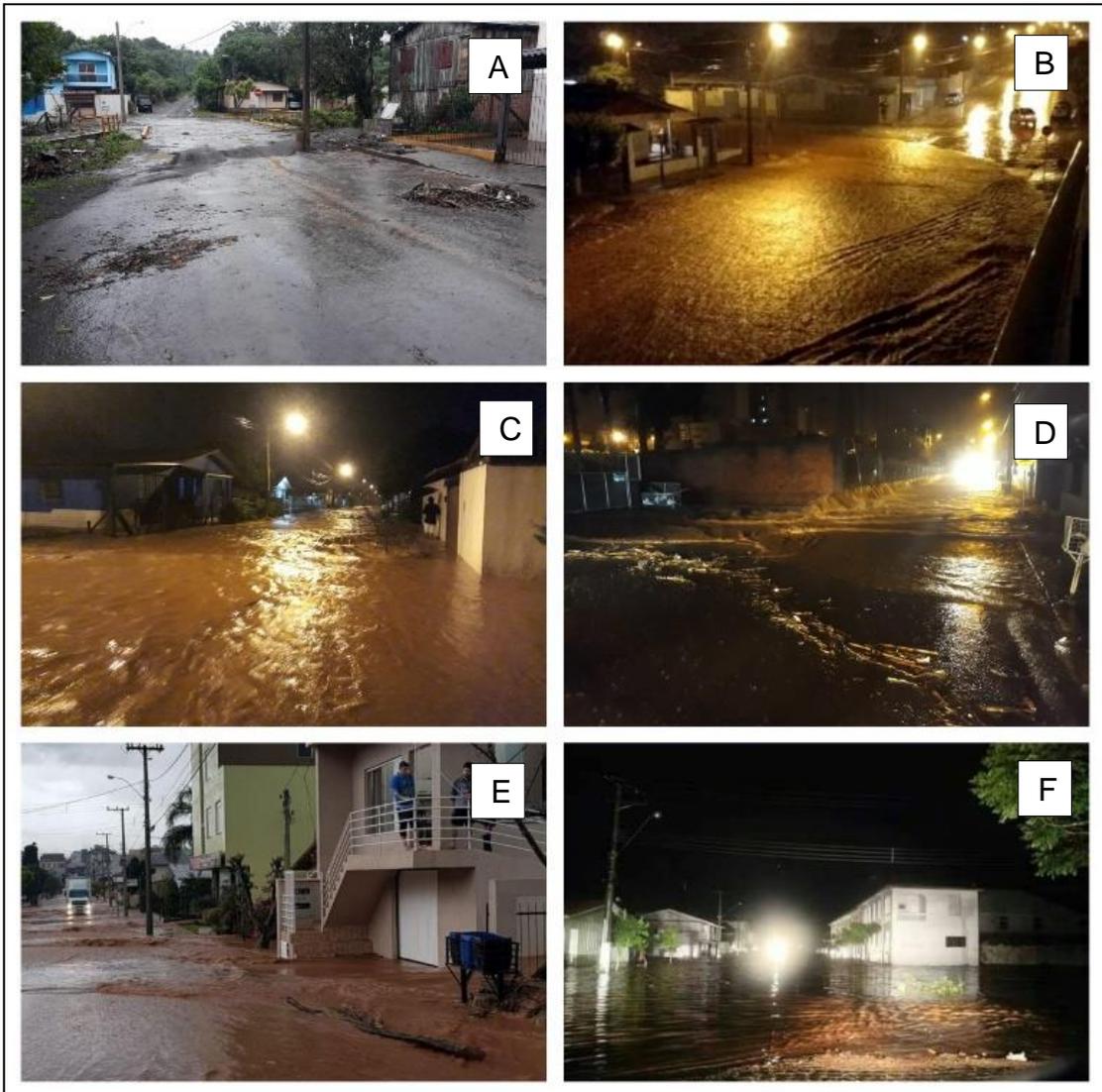
Figura 16 – Localização do Bairro Nossa Senhora da Saúde e da bacia de contribuição do trecho crítico



Fonte: Google Earth (2020).

Ao longo dos anos, alguns eventos de alagamentos ocorreram neste bairro sendo que através de consultas em jornais locais, conseguiu-se reunir algumas fotografias, que demonstram o resultado de tais eventos para a população (Figura 17).

Figura 17 – Alagamentos no Bairro Nossa Senhora da Saúde em Guaporé



Fonte A, C e D: Aurora (2020).

Fonte B: Carvalho (2019).

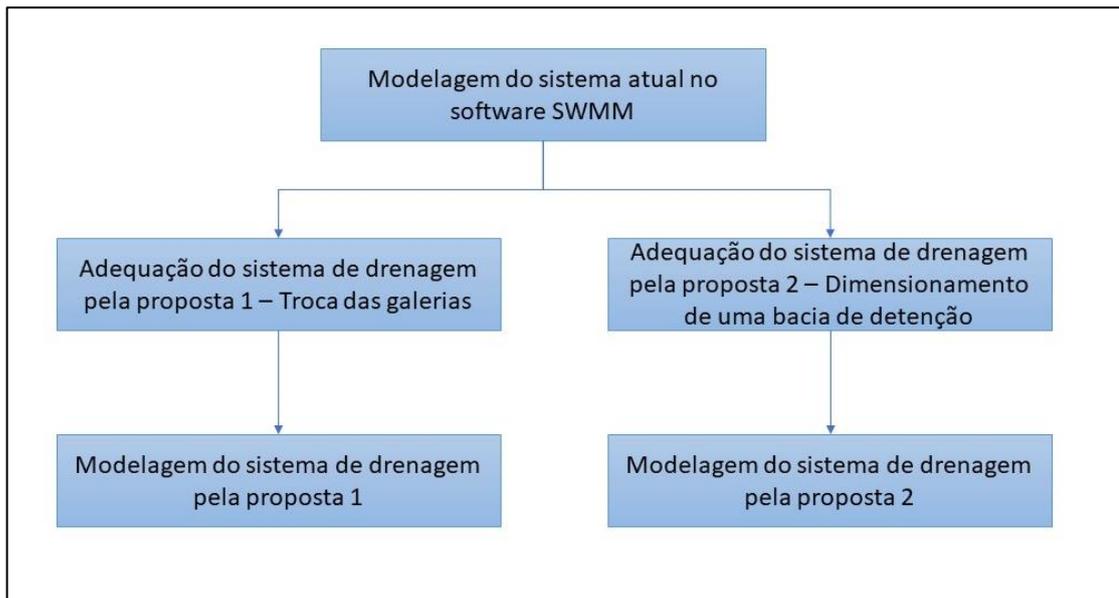
Fonte E: On (2018)

Fonte F: Sec. Geral de Governo (2017).

5 METODOLOGIA

O método utilizado neste trabalho consiste na aplicação de uma sistemática de projeto aplicado na bacia hidrográfica de um bairro de Guaporé que sofre com alagamentos. A descrição das etapas desenvolvidas é apresentada na Figura 18.

Figura 18 – Fluxograma com as etapas de trabalho



Fonte: Autora, (2020).

5.1 VERIFICAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM NO SOFTWARE SWMM

O modelo SWMM representa a rede de drenagem através de bacias, condutos e nós. Para simulação hidrológica são necessários dados que foram obtidos a partir da planta baixa da rede de drenagem e das curvas de nível do município. Por meio da planta apresentada na Figura 15, pode-se notar que os principais problemas na rede são em um trecho crítico no bairro Nossa Senhora da Saúde, que foi desenhado no EPA SWMM 5.0. As demais localidades foram desconsideradas por não apresentarem problemas graves ou por não contribuírem para o alagamento do trecho.

Para simulação do modelo, foram determinadas as sub-bacias da rede, as quais foram consideradas as quadras do bairro e uma área de contribuição que escoava para o talvegue da rede. Para realizar a simulação foram utilizados o Modelo de Infiltração de Green-Ampt, conforme a iteração equação 1 e posteriormente sua substituição na equação 2, cujas variáveis para cada classe de solo foram obtidas da

Tabela 1. Para a área de estudo foi considerado um solo de características argilosas (FENSTERSEIFER, 2014) sendo selecionados os valores de Sucção Capilar de 320,04mm, condutividade de 0,254 mm/h e Déficit Inicial de 0,378.

$$F_{(t)} - \psi \times \Delta\theta \times \ln \left(1 + \frac{F_{(t)}}{\psi \times \Delta\theta} \right) = K \times t \quad (1)$$

$$f_{(t)} = K \times \left(\frac{\psi \times \Delta\theta + F}{F} \right) \quad (2)$$

(GREEN & AMPT, 1911)

onde:

ψ = pressão de sucção (mm);

t = tempo (horas);

K = condutividade hidráulica (mm/h);

F(t) = é a lâmina total infiltrada desde o início do processo (mm);

$\Delta\theta$ = déficit inicial de umidade do solo em relação a saturação (adimensional).

Tabela 1 - Valores para os parâmetros de infiltração Green-Ampt conforme o tipo de solo da região

Características do Solo					
Classe do Solo	K(mm/h)	ψ (mm)	θ	CC	WP
Areia	120,396	49,02	0,437	0,062	0,024
Areno-Siltoso	29,972	60,96	0,437	0,105	0,047
Silto-Arenoso	10,922	109,98	0,453	0,190	0,085
Silte	3,302	88,9	0,463	0,232	0,116
Franco-Siltoso	6,604	69,93	0,501	0,284	0,135
Silto-Areno-Argiloso	1,524	219,96	0,398	0,244	0,360
Silto-Argiloso	1,016	210,06	0,464	0,310	0,187
Franco-Silto-Argiloso	1,016	270	0,471	0,342	0,210
Argilo-Arenoso	0,508	240,03	0,430	0,321	0,221
Franco-Argiloso	0,508	290	0,479	0,371	0,251
Argila	0,254	320,04	0,475	0,378	0,265

Fonte: Rawls, W.J. et al. (1983) J. Hyd. Engr., 109:1316 apud UESPA (2012)

Para a modelagem das sub-bacias foram necessários os dados de entrada, como a área, largura média e declividade. A área foi extraída da planta baixa disponibilizada pela Defesa Civil, através do software AutoCAD. A largura média (área

dividida pelo comprimento do percurso de água) foi determinada obtendo-se o comprimento do percurso d'água pelo mesmo software anterior. Um arquivo em shapefile das curvas de nível do município com distância de metro em metro foi obtido a partir de levantamento com VANT (ISAM, 2020), onde foi possível obter a cota do terreno, utilizada no cálculo da declividade. Ademais, analisando as imagens de satélite, através do Google Earth, permitiu-se estimar a porcentagem de impermeabilização de cada sub-bacia.

Para definição da cota de radier de nós foi utilizada a cota do terreno, descontando o diâmetro da tubulação e recobrimento de 1 metro, sendo esta uma das limitações, uma vez que não há levantamento da geratriz inferior dos tubos. Para os condutos, a rugosidade foi determinada através do coeficiente de Manning para tubos de concreto, $\eta=0,013$. A forma da tubulação é circular, seu comprimento e respectivos diâmetros foram obtidos pela planta baixa.

Os dados pluviométricos foram selecionados a partir da equação 3 de Intensidade Duração e Frequência (IDF) de Guaporé que foi definida por Corso (2018).

$$I = \frac{901,203 \times TR^{0,172}}{(t+9,791)^{0,724}} \quad (3)$$

onde:

TR = tempo de retorno (anos);

t = duração da chuva (min);

I = intensidade da chuva (mm/h)

A rede foi testada para diferentes tempos de retorno: 5, 10, 15, 25 e 50 anos, ocorrendo maiores sobrecargas na tubulação no TR de 50 anos, o que demonstra que a rede foi projetada para eventos de maior intensidade, mas com menos frequência de ocorrência. O tempo de duração da chuva foi calculado através do tempo de concentração. Como a fórmula mais recomendada, a de Kirpich, não é recomendada para bacias maiores que 0,5km², pois pode se obter tempos de concentração menores que os reais, optou-se por utilizar o método de Ventura (SAMPAIO et al., 2016). A fórmula, segundo o DNIT é proposta tanto para bacias grandes quanto pequenas

(SAMPAIO et al., 2016), e é demonstrada pela equação 4, e o intervalo de duração foi determinado pelo método dos blocos alternados.

$$t_c = 240 \times \sqrt{\frac{A \times L}{H}} \quad (4)$$

onde:

t_c = tempo de concentração (min);

A = área (km²);

L = comprimento do talvegue (km);

H = diferença de cotas do talvegue (m).

5.2 ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

A adequação do sistema de drenagem contemplou duas alternativas: A primeira proposta foi a substituição de diâmetros das galerias pluviais do trecho crítico e a segunda trata-se do dimensionamento de uma bacia de detenção a jusante da área de concentração da sub-bacia que está causando o alagamento no sistema. A seguir são apresentadas as alternativas.

5.2.1 Alternativa 01 – Substituição das atuais tubulações por galerias com maior seção.

Para a substituição das galerias foi obtida a vazão máxima de projeto pelo Método Racional Modificado, a partir da equação 5, cujo método tem sido utilizado para bacias com áreas menores que 10 km² (DNIT, 2005).

$$Q = \frac{C_d \times f \times i \times A}{3600000} \quad (5)$$

onde:

Q = deflúvio superficial direto (m³/s);

f = coeficiente de deflúvio, adimensional;

C_d = coeficiente de distribuição, adimensional;

i = intensidade média de chuva para a precipitação ocorrida durante o tempo de concentração da bacia em estudo (mm/s);

A = área da bacia contribuinte (km²).

O coeficiente de distribuição, redução em relação à área de distribuição, para áreas superiores a 10.000 m² foi calculado pela Equação 6.

$$C_d = \left(\frac{A}{10000} \right)^{-0,15} \quad (6)$$

onde:

C_d = coeficiente de distribuição, adimensional;

A = área da bacia de contribuição (km²).

Para corrigir a tendência do método racional de superestimar as vazões de pico, o coeficiente de deflúvio é calculado pela Equação 7.

$$f = 0,0725 \times C \times (i \times t_c)^{\frac{1}{3}} \quad (7)$$

onde:

f = coeficiente de deflúvio, adimensional;

C = coeficiente de escoamento superficial, adimensional;

i = intensidade média de chuva (mm/h);

t_c = tempo de concentração (min).

O coeficiente de escoamento superficial foi determinado de acordo com o revestimento da superfície (Tabela 2), analisando as imagens de satélite da região. Para as áreas pavimentadas foi utilizado valor de 0,95 e para as superfícies livres, foram empregados os valores de 0,10.

Tabela 2 – Valores recomendados para o coeficiente de escoamento superficial

Tipo de superfície	Valor recomendado	Faixa de fixação
Concreto, asfalto e telhado	0,95	0,90 – 0,95
Paralelepípedo	0,70	0,58 – 0,81
Blockets	0,78	0,70 – 0,89

Tipo de superfície	Valor recomendado	Faixa de fixação
Concreto e asfalto poroso	0,03	0,02 – 0,05
Solo compactado, matas, parques e campos de esporte	0,10	0,05 – 0,20
Gramma solo arenoso	0,10	0,08 – 0,18
Gramma solo argiloso	0,20	0,15 - 0,30

Fonte: Governo do Estado do Paraná, 2002.

Por fim, o dimensionamento das galerias foi realizado através da planilha de dimensionamento hidráulico, adaptada de Azevedo e Neto (1998), disponibilizada no Manual de Drenagem – do projeto tradicional à sustentabilidade, Gomes (2015) seguindo os passos descritos a seguir.

1. Definição do tempo de retorno, 50 anos;
2. Cálculo da intensidade de chuva, conforme equação 3;
3. Definição do comprimento do trecho (distância entre os poços de visita);
4. Definição da área de contribuição de cada trecho;
5. Definição do coeficiente de escoamento;
6. Determinação do t_c , conforme equação 4;
7. Cálculo da vazão de projeto, pela equação 5;
8. Determinação do tamanho da galeria, respeitando os critérios (relação de enchimento e velocidades).

A partir dos cálculos descritos é possível escolher o diâmetro das galerias, sendo que as seções circulares são as mais empregadas, mas por não haver tubulações com diâmetro maior que 1,5m, pode-se usar galerias celulares, quadradas ou retangulares. Para que os condutos não fiquem sob pressão é necessário atender dois critérios, o de velocidade, que deve ser entre 0,75m/s e 5m/s e a relação de enchimento do tubo (SECRETARIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO, 2017). No objeto de estudo optou-se pela utilização de galerias celulares quadradas, considerando um enchimento máximo de 50% da altura da galeria (CAMPOS; NUNES; OLIVEIRA, 2015) e para a modelagem no software, a forma do conduto foi modificada de CIRCULAR para RECT_CLOSED, sendo necessária a inserção dos valores de base e altura para que a nova simulação fosse realizada.

5.2.2 Alternativa 02 – Dimensionamento de um bacia de detenção

A segunda alternativa, consiste no dimensionamento de uma bacia de detenção que é um reservatório destinado a ampliar o controle da geração de escoamento superficial. O primeiro passo foi calcular a vazão máxima para o tempo de retorno de 50 anos para uma bacia com área de 1,24 km² a partir do método Racional apresentado na Equação 8.

$$Q_{m\acute{a}x} = 0,278 \times C \times I_{m\acute{a}x} \times A \quad (8)$$

onde:

$Q_{m\acute{a}x}$ = vazão máxima (m³/s);

C = coeficiente de escoamento superficial ponderado, adimensional;

$I_{m\acute{a}x}$ = intensidade máxima de precipitação (mm/h);

A = área da bacia contribuinte (km²).

O coeficiente de escoamento superficial ponderado foi obtido da seguinte forma:

$$C = \frac{A_i \times C_i + A_p \times C_p}{A_t} \quad (9)$$

onde:

A_i = área impermeável (ha);

C_i = coeficiente de escoamento da área impermeável (adimensional);

A_p = área permeável (ha);

C_p = coeficiente de escoamento da área permeável (adimensional);

A_t = área total (ha).

Após foi calculado o volume útil máximo do reservatório . a partir da equação apresentada por Silveira e Goldenfum (2007).

$$V_{m\acute{a}x} = \left(\sqrt{\frac{a}{60}} \times \sqrt{C} \times T^{\frac{b}{2}} - \sqrt{\frac{c}{60}} \times \sqrt{qs} \right)^2 \quad (10)$$

onde:

$V_{m\acute{a}x}$ = volume de dimensionamento (mm);

C = coeficiente de escoamento da área de concentração;

a, b e c = parâmetros da equação IDF;

T = tempo de retorno (anos);

qs = vazão de saída constante do dispositivo.

A vazão de saída para leitos impermeáveis é igual a vazão de pré-desenvolvimento, sendo:

$$q_n = 2,778 \times C \times i \quad (11)$$

onde:

Q_n = vazão de pré-dimensionamento l/(s.hab)

C = coeficiente de escoamento superficial ponderado, adimensional;

i = intensidade de precipitação (mm/h).

O volume máximo é multiplicado por 10 para se obter um equivalente em m³/ha. Obtido esse volume, pode-se estimar as informações da bacia e dimensionar a estrutura de saída, que neste caso será um orifício calculado pela Equação 12.

$$Q = C_d \times A \times \sqrt{2 \times g \times h} \quad (12)$$

em que:

Q = vazão do orifício (m³/s);

C_d = coeficiente de escoamento (adimensional);

A = área da seção de escoamento (m²);

h = diferença entre o nível de água e o centro da seção de escoamento (m).

Para a simulação da bacia de retenção no software SWMM foram mantidos os mesmos diâmetros, declividades e extensão do trecho da situação real. Os hidrogramas são obtidos a partir da simulação do SWMM.

5.3 ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA

A elaboração da estimativa orçamentária, para as duas propostas, foi realizada através do SINAPI e do TCPO, com a composição de custos unitários. Feito

esses cálculos e a estimativa, no próximo capítulo é dissertado quanto aos resultados obtidos.

6 RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos através das três simulações.

6.1 SIMULAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM ATUAL UTILIZANDO O SOFTWARE SWMM

A modelagem da malha de drenagem pela situação real pode ser visualizada através da Figura 19, cujo talvegue presente na imagem corresponde ao trecho crítico anteriormente demonstrado pela Figura 15. As características de cada sub-bacia podem ser encontradas na Tabela 3.

Figura 19 – Modelagem da malha de drenagem existente



Fonte: SWMM (2020).

Tabela 3 – Características das sub-bacias inseridas no SWMM

Sub-Bacia	Nó Exutório	Área (ha)	Largura Média (m)	Declividade (%)	Impermeabilização (%)
S1	N002	0,35	51,17	6	95
S2	N035	0,52	50,48	5	70
S3	N050	0,72	63,71	6	85
S4	N110	1,1	103,77	5	95
S5	N127	0,05	5,05	1	10
S6	N144	0,21	18,75	1	30
S7	N143	0,23	20,53	2	20
S8	N019	0,31	28,18	2	95
S9	N019	0,47	42,72	4,5	95
S10	N037	0,42	38,18	3	50
S11	N038	0,77	70	5	95
S12	N074	0,23	20,90	2	70
S13	N074	0,62	56,36	4,5	90
S14	N122	0,12	10,90	1	70
S15	N122	1,05	95,45	4,5	90
S16	N146	1,03	93,63	3	10
S17	N006	1,11	92,5	13	80
S18	N041	0,99	90	12	80
S19	N076	0,64	62,13	12	40
S20	N008	1,38	89,61	10	20
S21	N043	1	94,33	20	80
S22	N056	0,99	67,34	13	20
S23	N004	124	441	4,3	10

Fonte: elaborado pela autora (2020).

Para a simulação do sistema de drenagem, um dos parâmetros necessários é a série temporal, a qual é calculada conforme descrito no subcapítulo 3.2 e o tempo de concentração que foi calculado pela fórmula de Ventura:

$$t_c = 240 \times \sqrt{\frac{1,63 \times 0,557}{40}} = 36,16 \text{ minutos}$$

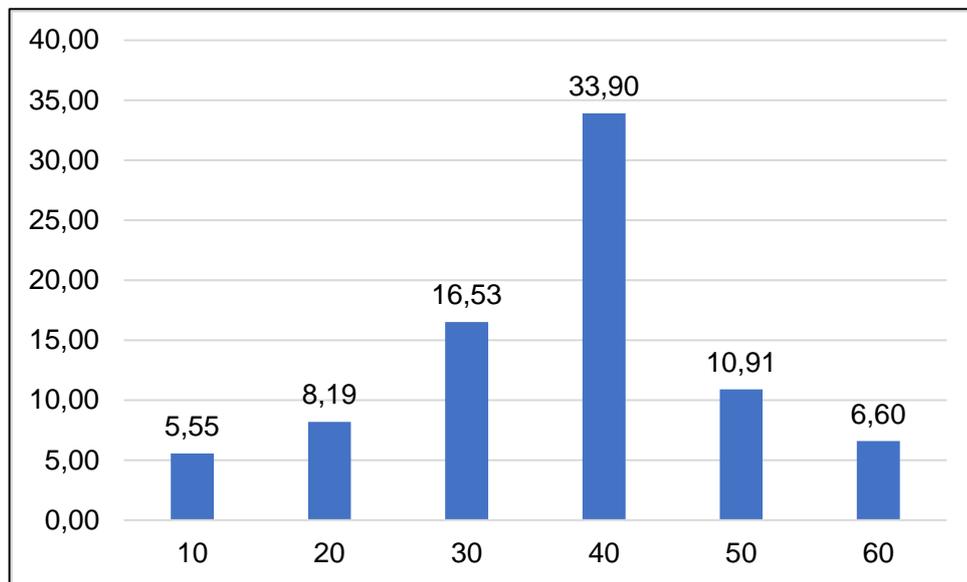
Esse tempo foi majorado em 60%, para obtenção do tempo de pico da bacia, que é quando ocorre também o pico da vazão (COLLISCHONN; TASSI, 2011) resultando em 57,85 e dividido em intervalos de 10 minutos, conforme Tabela 4. O Hietograma de projeto foi determinado pelo método dos blocos alternados, o que é demonstrado na Figura 20.

Tabela 4 – Hietograma de projeto para um período de retorno de 50 anos

TR = 50 anos					
Duração (min)	I(mm/h)	Td (h)	Delta P (mm)	Blocos (mm)	Hietograma (mm)
10	203,42	0,17	33,90	33,90	5,55
20	151,29	0,33	50,43	16,53	8,19
30	122,69	0,50	61,34	10,91	16,53
40	104,31	0,67	69,54	8,19	33,90
50	91,36	0,83	76,13	6,60	10,91
60	81,68	1,00	81,68	5,55	6,60

Fonte: Elaborado pela autora, (2020).

Figura 20 – Hietograma de projeto



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O trecho crítico, atualmente, é composto por diâmetros de 1200mm. Essa rede foi testada demonstrando que não atende aos critérios da relação de enchimento e velocidade fazendo com que os condutos fiquem sob pressão, o que pode ser visualizado na Tabela 5.

Tabela 5 – Dimensionamento hidráulico da situação atual

	Área (m ²)	Q Trecho	Diâmetro	n	FH	Y/D	Velocidade
	Total	m ³ /s	m	-	-	%	m/s
N004-N019	1276200	4,650	1,20	0,013	0,206	0,59	6,63
N019 - N38	1310400	5,023	1,20	0,013	4,325	1	0,32
N038 - N074	1352300	5,193	1,20	0,013	0,067	0,31	16,86

	Área (m ²)	Q Trecho	Diâmetro	n	FH	Y/D	Velocidade
	Total	m ³ /s	m	-	-	%	m/s
N074 - N122	1373100	5,703	1,20	0,013	2,773	1	0,57
N122- EXUTÓRIO	1389000	5,703	1,20	0,013	0,081	0,34	16,07

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Após a simulação, foram obtidos os dados apresentados na tabela 6, além da síntese de fluxo de entrada nos nós, inundação e sobrecarga dos nós, síntese de fluxo nos nós e sobrecarga nos condutos. Também foram obtidos os hidrogramas dos trechos críticos e o perfil longitudinal. O relatório completo da simulação, pode ser visualizado no Anexo B.

Tabela 6 – Resultados do item balanço hídrico

Balanço Hídrico		
	Volume (hectare*m)	Altura (mm)
Precipitação total	2,032	13,613
Perdas por infiltração	1,603	10,745
Escoamento superficial final	0,404	2,705
Armazenamento superficial final	0,028	0,190

Fonte: SWMM (2020).

A partir da Tabela 6, nota-se que o escoamento superficial final é superior à capacidade de armazenamento do sistema, assim, a malha necessita de técnicas compensatórias para que o armazenamento aumente e o escoamento diminua, ou também, a troca das galerias. A Tabela 7 demonstra os nós que sofrem com inundação no sistema de drenagem, onde a principal causa está associada a eventos críticos com elevado período de retorno, sendo que a tubulação projetada não suporta o excesso de água em pouco tempo e portanto o diâmetro para esta rede passa a ficar subdimensionado causando o alagamento. A tabela indica dados de vazão e o volume de inundação que ultrapassa o volume de cada ponto.

Tabela 7 – Síntese da inundação nos nós do sistema de drenagem analisado

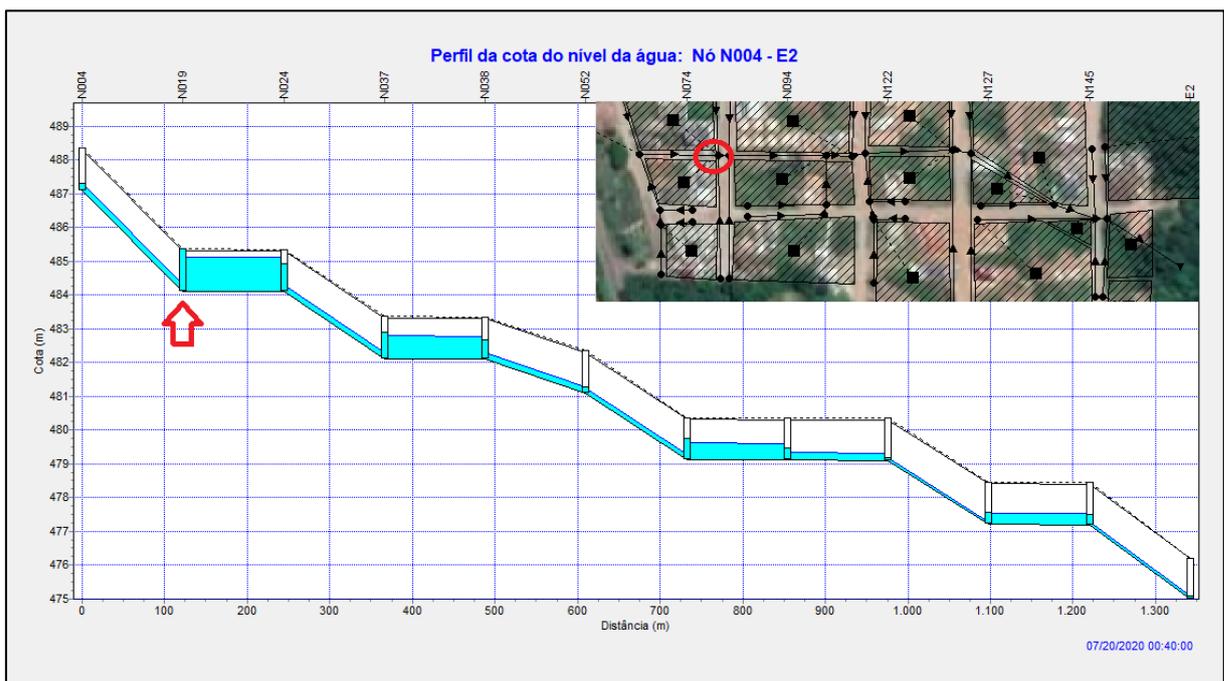
Nó	Vazão máxima (l/s)	Volume total inundado 10 ⁶ (l)
N019	872,92	0,692

Nó	Vazão máxima (l/s)	Volume total inundado 10 ⁶ (l)
N035	22,62	0,016
N037	40,95	0,046
N041	62,87	0,063
N050	45,51	0,042
N074	199,61	0,231
N094	33,77	0,006
N127	128,4	0,12

Fonte: SWMM (2020).

As Figuras 21 a 28, demonstram o perfil longitudinal do trecho e a localização no software SWMM. Conforme a Figura 21, a primeira inundação ocorre aos 00:40 minutos no nó N019, e a mesma persiste até 01:15 após o início da chuva.

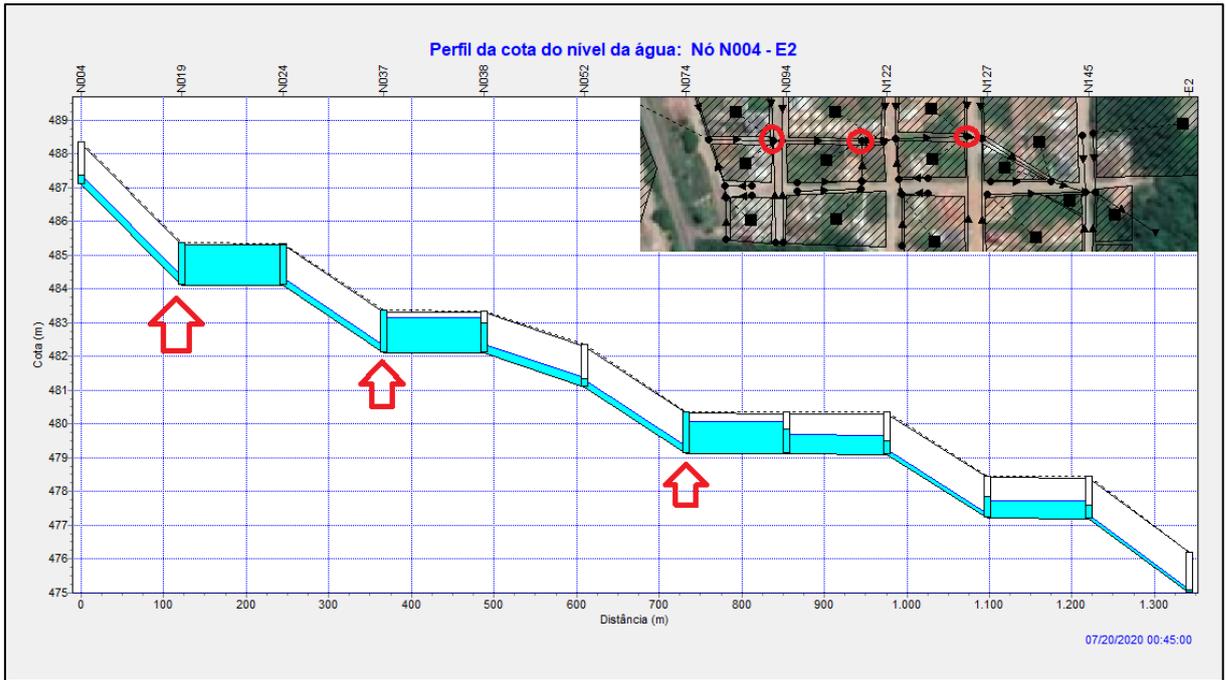
Figura 21 – Alagamento no primeiro nó



Fonte: SWMM, 2020.

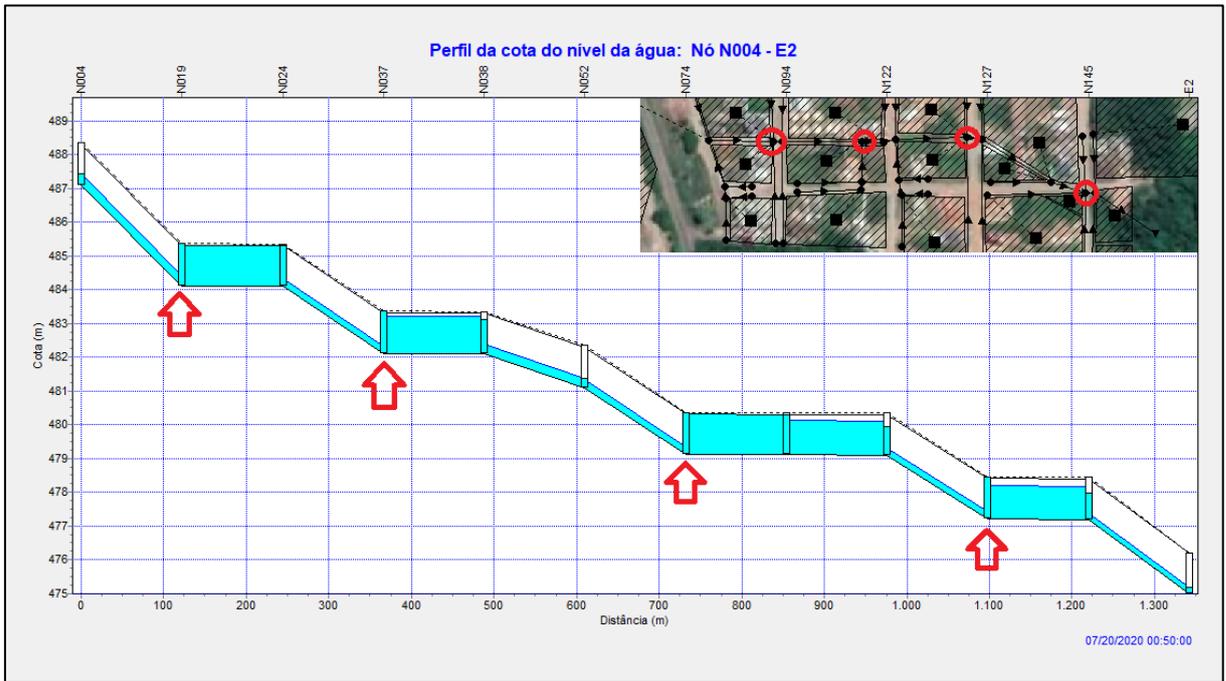
Aos 45 minutos, a inundação ocorre também nos nós N037 e N074, sendo que a primeira persiste até 01 hora 20 minutos e a segunda até o instante 01 hora 25 minutos. Além disso, aos 50 minutos ocorre uma inundação no N127, conforme Figuras 22 a 25.

Figura 22 – Alagamento nos nós no intervalo de tempo de 45 minutos



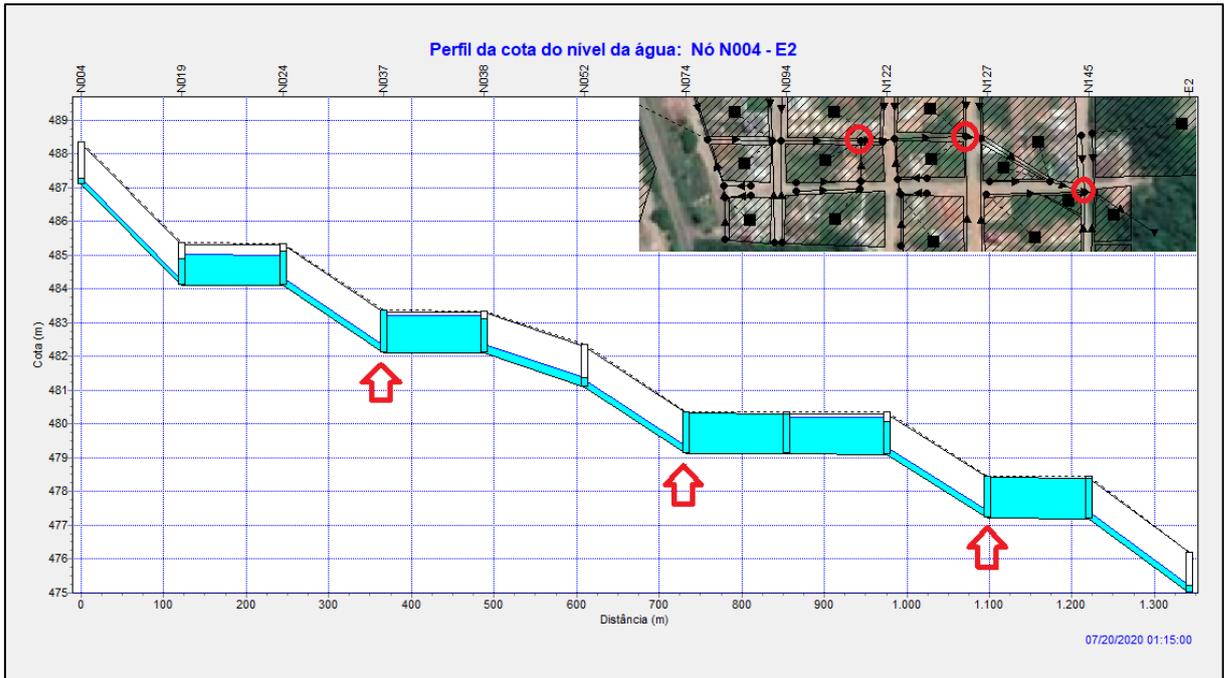
Fonte: SWMM, 2020.

Figura 23 – Alagamento nos nós no intervalo de tempo de 50 minutos



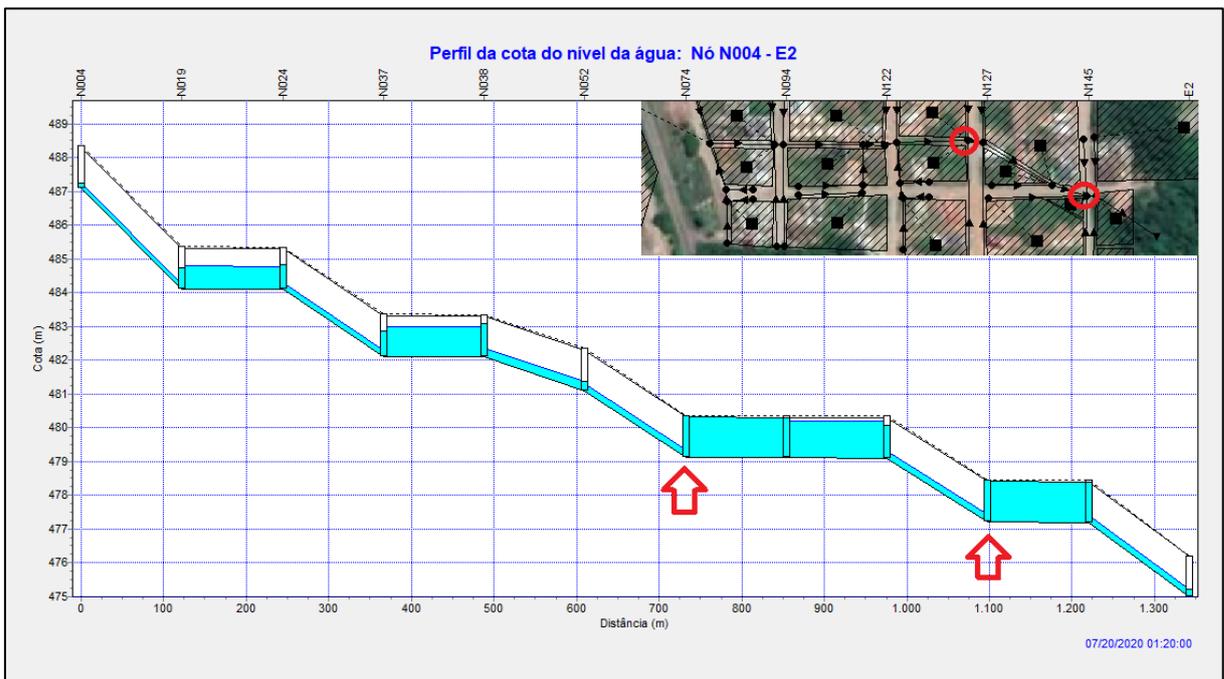
Fonte: SWMM, 2020.

Figura 24 - Alagamento nos nós no intervalo de tempo de 01 hora e 15 minutos



Fonte: SWMM, 2020.

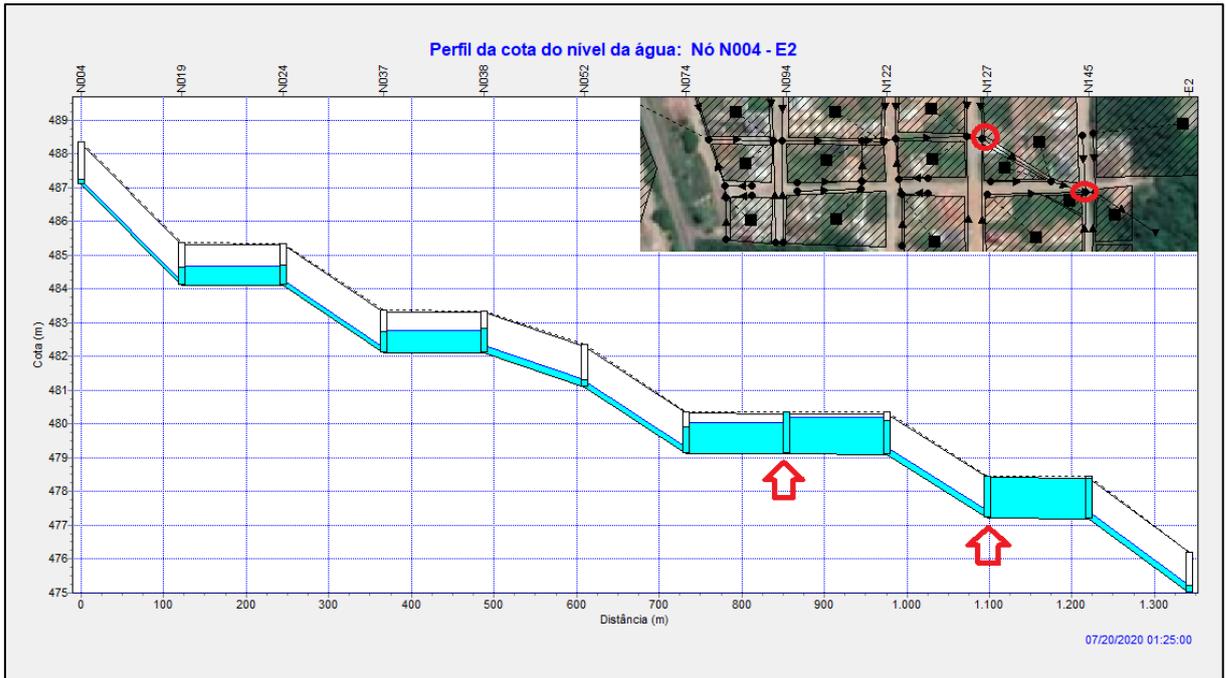
Figura 25 - Alagamento nos nós no intervalo de tempo de 01 hora e 20 minutos



Fonte: SWMM, 2020.

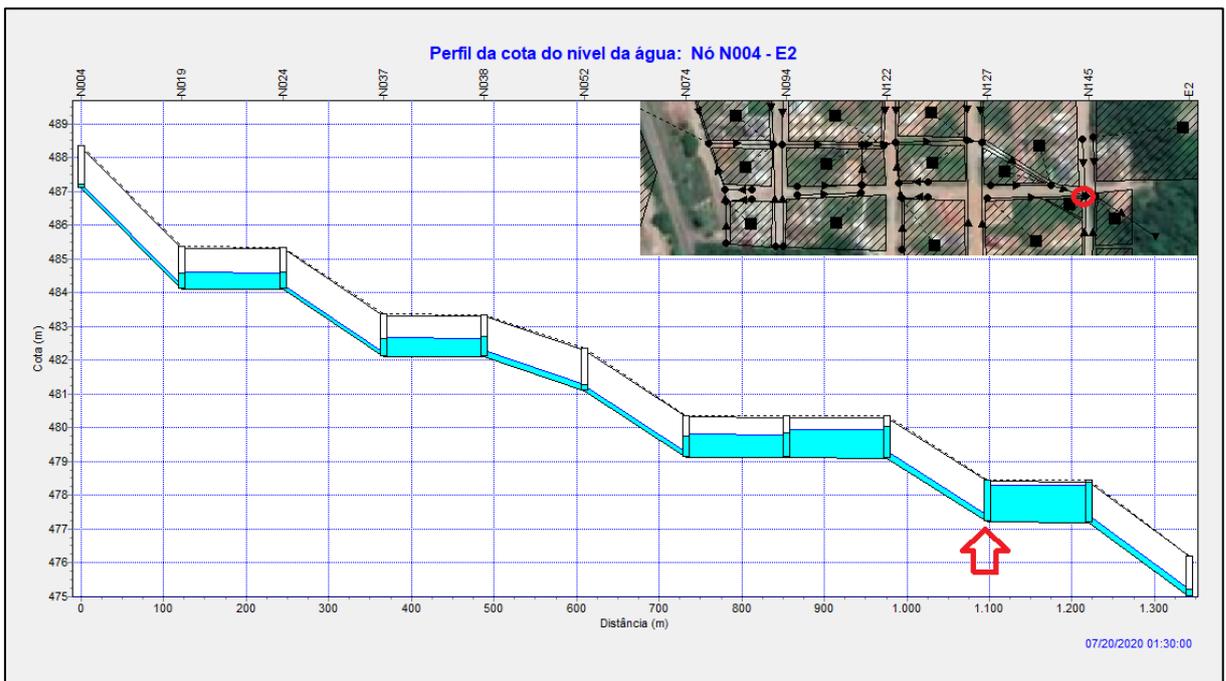
O alagamento no nó N127 termina em 01 hora e 30 minutos e, logo após, toda a água no trecho volta a diminuir.

Figura 26 - Alagamento nos nós no intervalo de 1h e 25 minutos



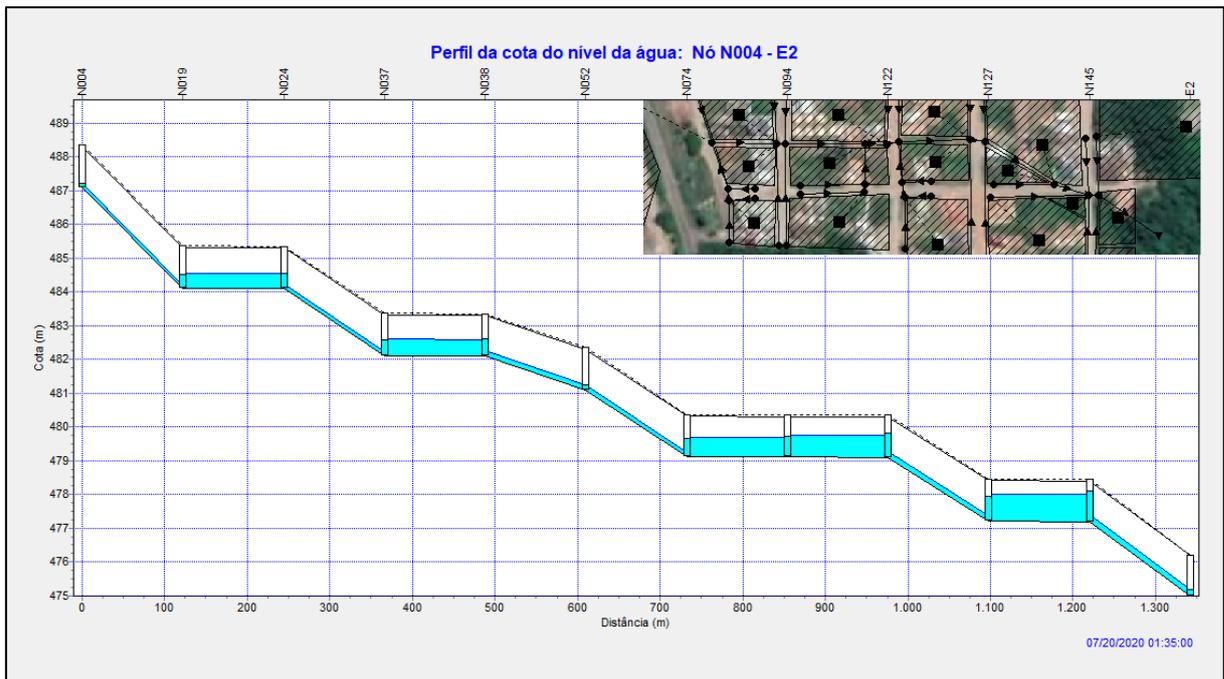
Fonte: SWMM, 2020.

Figura 27 - Alagamento nos nós no intervalo de 01h e 30 minutos



Fonte: SWMM, 2020.

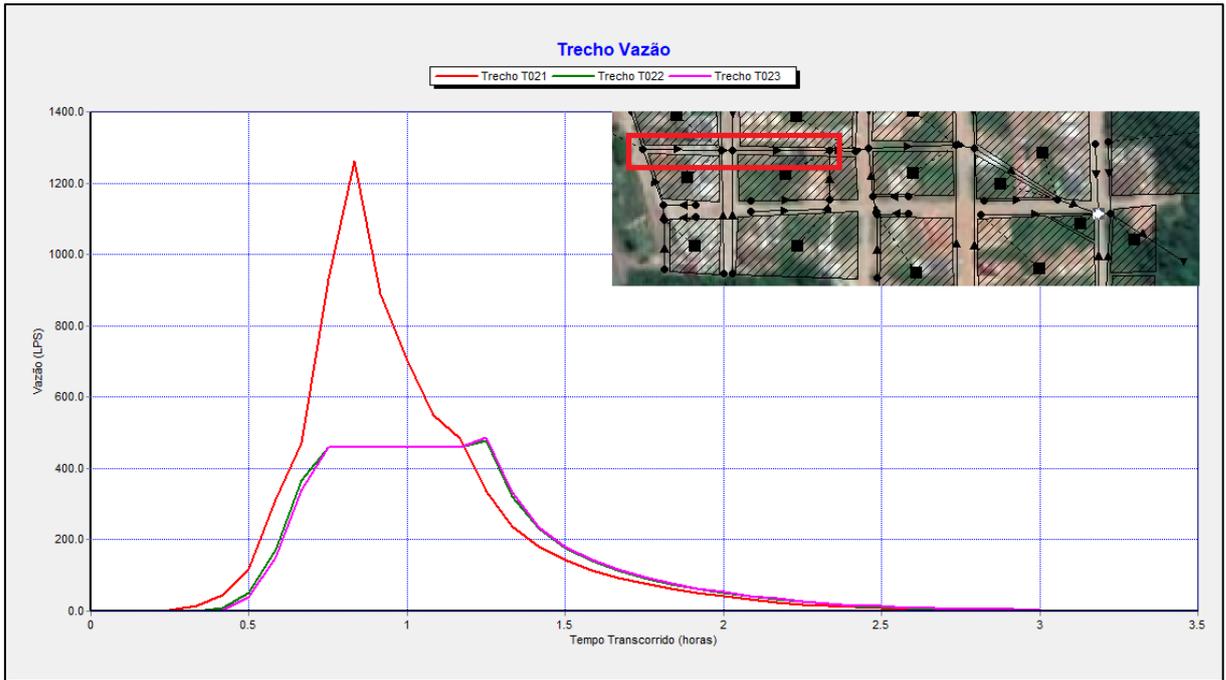
Figura 28 – Fim do alagamento no trecho crítico



Fonte: SWMM, 2020.

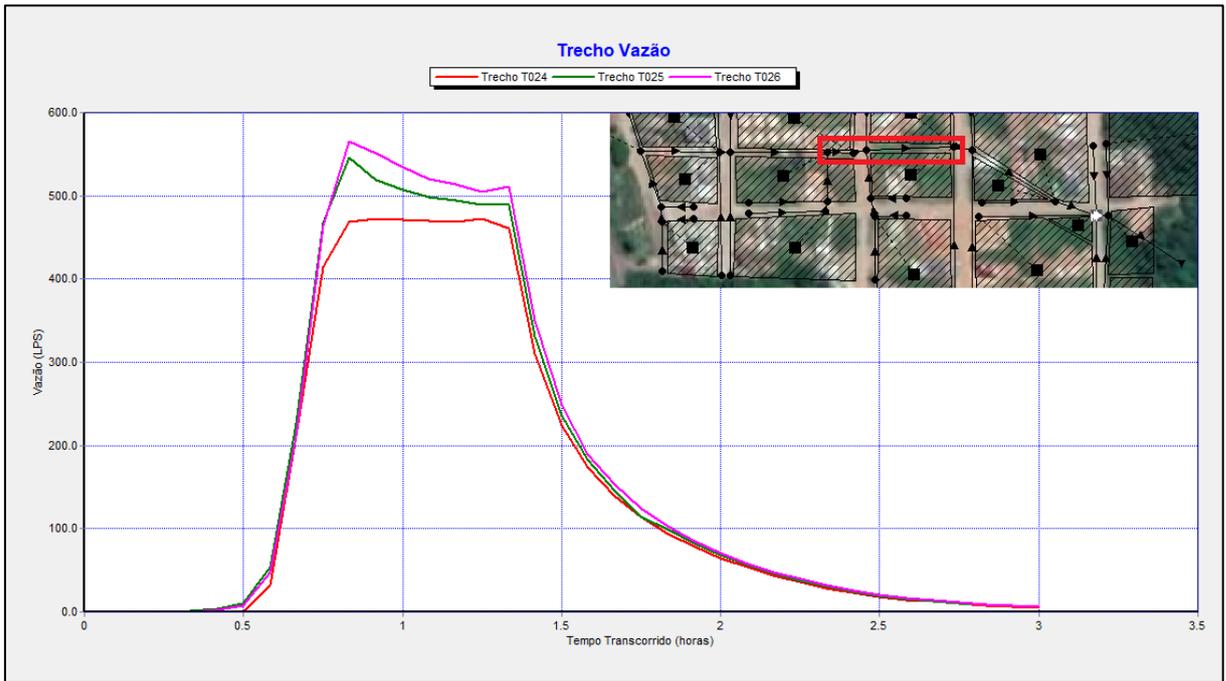
As figuras 29 a 32 contêm os hidrogramas do trecho crítico, que demonstram as vazões suportadas pela tubulação, uma vazão elevada no trecho T021, trecho inicial, que é de aproximadamente 1.300 l/s, enquanto nos trechos em que a inundação ocorre a vazão é apenas entre 400 a 600 l/s, os hidrogramas não possuem grandes picos de vazão demonstrando que o alagamento não acontece no trecho, mas nos nós da rede.

Figura 29 – Hidrograma dos trechos 021, 022 e 023



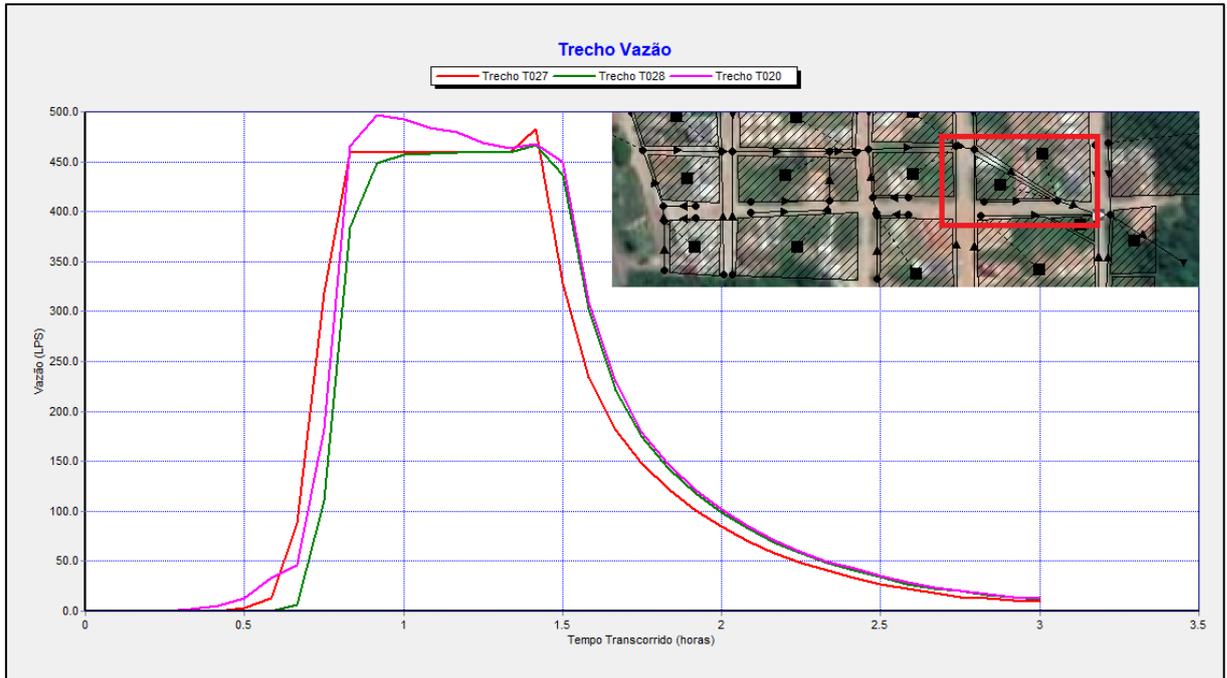
Fonte: SWMM, 2020.

Figura 30– Hidrograma dos trechos 024, 025 e 026



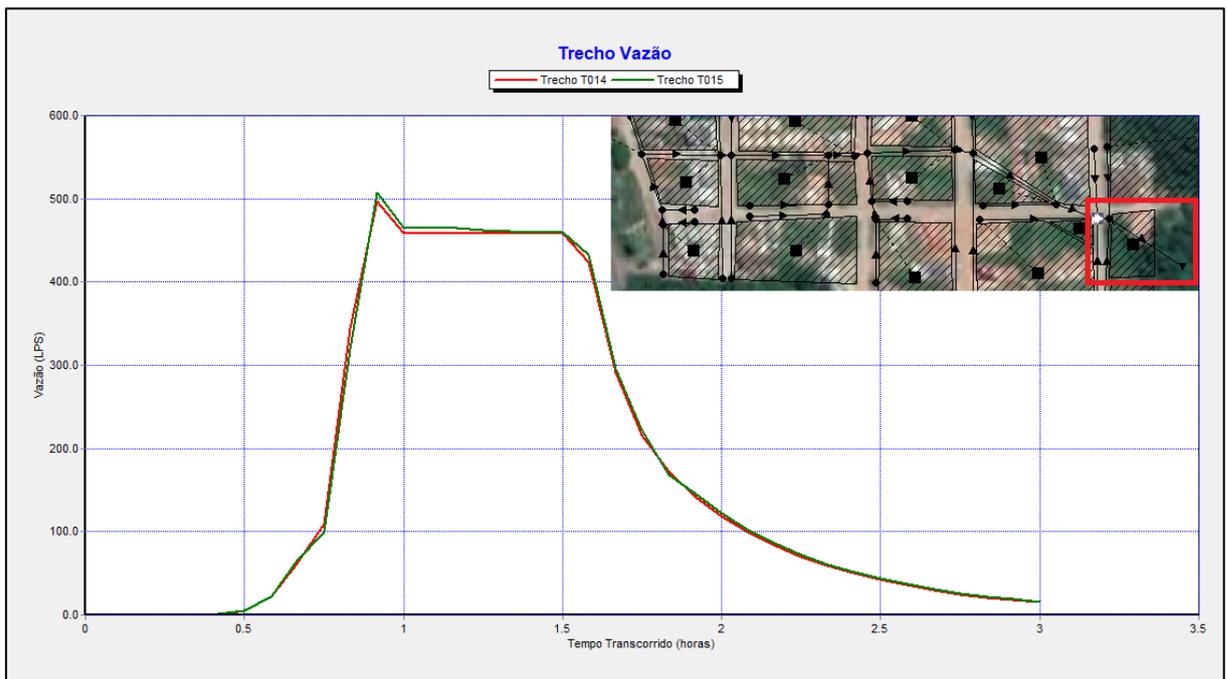
Fonte: SWMM, 2020.

Figura 31– Hidrograma dos trechos 027, 028 e 020



Fonte: SWMM, 2020.

Figura 32 – Hidrograma dos trechos 014 e 015

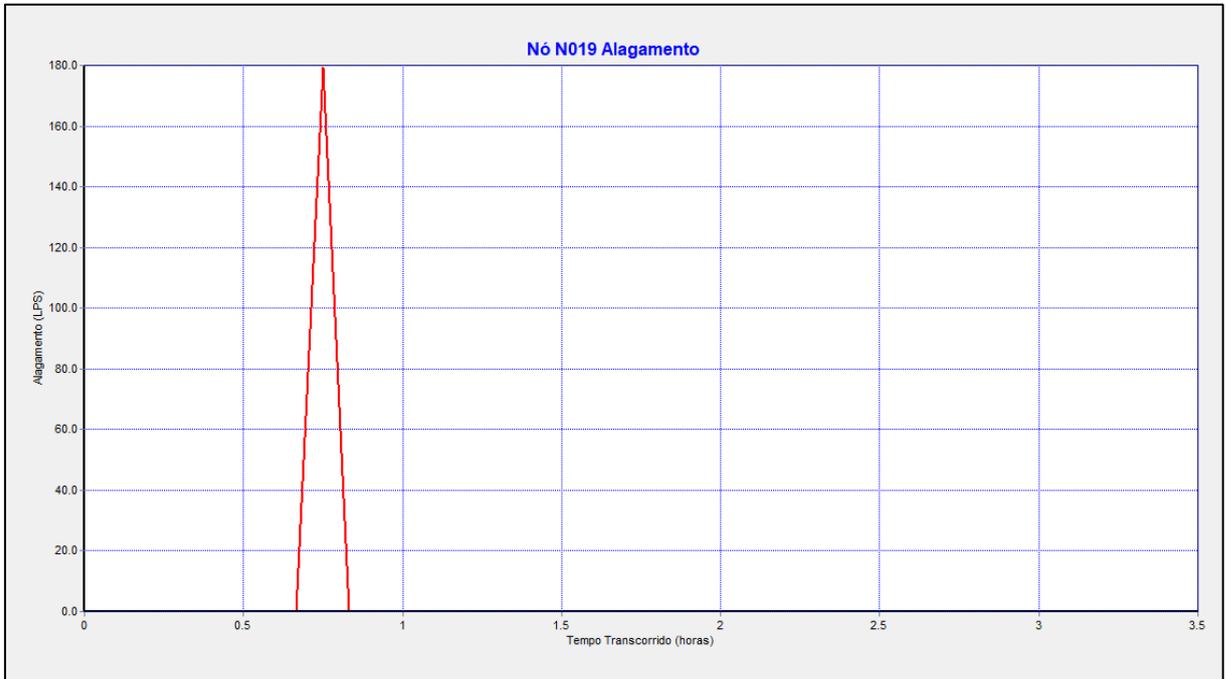


Fonte: SWMM, 2020.

Foram também obtidas as sínteses de alagamentos nos mesmos nós analisados nos perfis longitudinais. Essas demonstram o volume de água que corresponde ao episódio de alagamento modelado em cada um dos pontos, conforme figuras de 33 a 37, sendo que os maiores volumes ocorrem no nó N019 e N074 com

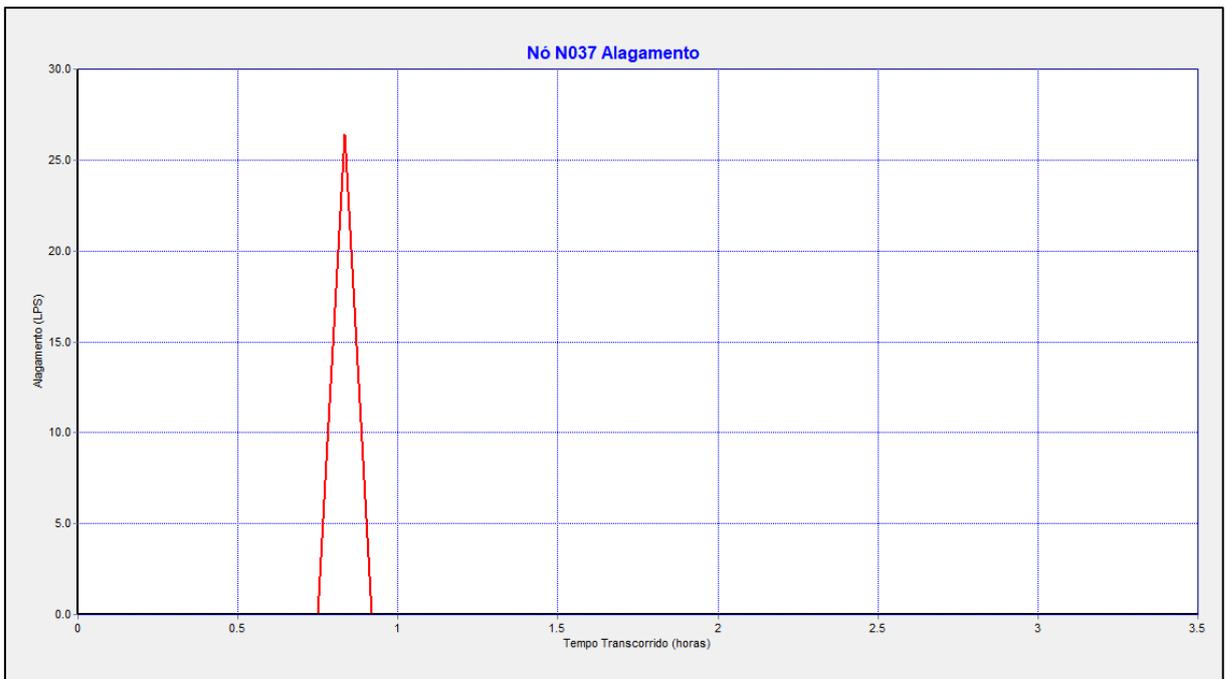
aproximadamente 100 l/s em cada nó. Em seguida, o nó N127 apresenta um valor de quase 40 l/s, e, os nós N037e N094 valores entre 20 a 30 l/s.

Figura 33 – Síntese do alagamento no nó N019



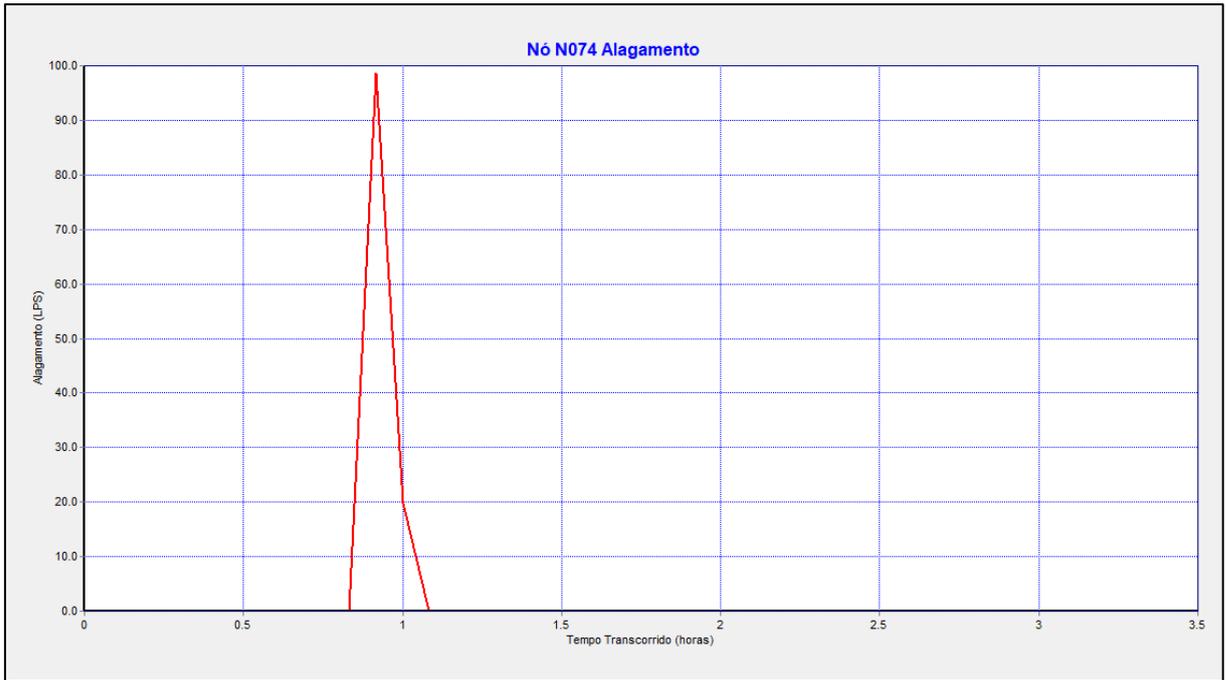
Fonte: SWMM (2020).

Figura 34 – Síntese de alagamento no nó N037



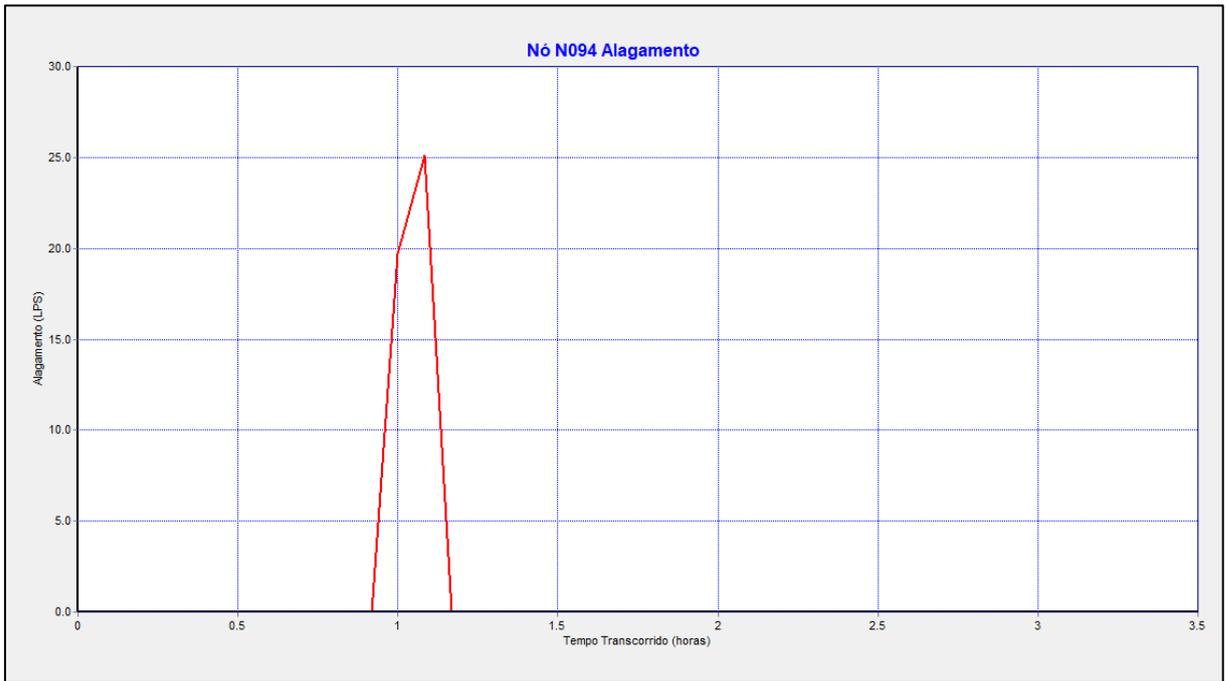
Fonte: SWMM (2020).

Figura 35 – Síntese de alagamento no nó N074



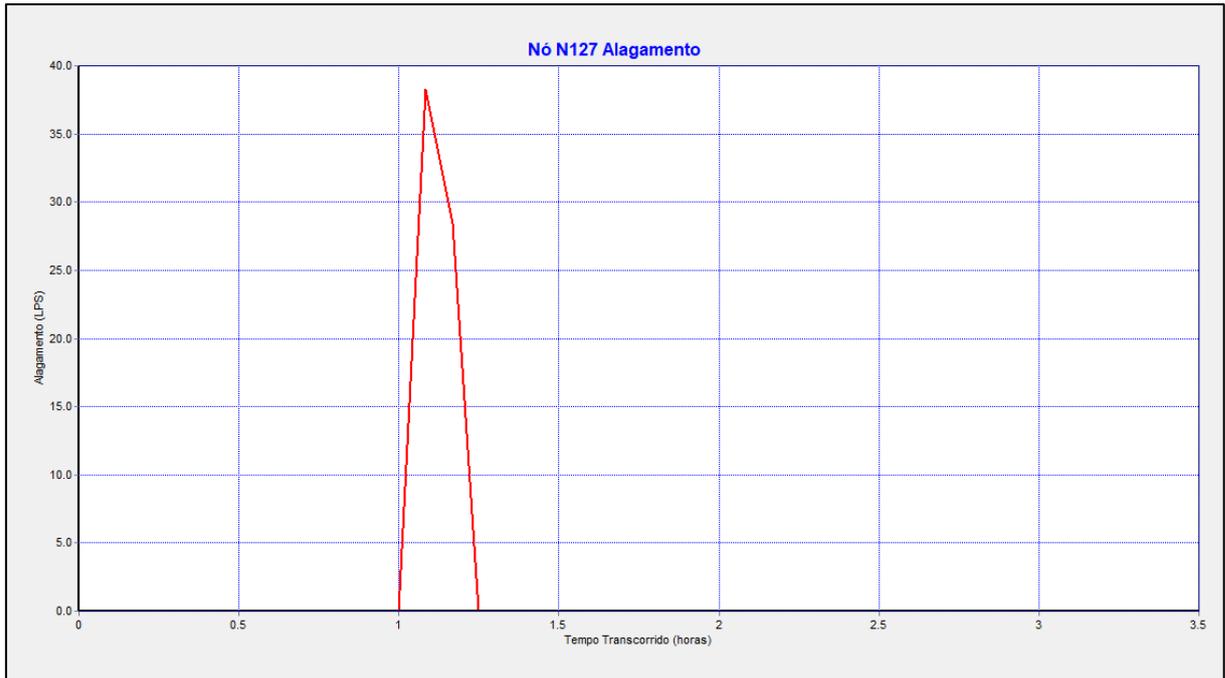
Fonte: SWMM (2020).

Figura 36 – Síntese de alagamento no nó N094



Fonte: SWMM (2020).

Figura 37 – Síntese do alagamento no nó N0127



Fonte: SWMM (2020).

6.2 SIMULAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PELA ALTERNATIVA 01 UTILIZANDO O SOFTWARE SWMM

Para as galerias com seção circular, os diâmetros recomendados estão compreendidos entre 400 mm e 1.500 mm. O diâmetro de 1.500 mm foi testado, não atendendo aos requisitos de velocidade e relação de enchimento, assim sendo, optou-se pela utilização de galerias celulares quadradas, que atendiam às velocidades máxima e mínima e, também, ao enchimento de no máximo 50% da altura. Os resultados para o dimensionamento das galerias celulares são apresentados na Tabela 8.

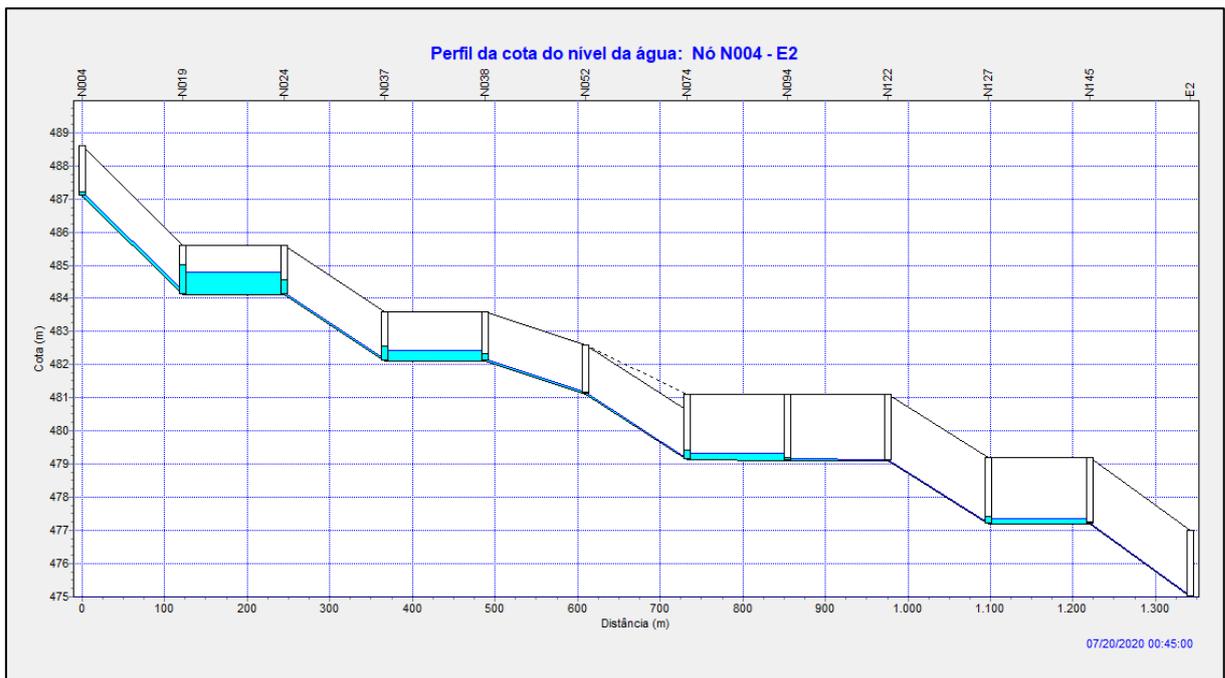
Tabela 8 – Dimensionamento das galerias celulares

Trecho	Área (m ²)	Q Trecho m ³ /s	Dimensões		n	Y/D	Velocidade m/s
	Total		B	h		-	
N004-N019	1276200	4,42	1,50	1,50	0,013	0,75	4,85
N019 - N38	1310400	4,74	1,50	1,50	0,013	0,75	4,85
N038 - 074	1352300	5,41	1,50	1,50	0,013	0,75	4,93
N074 - N122	1373100	5,70	2,00	2,00	0,013	1	0,83
N122 - EXUTÓRIO	1389000	5,86	2,00	2,00	0,013	1	4,79

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

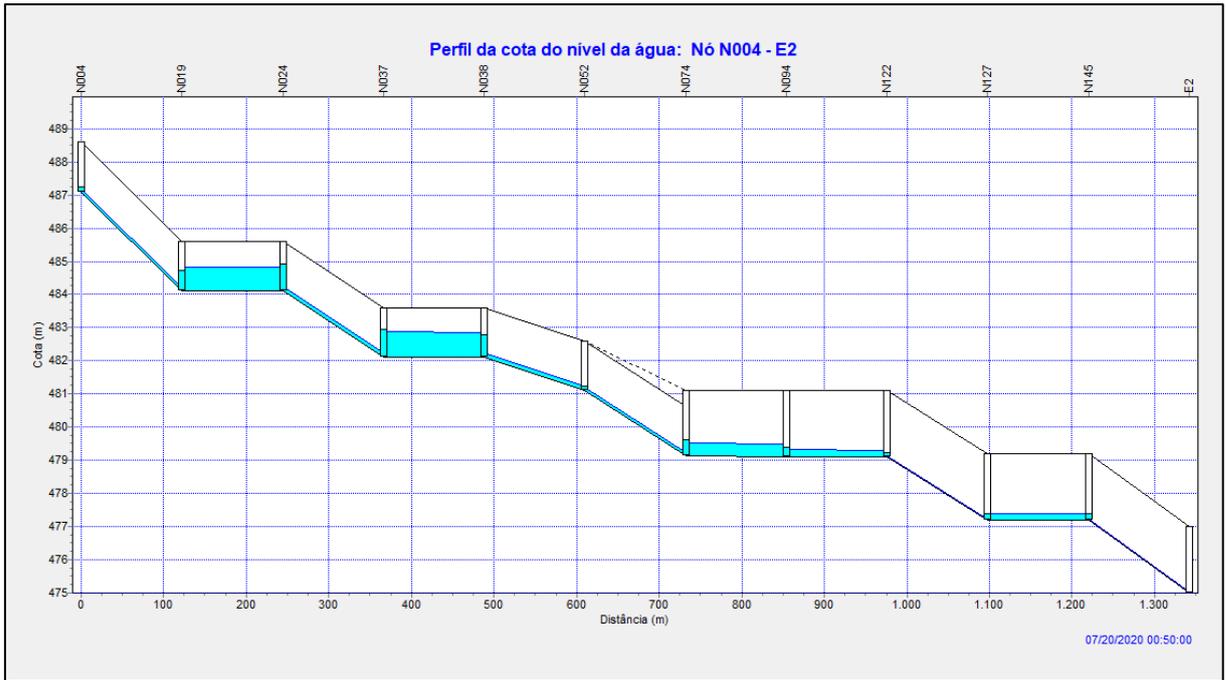
Um novo relatório gerado pode ser verificado no Anexo C. As figuras 38 a 43 demonstram o perfil longitudinal do trecho crítico, em alguns dos intervalos de tempo analisados no subcapítulo 4.2, para demonstrar não há mais PVs com transbordamento em regime de sobrepressão causando alagamento para um período de retorno de 50 anos, sendo uma alternativa interessante para a minimização dos efeitos de chuvas intensas.

Figura 38 – Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico aos 45 minutos



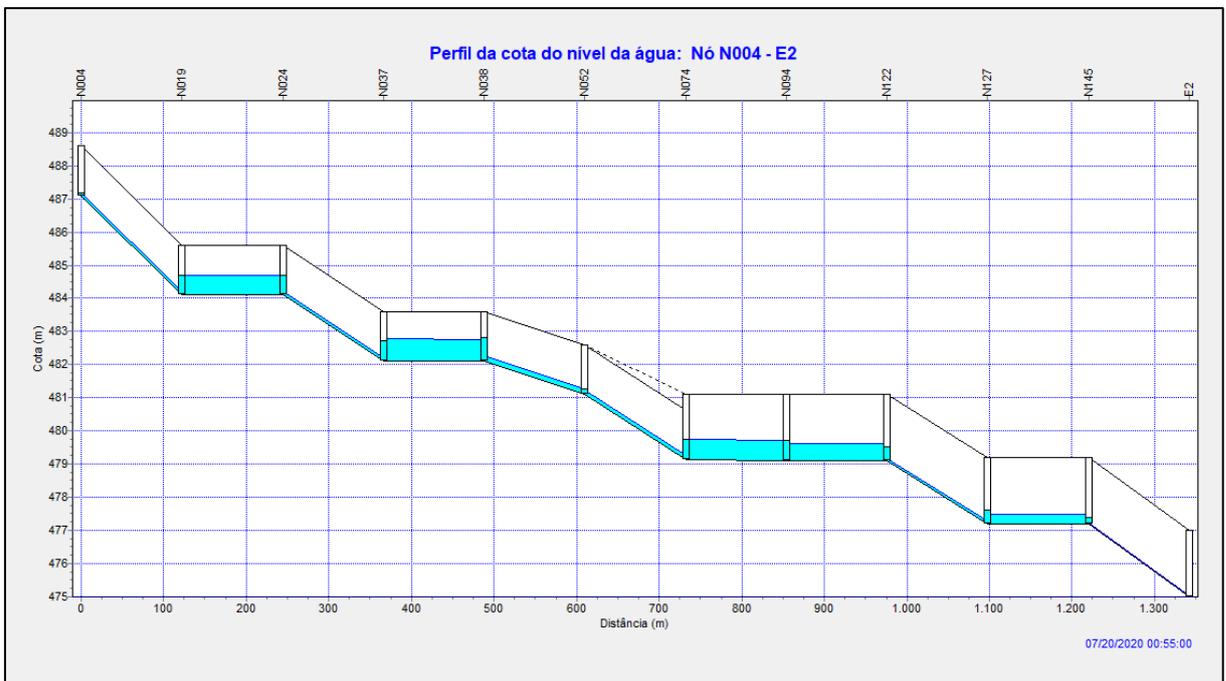
Fonte: SWMM (2020).

Figura 39 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico aos 50 minutos



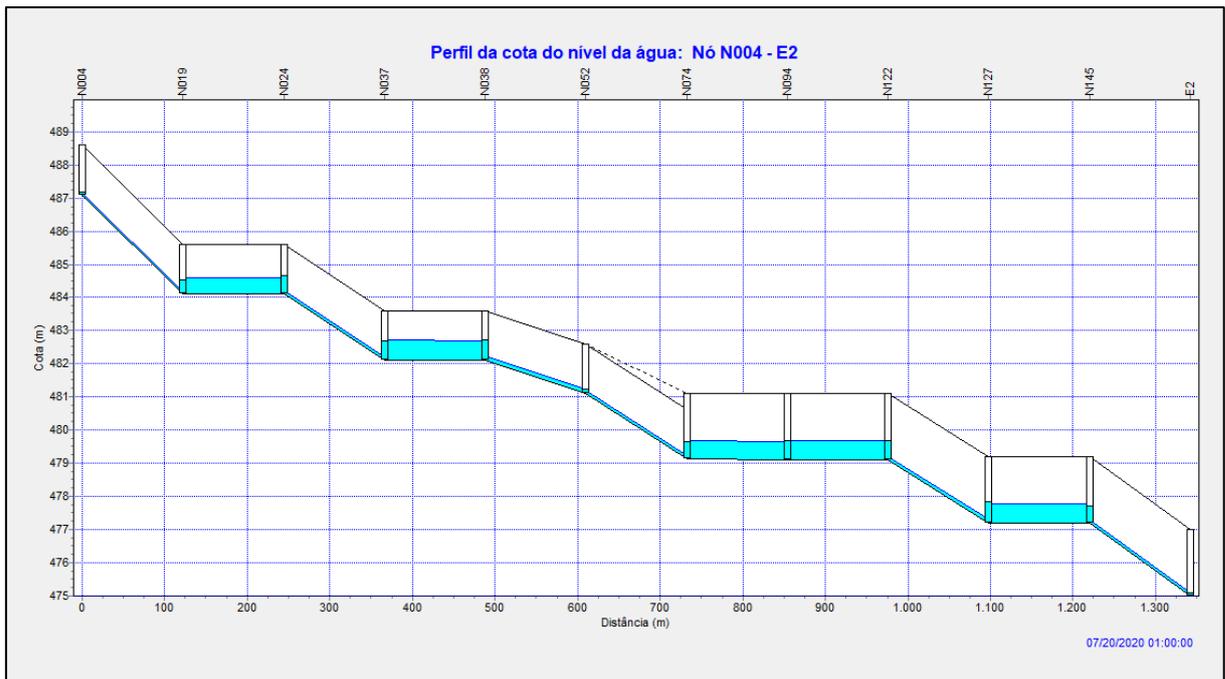
Fonte: SWMM (2020).

Figura 40 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico aos 55 minutos



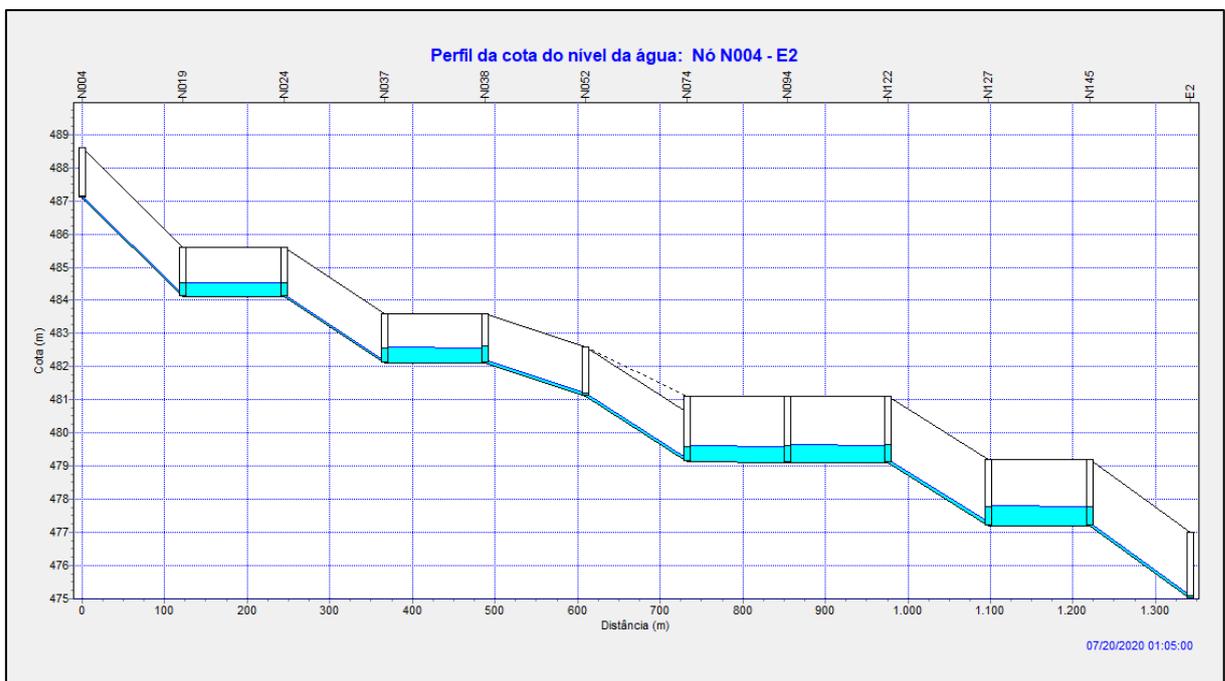
Fonte: SWMM (2020).

Figura 41 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico em 1 hora



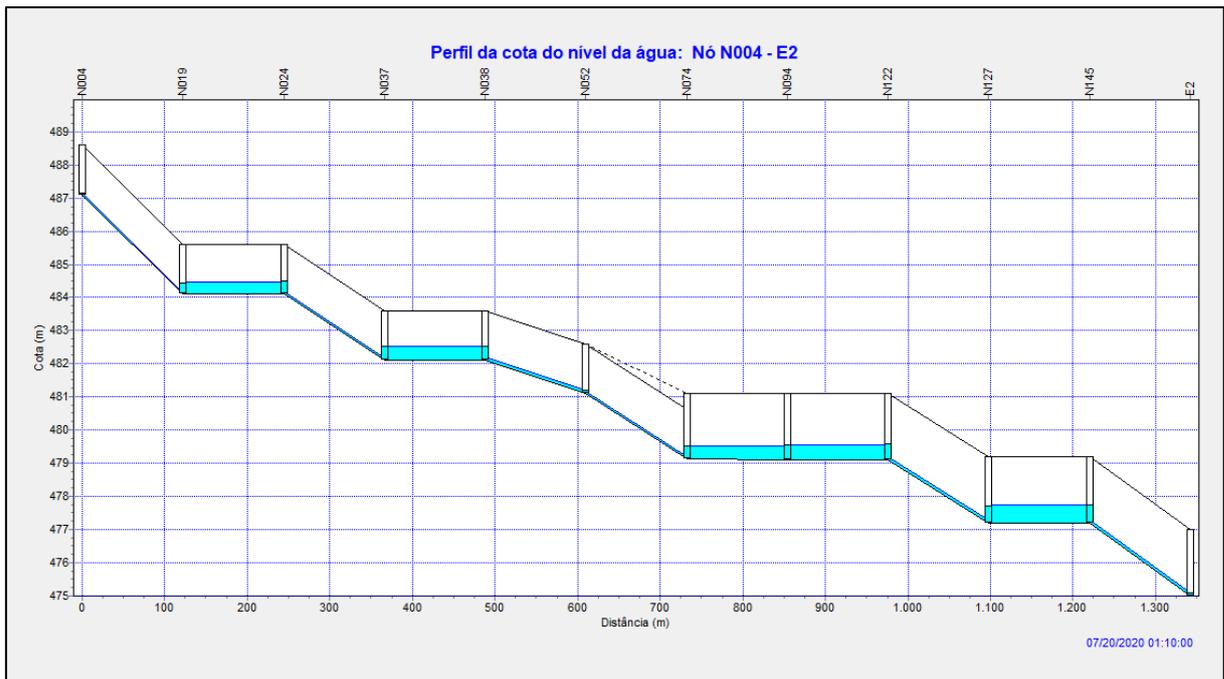
Fonte: SWMM (2020).

Figura 42 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico em 1h e 05 min



Fonte: SWMM (2020).

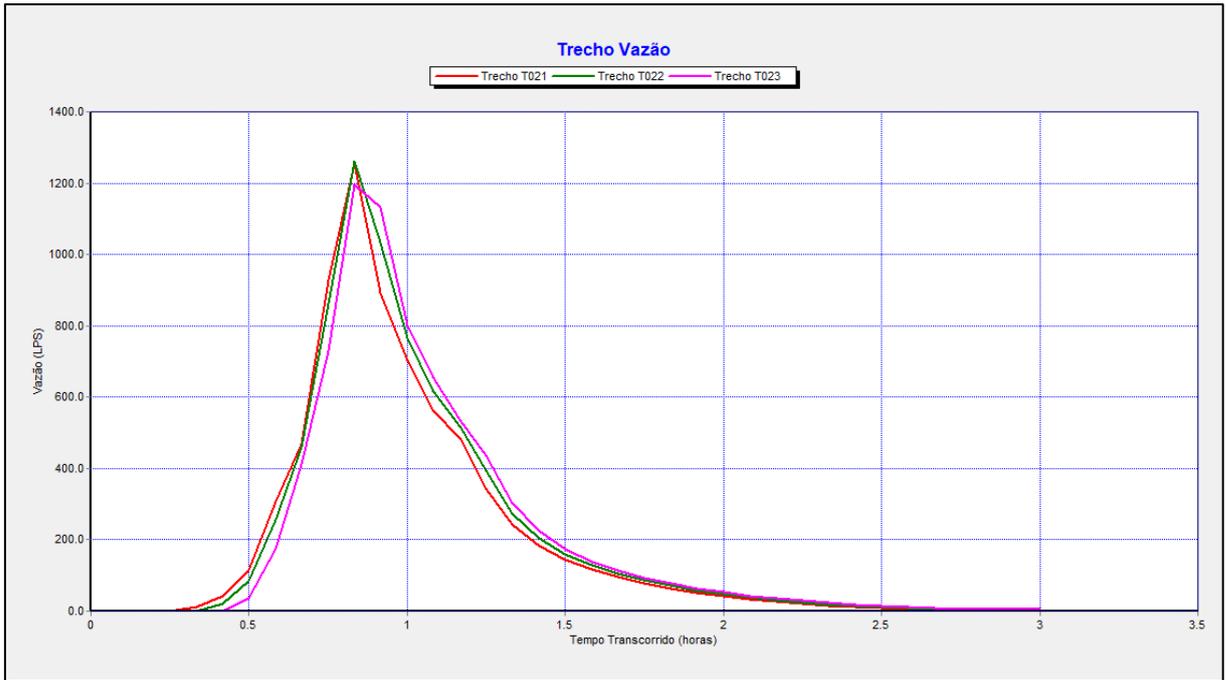
Figura 43 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico em 01h e 10 min



Fonte: SWMM (2020).

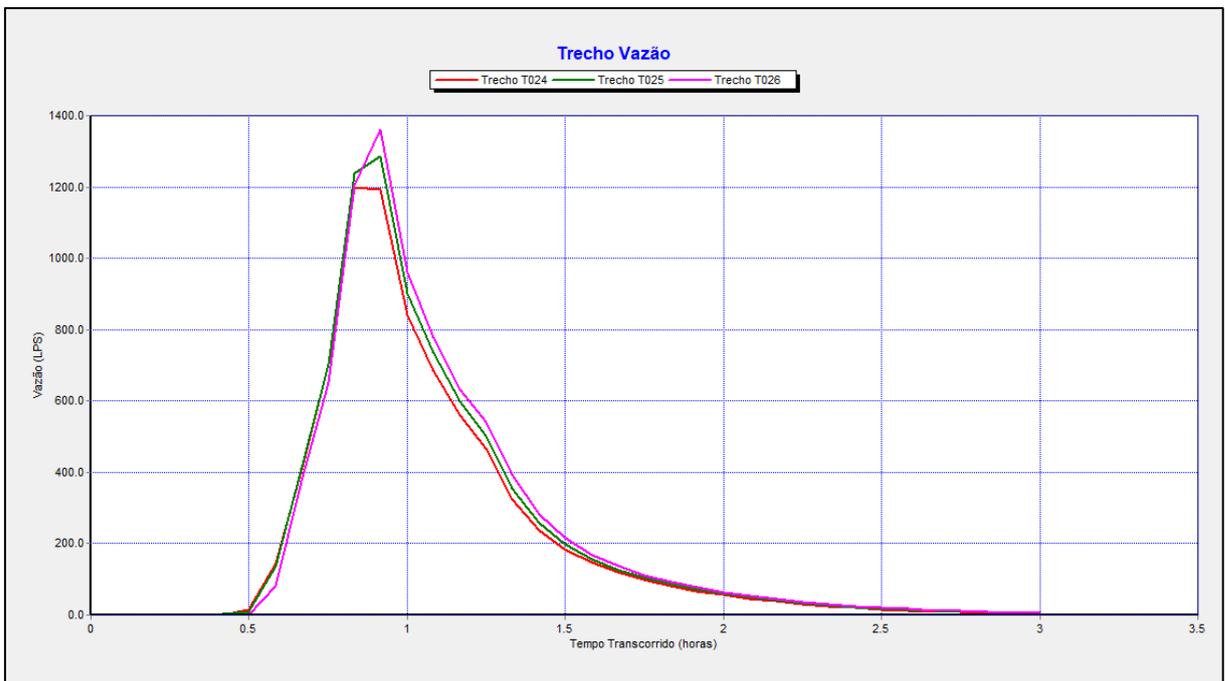
As figuras 44 a 47 apresentam os hidrogramas do trecho. Naqueles trechos em que a capacidade de escoamento era entre 400 a 600 l/s, ela foi aumentada para valores entre 1.000 a 1.600 l/s, fornecendo melhor propagação de fluxo no canal. Essa propagação faz com que não aconteça o acúmulo de água nos trechos, demonstrando que a relação de enchimento não é atingida, e dessa forma, esses condutos não entram sob pressão.

Figura 44 – Hidrograma do trecho crítico



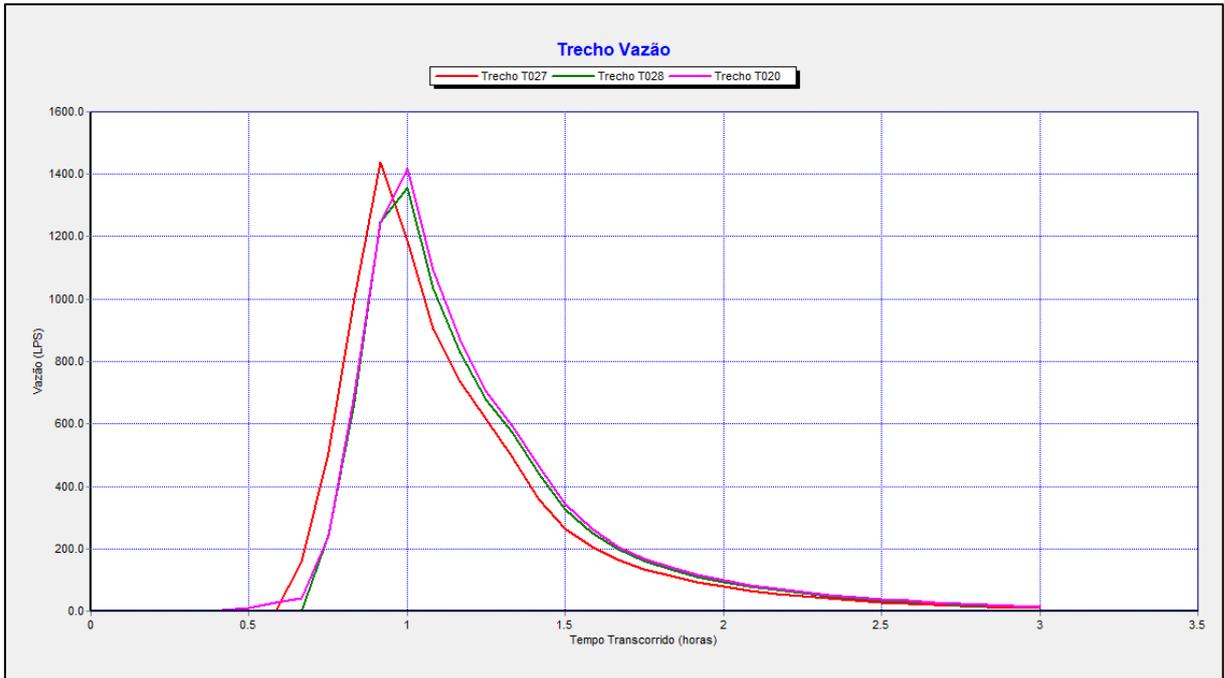
Fonte: SWMM (2020).

Figura 45 - Hidrograma do trecho crítico



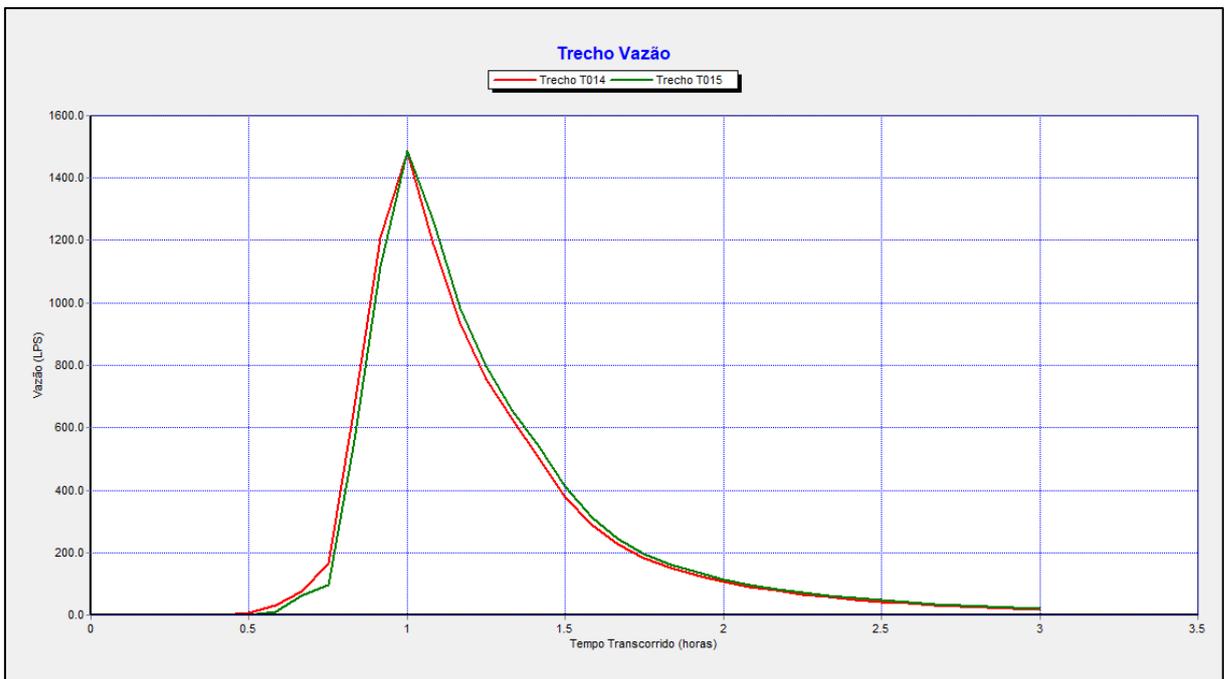
Fonte: SWMM (2020).

Figura 46 - Hidrograma do trecho crítico



Fonte: SWMM (2020).

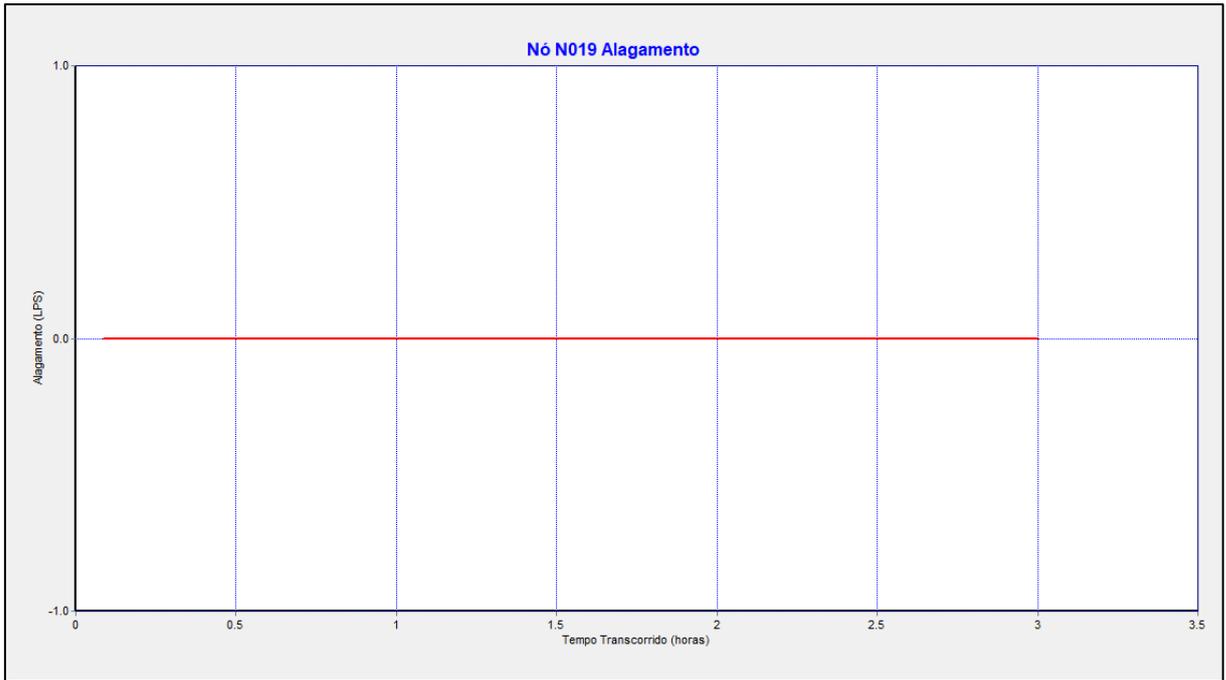
Figura 47 - Hidrograma do trecho crítico



Fonte: SWMM (2020).

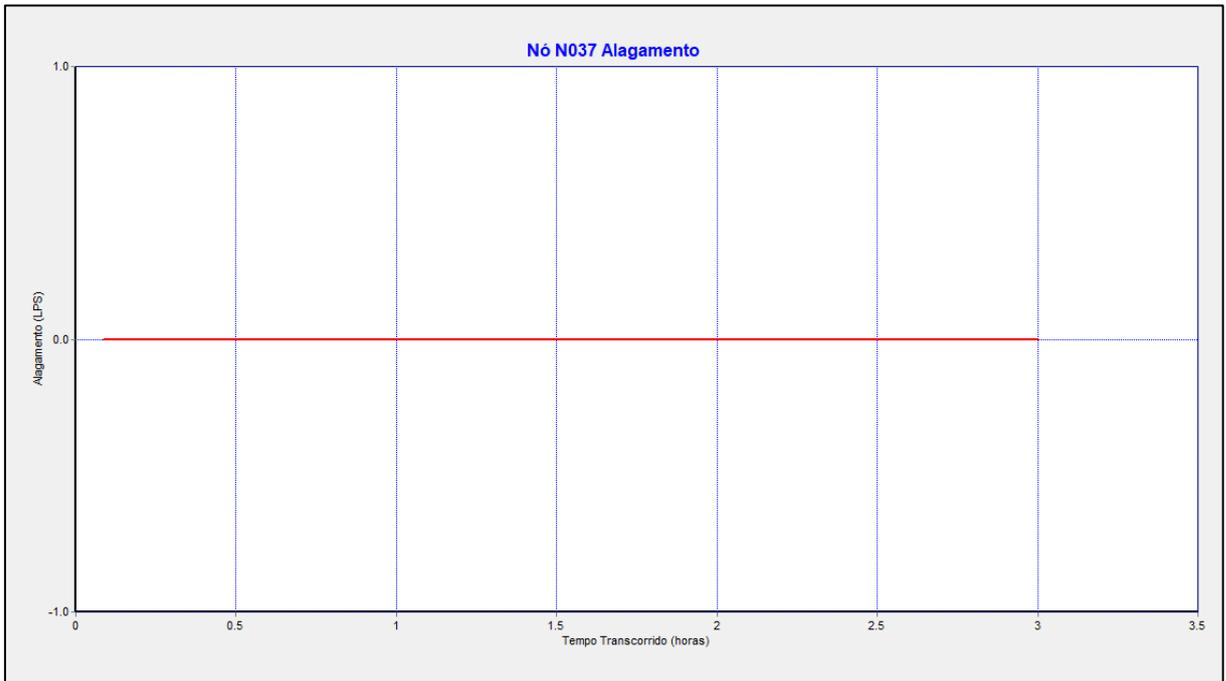
As figuras 48 a 52 demonstram novamente a síntese de alagamento nos nós da rede, para os mesmos analisados no subcapítulo anterior. Como pode ser analisado, o valor igual a zero, assim, a troca da tubulação foi uma solução efetiva quanto ao alagamento no trecho crítico.

Figura 48 – Síntese de alagamento no nó N019



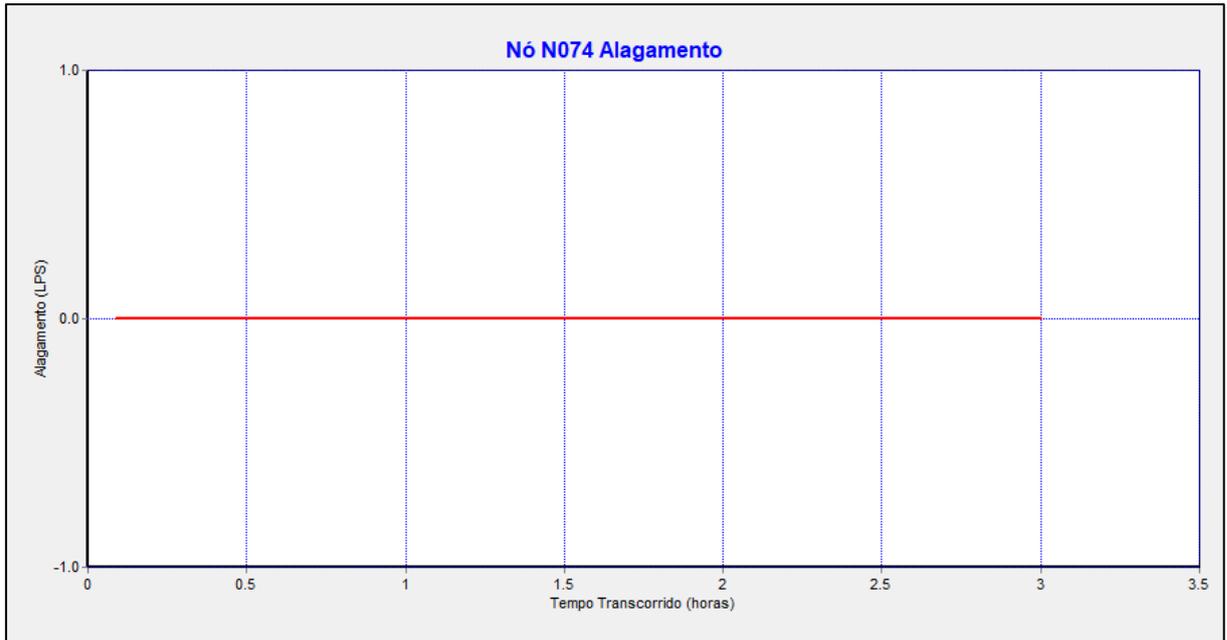
Fonte: SWMM (2020).

Figura 49 – Síntese de alagamento no nó N037



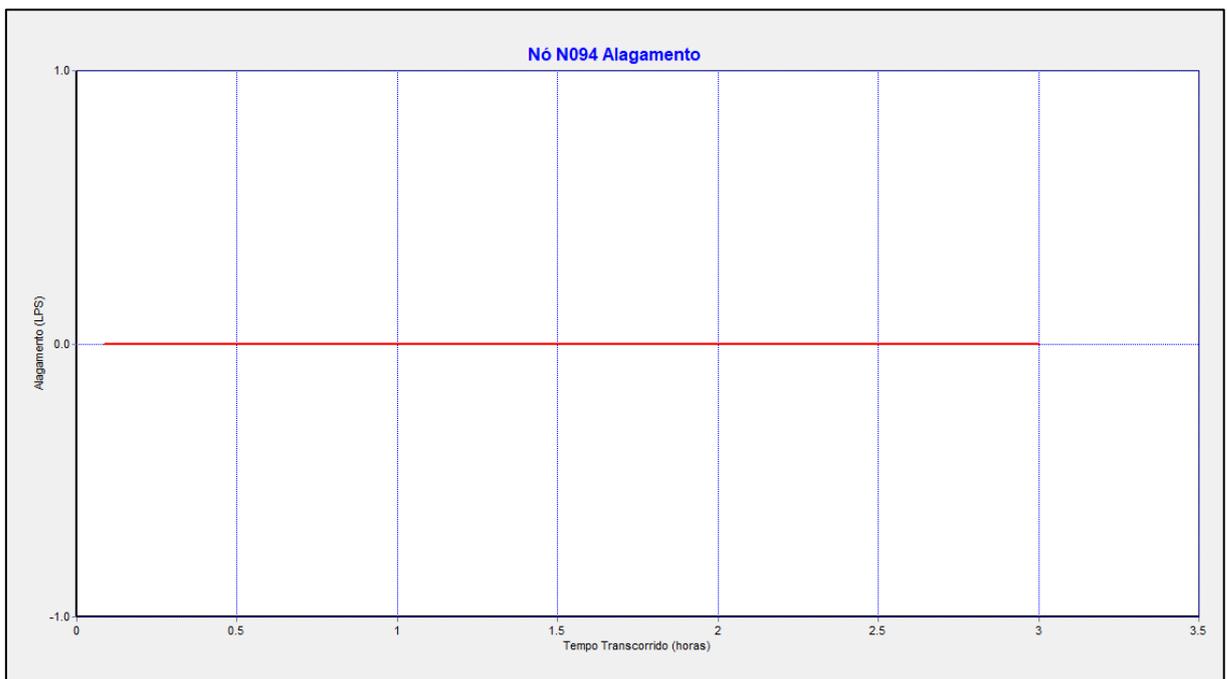
Fonte: SWMM (2020).

Figura 50 – Síntese de alagamento no nó N074



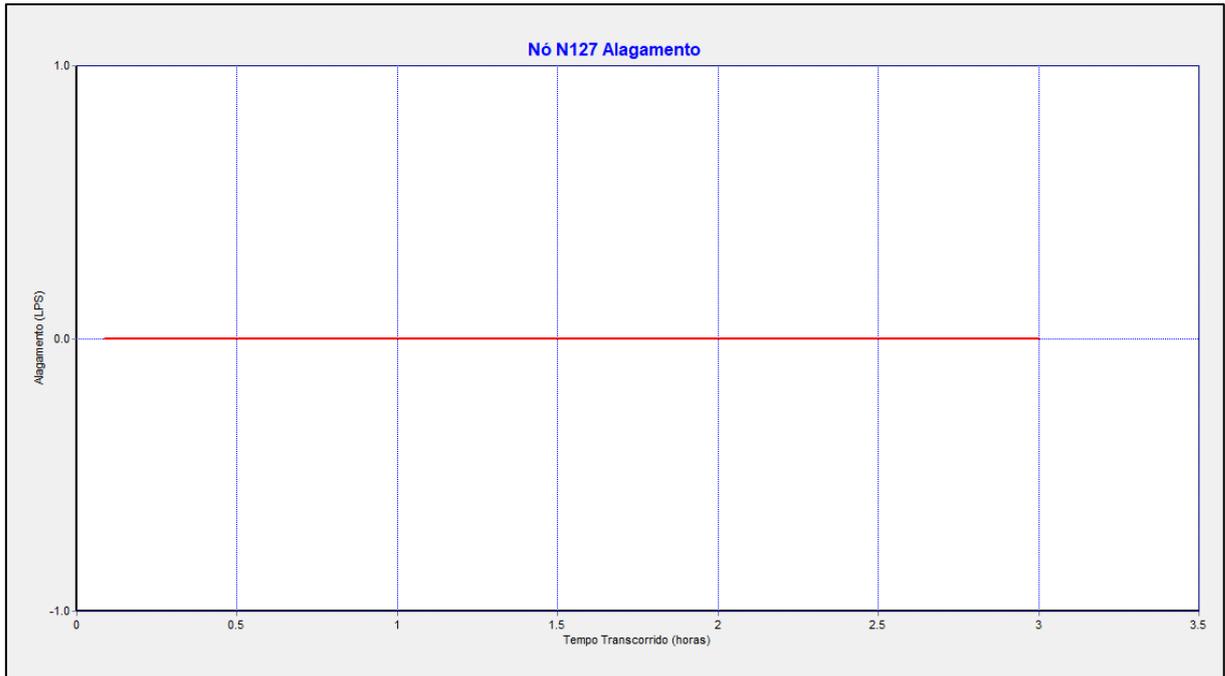
Fonte: SWMM (2020).

Figura 51 – Síntese de alagamento no nó N094



Fonte: SWMM (2020).

Figura 52 – Síntese de alagamento no nó N127



Fonte: SWMM (2020).

A partir desses valores, a elaboração de uma adequação para o sistema foi contemplada, obtendo-se bons resultados e o alagamento dos nós não ocorrendo mais. Feito isso, o próximo passo foi a elaboração de plantas e detalhamentos da nova rede, as quais podem ser visualizadas no Apêndice A e no Apêndice B.

6.3 SIMULAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PELA ALTERNATIVA 02 UTILIZANDO O SOFTWARE SWMM

O segundo método estrutural escolhido para adequação do sistema de drenagem, foi o dimensionamento de uma bacia de retenção com leito impermeável. O reservatório deve atender a uma área de contribuição de 1,24 km², portanto, fez-se necessário o cálculo de um novo tempo de concentração somente para essa área. Ainda, usando este tempo, foi possível calcular a intensidade máxima.

Como estimado anteriormente, o tempo de concentração utilizado foi de 15 minutos e a intensidade máxima de projeto foi de 172,81 mm/h. Para se obter todos os dados necessários para o cálculo da vazão de pré-dimensionamento o coeficiente de escoamento superficial foi ponderado da seguinte forma:

$$C = \frac{0,992 \times 0,15 + 0,248 \times 0,95}{1,24} = 0,31$$

Em que 0,15 é coeficiente adotado para a área permeável da bacia e 0,95 para a área impermeável. Por conseguinte, calculou-se a vazão pela Equação 8:

$$q_n = 2,778 \times 0,31 \times 172,81 = 148,82l$$

Substituindo na Equação 7:

$$V_{m\acute{a}x} = \left(\sqrt{\frac{901,203}{60}} \times \sqrt{0,31} \times 50^{\frac{0,172}{2}} - \sqrt{\frac{9,791}{60}} \times \sqrt{148,82} \right)^2 = 4,34 \text{ mm/ha}$$

Este valor foi multiplicado por 10 para obter o valor em m³/ha e posteriormente, multiplicado pela área de 124 ha para obtenção do volume absoluto, resultando em um volume total de 5379,041 m³. Dessa forma, definiu-se, uma bacia de retenção de leito impermeável retangular, com revestimento em concreto com comprimento de 75 m, largura de 25 m e altura de 3,5 m, a mesma, tem planta baixa e corte demonstradas no Apêndice C. A estrutura de saída é um orifício pequeno, tubo circular de concreto com diâmetro de 400 mm. A bacia localizar-se-á na área compreendida pelo retângulo em amarelo na Figura 53, que é um local já sem vegetação, apenas gramado.

Figura 53 – Localização da bacia de detenção



Fonte: Google Earth (2020).

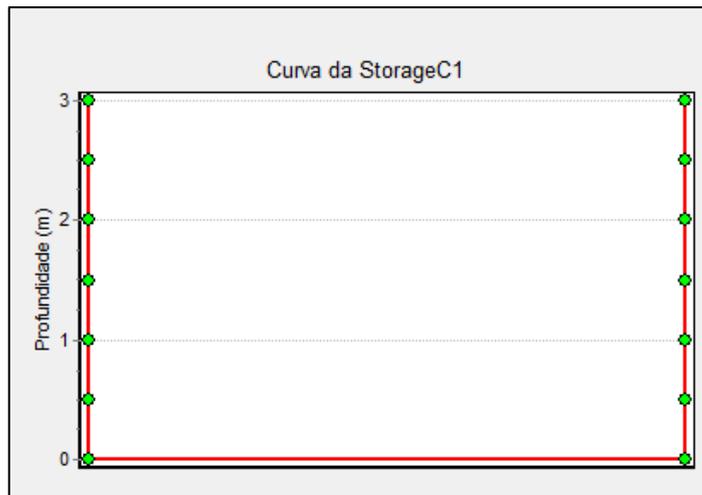
Para a simulação no SWMM, foi necessária a inclusão de um reservatório, sendo gerada uma curva que relaciona a profundidade do reservatório e sua área, cujas características são apresentadas na Figura 54 e na Tabela 9.

Tabela 9 – Dados de entrada do reservatório de detenção

Profundidade (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
0	1875	0
0,5	1875	937,5
1	1875	1875
1,5	1875	2812,5
2	1875	3750
2,5	1875	4687,5
3	1875	5625

Fonte: SWMM, (2020)

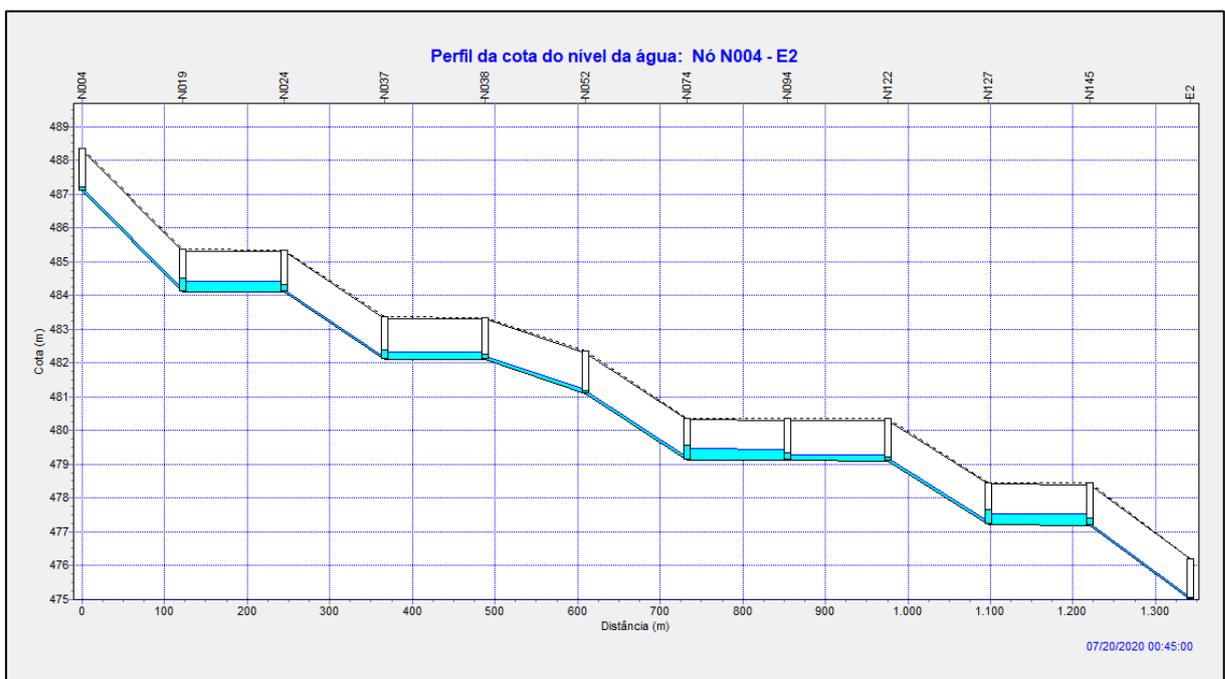
Figura 54 – Curva da bacia de detenção



Fonte: SWMM (2020).

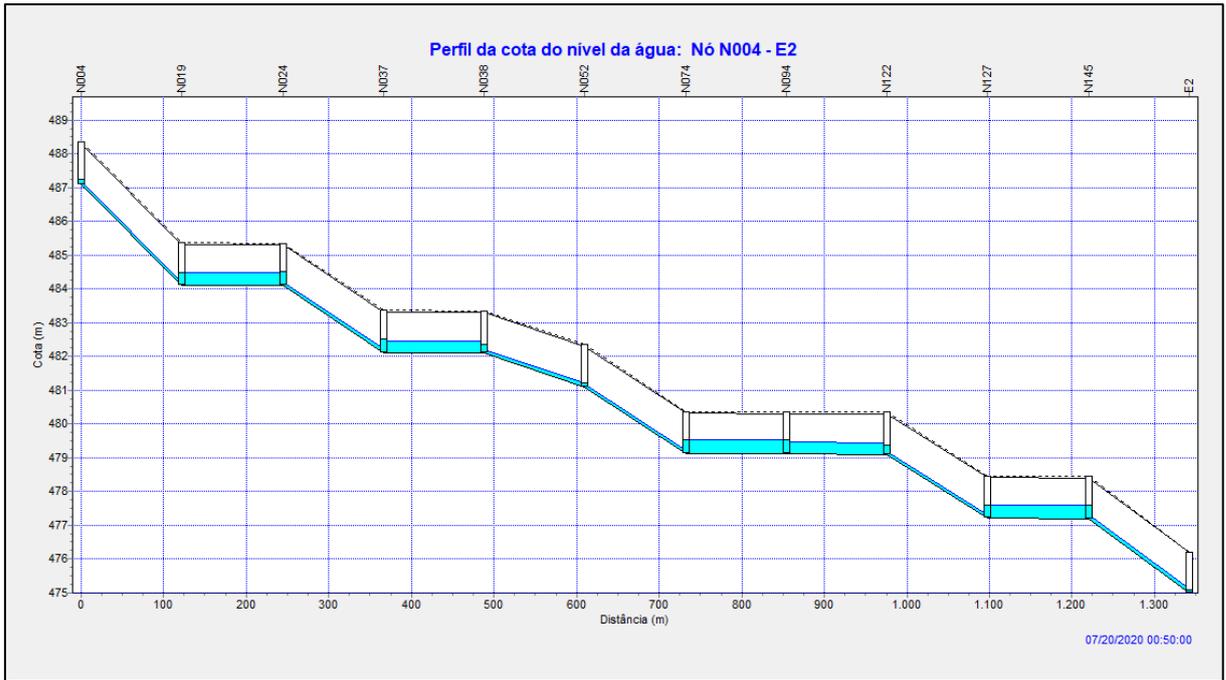
Uma nova simulação foi realizada, e, novamente, os nós do trecho crítico não sofreram mais com os alagamentos. As figuras 55 a 60 demonstram o perfil longitudinal do trecho crítico. São analisados os mesmos instantes de tempo daqueles analisados nos itens 4.2 e 4.3, a fim de demonstrar que a inundação não ocorre mais.

Figura 55 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico



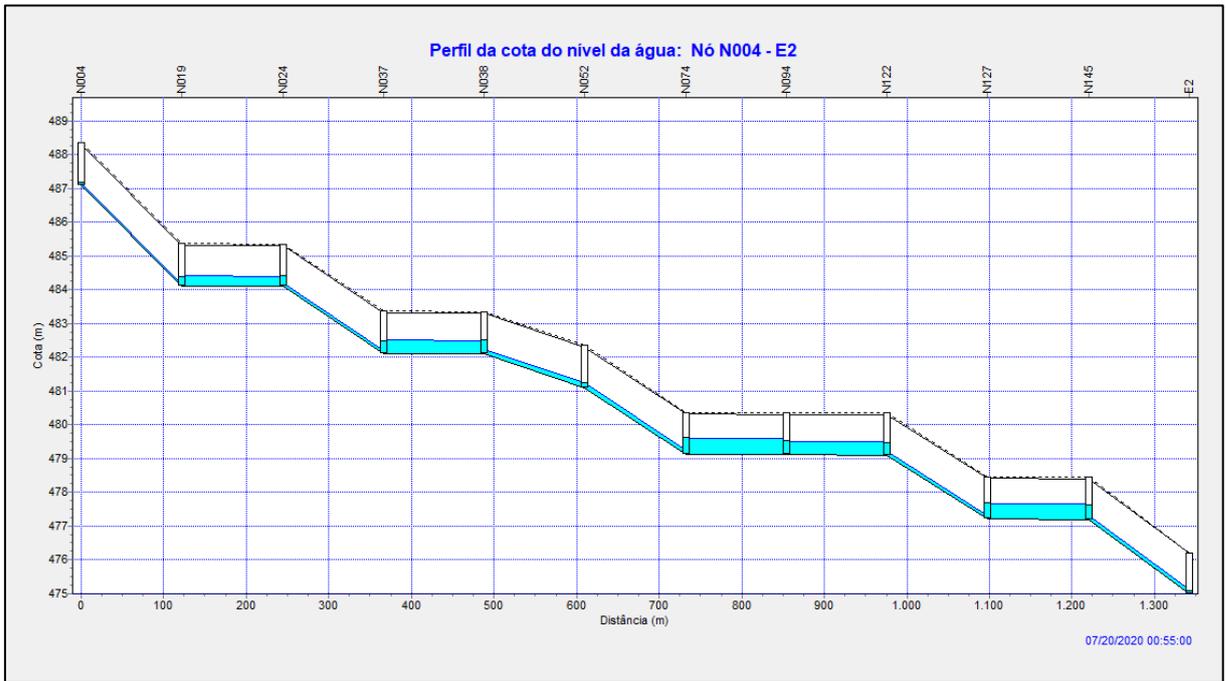
Fonte: SWMM (2020).

Figura 56 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico



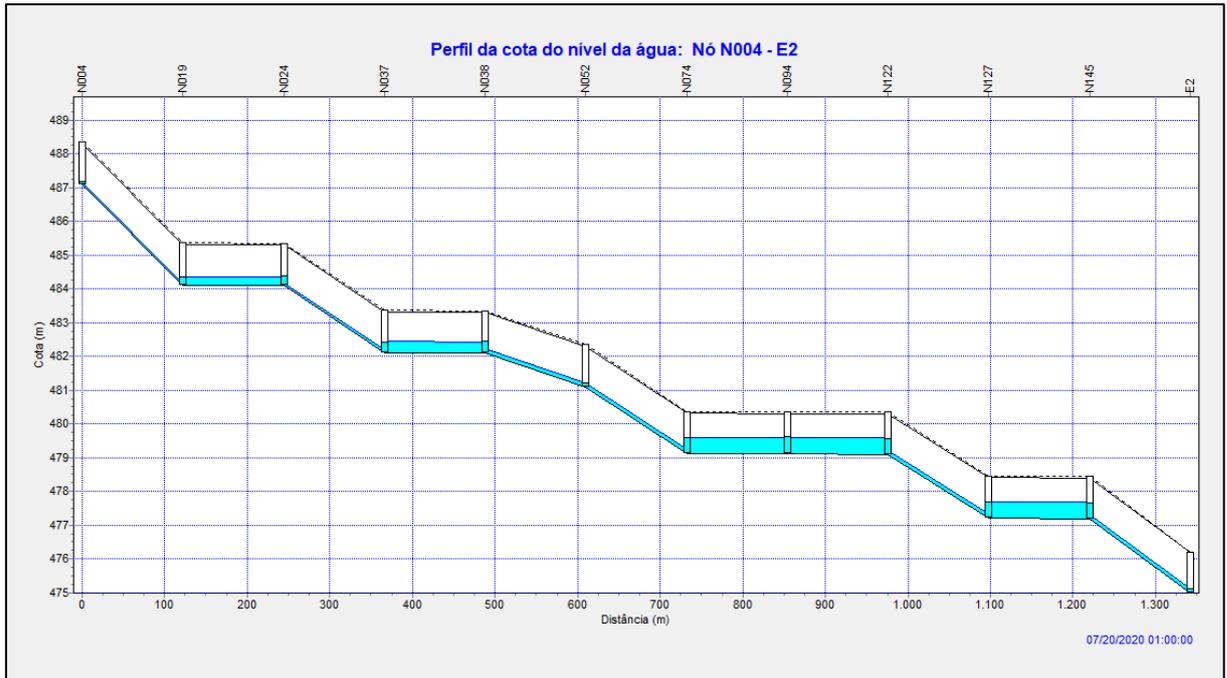
Fonte: SWMM (2020).

Figura 57 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico



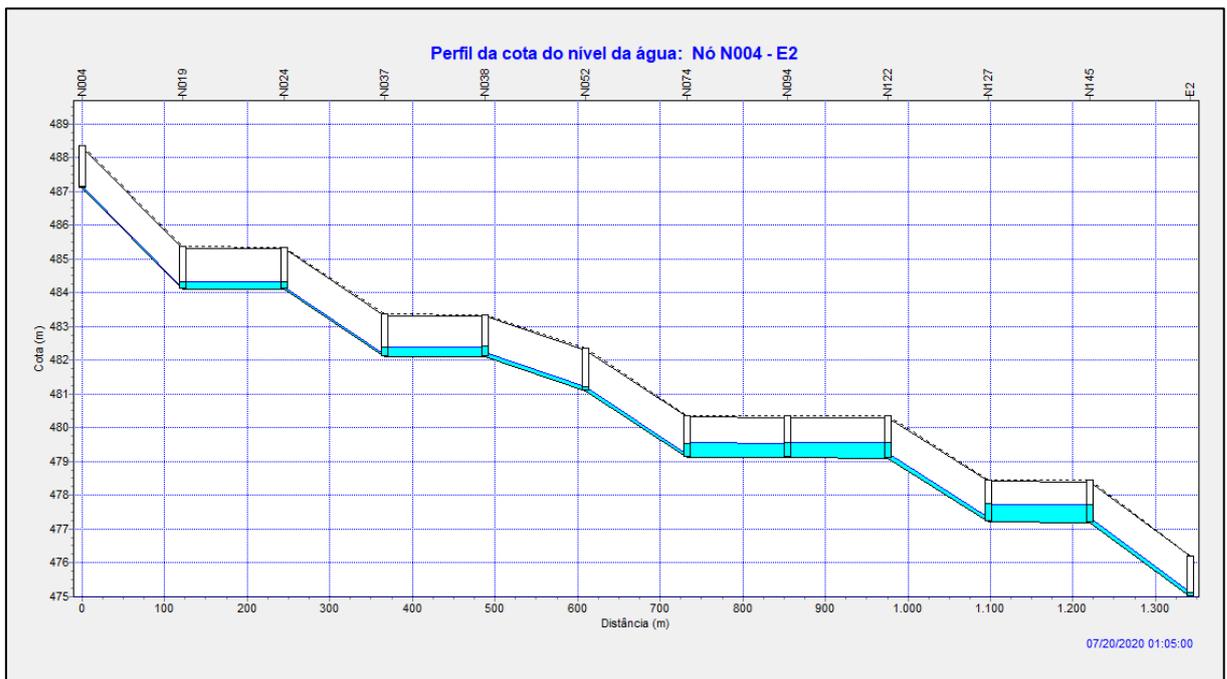
Fonte: SWMM (2020).

Figura 58 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico



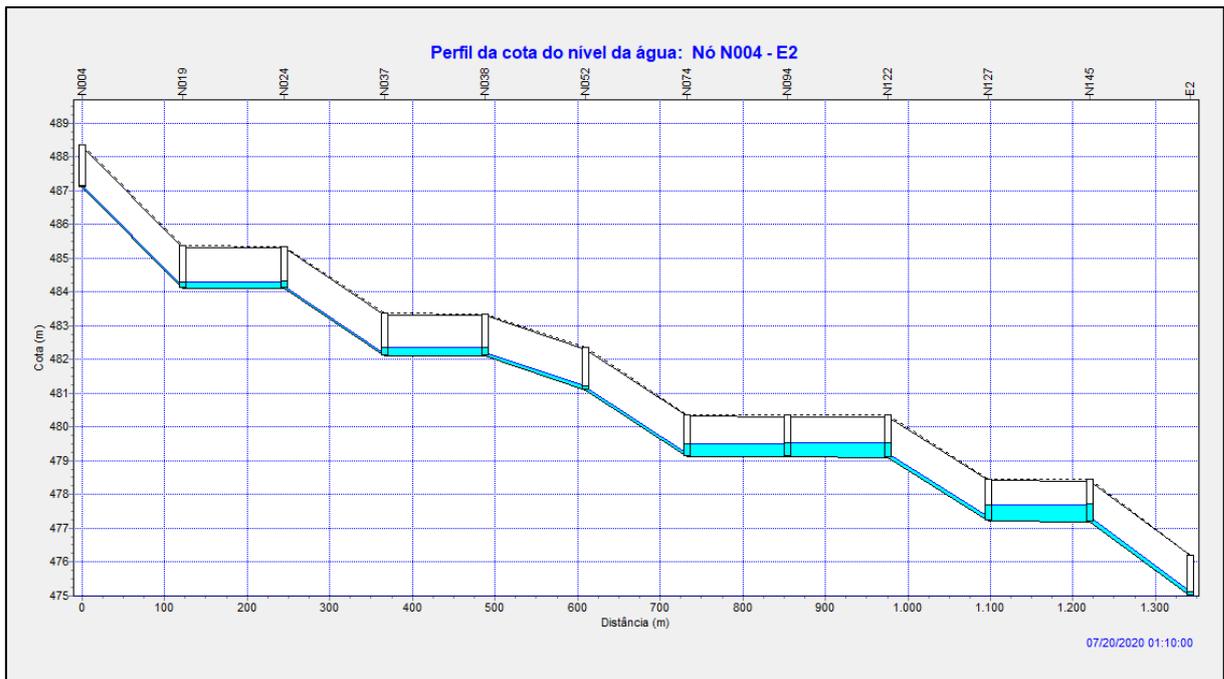
Fonte: SWMM (2020).

Figura 59 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico



Fonte: SWMM (2020).

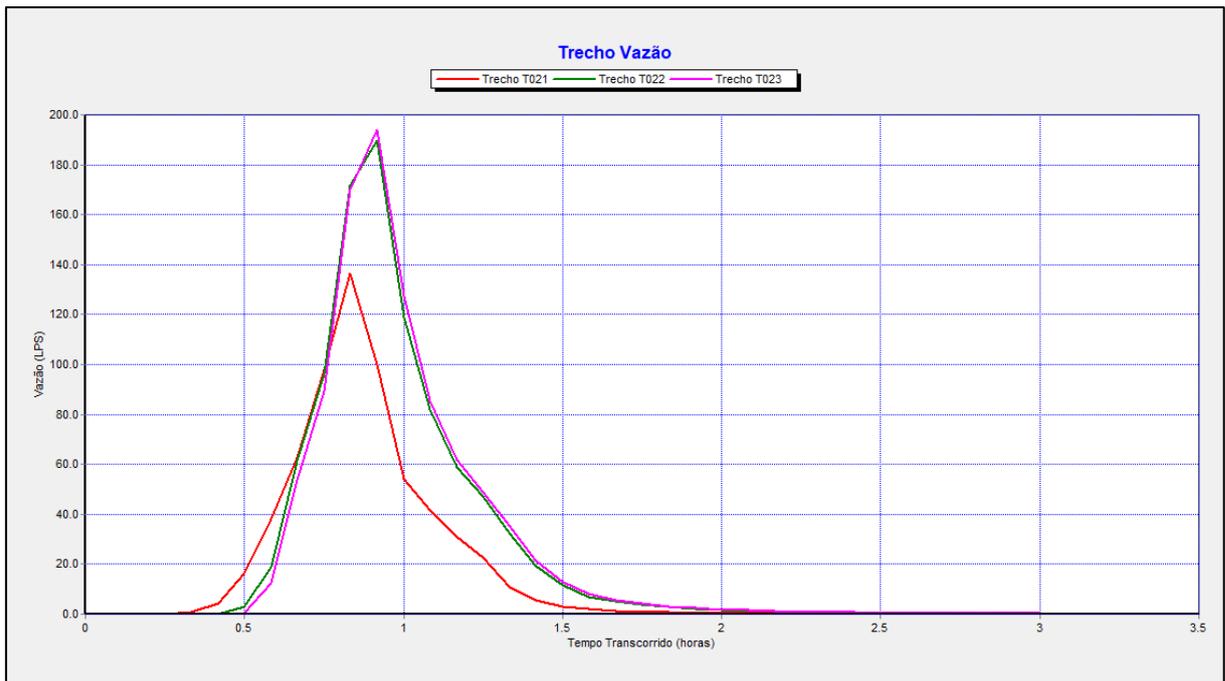
Figura 60 - Perfil longitudinal com o fluxo no trecho crítico



Fonte: SWMM (2020).

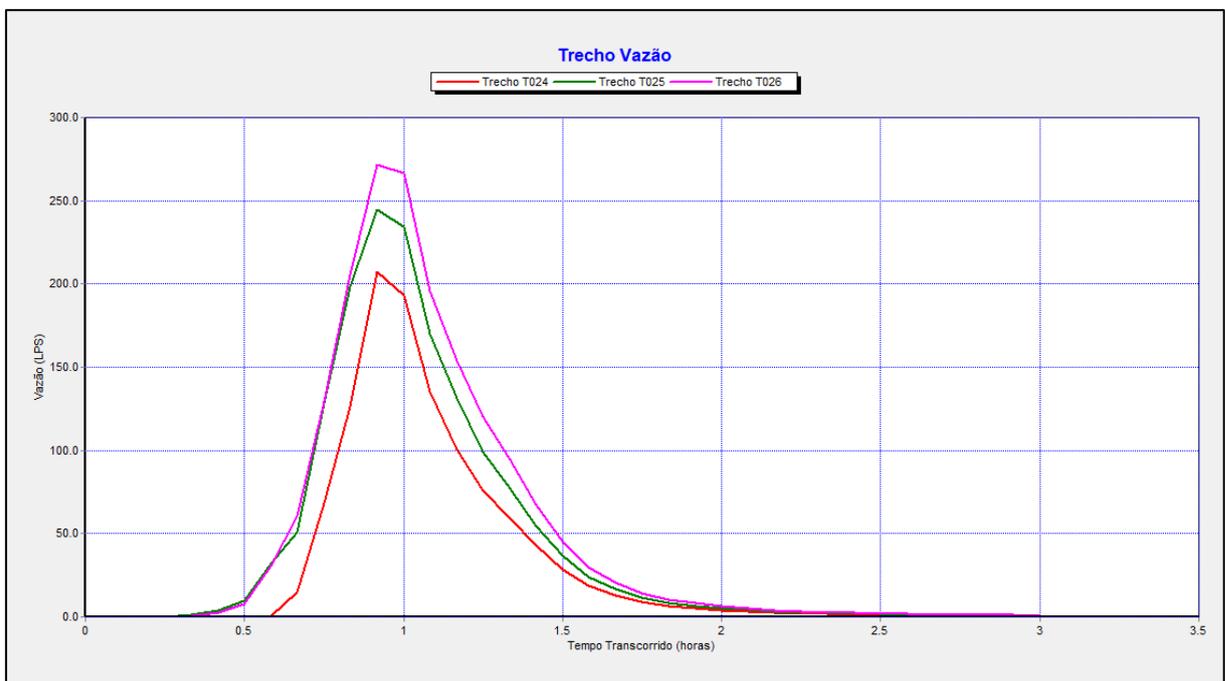
As figuras 61 a 64 apresentam os hidrogramas dos trechos que pertencem ao trecho crítico. A propagação de escoamento é boa e a vazão diminuiu para valores entre 120 a 400 l/s, isso porque a área de concentração que anteriormente fornecia um grande volume agora o tem armazenado. A implantação do reservatório pode ser muito boa para o município, pois além de fornecer uma boa propagação de vazão, pode gerar menos transtornos com a sua construção, em relação à troca das galerias. Além disso, essa construção pode ser utilizada posteriormente como uma área de lazer para a população.

Figura 61 – Hidrograma do trecho crítico



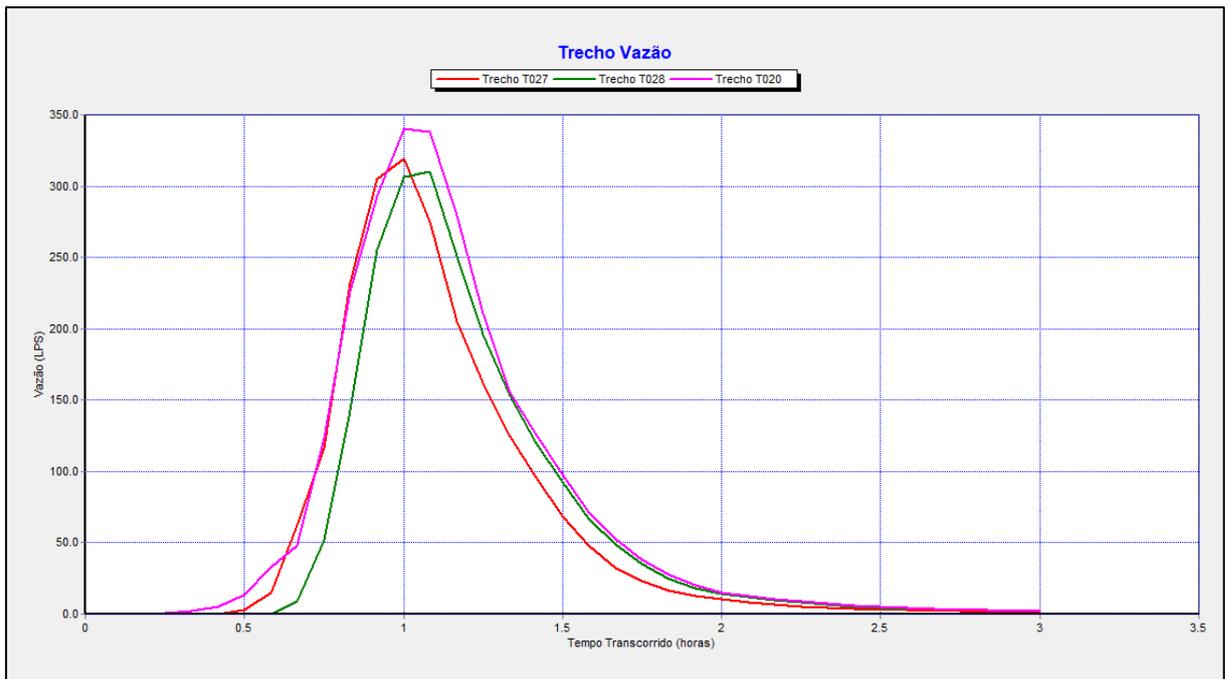
Fonte: SWMM (2020).

Figura 62 - Hidrograma do trecho crítico



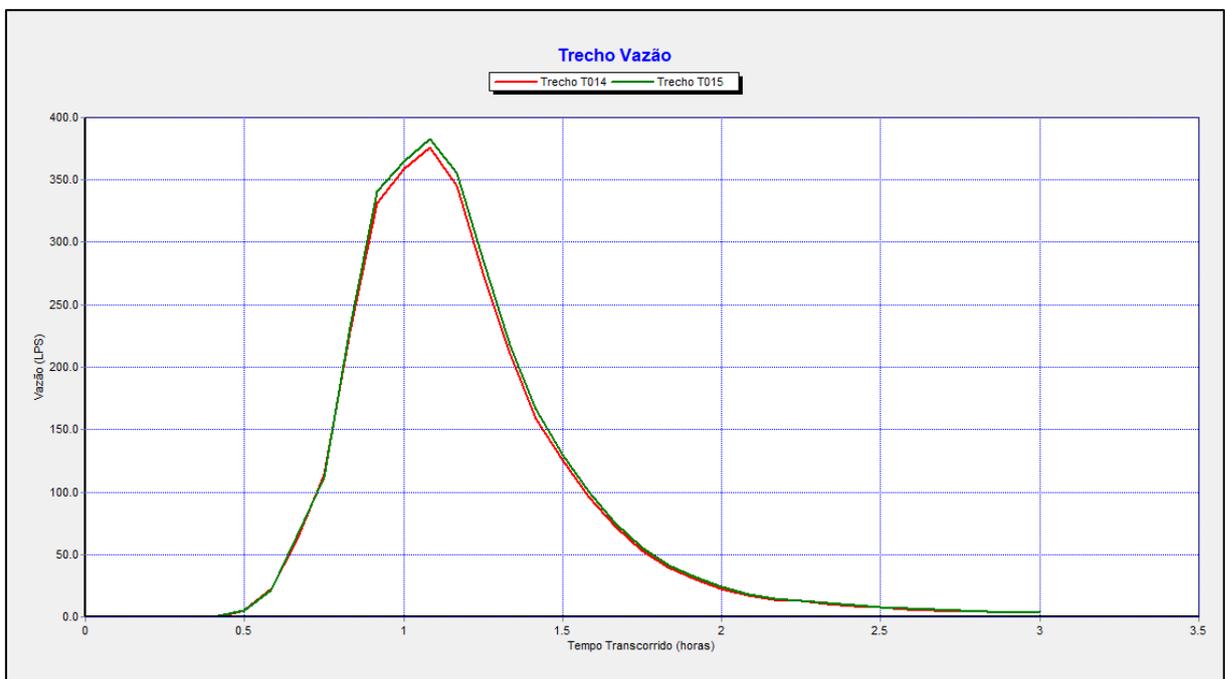
Fonte: SWMM (2020).

Figura 63 - Hidrograma do trecho crítico



Fonte: SWMM (2020).

Figura 64 Hidrograma do trecho crítico

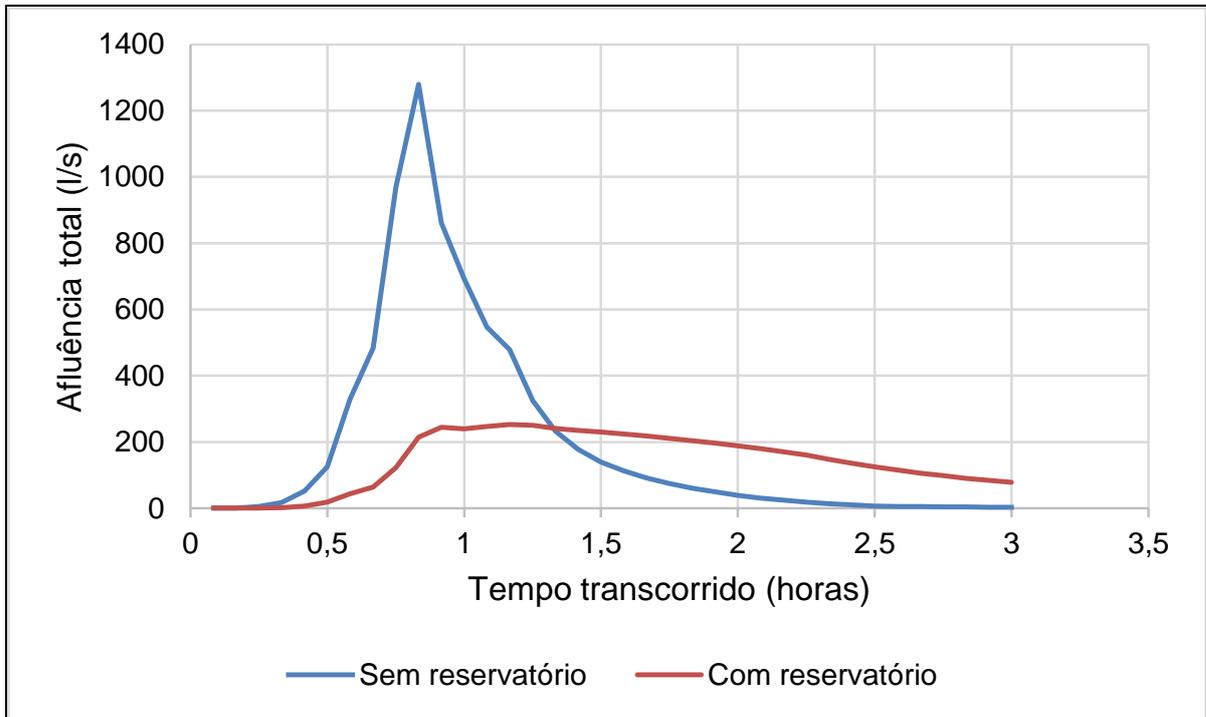


Fonte: SWMM (2020).

A Figura 65 mostra a diferença de vazões na entrada do trecho crítico (N004), com e sem o reservatório. A vazão de pico na entrada sem o reservatório é de 1.278,98 l/s, enquanto com o reservatório é de 252,30 l/s. Ou seja, a bacia de detenção forneceu uma redução de 80,27% na vazão de pico, minimizando a

propagação de escoamento a jusante da área de contribuição que ocasionava os desastres e contribuindo para o controle do alagamento nos nós.

Figura 65 – Diferença entre as vazões na entrada do trecho crítico, com e sem reservatório

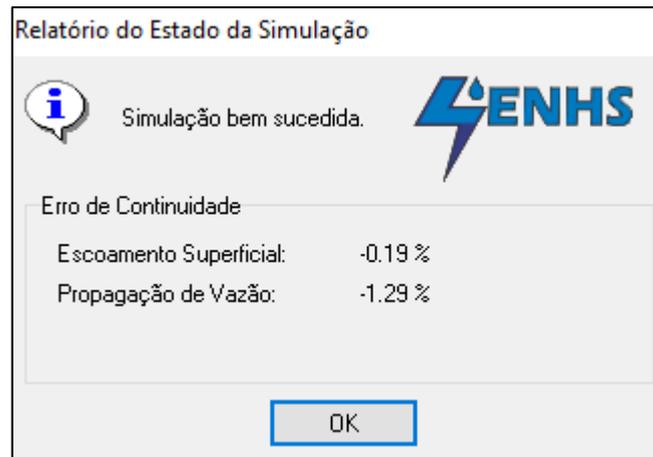


Fonte: SWMM (2020).

6.4 COMPARATIVO DAS ALTERNATIVAS DE ADEQUAÇÃO

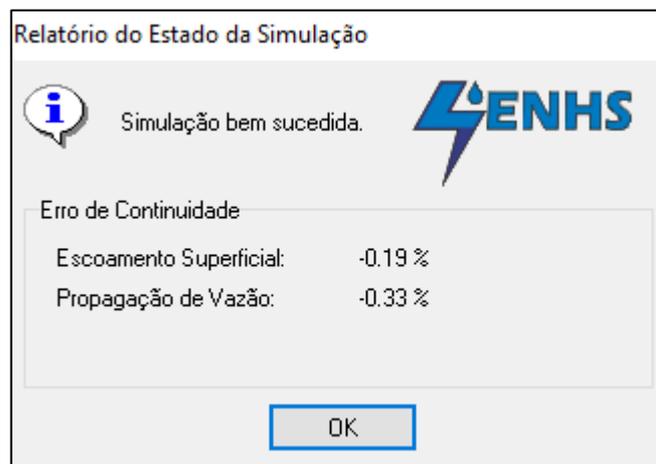
As três simulações foram bem sucedidas, sem apresentar quaisquer erros ou advertências. O relatório do estado da simulação, (Figuras 66, 67 e 68) demonstra o escoamento superficial, que continuou igual nas três situações analisadas, e a propagação de vazão, que obteve um melhor resultado com o dimensionamento do reservatório.

Figura 66 – Relatório do estado da simulação da situação real



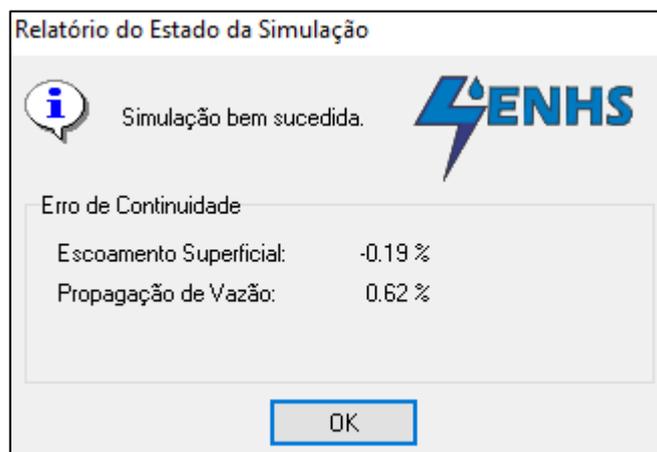
Fonte: SWMM (2020).

Figura 67 – Relatório do estado da simulação com a troca das galerias



Fonte: SWMM (2020).

Figura 68 – Relatório do estado da simulação com o dimensionamento de uma bacia de detenção



Fonte: SWMM (2020).

Foi realizado um orçamento para a adequação das galerias. A estimativa orçamentária da troca de galerias encontra-se na Figura 69, com um valor final de R\$ 1.830.575,00 e a da bacia de detenção, figura 70, um valor de R\$ 4.472.804,72. A bacia de detenção, conforme explicado no subcapítulo anterior, pode fornecer ao município áreas de lazer, e, além disso, foi a medida estrutural que forneceu uma propagação de vazão melhor. Entretanto, conforme a análise dos orçamentos, a mesma oferece um custo aproximadamente 3 vezes maior do que a troca das galerias. Esse fato, pode contribuir para o poder público fazer sua escolha, já que o mesmo depende dos repasses da União para as adequações do sistema de drenagem.

Figura 69 – Estimativa orçamentária da troca das galerias

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL						
OBRA	ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE GUAPORÉ - TROCA DAS GALERIAS				Data: DEZEMBRO / 2020	
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA						
SEQ.	REF. SINAPI	DESCRIÇÃO	UND	QUANT.	UNITÁRIO	TOTAL
1						
SERVIÇOS PRELIMINARES						
1.1		DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA COM UTILIZAÇÃO DE MARTELO ROMPEDOR				0,00
1.1.1	CPU	SERVENTE	h	960,00	0,10	96,00
1.1.3	CPU	MARTELO ROMPEDOR, PNEUMÁTICO, CAPACIDADE PARA FUROS COM ATÉ 32mm DE DIÂMETRO - VIDA ÚTIL 8000h	h	960,00	0,30	288,00
1.2		ESCAVAÇÃO E ATERRO				0,00
1.2.1	CPU	SERVENTE	h	960,00	0,05	46,46
1.2.2	CPU	RETROESCADEIRA SOBRE PNEUS, POTÊNCIA NOMINAL NO VOLTANTE DO MOTOR	h	960,00	0,05	46,46
1.2.3	CPU	REATERRO MANUAL DE VALA	h	960,00	0,45	432,00
1.2.4	CPU	COMPACTAÇÃO DE ATERRO	h	960,00	0,02	14,40
1.2.5	CPU	ROLO COMPACTADOR AUTROPELIDO VIBRATÓRIO COM PNEUS DE TRACÇÃO, CILINDRO PÉ-DE-CARNEIRO EM AÇO DIESEL, POTÊNCIA 150 HP (112kW)	h	960,00	0,01	4,80
1.2.6	CPU	TRATOR SOBRE PNEUS, DIESEL, POTÊNCIA 92HP	h	960,00	0,01	9,60
1.2.7	CPU	GRADE DE DISCO REBOCÁVEL	h	960,00	0,01	4,80
1.2.8	CPU	MOTONIVELADORA SOBRE PNEUS	h	960,00	0,01	4,80
1.3	4813	PLACA DE OBRA (PARA CONSTRUÇÃO CIVIL) EM CHAPA GALVANIZADA *n.22*, ADESIVADA, de *2,0x1,125*m	m	12,00	20,00	240,00
1.4	85424	ISOLAMENTO DE OBRA COM TELA PLÁSTICA COM MALHA DE 5MM E ESTRUTURA DE MADEIRA PONTALETEADA	m²	555,00	21,66	12.021,30
1.5	73847/001	ALUGUEL CONTAINER/ESCRIT INCL INST ELET LARG=2,20 COMP=6,20M ALT=2,50M CHAPA ACO C/NERV TRAPEZ FORRO C/ISOL TERMO/ACUSTICO CHASSIS REFORC PISO COMPENS NAVAL EXC TRANSP/CARGA/DESCARGA	mês	6,00	431,09	2.586,54
2						
Projetos e auxiliares						
	4083	ENCARREGADO GERAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	mês	6,00	6.454,63	38.727,78
	253	ALMOXARIFE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	mês	6,00	3.056,86	18.341,16
	40810	APONTADOR OU APROPRIADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	mês	6,00	3.044,36	18.266,16
	43505 43098 43499 43497 43495 43494	EPI's	mês	6,00	857,10	5.142,60
	2707	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO	mês	6,00	17.405,23	104.431,38
	40807	DESENHISTA PROJETISTA	mês	6,00	6.979,07	41.874,42
	532	AUXILIAR TÉCNICO / ASSISTENTE DE ENGENHARIA	mês	6,00	4.256,21	25.537,26
2						
DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS						
2.1	74224/001	POÇO DE VISITA, EM CONCRETO ESTRUTURAL, DIMENSÕES INTERNAS (90X150X150(MAX))M, EXCLUSIVE CHAMINÉ E TAMPÃO	un	4,00	1.430,32	5.721,26
	37476	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SEÇÃO RETAGULAR 1,50mx1,50m (LxA), C=1m , E=20cm	un	325,00	1.889,90	614.217,50
	37478	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SEÇÃO RETAGULAR 2mx2m (LxA), C=1m , E=20cm	un	220,00	2.673,71	588.216,20
Sub-Total obra						R\$ 1.476.270,89
						354.305,01
Total obra C/ BDI INCLUSO						R\$ 1.830.575,90

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Figura 70 – Estimativa orçamentária do dimensionamento de uma bacia de detenção

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL						
OBRA	ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE GUAPORÉ - DIMENSIONAMENTO DE UMA BACIA DE DETENÇÃO C=42m, L=14m, h=3,5m				Data: DEZEMBRO / 2020	
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA						
SEQ.	REF. SINAPI	DESCRIÇÃO	UND	QUANT.	UNITÁRIO	TOTAL
1		SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1	CPU	SONDAGEM A PERCURSSÃO	m	3.000,00	1,00	3.000,00
1.2	CPU	TERRAPLANAGEM				0,00
1.3	CPU	PREDREIRO	h	2.880,00	5,80	16.704,00
1.4	CPU	SERVENTE	h	2.880,00	17,00	48.960,00
1.5	CPU	SOLO RETIRADO DO LOCAL	m²	588,00	0,576	338,69
1.6		ESCAVAÇÃO E ATERRO				0,00
1.6.1	CPU	MOTOBOMBA AUTOVASCULANTE P/ DRENAGEM	un	2,00	1.688,9300	3.377,86
1.6.2	CPU	BETONEIRA 320L	un	2,00	3.327,8100	6.655,62
1.6.3	CPU	CAMINHÃO PIPA 10000L	mês	18,00	11.187,15	201.368,70
1.6.4	CPU	CAMINHÃO BASCULANTE	mês	18,00	13.408,600	241.354,80
1.6.5	CPU	ROLO COMPACTADOR AUTOPROPELIDO ESTÁTICO DE PNEUS, DIESEL	mês	18,00	14.678,64	264.215,52
1.6.6	CPU	VIBRADOR DE IMERSÃO	mês	18,00	12.041,04	216.738,72
1.6.7	CPU	RETROESCAVADEIRA COM CARREGADEIRA SOBRE RODAS	mês	18,00	18.418,000	331.524,00
1.6.8	CPU	MOTONIVELADORA SOBRE PNEUS	mês	18,00	9.662,400	173.923,20
1.6.9	CPU	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRA	mês	18,00	17.424,00	313.632,00
1.6.10	CPU	TRATOR DE ESTEIRAS	mês	18,00	24.995,520	449.919,36
1.6.12	CPU	CAMINHÃO BASCULANTE	mês	18,00	17.028,00	306.504,00
1.7	4813	PLACA DE OBRA (PARA CONSTRUÇÃO CIVIL) EM CHAPA GALVANIZAD	m	18,00	20,00	360,00
1.8	85424	ISOLAMENTO DE OBRA COM TELA PLASTICA COM MALHA DE 5MM E ESTRUTURA DE MADEIRA PONTALETEADA	m²	700,00	21,66	15.162,00
1.9	73847/001	ALUGUEL CONTAINER/ESCRIT INCL INST ELET LARG=2,20 COMP=6,20M ALT=2,50M CHAPA ACO C/NERV TRAPEZ FORRO C/ISOL TERMO/ACUSTICO CHASSIS REFORC PISO COMPENS NAVAL EXC TRANSP/CARGA/DESCARGA	mês	18,00	431,09	7.759,62
1.10		INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS				0,00
1.10.1	74242/1	BARRACÃO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, COM BANHEIRO, COBERTURA EM FIBROCIMENTO 4mm, INCLUSO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	m²	50,00	112,65	5.632,50
1.10.3	73805/1	BARRACÃO DE OBRA PARA ALOJAMENTO/ESCRITÓRIO, PISO EM PINHO 3A, PAREDES EM COMPENSADO 10MM, COBERTURA EM TELHA AMIANTO 6MM, INCLUSO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ESQUADRIAS (ALOJAMENTO)	m²	50,00	118,11	5.905,50
1.10.4	73805/1	BARRACÃO DE OBRA PARA ALOJAMENTO/ESCRITÓRIO, PISO EM PINHO 3A, PAREDES EM COMPENSADO 10MM, COBERTURA EM TELHA AMIANTO 6MM, INCLUSO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ESQUADRIAS (REFEITÓRIO)	m²	50,00	118,11	5.905,50
1.11	73903	LIMPEZA SUPERFICIAL DA CAMADA VEGETAL	m²	3.000,00	0,49	1.470,00
2		PROJETOS E AUXILIARES				0,00
2.1	4083	ENCARREGADO GERAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	mês	18,00	6.454,63	116.183,34
2.2	253	ALMOXARIFE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	mês	18,00	3.056,86	55.023,48
2.3	40810	APONTADOR OU APROPRIADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	mês	18,00	3.044,36	54.798,48
2.4	43505 43098 43499 43497 43495 43494	EPI's	mês	18,00	857,10	15.427,80
2.5	2707	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO	mês	24,00	17.405,23	417.725,52
2.6	40807	DESENHISTA PROJETISTA	mês	24,00	6.979,07	167.497,68
2.7	532	AUXILIAR TÉCNICO / ASSISTENTE DE ENGENHARIA	mês	18,00	4.256,21	76.611,78
3		DRENAGEM URBANA DAS ÁGUAS PLUVIAIS				0,00
3.1		REVESTIMENTO DE CONCRETO				0,00
3.1.1	CPU	PEDREIRO	h	2.880,00	0,50	1.440,00
3.1.2	CPU	SERVENTE	h	2.880,00	1,00	2.880,00
3.1.3	74168	CONCRETO USINADO BOMBEADO fck = 0,35Mpa	m³	200,00	359,74	71.948,00
3.1.4	CPU	AREIA MÉDIA	m³	200,00	0,05	10,83
3.1.5	CPU	PEDRA BRITADA 1	m³	200,00	0,02	4,21
3.1.6	CPU	PEDRA BRITADA 2	m³	200,00	0,05	9,84
3.1.7	CPU	ADITIVO	l	15,00	0,18	2,64
3.1.8	CPU	BETONEIRA	h	2.880,00	0,03	80,64
3.2	37450	TUBO DE CONCRETO SIMPLES DN400MM PARA ÁGUAS PLUVIAIS	m	20,00	22,43	448,60
3.2.1	73879	ASSENTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO	m	20,00	155,88	3.117,60
4		PLANTIO DE GRAMA				0,00
4.1	CPU	JARDINEIRO	h	2.880,00	0,08	230,40
4.1.1	CPU	SERVENTE	h	2.880,00	0,08	230,40
4.1.2	CPU	FOSFATO DE ROCHAS	kg	50,00	0,10	5,00
4.1.3	CPU	GRATAS BATATAIS EM PLACA	m²	3.000,00	1,00	3.000,00
4.1.4	CPU	ADUBO MINERAL	kg	50,00	0,10	5,00
4.1.5	CPU	ADUBO ORGÂNICO	m³	50,00	0,01	0,25
4.1.6	CPU	CALCÁRIO	kg	50,00	0,15	7,50
Sub-Total obra						R\$ 3.607.100,58
						865.704,14
Total obra C/ BDI INCLUSO						R\$ 4.472.804,72

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Guaporé, sofre frequentemente com alagamentos, tanto pela rede ter sido executada conforme demanda e recursos, quanto pela falta de manutenção e cuidados. Esses alagamentos acabam trazendo consequências negativas para a população local. Assim sendo, com este estudo buscou-se propor alternativas para a minimização das falhas do sistema existente. Para isso, foi feita uma análise da situação atual da rede através do software SWMM, o qual mostrou os trechos e nós que conferem com o mapa disponibilizado pela defesa civil, onde os principais pontos de alagamento são mostrados. Além disso, foi verificado o perfil longitudinal do trecho crítico, obtendo-se dados dos instantes e duração dos alagamentos.

Desse modo, esta pesquisa contemplou duas medidas estruturais para adequação do sistema de drenagem. A primeira constituiu na troca das galerias de concreto, a qual forneceu menor custo em comparação à segunda alternativa, mas menor propagação de fluxo. Já a segunda alternativa, o dimensionamento de uma bacia de retenção à jusante da área de contribuição que ocasionava o problema, diminuiu a vazão no trecho crítico, combateu os alagamentos e além disso, forneceu maior propagação de fluxo. Cabe agora, ao município, definir sua prioridade, isto é, se é o orçamento ou a melhor propagação de fluxo, para combater um problema que deixa a população tão preocupada.

Este estudo é apenas o começo de pesquisas futuras. Como sugestão para investigações futuras, sugere-se o estudo e desenvolvimento de um projeto que englobe, também, as medidas estruturantes, como, por exemplo, melhorar o escoamento das sub-bacias, ou, até mesmo mudar as características do solo para a infiltração aumentar. Ademais, como o software permite a simulação de elementos da drenagem urbana sustentável, poderiam ser analisadas as diferentes alternativas para resolução do problema através desse tipo de sistema, realizar uma comparação entre as abordagens e o comparativo de custos, bem como comparar as melhorias em relação à drenagem urbana convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Isabel Kaufmann de et al. ESTIMATIVA DE TEMPO DE CONCENTRAÇÃO EM BACIA HIDROGRÁFICA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves. **Simpósio**. Bento Gonçalves: Abrh, 2013. p. 1-8.

ARAÚJO, Lincoln Eloi de et al. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s.l.], v. 23, n. 2, p. 162-169, jun. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-77862008000200005>.

AURORA, Rádio. **Enxurrada**: arroio barracão volta a transbordar e causa transtornos para ribeirinhos. Arroio Barracão volta a transbordar e causa transtornos para ribeirinhos. 2019. Disponível em: <https://www.facebook.com/radioaurora107.1FM/posts/2568749286550223/>. Acesso em: 05 nov. 2019

BACK, Álvaro; BONETTI, Anderson. Chuva de projeto para instalações prediais de águas pluviais de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 19, n. 4, p. 260-267, 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v19n4.p260-267>.

BEMFICA, Daniela da Costa; GOLDENFUM, Joel A.; SILVEIRA, André L. L. da. Análise da aplicabilidade de padrões de chuva de projeto a Porto Alegre. **RBRH**, [s.l.], 2000. Disponível em: http://www.ufrgs.br/arroidiluvio/conteudo-antigo/copy_of_sobre-o-arroio-diluvio/analise.pdf. Acesso em: 17 nov. 2020.

BERTONI, Juan C.; TUCCI, Carlos E. M. Precipitação. In: TUCCI, Carlos E. M.. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Abrh, 2013. p. 243-253.

BRASIL. **Constituição Federal (1988)**. Brasília: Senado Federal, 1988.

para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências

CAMPOS, Rogério; NUNES, Juliano Daniel; OLIVEIRA, Gilcenara de. **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA HIDRÁULICA DE GALERIAS DE DRENAGEM PLUVIAIS COM SEÇÕES RETANGULARES E CIRCULARES. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Brasília, nov. 2015.

CANHOLI, A. Drenagem urbana e controle de enchentes, Oficina de Textos, 2015

CARVALHO, Sarah. **VÍDEO: chuva intensa causa queda de árvores, alagamentos, deslizamentos e interdita pontes e estradas na Serra**. 2019. Disponível em: <http://pioneiro.clicrbs.com.br/rs/geral/noticia/2019/11/video-chuva-intensa-causa-queda-de-arvores-alagamentos-deslizamentos-e-interdita-pontes-e-estradas-na-serra-11886244.html>. Acesso em: 05 nov. 2019.

CHAMPS, JOSÉ ROBERTO. **Manejo de águas pluviais urbanas: o Desafio da integração e da sustentabilidade**. In: CORDEIRO, BERENICE DE SOUZA (Ed.). Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília: Ministério das Cidades, v.2, 2009. p.193

CHRISTOFIDIS, Hugo do Vale. **Drenagem Urbana Sustentável: análise do uso do retrofit**. 2010. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

COLLODEL, Milena Gardal. **Aplicação do modelo hidrológico SWMM na avaliação de diferentes níveis de detalhamento da bacia hidrográfica submetida ao processo de transformação chuva-vazão**. 2009. 225 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

COLLISCHONN, Walter; TASSI, Rutinéia. **Introduzindo hidrologia**. Porto Alegre: Iph Ufrgs, 2011. 282 p.

CORSO, C. **Determinação de curvas intensidade-duração-frequência (idf) para a região da encosta superior do nordeste.** Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil, Universidade de Caxias do Sul, 2018.

CSOBI, Atila. **Amortecimento Superficial nos Sistemas de Microdrenagem em Regiões de Baixa Declividade.** 2011. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DAEE, D. D. (1994). **Manual de Cálculo das Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo.** São Paulo.

DAEE/CETESB (1980) - **Drenagem Urbana.** Segunda Edição, São Paulo (SP).

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURAS E TRANSPORTES. **NORMA DNIT 018/2004 - ES:** Drenagem - Sarjetas e valetas - Especificações de Serviço. Rio de Janeiro, 2004.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. DE 01/HID-001. **Estudos Hidrológicos.** São Paulo, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 020/2006 - ES:** Drenagem - Meios-fios e guias - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006.

ESTADO: Caern alerta população a não retirar tampa de Poços de Visita. Mossoró, 03 abr. 2019. Disponível em: <https://defato.com/estado/81318/caern-alerta-populao-a-no-retirar-tampa-de-poos-de-visita>. Acesso em: 20 maio 2020.

FENSTERSEIFER, Sandro Luciano Barreto. **INFLUÊNCIA DA RESOLUÇÃO ESPACIAL DO PIXEL A APLICAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO SWAT NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO GUPAPORÉ, RS.** 2014. 172 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

FRANÇA, Fernando Henrique Vidal. **INDICADORES DE DESEMPENHO E RECURSOS HÍDRICOS**:: proposta de um índice multidimensional para avaliação da implementação de planos de recursos hídricos. 2019. 205 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2019.

GARCIA, Joaquin Ignacio Bonnacarrère et al. Monitoramento Hidrológico e Modelagem da Drenagem Urbana da Bacia do Arroio Cancela - RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 99-108, 2006.

GOMES, Marcelo Miguez. **Drenagem urbana**: do projeto tradicional à sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

GUIA SÃO JOÃO: Implantação de galerias de águas pluviais na parte alta da cidade. São João da Boa Vista, 29 nov. 2017. Disponível em: <http://www.guiasaojoao.com.br/noticias/implantacao-de-galerias-de-aguas-pluviais-na-parte-alta-da-cidade-1103>. Acesso em: 20 maio 2020.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (org.). **Programa de saneamento ambiental da região de Curitiba**: plano diretor de drenagem para a bacia de rio Iguaçu na região metropolitana de Curitiba. Curitiba: S/i, 2002. 150 p. Disponível em: http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume6/mdu_versao01.pdf. Acesso em: 21 jul. 2020.

GOVERNO, Sec. Geral de. **Alagamento, enchente, destelhamentos causados por temporal em Guaporé.** 2017. Disponível em: <https://www.guapore.rs.gov.br/noticias/alagamento-enchente-destelhamentos-causados-por-temporal-em-guapore>. Acesso em: 08 jun. 2017.

HIDROLÓGICO, Observatório. Ciclo hidrológico. 2016. Disponível em: <http://obshistoricogeo.blogspot.com/2016/02/ciclo-hidrologico-ou-da-agua-omovimento.html>. Acesso em: 25 maio 2020

HIRATA, Eliane et al. Mapeamento dinâmico e colaborativo de alagamentos na cidade de São Paulo. **Boletim de Ciências Geodésicas**, [s.l.], v. 19, n. 4, p.602-623, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1982-21702013000400006>.

IMADA, Rafael Guerreiro. **Práticas de Microdrenagem Sustentáveis para a redução do Escoamento Superficial Urbano**. 2014. 122 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

JABÔR, Marcos Augusto. Sistemas de Drenagem. In: GIMENEZ, Alírio Brasil et al. **Manual Técnico de Drenagem e Esgotamento Sanitário**. Ribeirão Preto: Associação Brasileira dos Produtores de Tubos de Concreto, 2008. p. 45-84.

JOINVILLE, Prefeitura Municipal de. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: da bacia hidrográfica do rio cachoeira no município de Joinville**. Joinville: Brl, 2011. 198 p.

JOSE, Jefferson Vieira et al. VARIABILIDADE ESPACIAL DE PRECIPITAÇÃO DIÁRIA MÁXIMA ANUAL EM DIFERENTE TEMPO DE RETORNO NO ESTADO DE

LIMA, Walter de Paula. **HIDROLOGIA FLORESTAL APLICADA AO MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**. 2. ed. São Paulo: Isbn, 2008. 253 p.

LIONG, S. Y. et al. **Computer-aided catchment calibration model**. **Engineering Software**, v. 14, 147-154 pp. 1993.

MUNICÍPIO DE GUAPORÉ (Guaporé). **Plano municipal de saneamento básico de Guaporé**. Guaporé: Inova Consultoria Ambiental, 2017. 645 p.

NETO, Ângelo Toscan. **SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL APLICADA EM UM LOTEAMENTO URBANO UTILIZANDO O EPA SWMM**. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

SÃO PAULO, BRASIL. **Irriga**, [s.l.], v. 1, n. 1, p. 151, 21 maio 2014. Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2014v1n1p151>.

MELLO, Carlos Rogério de et al. Continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 32, n. 2, p. 532-539, abr. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542008000200029>.

ON, Redação. **Chuvas causam estragos em Guaporé**. 2018. Disponível em: <https://www.onacional.com.br/cotidiano,1/2018/08/25/chuvas-causam-estragos-em-guapo,86121>. Acesso em: 25 ago. 2018.

Prefeitura de São Paulo. **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais**: São Paulo, 2012.

PÔMPEO, Cesar Augusto. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 15-23, jan. 2000.

PONTES, Victor Costa. **Análise comparativa dos hidrogramas de saída da bacia do Riacho Reginaldo quanto a discretização espacial da chuva**. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

REZENDE, Greyce Bernardes de Mello. **Modelo Hidrológico e Hidráulico para Estimativa e Delimitação de Áreas Inundadas**: uma ferramenta de auxílio à elaboração de planos diretores de drenagem urbana. 2012. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

ROCHA, Anderson Fernando; BACK, Álvaro José. A DRENAGEM URBANA COMO ÁREA DE ATUAÇÃO DA AGRIMENSURA. **Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 14, p. 69-90, abr. 2013.

ROSSMAN, L. A., **Storm Water Management Model. Version 5.0**. National Risk Management Research Laboratory, United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio. 2010.

SAMPAIO, Amanda Sousa et al. ANÁLISE DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO EM FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSIOGRÁFICAS EM BACIAS RURAIS. XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Aracaju, v. 1, n. 1, p. 1-10, nov. 2016.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO (Município de Toledo) (org.). **MANUAL DE DRENAGEM URBANA**. 2017. Disponível em: https://www.toledo.pr.gov.br/sites/default/files/manual_de_drenagem_urbana_-_volume_i.pdf. Acesso em: 15 out. 2020.

SHINMA, Taís Arriero. **Avaliação de incertezas na calibração automática do modelo SWMM**. 2015. 212 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

SILVA, Bruno et al. Chuvas Intensas em Localidades do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 17, n. 3, p. 135-147, 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v17n3.p135-147>.

SILVEIRA, André. Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 5-29, 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v10n1.p5-29>.

SILVEIRA, André L. L. da. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, Carlos E. M.. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Abrh, 2013. p. 35-52.

SILVEIRA, André L. S. et al. Infiltração e Armazenamento no Solo. In: TUCCI, Carlos E. M.. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Abrh, 2013. p. 353-365.

SOUZA, Rávila Marques; CRISPIM, Diogo Coelho; FORMIGA, Klebber. Estudo comparativo entre os modelos SWMM e HEC-HMS para simulação de escoamento superficial – caso de estudo bacia do Córrego Samambaia. **Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 1-11, 18 out. 2012. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/reec.v5i2.20176>.

TEODORO, Valter Luiz Iost et al. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 137, 7 jan. 2007. Revista Brasileira Multidisciplinar - Rebram. <http://dx.doi.org/10.25061/2527-2675/rebram/2007.v11i1.236>.

TETRACON PISOS INTERTRAVADOS. **Meio-fio de concreto pré-moldado e in-loco**. Disponível em: <https://tetraconind.com.br/blog/meio-fio-de-concreto-pre-moldado-e-in-loco/>. Acesso em: 20 maio 2020.

TOMAZ, Plínio. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais**. 2. ed. Guarulhos: Navegar, 2011. 478 p.

TOSCAN NETO, Ângelo. **Simulação de sistemas de drenagem urbana sustentável aplicada em um loteamento urbano utilizando o EPA SWMM**. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

TUCCI, Carlos E. M.. Interceptação. In: TUCCI, Carlos E. M.. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: ABRH, 2013. p. 243-253.

TUCCI, CARLOS EDUARDO MORELLI e BERTONI, JUAN CARLOS. **Inundações Urbanas na América do Sul** ed. [Porto Alegre], 2003. 495 p

VARGAS, Ricardo Cecere Romero. **Influência de Estudos Hidrológicos na Vazão de Projeto de Pequenas Obras Hidráulicas**: estudo de caso na microbacia do córrego do Gregório, São Carlos - SP. 2014. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw Hill, 1975. 250p

WARWICK, J. J.; TADEPALLI, P.. Efficacy of SWMM Application. **Journal of Water Resources Planning and Management**, [S.L.], v. 117, n. 3, p. 352-366, maio 1991.

American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9496\(1991\)117:3\(352\)](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)0733-9496(1991)117:3(352)).

WATANABE, Roberto Massaru. **Drenagem Urbana**. 2010. Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/drenagem/drenagem.htm>. Acesso em: 20 maio 2020.

ZAGHOUL, N. A. Flow simulation in circular pipes with variable roughness using SWMM-EXTRAN model. **ASCE – Journal of hydraulic engineering**, v. 124, n. 1, 73-76 pp., Jan. 1998.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Rede de drenagem do município de Guaporé

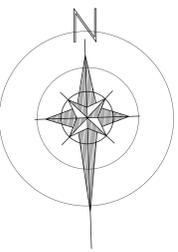
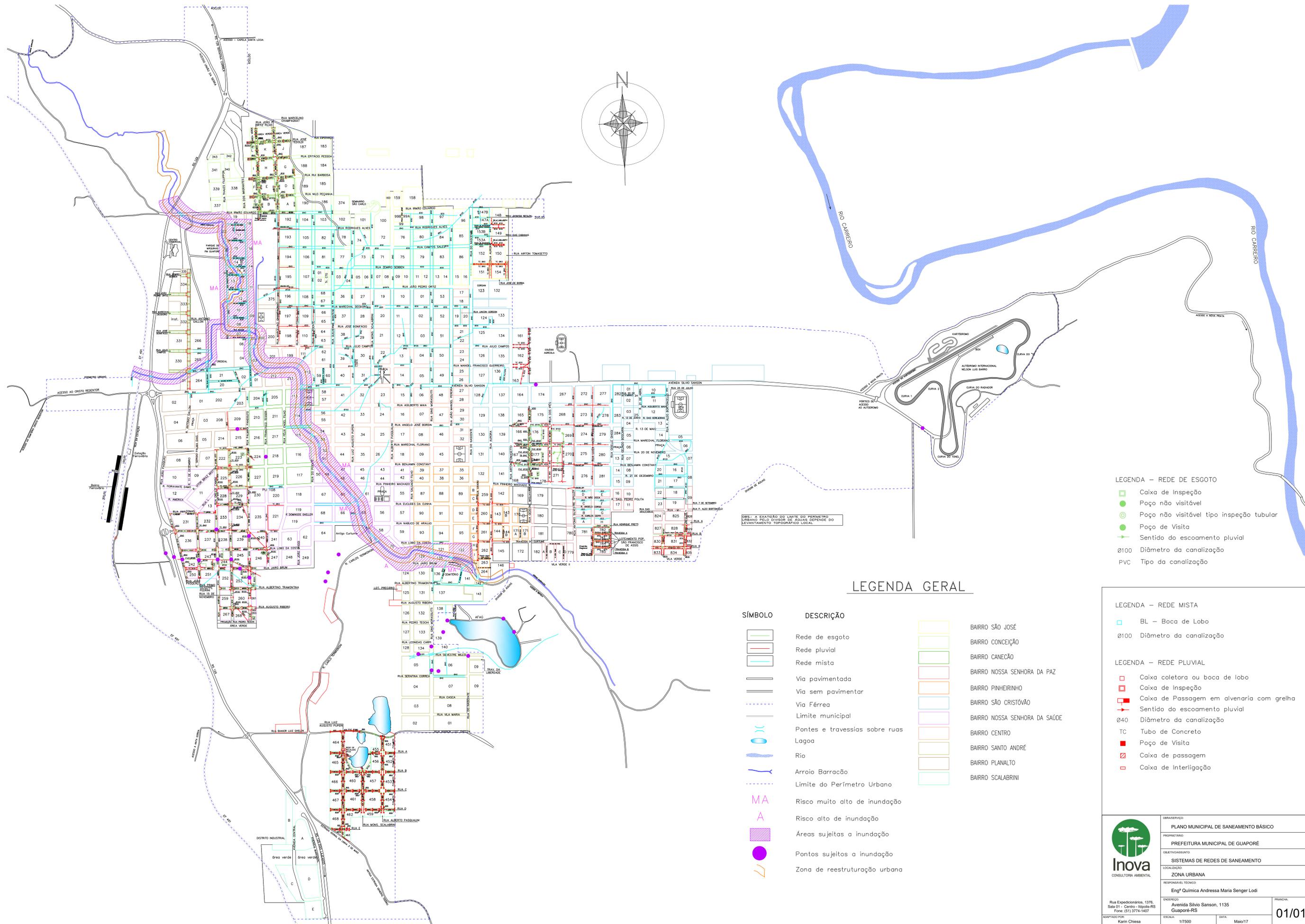
ANEXO B – Relatório de simulação da situação real

ANEXO C – Relatório de simulação adequação da galeria

ANEXO D – Relatório de simulação bacia de retenção

LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A – Planta baixa de adequação das galerias
- Apêndice B – Detalhamento da vala e do poço de visita
- Apêndice C – Bacia de detenção



- LEGENDA - REDE DE ESGOTO**
- Caixa de Inspeção
 - Poço não visitável
 - ⊙ Poço não visitável tipo inspeção tubular
 - Poço de Visita
 - Sentido do escoamento pluvial
 - Ø100 Diâmetro da canalização
 - PVC Tipo da canalização

LEGENDA GERAL

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO		
	Rede de esgoto		BAIRRO SÃO JOSÉ
	Rede pluvial		BAIRRO CONCEIÇÃO
	Rede mista		BAIRRO CANEÇÃO
	Via pavimentada		BAIRRO NOSSA SENHORA DA PAZ
	Via sem pavimentar		BAIRRO PINHEIRINHO
	Via Férrea		BAIRRO SÃO CRISTÓVÃO
	Limite municipal		BAIRRO NOSSA SENHORA DA SAÚDE
	Pontes e travessias sobre ruas		BAIRRO CENTRO
	Lagoa		BAIRRO SANTO ANDRÉ
	Arroio Barracão		BAIRRO PLANALTO
	Limite do Perímetro Urbano		BAIRRO SCALABRINI
	Risco muito alto de inundação		
	Risco alto de inundação		
	Áreas sujeitas a inundação		
	Pontos sujeitos a inundação		
	Zona de reestruturação urbana		

- LEGENDA - REDE MISTA**
- BL - Boca de Lobo
 - Ø100 Diâmetro da canalização
- LEGENDA - REDE PLUVIAL**
- Caixa coletora ou boca de lobo
 - Caixa de Inspeção
 - Caixa de Passagem em alvenaria com grelha
 - Sentido do escoamento pluvial
 - Ø40 Diâmetro da canalização
 - TC Tubo de Concreto
 - Poço de Visita
 - Caixa de passagem
 - Caixa de Interligação

OBRA/SERVIÇO:
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

PROPRIETÁRIO:
PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAPORÉ

OBJETIVO/SUBJUNTO:
SISTEMAS DE REDES DE SANEAMENTO

LOCALIZAÇÃO:
ZONA URBANA

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Eng^o Química Addressa Maria Senger Lodi

ENDREÇO:
Avenida Silvio Sanson, 1135
Guaporé-RS

PRINCIPAIS:
Rua Expedicionários, 1376
São 01 - Centro - INOVAR-RS
Fone: (51) 3774-1407

ADAPTADO POR:
Karin Chiesa

ESCALA:
1/7500

DATA:
Maio/17

01/01

 NOTA: O Resumo estatístico mostrado neste relatório é baseado em resultados encontrados a cada passo de tempo de processamento, não apenas para resultados para cada passo de tempo do relatório.

 Opções de Análise

Unidades de Vazão..... LPS
 Processos Modelados:
 Chuva/Vazão SIM
 Degelo da Neve NÃO
 Águas Subterrâneas NÃO
 Propagação de Fluxo ... SIM
 Permitir Alagamento ... NÃO
 Qualidade da Água NÃO
 Método de Infiltração GREEN_AMPT
 Modelo de Propagação de Fluxo ... KINWAVE
 Data de Início JUL-20-2020 00:00:00
 Data Final JUL-20-2020 03:00:00
 Dias Antecedentes sem Chuva 0.0
 Passo de Tempo do Relatório 00:05:00
 Passo de Tempo do Período Chuvoso 00:05:00
 Passo de Tempo do Período Seco ...01:00:00
 Passo de Tempo de Propagação de Fluxo ... 30.00 sec

*****	Volume	Altura
Balanco Hídrico	hectare*m	mm
*****	-----	-----
Precipitação Total	0.941	6.807
Perdas por Evaporação	0.000	0.000
Perdas por Infiltração	0.794	5.742
Escoamento Superficial	0.130	0.943
Armazenamento Superficial Final	0.022	0.158
Erro de Continuidade (%)	-0.539	

*****	Volume	Volume
Continuidade da Propagação de Fluxo	hectare*m	10^6 L
*****	-----	-----
Afluência Período de Tempo Seco	0.000	0.000
Afluência Período Chuvoso	0.130	1.303
Afluência Águas Subterrâneas	0.000	0.000
Afluência RDII	0.000	0.000

Afluência Externa	0.000	0.000
Efluência Externa	0.116	1.161
Efluência Interna	0.016	0.159
Perdas por Armazenamento	0.000	0.000
Volume Inicial Armazenado	0.000	0.000
Volume Final Armazenado	0.003	0.030
Erro de Continuidade (%)	-3.657	

Índices da Maior Instabilidade de Fluxo

- Trecho T020 (7)
- Trecho T023 (7)
- Trecho T015 (6)
- Trecho T022 (6)
- Trecho T077 (6)

Resumo do Passo de Tempo de Propagação

Passo de Tempo Mínimo	:	30.00 seg
Passo de Tempo Médio	:	30.00 seg
Passo de Tempo Máximo	:	30.00 seg
Porcentagem em Regime Permanente	:	0.00
Média de Iterações por Passo	:	1.37

Síntese do Escoamento Superficial por Sub-bacia

Runoff		Pico	Coef	Precip	Aflu	Evap	Infil	Runoff
Total	Sub-bacia	Runoff	Runoff	Total	Total	Total	Total	Total
10 ⁶ L	LPS			mm	mm	mm	mm	mm
S8	0.02	27.87	0.873	6.81	0.00	0.00	0.34	5.94
S9	0.02	29.35	0.640	6.81	0.00	0.00	2.04	4.35
S10	0.04	47.10	0.772	6.81	0.00	0.00	1.02	5.25
S11	0.06	77.47	0.858	6.81	0.00	0.00	0.34	5.84
S12				6.81	0.00	0.00	6.13	0.63

0.00	0.46	0.093					
S13			6.81	0.00	0.00	4.76	1.86
0.00	5.03	0.274					
S14			6.81	0.00	0.00	5.45	1.26
0.00	4.14	0.186					
S15			6.81	0.00	0.00	0.34	5.74
0.02	18.44	0.843					
S16			6.81	0.00	0.00	0.34	5.82
0.03	32.23	0.856					
S17			6.81	0.00	0.00	3.40	3.11
0.01	16.99	0.457					
S18			6.81	0.00	0.00	0.34	5.83
0.04	53.65	0.857					
S19			6.81	0.00	0.00	2.04	4.28
0.01	11.26	0.628					
S20			6.81	0.00	0.00	0.68	5.53
0.03	40.94	0.812					
S21			6.81	0.00	0.00	2.04	4.22
0.01	5.17	0.620					
S22			6.81	0.00	0.00	0.68	5.53
0.06	69.33	0.812					
S23			6.81	0.00	0.00	6.13	0.63
0.01	9.67	0.092					
S24			6.81	0.00	0.00	1.36	5.00
0.06	74.39	0.735					
S25			6.81	0.00	0.00	1.36	5.01
0.05	66.90	0.736					
S26			6.81	0.00	0.00	4.08	2.53
0.02	23.54	0.372					
S29			6.81	0.00	0.00	5.45	1.26
0.02	25.63	0.186					
S30			6.81	0.00	0.00	1.36	5.07
0.05	71.51	0.745					
S31			6.81	0.00	0.00	5.45	1.26
0.01	18.49	0.185					
S56			6.81	0.00	0.00	6.13	0.59
0.73	589.18	0.087					

Síntese da Profundidade de Água dos Nós

Nó	Tipo	Prof. Média Metros	Prof. Máxima Metros	Piez. Máxima Metros	Instante Max Ocorrência dia h:min
N001	JUNCTION	0.00	0.00	491.20	0 00:00
N002	JUNCTION	0.02	0.09	488.29	0 00:45
N003	JUNCTION	0.03	0.16	487.36	0 00:46
N004	JUNCTION	0.06	0.23	487.33	0 00:45
N005	JUNCTION	0.02	0.13	489.33	0 00:46
N006	JUNCTION	0.02	0.14	491.44	0 00:45

N007	JUNCTION	0.01	0.09	503.29	0	00:46
N008	JUNCTION	0.01	0.10	504.30	0	00:45
N009	JUNCTION	0.00	0.00	517.20	0	00:00
N010	JUNCTION	0.00	0.00	488.21	0	00:00
N011	JUNCTION	0.00	0.00	487.21	0	00:00
N012	JUNCTION	0.00	0.00	518.20	0	00:00
N013	JUNCTION	0.00	0.00	518.20	0	00:00
N014	JUNCTION	0.00	0.00	489.21	0	00:00
N015	JUNCTION	0.00	0.00	491.31	0	00:00
N016	JUNCTION	0.00	0.00	503.21	0	00:00
N017	JUNCTION	0.00	0.00	504.21	0	00:00
N018	JUNCTION	0.00	0.00	488.20	0	00:00
N019	JUNCTION	0.27	1.25	485.36	0	00:43
N020	JUNCTION	0.00	0.00	487.20	0	00:00
N021	JUNCTION	0.00	0.00	501.20	0	00:00
N022	JUNCTION	0.00	0.00	515.20	0	00:00
N023	JUNCTION	0.00	0.00	488.20	0	00:00
N024	JUNCTION	0.26	1.20	485.30	0	00:49
N025	JUNCTION	0.00	0.00	486.20	0	00:00
N026	JUNCTION	0.00	0.00	487.20	0	00:00
N027	JUNCTION	0.00	0.00	499.20	0	00:00
N028	JUNCTION	0.00	0.00	501.21	0	00:00
N029	JUNCTION	0.00	0.00	514.20	0	00:00
N030	JUNCTION	0.00	0.00	484.20	0	00:00
N031	JUNCTION	0.00	0.00	484.20	0	00:00
N032	JUNCTION	0.00	0.00	497.10	0	00:00
N033	JUNCTION	0.00	0.00	500.10	0	00:00
N034	JUNCTION	0.00	0.00	514.10	0	00:00
N035	JUNCTION	0.10	1.25	484.46	0	00:42
N036	JUNCTION	0.06	0.30	483.50	0	00:49
N037	JUNCTION	0.27	1.25	483.36	0	00:47
N038	JUNCTION	0.26	1.07	483.17	0	00:54
N039	JUNCTION	0.09	0.30	484.50	0	00:40
N041	JUNCTION	0.22	1.25	485.46	0	00:32
N042	JUNCTION	0.00	0.00	494.10	0	00:00
N043	JUNCTION	1.18	1.25	498.35	0	00:10
N044	JUNCTION	0.00	0.00	508.10	0	00:00
N049	JUNCTION	0.00	0.00	484.20	0	00:00
N050	JUNCTION	0.19	1.25	484.46	0	00:33
N051	JUNCTION	0.08	0.30	483.50	0	00:44
N052	JUNCTION	0.08	0.27	481.37	0	00:54
N053	JUNCTION	0.01	0.05	484.55	0	00:51
N054	JUNCTION	0.01	0.06	485.56	0	00:50
N055	JUNCTION	0.04	0.21	495.41	0	00:50
N056	JUNCTION	0.03	0.26	495.47	0	00:45
N057	JUNCTION	0.00	0.00	506.50	0	00:00
N065	JUNCTION	0.00	0.00	483.22	0	00:00
N066	JUNCTION	0.00	0.00	483.21	0	00:00
N073	JUNCTION	0.00	0.00	483.20	0	00:00
N074	JUNCTION	0.31	1.25	480.37	0	00:51
N075	JUNCTION	0.01	0.09	483.29	0	00:46
N076	JUNCTION	0.01	0.09	484.29	0	00:45
N077	JUNCTION	0.00	0.00	494.20	0	00:00
N078	JUNCTION	0.00	0.00	495.22	0	00:00

N079	JUNCTION	0.00	0.00	499.20	0	00:00
N093	JUNCTION	0.00	0.00	483.20	0	00:00
N094	JUNCTION	0.30	1.25	480.36	0	00:55
N095	JUNCTION	0.00	0.00	482.20	0	00:00
N110	JUNCTION	0.03	0.15	479.35	0	00:45
N111	JUNCTION	0.00	0.00	479.20	0	00:00
N112	JUNCTION	0.00	0.00	482.21	0	00:00
N122	JUNCTION	0.29	1.13	480.23	0	01:06
N126	JUNCTION	0.00	0.00	477.22	0	00:00
N127	JUNCTION	0.33	1.25	478.46	0	01:00
N128	JUNCTION	0.00	0.00	479.20	0	00:00
N144	JUNCTION	0.02	0.14	477.35	0	00:45
N145	JUNCTION	0.32	1.20	478.40	0	01:11
N146	JUNCTION	0.01	0.05	479.25	0	00:45
E2	OUTFALL	0.08	0.22	475.22	0	01:13

 Síntese do Fluxo de Entrada nos Nós

Volume	Total Nó 10 ⁶ L	Tipo	Fluxo	Fluxo	Instante da		Volume
			Máximo	Máximo	Max Ocorr.		Lateral
			Lateral	Total	dia	h:min	10 ⁶ L

N001	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000	
0.000							
N002	JUNCTION	27.87	27.87	0	00:45	0.021	
0.021							
N003	JUNCTION	0.00	25.67	0	00:46	0.000	
0.021							
N004	JUNCTION	589.18	661.70	0	00:45	0.732	
0.825							
N005	JUNCTION	0.00	87.12	0	00:46	0.000	
0.073							
N006	JUNCTION	74.39	90.37	0	00:45	0.056	
0.073							
N007	JUNCTION	0.00	23.49	0	00:46	0.000	
0.017							
N008	JUNCTION	25.63	25.63	0	00:45	0.017	
0.017							
N009	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000	
0.000							
N010	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000	

0.000						
N011	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N012	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N013	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N014	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N015	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N016	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N017	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N018	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N019	JUNCTION	50.68	702.64	0	00:45	0.045
0.867						
N020	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N021	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N022	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N023	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N024	JUNCTION	0.00	496.01	0	00:51	0.000
0.838						
N025	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N026	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N027	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N028	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N029	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N030	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N031	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N032	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N033	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N034	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N035	JUNCTION	29.35	29.35	0	00:45	0.023
0.023						
N036	JUNCTION	0.00	12.19	0	00:50	0.000
0.021						
N037	JUNCTION	16.99	505.32	0	00:51	0.013

0.868						
N038	JUNCTION	53.65	519.67	0	00:54	0.045
0.935						
N039	JUNCTION	0.00	12.31	0	00:53	0.000
0.031						
N041	JUNCTION	66.90	66.90	0	00:45	0.050
0.050						
N042	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N043	JUNCTION	71.51	71.51	0	00:45	0.051
0.051						
N044	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N049	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N050	JUNCTION	47.10	47.10	0	00:45	0.038
0.038						
N051	JUNCTION	0.00	12.31	0	00:55	0.000
0.029						
N052	JUNCTION	0.00	538.78	0	00:54	0.000
0.973						
N053	JUNCTION	0.00	12.35	0	00:51	0.000
0.013						
N054	JUNCTION	0.00	13.26	0	00:50	0.000
0.013						
N055	JUNCTION	0.00	13.59	0	00:50	0.000
0.013						
N056	JUNCTION	18.49	18.49	0	00:45	0.012
0.012						
N057	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N065	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N066	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N073	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N074	JUNCTION	52.20	560.81	0	00:55	0.044
1.029						
N075	JUNCTION	0.00	21.55	0	00:46	0.000
0.016						
N076	JUNCTION	23.54	23.54	0	00:45	0.016
0.016						
N077	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N078	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N079	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N093	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N094	JUNCTION	0.00	495.86	0	01:03	0.000
1.010						
N095	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000

0.000						
N110	JUNCTION	77.47	77.47	0	00:45	0.064
0.064						
N111	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N112	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N122	JUNCTION	74.51	507.42	0	01:07	0.063
1.061						
N126	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N127	JUNCTION	0.46	519.92	0	01:07	0.000
1.120						
N128	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N144	JUNCTION	5.03	5.03	0	00:45	0.004
0.004						
N145	JUNCTION	4.14	496.17	0	01:13	0.003
1.115						
N146	JUNCTION	9.67	9.67	0	00:45	0.006
0.006						
E2	OUTFALL	0.00	494.00	0	01:13	0.000
1.110						

Síntese da Sobrecarga no Nó

Sobrecarga ocorre quando a água ultrapassa a geratriz superior do conduto mais alto.

Nó	Tipo	Horas Sobrecarga	Altura Max. Acima Crista Metros	Prof. Min. Abaixo Borda Metros
N019	JUNCTION	0.11	0.050	0.000
N024	JUNCTION	0.03	0.000	0.050
N035	JUNCTION	0.13	0.950	0.000
N036	JUNCTION	0.03	0.000	0.950
N037	JUNCTION	0.12	0.050	0.000
N039	JUNCTION	0.23	0.000	0.950
N041	JUNCTION	0.44	0.950	0.000
N043	JUNCTION	2.84	0.950	0.000
N050	JUNCTION	0.36	0.950	0.000
N051	JUNCTION	0.15	0.000	0.950
N074	JUNCTION	0.19	0.050	0.000
N094	JUNCTION	0.19	0.050	0.000
N127	JUNCTION	0.18	0.050	0.000
N145	JUNCTION	0.03	0.000	0.050

Síntese da Inundação no Nó

Inundação se refere a toda água que transborda um nó, alagando ou não.

Nó	Horas Inundação	Vazão Máxima LPS	Instante Max Ocorrência dia h:min	Volume Total Inundado 10 ⁶ L	Volume Máximo Alagado 1000 m3
N019	0.11	231.94	0 00:46	0.048	0.000
N035	0.13	16.79	0 00:45	0.004	0.000
N037	0.12	39.59	0 00:49	0.010	0.000
N041	0.44	52.72	0 00:45	0.021	0.000
N050	0.36	33.91	0 00:45	0.012	0.000
N074	0.19	100.41	0 00:55	0.031	0.000
N094	0.19	36.96	0 01:04	0.013	0.000
N127	0.18	60.47	0 01:07	0.020	0.000

Síntese da Capacidade de Efluência do Exutório

Nó exutório	Freq. %	Fluxo Med. LPS	Fluxo Max. LPS	Volume Total 10 ⁶ L
E2	91.14	112.50	494.00	1.110
Sistema	91.14	112.50	494.00	1.110

Síntese do Fluxo dos Trechos

Trecho	Tipo	Fluxo Máximo LPS	Inst. da Max Ocorrência dia h:min	Veloc Máxima m/seg	Fluxo Max/Cheio	Prof. Max/Prof.
T010	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T011	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T012	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T013	CONDUIT	74.42	0 00:45	2.28	0.46	0.47
T014	CONDUIT	494.68	0 01:13	0.51	1.08	0.93
T015	CONDUIT	494.00	0 01:13	3.52	0.07	0.18
T016	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T017	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T018	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T019	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T020	CONDUIT	506.86	0 01:07	3.36	0.08	0.19
T021	CONDUIT	655.48	0 00:45	4.27	0.08	0.19

T022	CONDUIT	496.01	0	00:51	0.51	1.08	0.95
T023	CONDUIT	489.50	0	00:51	3.41	0.08	0.19
T024	CONDUIT	489.16	0	00:54	0.51	1.07	0.90
T025	CONDUIT	517.37	0	00:54	2.70	0.11	0.23
T026	CONDUIT	537.41	0	00:55	3.47	0.08	0.19
T027	CONDUIT	495.86	0	01:03	0.51	1.08	0.94
T028	CONDUIT	496.15	0	01:07	0.51	1.08	0.92
T029	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T030	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T032	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T037	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T038	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T041	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T042	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T043	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T044	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T048	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T049	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T050	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T074	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T075	CONDUIT	25.67	0	00:46	1.33	0.10	0.22
T076	CONDUIT	21.87	0	00:48	0.67	0.28	0.36
T077	CONDUIT	85.99	0	00:46	2.27	0.08	0.19
T078	CONDUIT	87.12	0	00:46	2.38	0.25	0.34
T079	CONDUIT	22.63	0	00:46	2.91	0.03	0.11
T080	CONDUIT	23.49	0	00:46	1.55	0.21	0.31
T081	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T082	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T083	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T084	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T085	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T086	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T087	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T088	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T089	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T090	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T091	CONDUIT	11.81	0	00:51	1.21	0.10	0.21
T092	CONDUIT	12.21	0	00:54	1.95	0.07	0.18
T093	CONDUIT	12.31	0	00:53	0.25	1.08	1.00
T094	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T095	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T098	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T099	CONDUIT	12.31	0	00:55	0.24	1.08	1.00
T100	CONDUIT	12.41	0	00:57	1.66	0.08	0.18
T101	CONDUIT	12.01	0	00:52	1.50	0.01	0.07
T102	CONDUIT	12.35	0	00:51	1.04	0.02	0.09
T103	CONDUIT	13.26	0	00:50	2.25	0.01	0.05
T104	CONDUIT	13.59	0	00:50	0.37	0.55	0.45
T105	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T110	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T111	CONDUIT	20.86	0	00:46	2.08	0.09	0.20
T112	CONDUIT	21.55	0	00:46	1.46	0.19	0.29
T113	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T114	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00

T121	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T122	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T131	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T132	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T142	CONDUIT	3.03	0	00:50	0.19	0.27	0.31
T143	CONDUIT	8.83	0	00:46	1.63	0.05	0.16
T150	CONDUIT	12.19	0	00:50	0.26	1.07	0.93

Síntese da Sobrecarga nos Conduitos

Conduitos	----- Horas (cheio) -----			Horas Fluxo Acima Normal	Horas Capacid. Limitada
	Ambas Extrem.	Montante	Jusante		
T014	0.01	0.17	0.03	0.16	0.17
T022	0.01	0.10	0.03	0.09	0.10
T024	0.01	0.11	0.01	0.05	0.11
T027	0.01	0.18	0.01	0.18	0.18
T028	0.01	0.18	0.01	0.12	0.18
T093	0.18	0.41	0.23	0.33	0.41
T099	0.09	0.33	0.15	0.29	0.33
T150	0.01	0.12	0.03	0.07	0.12

Início da Análise: Mon Nov 23 15:25:53 2020
Término da Análise: Mon Nov 23 15:25:53 2020
Tempo total decorrido: < 1 seg

 NOTA: O Resumo estatístico mostrado neste relatório é baseado em resultados encontrados a cada passo de tempo de processamento, não apenas para resultados para cada passo de tempo do relatório.

 Opções de Análise

Unidades de Vazão..... LPS
 Processos Modelados:
 Chuva/Vazão SIM
 Degelo da Neve NÃO
 Águas Subterrâneas NÃO
 Propagação de Fluxo ... SIM
 Permitir Alagamento ... NÃO
 Qualidade da Água NÃO
 Método de Infiltração GREEN_AMPT
 Modelo de Propagação de Fluxo ... KINWAVE
 Data de Início JUL-20-2020 00:00:00
 Data Final JUL-20-2020 03:00:00
 Dias Antecedentes sem Chuva 0.0
 Passo de Tempo do Relatório 00:05:00
 Passo de Tempo do Período Chuvoso 00:05:00
 Passo de Tempo do Período Seco ...01:00:00
 Passo de Tempo de Propagação de Fluxo ... 30.00 sec

*****	Volume	Altura
Balanco Hídrico	hectare*m	mm
*****	-----	-----
Precipitação Total	0.941	6.807
Perdas por Evaporação	0.000	0.000
Perdas por Infiltração	0.794	5.742
Escoamento Superficial	0.130	0.943
Armazenamento Superficial Final	0.022	0.158
Erro de Continuidade (%)	-0.539	

*****	Volume	Volume
Continuidade da Propagação de Fluxo	hectare*m	10^6 L
*****	-----	-----
Afluência Período de Tempo Seco	0.000	0.000
Afluência Período Chuvoso	0.130	1.303
Afluência Águas Subterrâneas	0.000	0.000
Afluência RDII	0.000	0.000

Afluência Externa	0.000	0.000
Efluência Externa	0.124	1.241
Efluência Interna	0.004	0.037
Perdas por Armazenamento	0.000	0.000
Volume Inicial Armazenado	0.000	0.000
Volume Final Armazenado	0.005	0.052
Erro de Continuidade (%)	-2.039	

Índices da Maior Instabilidade de Fluxo

Trecho T077 (6)
 Trecho T092 (5)
 Trecho T111 (5)
 Trecho T076 (5)
 Trecho T079 (5)

Resumo do Passo de Tempo de Propagação

Passo de Tempo Mínimo : 30.00 seg
 Passo de Tempo Médio : 30.00 seg
 Passo de Tempo Máximo : 30.00 seg
 Porcentagem em Regime Permanente : 0.00
 Média de Iterações por Passo : 1.23

Síntese do Escoamento Superficial por Sub-bacia

Runoff		Pico	Coef	Precip	Aflu	Evap	Infil	Runoff
Total	Sub-bacia	Runoff	Runoff	Total	Total	Total	Total	Total
10 ⁶ L	LPS			mm	mm	mm	mm	mm
S1	0.02	27.87	0.873	6.81	0.00	0.00	0.34	5.94
S2	0.02	29.35	0.640	6.81	0.00	0.00	2.04	4.35
S3	0.04	47.10	0.772	6.81	0.00	0.00	1.02	5.25
S4	0.06	77.47	0.858	6.81	0.00	0.00	0.34	5.84
S5				6.81	0.00	0.00	6.13	0.63

S6	0.00	0.46	0.093	6.81	0.00	0.00	4.76	1.86
S7	0.00	5.03	0.274	6.81	0.00	0.00	5.45	1.26
S8	0.00	4.14	0.186	6.81	0.00	0.00	0.34	5.74
S9	0.02	18.44	0.843	6.81	0.00	0.00	0.34	5.82
S10	0.03	32.23	0.856	6.81	0.00	0.00	3.40	3.11
S11	0.01	16.99	0.457	6.81	0.00	0.00	0.34	5.83
S12	0.04	53.65	0.857	6.81	0.00	0.00	2.04	4.28
S13	0.01	11.26	0.628	6.81	0.00	0.00	0.68	5.53
S14	0.03	40.94	0.812	6.81	0.00	0.00	2.04	4.22
S15	0.01	5.17	0.620	6.81	0.00	0.00	0.68	5.53
S16	0.06	69.33	0.812	6.81	0.00	0.00	6.13	0.63
S17	0.01	9.67	0.092	6.81	0.00	0.00	1.36	5.00
S18	0.06	74.39	0.735	6.81	0.00	0.00	1.36	5.01
S19	0.05	66.90	0.736	6.81	0.00	0.00	4.08	2.53
S20	0.02	23.54	0.372	6.81	0.00	0.00	5.45	1.26
S21	0.02	25.63	0.186	6.81	0.00	0.00	1.36	5.07
S22	0.05	71.51	0.745	6.81	0.00	0.00	5.45	1.26
S23	0.01	18.49	0.185	6.81	0.00	0.00	6.13	0.59
	0.73	589.18	0.087					

Síntese da Profundidade de Água dos Nós

Nó	Tipo	Prof. Média Metros	Prof. Máxima Metros	Piez. Máxima Metros	Instante Max Ocorrência dia h:min
N001	JUNCTION	0.00	0.00	491.20	0 00:00
N002	JUNCTION	0.02	0.09	488.29	0 00:45
N003	JUNCTION	0.03	0.16	487.36	0 00:46
N004	JUNCTION	0.03	0.15	487.25	0 00:48
N005	JUNCTION	0.02	0.13	489.33	0 00:46
N006	JUNCTION	0.02	0.14	491.44	0 00:45

N007	JUNCTION	0.01	0.09	503.29	0	00:46
N008	JUNCTION	0.01	0.10	504.30	0	00:45
N009	JUNCTION	0.00	0.00	517.20	0	00:00
N010	JUNCTION	0.00	0.00	488.21	0	00:00
N011	JUNCTION	0.00	0.00	487.21	0	00:00
N012	JUNCTION	0.00	0.00	518.20	0	00:00
N013	JUNCTION	0.00	0.00	518.20	0	00:00
N014	JUNCTION	0.00	0.00	489.21	0	00:00
N015	JUNCTION	0.00	0.00	491.31	0	00:00
N016	JUNCTION	0.00	0.00	503.21	0	00:00
N017	JUNCTION	0.00	0.00	504.21	0	00:00
N018	JUNCTION	0.00	0.00	488.20	0	00:00
N019	JUNCTION	0.16	0.93	485.04	0	00:45
N020	JUNCTION	0.00	0.00	487.20	0	00:00
N021	JUNCTION	0.00	0.00	501.20	0	00:00
N022	JUNCTION	0.00	0.00	515.20	0	00:00
N023	JUNCTION	0.00	0.00	488.20	0	00:00
N024	JUNCTION	0.16	0.83	484.93	0	00:48
N025	JUNCTION	0.00	0.00	486.20	0	00:00
N026	JUNCTION	0.00	0.00	487.20	0	00:00
N027	JUNCTION	0.00	0.00	499.20	0	00:00
N028	JUNCTION	0.00	0.00	501.21	0	00:00
N029	JUNCTION	0.00	0.00	514.20	0	00:00
N030	JUNCTION	0.00	0.00	484.20	0	00:00
N031	JUNCTION	0.00	0.00	484.20	0	00:00
N032	JUNCTION	0.00	0.00	497.10	0	00:00
N033	JUNCTION	0.00	0.00	500.10	0	00:00
N034	JUNCTION	0.00	0.00	514.10	0	00:00
N035	JUNCTION	0.10	1.25	484.46	0	00:42
N036	JUNCTION	0.06	0.30	483.50	0	00:49
N037	JUNCTION	0.16	0.85	482.96	0	00:49
N038	JUNCTION	0.16	0.79	482.89	0	00:52
N039	JUNCTION	0.09	0.30	484.50	0	00:40
N041	JUNCTION	0.22	1.25	485.46	0	00:32
N042	JUNCTION	0.00	0.00	494.10	0	00:00
N043	JUNCTION	1.18	1.25	498.35	0	00:10
N044	JUNCTION	0.00	0.00	508.10	0	00:00
N049	JUNCTION	0.00	0.00	484.20	0	00:00
N050	JUNCTION	0.19	1.25	484.46	0	00:33
N051	JUNCTION	0.08	0.30	483.50	0	00:44
N052	JUNCTION	0.04	0.17	481.27	0	00:52
N053	JUNCTION	0.01	0.05	484.55	0	00:51
N054	JUNCTION	0.01	0.06	485.56	0	00:50
N055	JUNCTION	0.04	0.21	495.41	0	00:50
N056	JUNCTION	0.03	0.26	495.47	0	00:45
N057	JUNCTION	0.00	0.00	506.50	0	00:00
N065	JUNCTION	0.00	0.00	483.22	0	00:00
N066	JUNCTION	0.00	0.00	483.21	0	00:00
N073	JUNCTION	0.00	0.00	483.20	0	00:00
N074	JUNCTION	0.15	0.66	479.78	0	00:53
N075	JUNCTION	0.01	0.09	483.29	0	00:46
N076	JUNCTION	0.01	0.09	484.29	0	00:45
N077	JUNCTION	0.00	0.00	494.20	0	00:00
N078	JUNCTION	0.00	0.00	495.22	0	00:00

N079	JUNCTION	0.00	0.00	499.20	0	00:00
N093	JUNCTION	0.00	0.00	483.20	0	00:00
N094	JUNCTION	0.15	0.62	479.73	0	00:56
N095	JUNCTION	0.00	0.00	482.20	0	00:00
N110	JUNCTION	0.03	0.15	479.35	0	00:45
N111	JUNCTION	0.00	0.00	479.20	0	00:00
N112	JUNCTION	0.00	0.00	482.21	0	00:00
N122	JUNCTION	0.15	0.60	479.70	0	00:59
N126	JUNCTION	0.00	0.00	477.22	0	00:00
N127	JUNCTION	0.17	0.62	477.83	0	00:59
N128	JUNCTION	0.00	0.00	479.20	0	00:00
N144	JUNCTION	0.02	0.14	477.35	0	00:45
N145	JUNCTION	0.16	0.60	477.80	0	01:03
N146	JUNCTION	0.01	0.05	479.25	0	00:45
E2	OUTFALL	0.03	0.10	475.10	0	01:04

 Síntese do Fluxo de Entrada nos Nós

Volume	Total	Nó	Tipo	Fluxo	Fluxo	Instante da		
				Máximo	Máximo		Max Ocorr.	Volume
				Lateral	Total			
10^6 L	10^6 L		LPS	LPS	dia h:min	10^6 L		

N001	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000		
0.000								
N002	JUNCTION	27.87	27.87	0	00:45	0.021		
0.021								
N003	JUNCTION	0.00	25.67	0	00:46	0.000		
0.021								
N004	JUNCTION	589.18	661.70	0	00:45	0.732		
0.825								
N005	JUNCTION	0.00	87.12	0	00:46	0.000		
0.073								
N006	JUNCTION	74.39	90.37	0	00:45	0.056		
0.073								
N007	JUNCTION	0.00	23.49	0	00:46	0.000		
0.017								
N008	JUNCTION	25.63	25.63	0	00:45	0.017		
0.017								
N009	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000		
0.000								
N010	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000		

0.000						
N011	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N012	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N013	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N014	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N015	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N016	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N017	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N018	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N019	JUNCTION	50.68	701.70	0	00:45	0.045
0.869						
N020	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N021	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N022	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N023	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N024	JUNCTION	0.00	608.29	0	00:48	0.000
0.866						
N025	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N026	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N027	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N028	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N029	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N030	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N031	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N032	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N033	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N034	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N035	JUNCTION	29.35	29.35	0	00:45	0.023
0.023						
N036	JUNCTION	0.00	12.19	0	00:50	0.000
0.021						
N037	JUNCTION	16.99	624.56	0	00:49	0.013

0.898						
N038	JUNCTION	53.65	599.60	0	00:52	0.045
0.973						
N039	JUNCTION	0.00	12.31	0	00:53	0.000
0.031						
N041	JUNCTION	66.90	66.90	0	00:45	0.050
0.050						
N042	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N043	JUNCTION	71.51	71.51	0	00:45	0.051
0.051						
N044	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N049	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N050	JUNCTION	47.10	47.10	0	00:45	0.038
0.038						
N051	JUNCTION	0.00	12.31	0	00:55	0.000
0.029						
N052	JUNCTION	0.00	620.49	0	00:52	0.000
1.013						
N053	JUNCTION	0.00	12.35	0	00:51	0.000
0.013						
N054	JUNCTION	0.00	13.26	0	00:50	0.000
0.013						
N055	JUNCTION	0.00	13.59	0	00:50	0.000
0.013						
N056	JUNCTION	18.49	18.49	0	00:45	0.012
0.012						
N057	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N065	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N066	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N073	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N074	JUNCTION	52.20	640.18	0	00:53	0.044
1.072						
N075	JUNCTION	0.00	21.55	0	00:46	0.000
0.016						
N076	JUNCTION	23.54	23.54	0	00:45	0.016
0.016						
N077	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N078	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N079	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N093	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N094	JUNCTION	0.00	598.07	0	00:56	0.000
1.066						
N095	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000

0.000						
N110	JUNCTION	77.47	77.47	0	00:45	0.064
0.064						
N111	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N112	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N122	JUNCTION	74.51	576.93	0	00:59	0.063
1.126						
N126	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N127	JUNCTION	0.46	590.24	0	00:59	0.000
1.188						
N128	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N144	JUNCTION	5.03	5.03	0	00:45	0.004
0.004						
N145	JUNCTION	4.14	566.31	0	01:03	0.003
1.193						
N146	JUNCTION	9.67	9.67	0	00:45	0.006
0.006						
E2	OUTFALL	0.00	565.96	0	01:04	0.000
1.190						

Síntese da Sobrecarga no Nó

Sobrecarga ocorre quando a água ultrapassa a geratriz superior do conduto mais alto.

Nó	Tipo	Horas Sobrecarga	Altura Max. Acima Crista Metros	Prof. Min. Abaixo Borda Metros
N035	JUNCTION	0.13	0.950	0.000
N036	JUNCTION	0.03	0.000	0.950
N039	JUNCTION	0.23	0.000	0.950
N041	JUNCTION	0.44	0.950	0.000
N043	JUNCTION	2.84	0.950	0.000
N050	JUNCTION	0.36	0.950	0.000
N051	JUNCTION	0.15	0.000	0.950

Síntese da Inundação no Nó

Inundação se refere a toda água que transborda um nó, alagando ou não.

Horas	Vazão Maxima	Instante Max Ocorrência	Volume Total Inundado	Volume Máximo Alagado
-------	--------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------

Nó	Inundação	LPS	dia	h:min	10 ⁶ L	1000 m3
N035	0.13	16.79	0	00:45	0.004	0.000
N041	0.44	52.72	0	00:45	0.021	0.000
N050	0.36	33.91	0	00:45	0.012	0.000

 Síntese da Capacidade de Efluência do Exutório

Nó exutório	Freq. %	Fluxo Med. LPS	Fluxo Max. LPS	Volume Total 10 ⁶ L
E2	90.03	122.10	565.96	1.190
Sistema	90.03	122.10	565.96	1.190

 Síntese do Fluxo dos Trechos

Trecho	Tipo	Fluxo Maximo LPS	Inst. da Max Ocorrência dia h:min	Veloc Máxima m/seg	Fluxo Max/ Cheio	Prof. Max/ Prof.
T010	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T011	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T012	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T013	CONDUIT	74.42	0 00:45	2.28	0.46	0.47
T014	CONDUIT	563.58	0 01:03	0.48	0.25	0.30
T015	CONDUIT	565.96	0 01:04	2.76	0.02	0.05
T016	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T017	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T018	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T019	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T020	CONDUIT	576.09	0 01:00	2.65	0.02	0.05
T021	CONDUIT	654.54	0 00:45	3.53	0.04	0.08
T022	CONDUIT	608.29	0 00:48	0.54	0.57	0.54
T023	CONDUIT	607.04	0 00:49	3.01	0.04	0.09
T024	CONDUIT	571.65	0 00:52	0.51	0.54	0.52
T025	CONDUIT	596.86	0 00:52	2.40	0.06	0.11
T026	CONDUIT	619.25	0 00:53	3.03	0.04	0.09
T027	CONDUIT	598.07	0 00:56	0.50	0.26	0.31
T028	CONDUIT	564.51	0 00:59	0.48	0.25	0.30
T029	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T030	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T032	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T037	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T038	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00

T041	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T042	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T043	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T044	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T048	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T049	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T050	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T074	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T075	CONDUIT	25.67	0	00:46	1.33	0.10	0.22
T076	CONDUIT	21.87	0	00:48	0.67	0.28	0.36
T077	CONDUIT	85.99	0	00:46	2.27	0.08	0.19
T078	CONDUIT	87.12	0	00:46	2.38	0.25	0.34
T079	CONDUIT	22.63	0	00:46	2.91	0.03	0.11
T080	CONDUIT	23.49	0	00:46	1.55	0.21	0.31
T081	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T082	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T083	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T084	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T085	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T086	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T087	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T088	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T089	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T090	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T091	CONDUIT	11.81	0	00:51	1.21	0.10	0.21
T092	CONDUIT	12.21	0	00:54	1.95	0.07	0.18
T093	CONDUIT	12.31	0	00:53	0.25	1.08	1.00
T094	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T095	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T098	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T099	CONDUIT	12.31	0	00:55	0.24	1.08	1.00
T100	CONDUIT	12.41	0	00:57	1.66	0.08	0.18
T101	CONDUIT	12.01	0	00:52	1.50	0.01	0.07
T102	CONDUIT	12.35	0	00:51	1.04	0.02	0.09
T103	CONDUIT	13.26	0	00:50	2.25	0.01	0.05
T104	CONDUIT	13.59	0	00:50	0.37	0.55	0.45
T105	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T110	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T111	CONDUIT	20.86	0	00:46	2.08	0.09	0.20
T112	CONDUIT	21.55	0	00:46	1.46	0.19	0.29
T113	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T114	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T121	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T122	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T131	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T132	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T142	CONDUIT	3.03	0	00:50	0.19	0.27	0.31
T143	CONDUIT	8.83	0	00:46	1.63	0.05	0.16
T150	CONDUIT	12.19	0	00:50	0.26	1.07	0.93

Síntese da Sobrecarga nos Conduitos

Conduitos	----- Horas (cheio) -----			Horas	Horas
	Ambas Extrem.	Montante	Jusante	Fluxo Acima Normal	Capacid. Limitada
T093	0.18	0.41	0.23	0.33	0.41
T099	0.09	0.33	0.15	0.29	0.33
T150	0.01	0.12	0.03	0.07	0.12

Início da Análise: Fri Nov 20 20:33:32 2020
 Término da Análise: Fri Nov 20 20:33:32 2020
 Tempo total decorrido: < 1 seg

 NOTA: O Resumo estatístico mostrado neste relatório é baseado em resultados encontrados a cada passo de tempo de processamento, não apenas para resultados para cada passo de tempo do relatório.

 Opções de Análise

Unidades de Vazão..... LPS
 Processos Modelados:
 Chuva/Vazão SIM
 Degelo da Neve NÃO
 Águas Subterrâneas NÃO
 Propagação de Fluxo ... SIM
 Permitir Alagamento ... NÃO
 Qualidade da Água NÃO
 Método de Infiltração GREEN_AMPT
 Modelo de Propagação de Fluxo ... KINWAVE
 Data de Início JUL-20-2020 00:00:00
 Data Final JUL-20-2020 03:00:00
 Dias Antecedentes sem Chuva 0.0
 Passo de Tempo do Relatório 00:05:00
 Passo de Tempo do Período Chuvoso 00:05:00
 Passo de Tempo do Período Seco ...01:00:00
 Passo de Tempo de Propagação de Fluxo ... 30.00 sec

*****	Volume	Altura
Balanco Hídrico	hectare*m	mm
*****	-----	-----
Precipitação Total	0.941	6.807
Perdas por Evaporação	0.000	0.000
Perdas por Infiltração	0.794	5.742
Escoamento Superficial	0.130	0.943
Armazenamento Superficial Final	0.022	0.158
Erro de Continuidade (%)	-0.539	

*****	Volume	Volume
Continuidade da Propagação de Fluxo	hectare*m	10^6 L
*****	-----	-----
Afluência Período de Tempo Seco	0.000	0.000
Afluência Período Chuvoso	0.130	1.303
Afluência Águas Subterrâneas	0.000	0.000
Afluência RDII	0.000	0.000

Afluência Externa	0.000	0.000
Efluência Externa	0.085	0.849
Efluência Interna	0.004	0.037
Perdas por Armazenamento	0.000	0.000
Volume Inicial Armazenado	0.000	0.000
Volume Final Armazenado	0.041	0.412
Erro de Continuidade (%)	0.399	

Índices da Maior Instabilidade de Fluxo

- Trecho T077 (6)
- Trecho T015 (5)
- Trecho T092 (5)
- Trecho T111 (5)
- Trecho T076 (5)

Resumo do Passo de Tempo de Propagação

Passo de Tempo Mínimo	:	30.00 seg
Passo de Tempo Médio	:	30.00 seg
Passo de Tempo Máximo	:	30.00 seg
Porcentagem em Regime Permanente	:	0.00
Média de Iterações por Passo	:	1.32

Síntese do Escoamento Superficial por Sub-bacia

Runoff		Pico	Coef	Precip	Aflu	Evap	Infil	Runoff
Total	Sub-bacia	Runoff	Runoff	Total	Total	Total	Total	Total
10 ⁶ L	LPS			mm	mm	mm	mm	mm
S8	0.02	27.87	0.873	6.81	0.00	0.00	0.34	5.94
S9	0.02	29.35	0.640	6.81	0.00	0.00	2.04	4.35
S10	0.04	47.10	0.772	6.81	0.00	0.00	1.02	5.25
S11	0.06	77.47	0.858	6.81	0.00	0.00	0.34	5.84
S12				6.81	0.00	0.00	6.13	0.63

0.00	0.46	0.093					
S13			6.81	0.00	0.00	4.76	1.86
0.00	5.03	0.274					
S14			6.81	0.00	0.00	5.45	1.26
0.00	4.14	0.186					
S15			6.81	0.00	0.00	0.34	5.74
0.02	18.44	0.843					
S16			6.81	0.00	0.00	0.34	5.82
0.03	32.23	0.856					
S17			6.81	0.00	0.00	3.40	3.11
0.01	16.99	0.457					
S18			6.81	0.00	0.00	0.34	5.83
0.04	53.65	0.857					
S19			6.81	0.00	0.00	2.04	4.28
0.01	11.26	0.628					
S20			6.81	0.00	0.00	0.68	5.53
0.03	40.94	0.812					
S21			6.81	0.00	0.00	2.04	4.22
0.01	5.17	0.620					
S22			6.81	0.00	0.00	0.68	5.53
0.06	69.33	0.812					
S23			6.81	0.00	0.00	6.13	0.63
0.01	9.67	0.092					
S24			6.81	0.00	0.00	1.36	5.00
0.06	74.39	0.735					
S25			6.81	0.00	0.00	1.36	5.01
0.05	66.90	0.736					
S26			6.81	0.00	0.00	4.08	2.53
0.02	23.54	0.372					
S29			6.81	0.00	0.00	5.45	1.26
0.02	25.63	0.186					
S30			6.81	0.00	0.00	1.36	5.07
0.05	71.51	0.745					
S31			6.81	0.00	0.00	5.45	1.26
0.01	18.49	0.185					
S56			6.81	0.00	0.00	6.13	0.59
0.73	589.18	0.087					

Síntese da Profundidade de Água dos Nós

Nó	Tipo	Prof. Média Metros	Prof. Máxima Metros	Piez. Máxima Metros	Instante Max Ocorrência dia h:min
N001	JUNCTION	0.00	0.00	491.20	0 00:00
N002	JUNCTION	0.02	0.09	488.29	0 00:45
N003	JUNCTION	0.03	0.16	487.36	0 00:46
N004	JUNCTION	0.03	0.15	487.25	0 00:48
N005	JUNCTION	0.02	0.13	489.33	0 00:46
N006	JUNCTION	0.02	0.14	491.44	0 00:45

N007	JUNCTION	0.01	0.09	503.29	0	00:46
N008	JUNCTION	0.01	0.10	504.30	0	00:45
N009	JUNCTION	0.00	0.00	517.20	0	00:00
N010	JUNCTION	0.00	0.00	488.21	0	00:00
N011	JUNCTION	0.00	0.00	487.21	0	00:00
N012	JUNCTION	0.00	0.00	518.20	0	00:00
N013	JUNCTION	0.00	0.00	518.20	0	00:00
N014	JUNCTION	0.00	0.00	489.21	0	00:00
N015	JUNCTION	0.00	0.00	491.31	0	00:00
N016	JUNCTION	0.00	0.00	503.21	0	00:00
N017	JUNCTION	0.00	0.00	504.21	0	00:00
N018	JUNCTION	0.00	0.00	488.20	0	00:00
N019	JUNCTION	0.09	0.45	484.56	0	00:47
N020	JUNCTION	0.00	0.00	487.20	0	00:00
N021	JUNCTION	0.00	0.00	501.20	0	00:00
N022	JUNCTION	0.00	0.00	515.20	0	00:00
N023	JUNCTION	0.00	0.00	488.20	0	00:00
N024	JUNCTION	0.09	0.41	484.51	0	00:50
N025	JUNCTION	0.00	0.00	486.20	0	00:00
N026	JUNCTION	0.00	0.00	487.20	0	00:00
N027	JUNCTION	0.00	0.00	499.20	0	00:00
N028	JUNCTION	0.00	0.00	501.21	0	00:00
N029	JUNCTION	0.00	0.00	514.20	0	00:00
N030	JUNCTION	0.00	0.00	484.20	0	00:00
N031	JUNCTION	0.00	0.00	484.20	0	00:00
N032	JUNCTION	0.00	0.00	497.10	0	00:00
N033	JUNCTION	0.00	0.00	500.10	0	00:00
N034	JUNCTION	0.00	0.00	514.10	0	00:00
N035	JUNCTION	0.10	1.25	484.46	0	00:42
N036	JUNCTION	0.06	0.30	483.50	0	00:49
N037	JUNCTION	0.10	0.44	482.55	0	00:51
N038	JUNCTION	0.11	0.41	482.51	0	00:55
N039	JUNCTION	0.09	0.30	484.50	0	00:40
N041	JUNCTION	0.22	1.25	485.46	0	00:32
N042	JUNCTION	0.00	0.00	494.10	0	00:00
N043	JUNCTION	1.18	1.25	498.35	0	00:10
N044	JUNCTION	0.00	0.00	508.10	0	00:00
N049	JUNCTION	0.00	0.00	484.20	0	00:00
N050	JUNCTION	0.19	1.25	484.46	0	00:33
N051	JUNCTION	0.08	0.30	483.50	0	00:44
N052	JUNCTION	0.04	0.15	481.25	0	00:56
N053	JUNCTION	0.01	0.05	484.55	0	00:51
N054	JUNCTION	0.01	0.06	485.56	0	00:50
N055	JUNCTION	0.04	0.21	495.41	0	00:50
N056	JUNCTION	0.03	0.26	495.47	0	00:45
N057	JUNCTION	0.00	0.00	506.50	0	00:00
N065	JUNCTION	0.00	0.00	483.22	0	00:00
N066	JUNCTION	0.00	0.00	483.21	0	00:00
N073	JUNCTION	0.00	0.00	483.20	0	00:00
N074	JUNCTION	0.16	0.53	479.65	0	00:57
N075	JUNCTION	0.01	0.09	483.29	0	00:46
N076	JUNCTION	0.01	0.09	484.29	0	00:45
N077	JUNCTION	0.00	0.00	494.20	0	00:00
N078	JUNCTION	0.00	0.00	495.22	0	00:00

N079	JUNCTION	0.00	0.00	499.20	0	00:00
N093	JUNCTION	0.00	0.00	483.20	0	00:00
N094	JUNCTION	0.16	0.52	479.63	0	00:59
N095	JUNCTION	0.00	0.00	482.20	0	00:00
N110	JUNCTION	0.03	0.15	479.35	0	00:45
N111	JUNCTION	0.00	0.00	479.20	0	00:00
N112	JUNCTION	0.00	0.00	482.21	0	00:00
N122	JUNCTION	0.16	0.49	479.59	0	01:03
N126	JUNCTION	0.00	0.00	477.22	0	00:00
N127	JUNCTION	0.20	0.54	477.75	0	01:03
N128	JUNCTION	0.00	0.00	479.20	0	00:00
N144	JUNCTION	0.02	0.14	477.35	0	00:45
N145	JUNCTION	0.19	0.53	477.73	0	01:07
N146	JUNCTION	0.01	0.05	479.25	0	00:45
E2	OUTFALL	0.05	0.14	475.14	0	01:07
E15	OUTFALL	0.00	0.00	521.00	0	00:00
DEP1	STORAGE	0.20	0.30	517.30	0	01:21

 Síntese do Fluxo de Entrada nos Nós

Volume	Total Nó 10 ⁶ L	Tipo	Fluxo	Fluxo	Instante da		Volume
			Máximo	Máximo	Max Ocorr.		Lateral
			Lateral	Total	dia	h:min	10 ⁶ L

N001	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000	
0.000							
N002	JUNCTION	27.87	27.87	0	00:45	0.021	
0.021							
N003	JUNCTION	0.00	25.67	0	00:46	0.000	
0.021							
N004	JUNCTION	0.00	103.05	0	00:47	0.000	
0.093							
N005	JUNCTION	0.00	87.12	0	00:46	0.000	
0.073							
N006	JUNCTION	74.39	90.37	0	00:45	0.056	
0.073							
N007	JUNCTION	0.00	23.49	0	00:46	0.000	
0.017							
N008	JUNCTION	25.63	25.63	0	00:45	0.017	
0.017							
N009	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000	

0.000						
N010	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N011	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N012	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N013	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N014	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N015	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N016	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N017	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N018	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N019	JUNCTION	50.68	136.53	0	00:47	0.045
0.138						
N020	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N021	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N022	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N023	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N024	JUNCTION	0.00	115.77	0	00:50	0.000
0.136						
N025	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N026	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N027	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N028	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N029	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N030	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N031	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N032	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N033	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N034	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N035	JUNCTION	29.35	29.35	0	00:45	0.023
0.023						
N036	JUNCTION	0.00	12.19	0	00:50	0.000

0.021						
N037	JUNCTION	16.99	130.16	0	00:51	0.013
0.169						
N038	JUNCTION	53.65	145.61	0	00:55	0.045
0.243						
N039	JUNCTION	0.00	12.31	0	00:53	0.000
0.031						
N041	JUNCTION	66.90	66.90	0	00:45	0.050
0.050						
N042	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N043	JUNCTION	71.51	71.51	0	00:45	0.051
0.051						
N044	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N049	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N050	JUNCTION	47.10	47.10	0	00:45	0.038
0.038						
N051	JUNCTION	0.00	12.31	0	00:55	0.000
0.029						
N052	JUNCTION	0.00	164.37	0	00:55	0.000
0.284						
N053	JUNCTION	0.00	12.35	0	00:51	0.000
0.013						
N054	JUNCTION	0.00	13.26	0	00:50	0.000
0.013						
N055	JUNCTION	0.00	13.59	0	00:50	0.000
0.013						
N056	JUNCTION	18.49	18.49	0	00:45	0.012
0.012						
N057	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N065	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N066	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N073	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N074	JUNCTION	52.20	182.13	0	00:57	0.044
0.343						
N075	JUNCTION	0.00	21.55	0	00:46	0.000
0.016						
N076	JUNCTION	23.54	23.54	0	00:45	0.016
0.016						
N077	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N078	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N079	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N093	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000						
N094	JUNCTION	0.00	175.53	0	00:59	0.000

0.339	N095	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000	N110	JUNCTION	77.47	77.47	0	00:45	0.064
0.064	N111	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000	N112	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000	N122	JUNCTION	74.51	175.96	0	01:03	0.063
0.399	N126	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000	N127	JUNCTION	0.46	188.65	0	01:03	0.000
0.463	N128	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000
0.000	N144	JUNCTION	5.03	5.03	0	00:45	0.004
0.004	N145	JUNCTION	4.14	191.10	0	01:07	0.003
0.471	N146	JUNCTION	9.67	9.67	0	00:45	0.006
0.006	E2	OUTFALL	0.00	189.69	0	01:07	0.000
0.470	E15	OUTFALL	0.00	59.12	0	01:21	0.000
0.329	DEP1	STORAGE	589.18	589.18	0	00:45	0.732
0.732							

 Síntese da Sobrecarga no Nó

Sobrecarga ocorre quando a água ultrapassa a geratriz superior do conduto mais alto.

Nó	Tipo	Horas Sobrecarga	Altura Max. Acima Crista Metros	Prof. Min. Abaixo Borda Metros
N035	JUNCTION	0.13	0.950	0.000
N036	JUNCTION	0.03	0.000	0.950
N039	JUNCTION	0.23	0.000	0.950
N041	JUNCTION	0.44	0.950	0.000
N043	JUNCTION	2.84	0.950	0.000
N050	JUNCTION	0.36	0.950	0.000
N051	JUNCTION	0.15	0.000	0.950

 Síntese da Inundação no Nó

Inundação se refere a toda água que transborda um nó, alagando ou não.

Nó	Horas Inundação	Vazão Máxima LPS	Instante Max Ocorrência dia h:min	Volume Total Inundado 10 ⁶ L	Volume Máximo Alagado 1000 m3
N035	0.13	16.79	0 00:45	0.004	0.000
N041	0.44	52.72	0 00:45	0.021	0.000
N050	0.36	33.91	0 00:45	0.012	0.000

 Síntese dos Volumes Acumulados

Efluência	Ocorrência h:min	Máxima Armazenamento LPS	Volume Médio 1000 m3	() Média Cheio	() E&I Perda	Máximo Volume 1000 m3	() Max. Cheio	Inst. de Max dias
DEP1	01:21	59.12	0.367	6	0	0.571	9	0

 Síntese da Capacidade de Efluência do Exutório

Nó exutório	Freq. %	Fluxo Med. LPS	Fluxo Max. LPS	Volume Total 10 ⁶ L
E2	91.14	47.58	189.69	0.470
E15	75.07	40.53	59.12	0.329
Sistema	83.10	88.10	240.63	0.799

 Síntese do Fluxo dos Trechos

|Fluxo| Inst. da Max |Veloc| Fluxo Prof.

Trecho	Tipo	Maximo LPS	Ocorrência dia h:min	Máxima m/seg	Max/ Cheio	Max/ Prof.
T010	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T011	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T012	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T013	CONDUIT	74.42	0 00:45	2.28	0.46	0.47
T014	CONDUIT	187.82	0 01:07	0.40	0.41	0.44
T015	CONDUIT	189.69	0 01:07	2.65	0.03	0.11
T016	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T017	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T018	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T019	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T020	CONDUIT	175.69	0 01:03	2.45	0.03	0.11
T021	CONDUIT	102.10	0 00:47	2.47	0.01	0.08
T022	CONDUIT	115.77	0 00:50	0.40	0.25	0.33
T023	CONDUIT	114.38	0 00:51	2.20	0.02	0.09
T024	CONDUIT	114.64	0 00:55	0.37	0.25	0.34
T025	CONDUIT	144.39	0 00:56	1.87	0.03	0.12
T026	CONDUIT	161.29	0 00:57	2.36	0.02	0.11
T027	CONDUIT	175.53	0 00:59	0.40	0.38	0.42
T028	CONDUIT	162.40	0 01:03	0.38	0.35	0.41
T029	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T030	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T032	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T037	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T038	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T041	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T042	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T043	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T044	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T048	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T049	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T050	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T074	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T075	CONDUIT	25.67	0 00:46	1.33	0.10	0.22
T076	CONDUIT	21.87	0 00:48	0.67	0.28	0.36
T077	CONDUIT	85.99	0 00:46	2.27	0.08	0.19
T078	CONDUIT	87.12	0 00:46	2.38	0.25	0.34
T079	CONDUIT	22.63	0 00:46	2.91	0.03	0.11
T080	CONDUIT	23.49	0 00:46	1.55	0.21	0.31
T081	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T082	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T083	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T084	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T085	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T086	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T087	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T088	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T089	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T090	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.00
T091	CONDUIT	11.81	0 00:51	1.21	0.10	0.21
T092	CONDUIT	12.21	0 00:54	1.95	0.07	0.18
T093	CONDUIT	12.31	0 00:53	0.25	1.08	1.00

T094	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T095	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T098	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T099	CONDUIT	12.31	0	00:55	0.24	1.08	1.00
T100	CONDUIT	12.41	0	00:57	1.66	0.08	0.18
T101	CONDUIT	12.01	0	00:52	1.50	0.01	0.07
T102	CONDUIT	12.35	0	00:51	1.04	0.02	0.09
T103	CONDUIT	13.26	0	00:50	2.25	0.01	0.05
T104	CONDUIT	13.59	0	00:50	0.37	0.55	0.45
T105	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T110	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T111	CONDUIT	20.86	0	00:46	2.08	0.09	0.20
T112	CONDUIT	21.55	0	00:46	1.46	0.19	0.29
T113	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T114	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T121	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T122	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T131	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T132	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
T142	CONDUIT	3.03	0	00:50	0.19	0.27	0.31
T143	CONDUIT	8.83	0	00:46	1.63	0.05	0.16
T150	CONDUIT	12.19	0	00:50	0.26	1.07	0.93
REG1	ORIFICE	59.12	0	01:21			0.00

Síntese da Sobrecarga nos Conduitos

Conduitos	----- Horas (cheio) -----			Horas Fluxo Acima Normal	Horas Capacid. Limitada
	Ambas Extrem.	Montante	Jusante		
T093	0.18	0.41	0.23	0.33	0.41
T099	0.09	0.33	0.15	0.29	0.33
T150	0.01	0.12	0.03	0.07	0.12

Início da Análise: Sun Nov 22 23:16:15 2020

Término da Análise: Sun Nov 22 23:16:15 2020

Tempo total decorrido: < 1 seg



LEGENDA – REDE PLUVIAL

-  Caixa coletora ou boca de lobo
-  Caixa de Inspeção
-  Caixa de Passagem
-  Sentido do escoamento pluvial
- $\varnothing 40$ Diâmetro da canalização
- TC Tubo de Concreto
- 150X150 Dimensões das galerias celulares
-  Poço de Visita
-  Caixa de passagem
-  Caixa de Interligação


UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
 CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIA
 TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II - CIV0226AK
 Orientador: Prof. Dr. Taison Anderson Bortolin

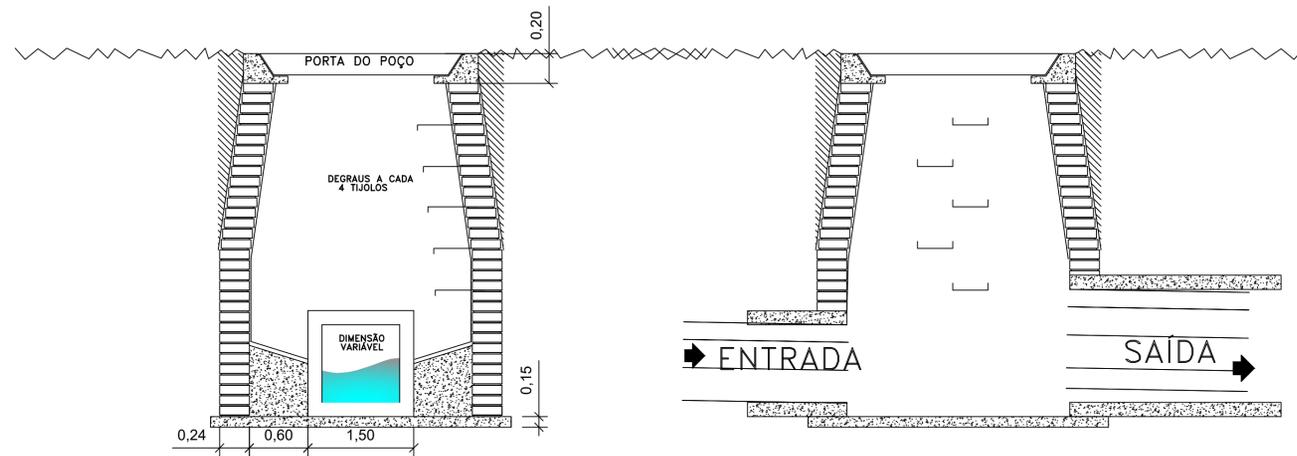
Assunto:

Planta baixa da adequação do projeto de drenagem

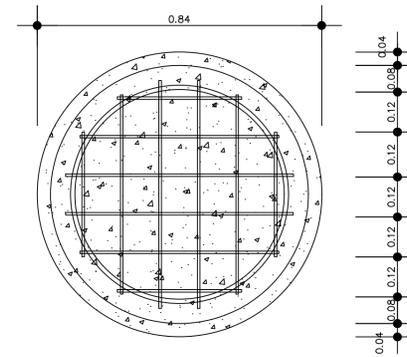
Aluna:

Débora Comin Dal Pozzo

Data:	Escala:	Prancha:
Novembro 2020	1/3000	01/02



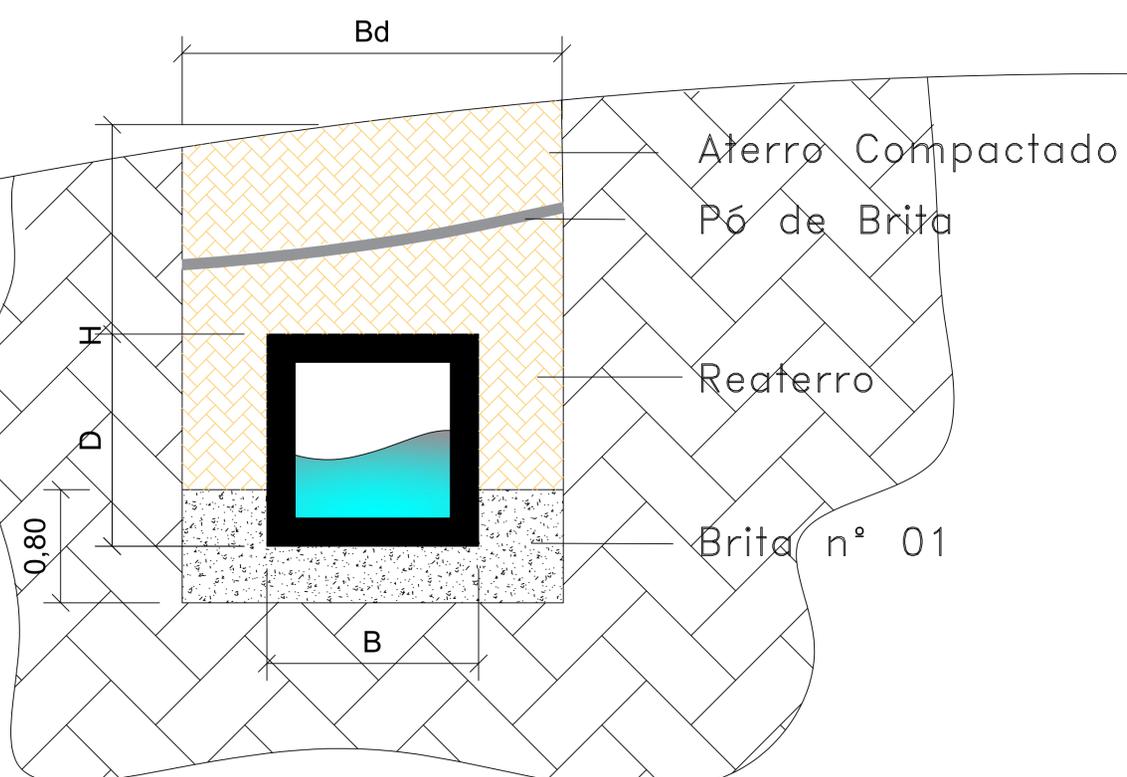
DETALHAMENTO DO POÇO DE VISITA
esc. 1/50



DETALHE DA ENTRADA DO POÇO DE VISITA

$H = 1m + D$ (profundidade mínima)
 $Bd = B + 0,6 \times 2$ (largura da vala)

DETALHAMENTO DA VALA
esc. 1/25

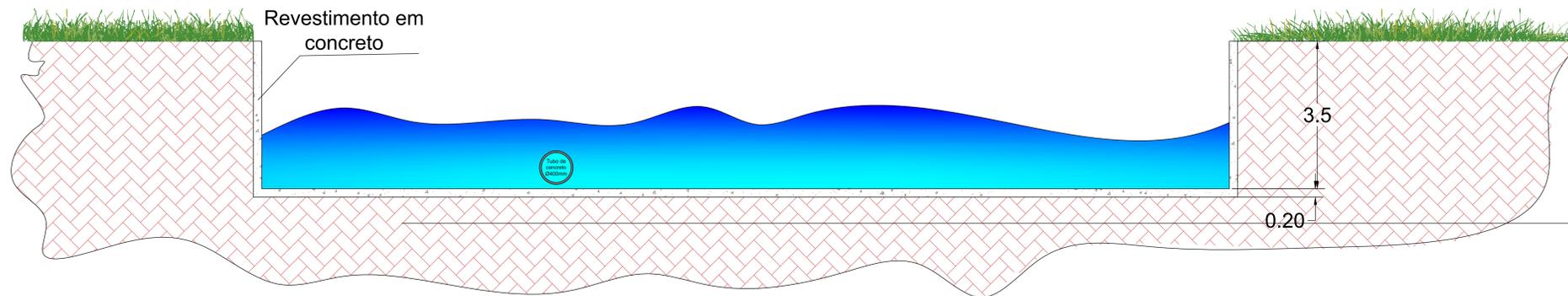


UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
 CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIA
 TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II - CIV0226AK
 Orientador: Prof. Dr. Taison Anderson Bortolin

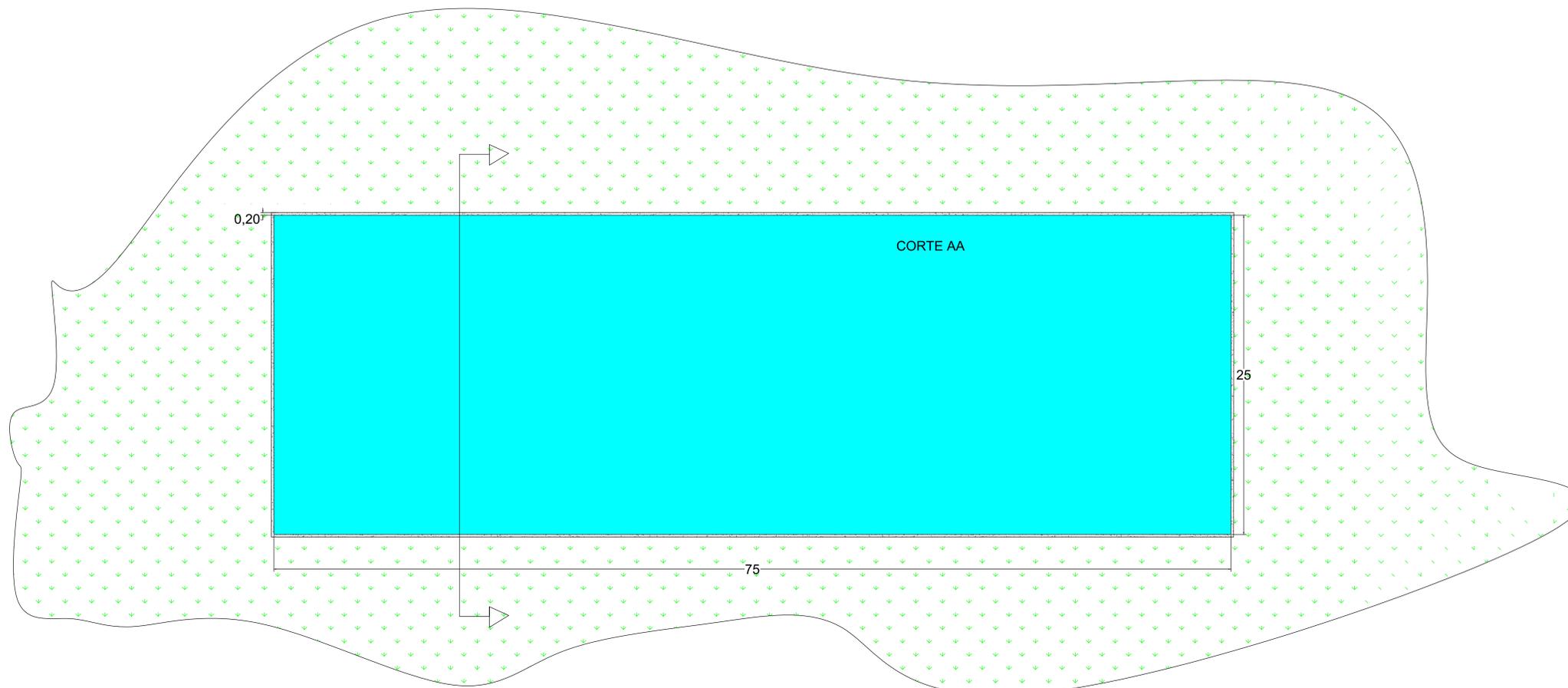
Assunto:
 Detalhamento da vala e poço de visita

Aluna:
 Débora Comin Dal Pozzo

Data: Novembro 2020 Escala: Indicada Prancha: 02/02



CORTE AA - esc 1/50



PLANTA BAIXA - esc 1/150

 UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II - CIV0226AK Orientador: Prof. Dr. Taison Anderson Bortolin		
Assunto:		
Bacia de detenção com leito impermeável		
Aluna:		
Débora Comin Dal Pozzo		
Data:	Escala:	Prancha:
Novembro 2020	Indicada	01/01