



AVALIAÇÃO DO PERIGO DE INUNDAÇÃO NA RIBEIRA DO AÇAFAL

José Mateus Nunes Alves

Orientadores

Professor Doutor Paulo Alexandre Justo Fernandez

Professor Francisco de Noronha Galvão Franco Frazão

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão de Recursos Hídricos, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Paulo Justo Fernandez e Professor Francisco Franco Frazão, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

DEZEMBRO 2018

Composição do júri

Presidente do júri

Professor Doutor Celestino António Morais de Almeida

Vogais

Professor Doutor António Francisco Canatário Duarte

Professor Adjunto, Escola Superior Agrária de Castelo Branco

Professor Doutor Paulo Alexandre Justo Fernandez

Professor Adjunto, Escola Superior Agrária de Castelo Branco

Dedicatória

Ao Eng. Filipe Alberto Marques da Silva Carreiro (in memoriam), nosso professor no curso de Mestrado.

Agradecimentos

Tenho agradecer aos meus orientadores e professores deste mestrado, pelos conhecimentos transmitidos, apoio e disponibilidade.

À Engenheira Natália Roque por toda a paciência, disponibilidade, apoio e auxílio prestado para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas de mestrado.

Por fim, à minha família pelo suporte e incentivo nos momentos mais complicados.

Resumo

O perigo pode ser entendido como a possibilidade de ocorrência de um fenómeno, numa determinada área e num determinado período de tempo.

A avaliação do perigo de inundação resulta da combinação das cartas de altura de água e de velocidade de escoamento. Esta cartografia permite a delimitação das zonas inundáveis e a sua determinação depende dos dados meteorológicos, topográficos e da ocupação do solo e também da modelação hidrológica e hidráulica.

Os objetivos deste estudo são, elaborar cartografia de altura de água, velocidade de escoamento e de zonas inundáveis, criar e validar um modelo digital de superfície de escoamento, a fim de obter mapas de perigo de inundação para a área de estudo.

Utiliza-se o software HEC-RAS/HEC-GeoRAS, para simulação de inundação em regime de escoamento permanente e variável. Desenvolve-se uma metodologia SIG, adaptada aos dados hidrológicos e cartográficos disponíveis, para o cálculo de perigo de inundação.

Verificou-se que os SIG e as respetivas extensões e ferramentas são bastante úteis para o desenrolar do projeto, resolvendo de forma capaz a metodologia usada. Tem grande capacidade de gestão, manipulação, armazenamento, análise e representação espacial dos dados.

Com o auxílio da tecnologia de mapeamento aéreo com drones, conseguimos adquirir dados espaciais com elevada resolução, obtendo assim melhores resultados na modelação hidrológica.

A boa qualidade de dados geométricos, o registo de hidrométricas instaladas no terreno e a análise desenvolvida nos regimes de escoamento permanente e variável, demonstrou serem resultados muito importantes à validação do modelo hidráulico de inundação e ao estudo de mapas de perigo de inundação para diferentes cenários.

Palavras chave: Altura de água; Escoamento permanente; Escoamento variável; Perigo de inundação; Velocidade de escoamento.

Abstract

Danger can be understood as the possibility of the occurrence of a phenomenon, in a certain area and in a certain period of time.

The assessment of the flood hazard results from the combination of water height and flow velocity charts. This cartography allows the delimitation of floodable areas and their determination depends on meteorological, topographic and land use data, as well as hydrological and hydraulic modeling.

The purposes of this study are to elaborate cartography of water height, flow velocity and floodable areas, to create and validate a digital flow surface model in order to obtain flood hazard maps for the area in study.

The HEC-RAS / HEC-GeoRAS software is used to simulate flooding in a permanent and variable flow regime. A GIS methodology, adapted to the available hydrological and cartographic data, is developed for the calculation of flood hazard.

It was verified that the GIS and its extensions and tools are very useful for the development of the project, solving in an adequate way the methodology used. It has great capacity of management, manipulation, storage, analysis and spatial representation of the data.

With the drone air mapping technology aid, we were able to acquire high resolution spatial data, letting us obtain better results in hydrological modeling.

The good quality of geometric data, the record of hydrometrics installed in the field and the analysis developed in permanent and variable flow regime, have proved to be very important results for the validation of the hydraulic model of flood and the study of flood hazard maps for different scenarios.

Keywords: Water height; Permanent flow; Variable flow; Flood hazard; Flow velocity.

Índice geral

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos.....	2
2. PERIGO DE INUNDAÇÃO.....	3
2.1. Gestão das inundações na Europa e Portugal.....	3
2.2. As inundações como fenómeno de risco e perigo.....	6
2.2.1. Risco.....	7
2.2.2. Perigo.....	8
2.3. Modelação hidráulica para a simulação de inundação.....	9
2.3.1. Formulação matemática do modelo HEC-RAS.....	10
2.3.1.1. Capacidade de transporte.....	12
2.3.1.2. Coeficiente de velocidade da água.....	13
3. MATERIAIS E METODOLOGIA DE ESTUDO.....	14
3.1. Área de estudo.....	14
3.2. Dados de avaliação do perigo de inundação.....	16
3.2.1. Levantamento de imagens Unmanned Aerial Vehicle (UAV).....	16
3.2.2. Levantamento topográfico (GPS-RTK).....	18
3.2.3. Monitorização hidrológica.....	22
3.2.4. Uso e Ocupação do Solo.....	22
3.2.5. Coeficiente de rugosidade.....	25
3.3. Metodologias usadas.....	27
3.3.1. Modelo SIG.....	28
3.3.2. Modelo digital de superfície de escoamento.....	29
3.3.3. Modelação numérica da inundação HEC-RAS/HEC-GeoRAS.....	30
3.3.3.1. Dados geométricos ArcGIS®/HEC-GeoRAS.....	31
3.4. Simulação de inundação.....	32
3.4.1. Escoamento permanente.....	32
3.4.2. Escoamento variável.....	35
4. APRESENTAÇÃO E DICUSÃO DOS RESULTADOS.....	38
4.1. Validação do escoamento permanente.....	38
4.2. Validação do escoamento variável.....	43
4.3. Avaliação do perigo de inundação.....	45
5. CONCLUSÕES.....	48
BIBLIOGRAFIA.....	51
ANEXO A.....	55

Índice de figuras

Figura 2.1 - Relação entre as características da pluviosidade e os tipos de inundação em Portugal.....	6
Figura 2.2 – Termos da equação da conservação de energia (USACE, 2010).....	11
Figura 2.3 – Método de subdivisão: a capacidade de transporte resulta do somatório dos valores respetivos, calculados para a margem esquerda, centro do canal e margem direita (USACE, 2010).....	12
Figura 3.1 – Localização da Área de Estudo.....	15
Figura 3.2 – a) Equipamento UAV (eBee mini drone); b) Planeamento e controle de voo (Software eMotion).....	17
Figura 3.3 – a) Tripé de madeira TOPCON; b) Receptores GPS, GLONASS TOPCON Hiper; c) Caderneta TOPCON FC 200.....	19
Figura 3.4 – Exemplo de Perfis Transversais da Ribeira do Açafal.....	21
Figura 3.5 – a) Udómetro e Data logger; b) Estações Hidrométricas.....	22
Figura 3.6 – COS2007 da Bacia Hidrográfica da Ribeira do Açafal.....	24
Figura 3.7 – Percentagem de área ocupada segundo o coeficiente de rugosidade (n Manning).....	25
Figura 3.8 – Coeficiente de rugosidade para a área de estudo.....	26
Figura 3.9 – Fluxograma, modelo SIG.....	28
Figura 3.10 – Modelo Digital de Superfície de escoamento.....	29
Figura 3.11 – Altura da água, escoamento permanente.....	33
Figura 3.12 – Velocidade da água, escoamento permanente.....	34
Figura 3.13 – Condições de fronteira, a) Registo de altura de água; b) Declive a jusante...35	
Figura 3.14 – Altura máxima, escoamento variável.....	36
Figura 3.15 – Velocidade máxima, escoamento variável.....	37
Figura 4.1 – Perfil 360.0001, informação topográfica de copas de árvores, terreno e lâmina de água.....	39
Figura 4.2 – Perfil 360.0001, identificação da altura de água.....	39
Figura 4.3 – Perfil 3540, informação topográfica de copas de árvores, terreno e lâmina de água.....	40
Figura 4.4 – Perfil 3540, identificação da altura de água.....	40
Figura 4.5 – Perfil 360.0001, informação topográfica superfície do terreno e lâmina de água.....	41
Figura 4.6 – Perfil 360.0001, identificação da altura de água.....	41

Figura 4.7 – Perfil 3540, informação topográfica da superfície do terreno e lâmina de água.....	42
Figura 4.8 – Perfil 3540, identificação da altura de água.....	42
Figura 4.9 – Registo da altura de água, hidrométrica campo.....	43
Figura 4.10 – Registo de altura máxima de água para o regime de escoamento variável...	44
Figura 4.11 – Mapa de perigo de inundação, período de retorno de 1000 anos.....	46
Figura 4.12 – Mapa de perigo de inundação regime variável.....	47

Índice de quadros

Quadro 2.1 – Tipos de inundações e as suas causas no Planeta (Ramos, 2009).....	4
Quadro 2.2 – Classificação do perigo de inundação.....	8
Quadro 2.3 – Classificação do perigo de inundação (HR Wallingford et al., 2006).....	9
Quadro 2.4 – Principais modelos hidráulicos.....	10
Quadro 3.1 – Dados de entrada para a modelação hidráulica.....	16
Quadro 3.2 – Dados do ficheiro CSV, perfis da ribeira do Açafal (nº 2, 30, 62).....	20
Quadro 3.3 - Uso e Ocupação do Solo (COS2007).....	23
Quadro 3.4 – Nomenclatura da COS2007 e Coeficientes de Rugosidade (n Manning).....	27

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

ArcGIS – Software SIG (ESRI)

CD – Correção Diferencial

CSV – Comma Separated Values

DQA – Diretiva Quadro da Água

EM-DAT – Emergency Events Database

ESRI – Environmental Systems Research Institute

GPRS – General Packet Radio Service

GPS – Global Positioning System

GSM – Global System for Mobile Communications

HEC-GeoRAS – Extensão do SIG do Hydrologic Engineering Center's River Analysis System para ArcGIS

HEC-RAS – Hydrologic Engineering Center's River Analysis System

MDS – Modelo Digital de Superfície

MDS_e - Modelo Digital de Superfície de Escoamento

MDT – Modelo Digital do Terreno

ONU – Organização das Nações Unidas

OTF – On The Fly

PGRI – Plano de Gestão dos Riscos de Inundação

RIT – Rede Irregular de Triângulos

RTK – Real Time Kinematics

SDF – Spatial Data File

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

UAV - Unmanned Aerial Vehicle

UE – União Europeia

USACE – U.S. Army Corps of Engineers

UVS – Unmanned Vehicle Systems

VANTs – Veículo aéreo não tripulado

1. INTRODUÇÃO

As inundações são fenómenos hidrológicos extremos, de frequência variável, naturais ou induzidos pela ação humana, que consistem na submersão de uma área usualmente emersa. O estado português, no Decreto – Lei n.º 115/2010 de 22 de Outubro define inundação como cobertura temporária de água num local fora do leito “*provocadas por fenómenos naturais como a precipitação*”.

As alterações climáticas contribuem para um aumento da probabilidade de ocorrência de inundações e do respetivo impacto negativo. As inundações podem provocar a perda de vidas, a deslocação de populações, danos no ambiente, e comprometer gravemente o desenvolvimento económico.

Segundo os dados do EM – DAT (Emergency Events Database), no período de 1900 a 2011, verifica-se que em Portugal as inundações foram o segundo evento natural responsável pelo maior número de pessoas afetadas (25000 pessoas afetadas pela inundação de Fevereiro de 1979). No entanto, deve-se salientar o contributo que a atividade antrópica desempenha na intensificação do processo destrutivo destes eventos, nomeadamente, pela alteração dos usos do solo, que conduz à transformação da dinâmica natural dos espaços. Segundo Bateira (2001), não se deve descurar a interdependência homem/meio, uma vez que o homem é considerado um agente ativo na dinâmica geomorfológica e, simultaneamente, um elemento exposto ao risco.

As inundações desde sempre assolaram vastas áreas de Portugal. Contudo, nos últimos anos parece verificar-se uma tendência para o aumento da frequência e severidade da sua ocorrência, originando crescentes preocupações acerca da exposição e vulnerabilidade da população portuguesa a este fenómeno.

Os constantes episódios de inundação tem motivado um intenso debate nas duas últimas décadas sobre mecanismos de mitigação e de prevenção do fenómeno em causa. No âmbito da prevenção das inundações em Portugal individualizaram-se as medidas do quadro legislativo regulador do uso do solo e as ações corretivas na bacia hidrográfica (Saraiva, 2009).

A diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, de 23 Outubro de 2007, estabeleceu “um quadro de ação comunitária no domínio da política da água”, exigindo a elaboração de cartas de zonas inundáveis, de cartas de riscos de inundações e de planos de gestão das bacias hidrográficas para cada região hidrográfica. O objetivo é o de evitar e minimizar os impactos negativos das inundações.

Os modelos hidrológicos e hidráulicos espacialmente distribuídos são ferramentas importantes na estimativa do perigo de inundação, porque permitem calcular o caudal de ponta de cheia, a altura de água, a velocidade de escoamento, a duração da inundação e simular o efeito de um evento de precipitação nos objetos presentes na superfície do terreno, durante a onda de cheia. No entanto, são necessários registos históricos de alturas de água, de caudais e de precipitação, de forma a calibrar e validar o modelo hidrológico e o modelo hidráulico de inundações. A monitorização dos eventos de inundação é fundamental para melhorar o conhecimento sobre o perigo de inundação, contudo, a escassez de dados é uma das principais limitações para a realização de estudos deste domínio (Fernandez, 2015).

A representação da superfície do terreno é um fator crítico na modelação hidráulica de inundações pois, como dado de entrada do modelo, condiciona o caudal de ponta de cheia e a extensão da inundação (Horritt e Bates, 2001a). A resolução espacial (horizontal e vertical) e a qualidade do conjunto de dados geográficos podem produzir grandes diferenças nos resultados da modelação hidráulica de inundações (Wilson, 2004). A exatidão da modelação da superfície do terreno é afetada por vários fatores nomeadamente: a precisão, a densidade e a distribuição dos pontos cotados, o algoritmo de interpolação e a resolução espacial (Gong et al. 2000; Kinzle, 2004; Li et al., 2005, Fisher e Tate, 2006). Os Coeficientes de resistência, associados ao tipo de cobertura das superfícies, são também dados de entrada muito importantes para a modelação de inundações, já que afetam o movimento de onda de cheia, bem como a sua duração da inundação, pelo que é necessário selecionar os coeficientes de resistência adequados (Fernandez, Mourato e Moreira, 2013).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), juntamente com metodologias de trabalho adequadas, podem ser uma mais-valia neste campo na medida que permitem a gestão de informação de forma eficaz, assim como o cálculo complexo de variáveis e a implementação de forma relativamente simples de metodologias corretas para a delimitação de perímetros de inundação. O processo célere de criação e manipulação de informação possibilita a conceção de cartografia fundamental, que pode ser usada no ordenamento de território, dando uma visão única e atempada sobre o fenómeno e a sua extensão, permitindo uma melhoria significativa na qualidade de serviços prestados à comunidade (Gonçalves, 2012)

1.1. Objetivos

Este estudo tem por objetivo principal gerar cartografia detalhada do perigo de inundação através da modelação hidráulica, bem como a análise espacial da área em estudo (Ribeira do Açafal) e a elaboração de perfis transversais com a finalidade de efetuar simulações de perigo de inundação para diferentes cenários de ponta de cheia.

Na modelação hidráulica de inundações será utilizado o modelo Hydrologic Engineering Center's River Analysis System, (HEC-RAS), este software foi desenvolvido pelo U.S. Army Corps of Engineers (USACE), em 1995, na sua primeira versão (1.0). O HEC-RAS é um modelo hidráulico que permite simular o escoamento 1D permanente e variável ao longo de um rio. Este modelo está integrado com SIG através do sistema HEC-GeoRAS.

Para a avaliação do perigo de inundação é necessário extrair um Modelo Digital de Superfície de Escoamento (MDSe) que é um dado de entrada para o modelo hidráulico de inundação. Este MDSe representa a superfície do terreno e os objetos, onde se desenvolve e é condicionado o escoamento superficial. Para efetuar a extração do MDSe é necessário a integração de dados recolhidos por um UAV (unmanned aerial vehicle) e levantamentos topográficos de caracterização da ribeira do Açafal em secções transversais.

Os objetivos específicos deste estudo são: a recolha de dados de estações hidrométricas para registos de altura de água no troço em estudo, a recolha de imagens aéreas para a criação de um modelo digital de superfície, a integração dos perfis da Ribeira do Açafal obtidos através de levantamento topográfico (GPS - RTK), permitindo a criação de um modelo digital de superfície de escoamento e a realização de simulações na área de estudo para obter mapas de perigo de inundação.

2. PERIGO DE INUNDAÇÃO

2.1. Gestão das inundações Europa e Portugal

Desde sempre o Homem privilegiou os locais perto de massas de água, tanto por questões de acesso aos recursos naturais como de facilidade de transporte e comunicação. Porém, estas áreas estão sujeitas a determinados fatores de risco que podem pôr em perigo a população, pelo que a prevenção de fenómenos extremos deve ser uma das prioridades de modo a minimizar potenciais danos.

As cheias são fenómenos naturais extremos, em grande medida incontrolláveis, maioritariamente provocados por precipitações intensas que fazem aumentar o caudal dos cursos de água conduzindo ao transbordo dos rios que originam as inundações das margens e áreas próximas usualmente frequentadas pela atividade humana (Zêzere, Pereira e Morgado 2006) colocando em risco vidas e bens. Existem diversas definições de cheia e inundação que podem ser consideradas consoante a perspetiva do autor e o objetivo.

Embora sejam por vezes utilizados como sinónimos, de facto, não o são, pois todas as cheias provocam inundações, mas nem todas as inundações são devidas às cheias. O conceito restrito de cheia foi preconizado V.T. Chow (1956) e refere-se a um fenómeno hidrológico extremo, de frequência variável, natural ou induzido pela ação humana, que consiste no transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito ordinário, originando a inundação dos terrenos ribeirinhos (leito de cheia). As inundações são fenómenos hidrológicos extremos, de frequência variável, naturais ou induzidos pela ação humana, que consistem na submersão de uma área usualmente emersa.

As inundações podem ser devidas a várias causas e, consoante estas, podem ser divididas em vários tipos (Quadro 2.1): (i) inundações fluviais ou cheias, (ii) inundações de depressões topográficas, (iii) inundações costeiras e (iv) inundações urbanas. Embora nem todas as cheias e inundações sejam devidas a causas meteorológicas, em Portugal, as inundações são quase todas devidas a:

- Cheias lentas dos grandes rios,
- Cheias rápidas dos rios e ribeiras de pequenas e médias bacias hidrográficas,
- Subida das águas subterrâneas em locais topograficamente deprimidos,
- Inundações devidas à sobrecarga dos sistemas de drenagem artificiais nos meios urbanos,
- Inundações costeiras devidas a galgamentos oceânicos (storm surge).

Quadro 2.1 - Tipos de inundações e as suas causas no Planeta (Ramos, 2009).

Tipo	Causa
Cheia (inundação fluvial)	<ul style="list-style-type: none"> - Chuvas abundantes e/ou intensas - Fusão da neve ou de gelo - Efeito combinado chuva + efeito das marés e/ou + storm surge - Obstáculos ao escoamento fluvial ou derrocada dos obstáculos
Inundação de depressões topográficas	<ul style="list-style-type: none"> - Subida do nível freático (natural ou artificial*) - Retenção da água de precipitação por um solo ou substrato geológico de permeabilidade muito reduzida - Cheias
Inundação costeira	<ul style="list-style-type: none"> - Storme surge - Tsunami ou maremoto - Subida eustática do nível do mar - Sismos com fenómenos de subsidência tectónica
Inundação urbana	<ul style="list-style-type: none"> - Chuva intensa + sobrecarga dos sistemas de drenagem artificiais - Subida da toalha freática (natural ou artificial*) - Cheias

(* A inundação devida à subida da toalha freática de origem artificial deve-se, neste caso, essencialmente à irrigação e ao fim da atividade de indústrias extrativas.)

O maior número de eventos de inundações em Portugal verificou-se no período entre 1940 e 1970 (Quaresma, 2008; Zêzere *et al.*, 2014). No entanto, a partir do início do século XXI verificou-se uma tendência para o aumento da frequência e severidade dos eventos de inundação, provocando preocupações crescentes acerca da exposição e da vulnerabilidade da população portuguesa.

As inundações estão associadas aos eventos extremos de precipitação (Lenderink e van Meijgaard, 2008). A severidade dos impactos dos eventos meteorológicos extremos depende do grau de vulnerabilidade e de exposição a esses eventos (Cardona, 2012). Nos últimos tempos, a variabilidade de precipitações extremas e a incerteza climática têm aumentado (Costa e Soares, 2009). As projeções dos modelos de clima indicam o aumento da intensidade de precipitação (Trigo e Palutikof, 2001; Emori e Brown, 2005; Groisman *et al.*, 2005; Pall *et al.*, 2007), pelo que existe uma necessidade crescente de avaliar o impacto das precipitações intensas de curta duração no risco de inundação (Fernandez, 2015)

Entre 1990 e 2007, assistiu-se na União Europeia a um aumento acentuado do número e gravidade das catástrofes tanto naturais como provocadas pelo homem, com o aumento particularmente significativo das primeiras. Prevê-se que a perda de vidas humanas, a destruição de infra-estruturas económicas e sociais e a degradação de ecossistemas já fragilizados se agravem à medida que as alterações climáticas resultem num aumento da

frequência e magnitude de fenómenos meteorológicos extremos, como vagas de calor, tempestades e forte pluviosidade.

As análises efetuadas pela ONU e por outras organizações internacionais salientaram uma vulnerabilidade crescente face às catástrofes, parcialmente devido ao uso cada vez mais intensivo dos solos, ao desenvolvimento industrial, à expansão urbana e à construção de infra-estruturas.

A comunidade já desenvolveu um conjunto de instrumentos destinados a contemplar vários aspetos da prevenção, preparação, resposta e recuperação em matéria de catástrofes. Há igualmente algumas iniciativas sectoriais no domínio das inundações (Diretiva 2007/60/CE relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundação). Na Europa, a diretiva “Inundações” iniciou um quadro normativo cujo objetivo é a redução das perdas devidas a estes processos hidrológicos (Santos, 2015).

Em Portugal, a avaliação no domínio do ordenamento do território foi num primeiro momento impulsionada por fontes externas à UE. No entanto, a integração na UE cada vez mais assente e necessária (exigida), teve reflexos nas políticas ambientais e de coesão e uma influência crescente na evolução das políticas do ordenamento do território. Contudo, o ordenamento do território não faz parte das competências formais da UE, enquanto o sector do ambiente faz, através das políticas comunitárias, o que leva a uma exposição das decisões mais intensa através da obrigatoriedade de transposição das diretivas comunitárias.

A Comissão Europeia iniciou o desenvolvimento de uma estratégia comunitária que culminou com a publicação da Diretiva 2007/60/CE, de 23 de Outubro, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações com sua transposição para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de Outubro. Este Decreto – Lei veio complementar a Lei n.º 58/2005 (Lei da Água), que transpõe a Diretiva Quadro de Água – DQA (Diretiva 2000/60/CE) para a legislação nacional, que constitui um instrumento importante da gestão da água e estabelece um quadro estratégico para a proteção e gestão sustentável das águas. Os objetivos da DQA contribuem para uma atenuação dos efeitos das inundações, mas a redução dos riscos de inundação não é um dos principais objetivos desta, que também não tem em conta as futuras alterações das inundações em consequência das alterações climáticas. A elaboração de planos de gestão de bacias hidrográficas no âmbito da DQA, e de planos de gestão dos riscos de inundação no âmbito da Diretiva 2007/60/CE constituem elementos de uma gestão integrada das bacias hidrográficas (PGRI, 2015).

Com a entrada para a UE, Portugal começou a sentir maior pressão para cumprir prazos e requisitos legislativos. Esta pressão ocorreu principalmente ao nível das autarquias locais, sendo que os fundos europeus dependiam, entre 1992 e 1995, da aprovação dos Planos Diretores Municipais (PDM). Este processo foi assim apressado, o que teve como consequência o incumprimento de vários objetivos impostos. Entre eles está o de “garantir a conveniente utilização dos recursos naturais, do ambiente e do património cultural” (DL n.º 208/82, artigo 3º) e o de sujeitar os planos à participação pública (DL n.º 208/82, artigo 13º) (Schmidt, 2008).

Para atingir o objetivo preconizado na Diretiva e no Decreto – Lei, mencionados anteriormente, foi prevista a realização de três etapas, a executar de acordo com um calendário pré – definido, que se apresenta seguidamente:

- 1ª Fase: elaboração da avaliação preliminar dos riscos de inundações e identificação das zonas com riscos potenciais significativos (Dezembro de 2011),
- 2ª Fase: elaboração de cartas de zonas inundáveis e de risco de inundações (Dezembro de 2013),
- 3ª Fase: elaboração e implementação dos Planos de Gestão dos Riscos de Inundações (PGRI) (Dezembro de 2015).

As etapas são executadas em ciclos de seis em seis anos, visando a respetiva reavaliação da informação, sendo que a primeira etapa do segundo ciclo terá que estar concluída até final de 2018. (PGRI, 2015)

2.2. As inundações como fenómenos de risco e perigo

As cheias e inundações são fenómenos hidrológicos que não é possível evitar, e que podem ser potencialmente perigosos, dependendo da magnitude atingida (altura da água, caudais), da velocidade com que progridem e da frequência com que ocorrem. Contudo, só provocam situações de risco se houver elementos a elas expostos (população, propriedades, estruturas, infraestruturas, atividades económicas), ou seja, localizados em áreas inundáveis, que possam ser destruídos ou gravemente danificados.

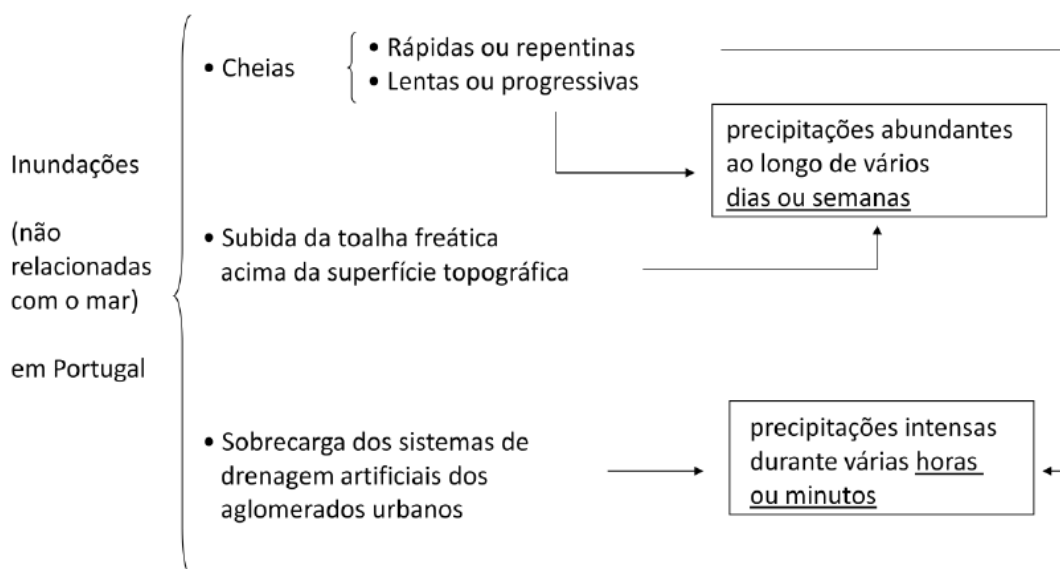


Figura 2.1 - Relação entre as características da pluviosidade e os tipos de inundações em Portugal.

2.2.1. Risco

O conceito de risco é entendido como a probabilidade de ocorrência de um efeito específico causador de danos graves à humanidade e/ou ao ambiente, num determinado período e em circunstâncias determinadas (UNDRO, 1979). “Exprime a possibilidade de ocorrência e a respetiva quantificação em termos de custos, de consequências gravosas, económicas ou mesmo para a segurança das pessoas, em resultado do desencadeamento de um fenómeno natural ou induzido pela atividade antrópica” (Zêzere, Pereira e Morgado, 2005). O risco é um termo utilizado para associar potenciais consequências, positivas ou negativas, ligadas a uma decisão, ato, facto ou perigo específico. Nas definições técnicas os termos “risco” e “perigo” estão relacionados um com o outro, mas devem ser claramente distinguidos (Fernandez, 2015)

De um modo talvez muito simplista, podemos dizer que com base na conhecida formula (Risco= Perigo × Vulnerabilidade) que traduz a noção compósita do risco, o estudo dos riscos naturais, neste caso o risco de inundação, implica a análise integrada de dois conjuntos de fatores, os fatores ligados à dinâmica do Meio, que configuram o conceito de perigosidade ou qualidade de perigo, e os fatores ligados à diferente vulnerabilidade das populações, decorrente não só das características demográficas, mas sobretudo do seu nível socioeconómico, do seu modo de organização política ou do seu estatuto social e cultural (Cunha e Dimuccio, 2001).

É fundamental que se conheçam bem as áreas de risco, com a noção clara do fenómeno natural e vulnerabilidade (população, património, edifícios, estradas, infraestruturas).

Só com esse conhecimento se podem fazer planos de prevenção e de intervenção rápida em caso de alerta.

A Diretiva 2007/60/CE de 23 de Outubro de 2007, define risco de inundação como a *“combinação da probabilidade de inundações e das suas potenciais consequências prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as atividades económicas”*.

O risco de inundação envolve dois aspetos, o fenómeno perigoso e os sistemas vulneráveis que estão expostos (Messner et al., 2007; Merz et al., 2010). O perigo é a presença da água e as suas características num lugar e tempo específicos. Os sistemas vulneráveis são os seres humanos, os bens, o meio ambiente e todo o tipo de elementos expostos ao perigo. Portanto, o fenómeno inundação é um processo natural que é considerado como um risco apenas se os elementos forem potencialmente afetados pela inundação (Fernandez, 2015).

Cartografar os riscos implica: identificar o fenómeno que leva ao risco, determinar a probabilidade de ocorrência, conhecer a área geográfica que eventualmente será afetada e precisar o grau de vulnerabilidade das populações eventualmente afetadas (Pedrosa, 2006).

2.2.2. Perigo

O perigo refere-se à probabilidade de ocorrência das consequências de um fenómeno de origem natural de evolução rápida e de relativa severidade, constituindo as inundações o perigo que resulta simultaneamente da tipologia e características dos episódios chuvosos de grande intensidade e dos fatores físicos da área afetada, como as características do relevo, dos materiais geológicos, neste caso concreto, da bacia hidrográfica, das características da cobertura vegetal ou da sua ausência eventualmente devida a incêndios florestais, sendo estes fatores a causa que pode desenvolver as inundações. O perigo pode ser entendido como a possibilidade de ocorrência de um fenómeno, numa determinada área e num determinado período de tempo (Herrera 2000).

O conhecimento sobre o perigo de inundação é o primeiro componente da avaliação do risco de inundação. O perigo de inundação é composto pela extensão da zona inundável e características hidráulicas como a altura de água e velocidade de escoamento. Os mapas de zonas inundáveis devem representar essas características (Fernandez et al., 2015).

A elaboração de cartografia de perigo de inundação resulta da aplicação de modelos hidrológicos, hidráulicos e da modelação digital de superfície. Os modelos hidrológicos definem-se como representações matemáticas do fluxo de água e dos seus componentes, em determinados locais à superfície da terra ou subterrâneos (adaptado de Maidment, 1993). Podem ser considerados programas autónomos em que a inserção e exportação dos dados realizam-se dentro do próprio modelo, ou podem estar interligados a um sistema SIG, através de uma interface desenvolvida para o efeito (Al-Sabhan et al., 2003). Este modelo permite simular o processo de transformação da precipitação em escoamento na bacia hidrográfica.

A modelação hidráulica tem como objetivos, modelar perímetros de inundação, definir zonas e extensão de inundação, calcula também o transporte de onda de cheia, indica a distribuição espacial e temporal da altura de água e da velocidade de escoamento na zona inundada, com a integração do MDS é possível obter mapas de perigo de inundação.

Existem várias formas e critérios para classificar o perigo de inundação, Cañado et al. (2008) indicam que o perigo de inundação é determinado utilizando uma metodologia Suíça baseada na probabilidade de inundação e na intensidade. Esta metodologia propôs a classificação de perigo em três níveis de intensidade (Quadro 2.2): elevado, médio e reduzido.

Quadro 2.2 - Classificação do perigo de inundação.

Perigo	h (m) e v (m/s)
Elevado	$h > 1,5$ ou $v \geq 1,5$
Médio	$h]0,5; 1,5]$ ou $v]0,5; 1,5]$
Reduzido	$h]0,0; 0,5]$ e $v]0,0; 0,5]$

Para este estudo vai ser utilizada a classificação do perigo de inundação (PI) proposta por Wallingford et al. (2006). O perigo de inundação é calculado em função da altura de escoamento, velocidade de escoamento e é expresso pela equação 2.1:

$$PI = h \times (v + 0,5) \quad 2.1$$

onde:

h – altura de água (m);

v – velocidade do escoamento (m/s).

Segundo Wallingford et al. (2006), o perigo de inundação obtido, através da equação 2.1, é classificado em quatro classes (Quadro 2.3): muito elevado, elevado, médio, e reduzido.

Quadro 2.3 - Classificação do perigo de inundação (Wallingford et al., 2006).

Perigo	PI
Muito elevado	>2,5
Elevado	1,25 – 2,5
Médio	0,75 – 1,25
Reduzido	<0,75

2.3. Modelação hidráulica para a simulação de inundação

A modelação hidráulica assenta na aplicação de leis e equações físicas que simplificam o comportamento hidráulico dos sistemas fluviais e a sua resolução permite estimar diferentes parâmetros hidráulicos, como a profundidade, a velocidade e a energia (Díez Herrero et al., 2008). Os modelos unidimensionais (1D) são os mais utilizados por serem os mais simples, necessitam de menos informação na sua calibração, requerem menor capacidade de computação e menos tempo de processamento. De entre os modelos numéricos de previsão hidrológica unidimensional mais utilizados, podem destacar-se, por exemplo, HEC-RAS, MIKE-11 e ISIS, que se baseiam na análise das variações hidrológicas através da equação de St. Venant/Shallow (Pappenberger et al., 2005).

Para além das aplicações que modelam o escoamento a 1D, existem aplicações a 2D, 3D e aplicações que modelam o transporte de sedimentos e a morfodinâmica dos cursos de água (Quadro 2.4). Nos sistemas naturais raramente o escoamento se faz de um modo unidirecional, principalmente quando ocorre transbordo de um canal ou leito ordinário (Díez Herrero et al., 2008). Os modelos unidimensionais são também pouco eficazes na modelação do escoamento quando há confluência de cursos de água, a modelação em redor de estruturas hidráulicas, em contexto de meandrização pronunciada e em meio urbano. Alguns programas

incorporam os dois modelos (1D e 2D) aplicando o modelo 2D quando o primeiro não é adequado.

Quadro 2.4 - Principais modelos hidráulicos.

Modelos Hidráulicos	Fluxo unidimensional: HEC-RAS, MIKE-11, WSPRO, DAMBRK, etc.
	Fluxo bidimensional: River 2D, SOBEK, TUFLOW, LISFLOOD-FD, etc.
	Modelos 3D: TELEMAC 3D, FLOW 3D, FLOTRAN, ANSYS Fluent, etc.
	Modelação de transporte de sedimentos e morfodinâmica dos rios (leito móvel), que podem ser modelos 1D, 2D ou 3D: DELTA, MOSEC, HEC-RAS v5.0 Beta, SEDIMOD, SED 2D, etc.

Na realidade o escoamento fluvial exerce-se a 3D mas a simplificação a 2D é aceitável, nos casos em que as variações verticais das componentes horizontais são pequenas e a distribuição vertical da pressão é hidrostática – Díez Herrero *et al.* (2008) suportado igualmente por Bates e De Roo (2000) e Horritt e Bates (2001b). De facto, a modelação a 3D não é praticável em sistemas fluviais para extensas áreas porque implica um elevado custo financeiro e de tempo em computação, sem que os resultados sejam significativamente melhores relativamente aos modelos bidimensionais.

A discussão sobre este assunto continua na ordem do dia. O modelo de simulação hidráulica mais exequível e prático é aquele que melhor combina os seguintes fatores: dados de entrada, representação do processo – as suas leis físicas – e dados de validação do modelo (Horritt e Bates, 2001b).

2.3.1. Formulação matemática do modelo HEC-RAS

No programa de modelação unidimensional HEC-RAS, a computação do escoamento entre determinada secção transversal e a secção transversal seguinte baseia-se na resolução da equação da conservação de energia (USACE, 2010), expressa pela equação 2.2:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad 2.2$$

onde as variáveis representam, para cada perfil (Fig. 2.2):

Z_1 e Z_2 – cota do fundo (m);

Y_1 e Y_2 – altura da água em relação ao fundo do canal (m);

a_1 e a_2 – coeficiente de Coriolis;

V_1 e V_2 – velocidade (m/s);

g – aceleração gravitacional (m/s²);

h_e – perda de carga entre as secções (m).

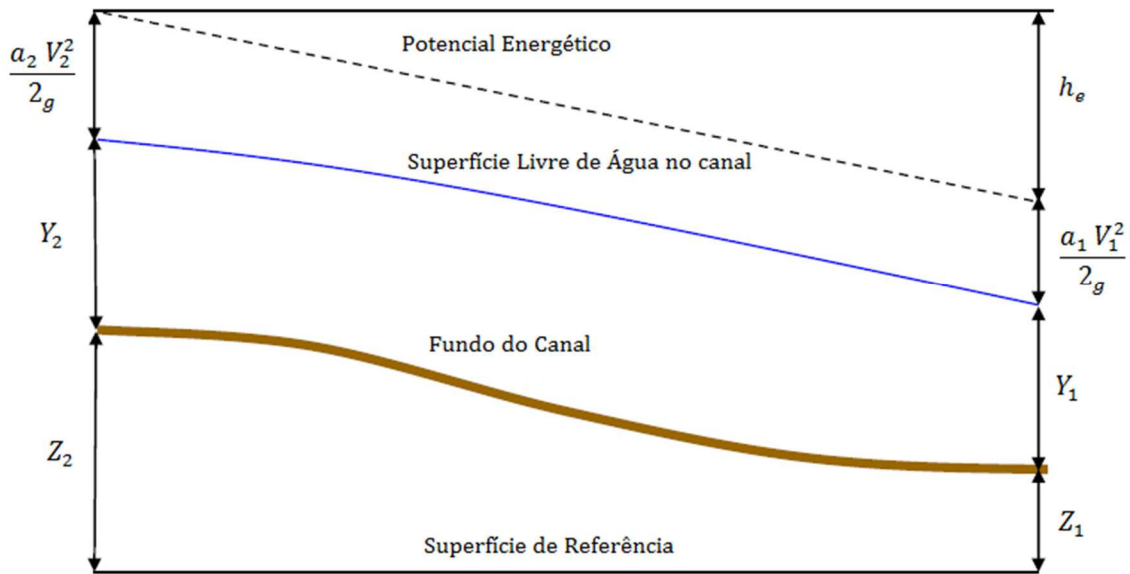


Figura 2.2 - Termos da equação da conservação de energia (USACE,2010).

O HEC-RAS resolve a equação da conservação de energia com base no denominador Standard Step Method. Os dados geométricos de pontes, barragens, estrangulamentos e alargamentos, influentes no leito ou no canal, podem ser inseridos no modelo e as perdas de carga localizadas nesses locais poderão ser consideradas e calculadas na equação 2.2.

As perdas de carga são calculadas com base no somatório das perdas, por atrito e por expansão/contração, obtendo-se a perda de carga total (h_e) através da resolução da equação 2.3 (USACE, 2010):

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right| \quad 2.3$$

na qual:

\bar{S}_f - perda de carga unitária (m/m);

C - coeficiente de contração/expansão;

L - comprimento médio do trecho (m), determinado a partir da equação 2.4, que se escreve na forma;

$$L = \frac{L_{lob}\bar{Q}_{lob} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + L_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}} \quad 2.4$$

onde:

L_{lob} , L_{ch} , L_{rob} - comprimento, entre secções transversais, da margem esquerda, do eixo do canal e da margem direita, respetivamente;

$\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}$ - médias aritméticas dos caudais do troço medidas na margem esquerda, centro do canal e margem direita, respetivamente.

2.3.1.1. Capacidade de transporte

Para o cálculo da capacidade de transporte, o HEC-RAS divide o escoamento em diferentes áreas, para as quais a velocidade é uniformemente distribuída, em troços que compreendem a margem esquerda, centro do canal e margem direita, respetivamente (Figura 2.3). Esse cálculo utiliza a equação de Manning – Strickler, representada na equação 2.5 (USACE,2010), para a qual concorre a determinação da capacidade de transporte (K) representada pela equação 2.6 (USACE,2010).

$$Q = K S_f^{1/2} \quad 2.5$$

$$K = \frac{1,486}{n} AR^{2/3} \quad 2.6$$

nas quais:

K - capacidade de transporte (m^3/s);

n - coeficiente de rugosidade de Manning – Strickler, por subdivisão;

A - área da secção (m^2);

R - raio hidráulico (m);

Q - caudal (m^3/s);

S - perda de carga unitária (m/m).

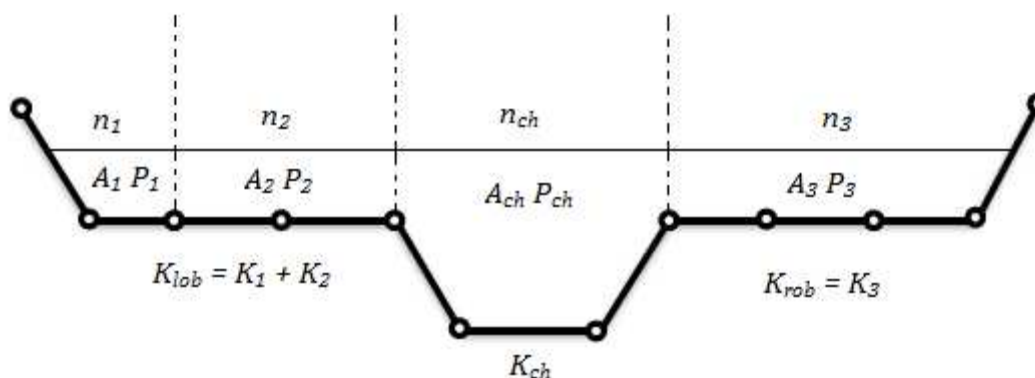


Figura 2.3 - Método de subdivisão: a capacidade de transporte resulta do somatório dos valores respetivos, calculados para a margem esquerda, centro do canal e margem direita (USACE, 2010).

2.3.1.2. Coeficiente de velocidade da água

O coeficiente de velocidade da água (α) é calculado com base no transporte verificado em cada um dos três elementos do rio: margem esquerda, centro do canal e margem direita. A equação 2.7 (USACE, 2010) relaciona o transporte com as áreas:

$$\alpha = \frac{(A_t)^2 \left[\frac{K_{lob}^3}{A_{lob}^2} + \frac{K_{ch}^3}{A_{ch}^2} + \frac{K_{rob}^3}{A_{rob}^2} \right]}{K_t^3} \quad 2.7$$

onde:

A_t – área total inundada (m^2) por perfil transversal (cross section);

A_{lob} , A_{ch} , A_{rob} – área inundada (m^2) por elemento: margem esquerda, centro do canal e margem direita, respetivamente;

K_t – total transportado (m^3/s), por cada secção transversal (cross section);

K_{lob} , K_{ch} , K_{rob} – total transportado (m^3/s) por elemento: margem esquerda, canal central e margem direita, respetivamente.

3. MATERIAIS E METODOLOGIA DE ESTUDO

3.1. Área de estudo

A área de estudo (Figura 3.1) está localizada a cerca de 4 km a norte de Vila Velha de Rodão, nas imediações da povoação de Tostão, freguesia e concelho de Vila Velha de Rodão, distrito de Castelo Branco.

No estudo de avaliação do perigo de inundação foi efetuada a modelação hidráulica de inundação num troço de aproximadamente 3,8 km de comprimento, com declive médio de 0,003 m/m.

A ribeira do Açafal, que tem como afluentes as Ribeiras do Coxerro e Lucriz, é por sua vez um afluente da margem direita do Rio Tejo, fazendo parte da sua bacia hidrográfica.

A zona de estudo tem uma área média de 428 ha, onde 240 ha estão inseridos no perímetro de rega do aproveitamento hidroagrícola do Açafal, sendo a Junta de Agricultores dos Regadios de Rodão a entidade responsável pela gestão e exploração do aproveitamento.

Sob o ponto de vista geológico a área de estudo está incluída no denominado Complexo Xisto – Grauváquico Ante – Ordovícico, constituído por bancadas alternantes de xistos grauvaques com orientação geral NW – SE. Mais concretamente, na zona da barragem e para norte desta área é caracterizada essencialmente pela ocorrência de xistos. Para sul do local da barragem, ocorrem rochas detríticas constituídas por grãos de quartzo e feldspato. No fundo do vale da ribeira do Açafal ocorrem aluviões.

Os solos existentes na área envolvente da barragem do Açafal e respetiva albufeira são essencialmente derivados do substrato rochoso xistoso, apresentando uma acidez relativamente elevada, e uma espessura muito reduzida. A sua capacidade de uso agrícola é muito reduzida, apresentando na sua maior parte apenas aptidão florestal.

Na planície aluvial da ribeira do Açafal, os solos apresentam boa aptidão agrícola, encontram-se incluídos na Reserva Agrícola Nacional, e constituem o Bloco do Açafal.

Em relação ao clima, devido à orientação das serras das Talhadas e do Perdigão (NW – SE), situadas a cerca de 3 km a sudoeste do local, verifica-se que contribuem para uma situação de abrigo da área de estudo, face aos fluxos provenientes de Sudoeste. Desta situação resulta um clima continental, temperado (temperatura média anual rondando os 16 °C), seco (humidade no ar às 9 horas inferior a 75%) e moderadamente chuvoso (precipitação anual média de 790 mm).

Os invernos são frescos, observando-se anualmente, em média, temperaturas inferiores a 0 °C em cerca de 22 dias, descendo a temperatura mínima absoluta para valores da ordem de -5 °C.

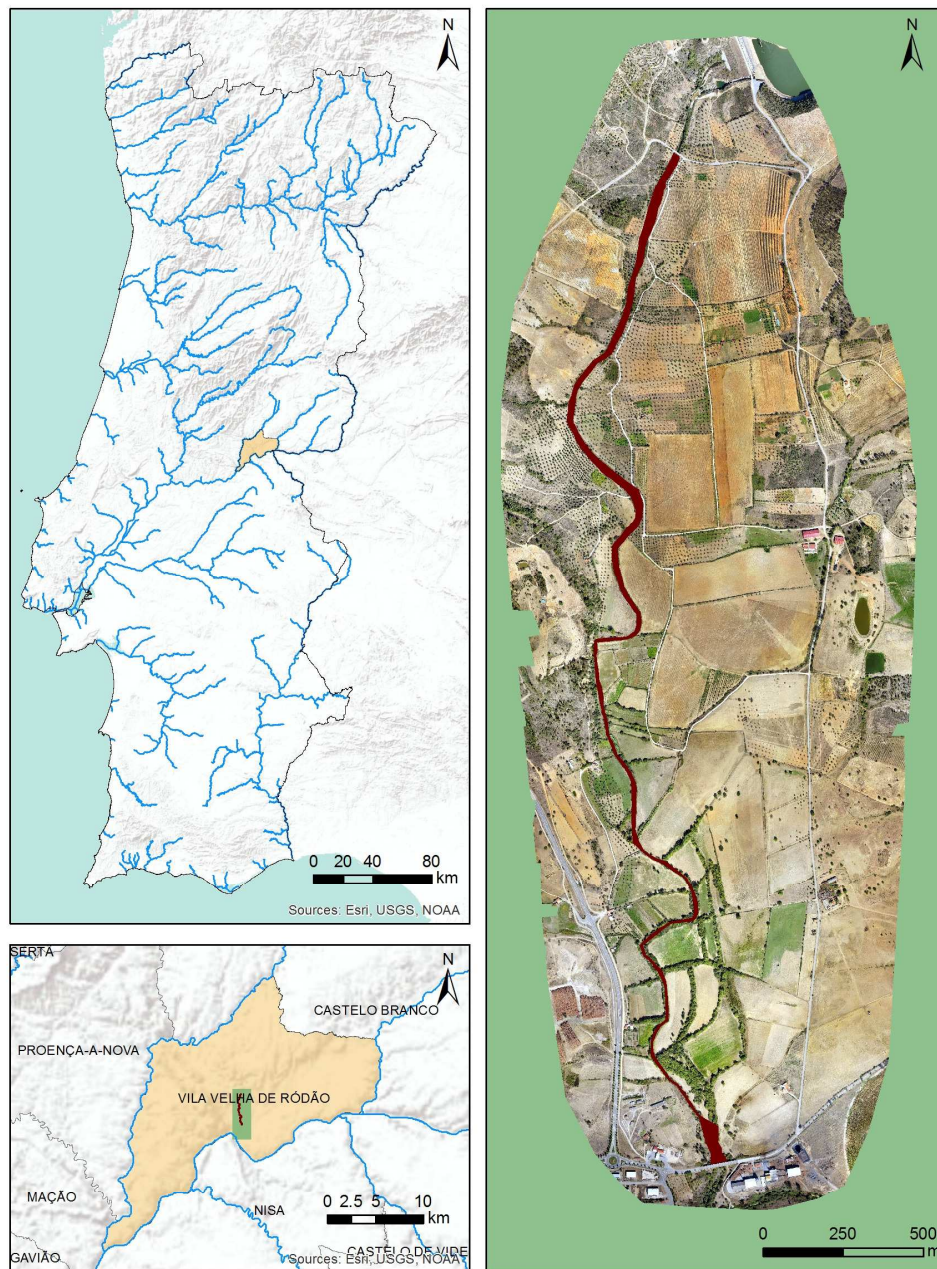
Os verões são quentes, ocorrendo anualmente, em média, temperaturas inferiores a 25 °C em cerca de 110 dias, atingindo por vezes a temperatura máxima absoluta de 40 °C.

A precipitação anual média é de 790 mm, concentrando-se no período de Outubro a Maio. O mês mais chuvoso é Janeiro (127 mm), verificando-se menores valores no mês de Julho (5 mm em média).

Os rumos dos ventos mais frequentes são de Nordeste e Oeste com velocidades médias da ordem dos 8 km/h.

Os nevoeiros ocorrem sobretudo nos meses do Outono, Inverno e Primavera.

A geada verifica-se em média 45 dias por ano, sobretudo no vale a jusante do local da barragem e durante os meses mais frios.



Bacia Hidrográfica da Ribeira do Açafal

Sistema de coordenadas:
Hayford Gauss IPCC
Datum: Datum 73

Legenda

- Linhas de Água
- Ribeira do Açafal
- Limite da Área de Estudo
- Vila Velha de Rodão
- Portugal Continental

Figura 3.1 - Localização da Área de Estudo.

3.2. Dados de avaliação do perigo de inundação

Para analisar e avaliar o perigo de inundação, é necessário obter um conjunto de dados que serão aplicados na modelação hidráulica. Os dados de entrada necessários para determinar o perigo de inundação e simular as inundações em escoamento permanente e variável são apresentados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Dados de entrada para a modelação hidráulica.

Dados	Fonte
Ortofotomapa	Obtido por Unmanned Aerial Vehicle (UAV)
Modelo Digital de Superfície	O MDS resultou das imagens aéreas realizadas pelo UAV
Perfis, secções transversais	Levantamento topográfico (GPS - RTK)
Hidrograma de cheia	Avaliação dos dados da estação hidrométrica Informação do caudal de ponta de cheia afluente
Registo de altura de água	Registos das estações hidrométricas
Condições de fronteira a jusante	Registos da estação hidrométrica
Largura da ribeira	Derivado do MDS ou levantamento topográfico das secções transversais da ribeira
Declive da ribeira	Derivado do MDS ou levantamento topográfico das secções transversais da ribeira
Coefficiente de rugosidade	O coeficiente de Manning foi definido tendo por base as ocupações do solo definidas no manual HEC-RAS
Ocupação do solo	Portugal Continental (COS2007) nível 3

3.2.1. Levantamento de imagens Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

O termo UAV (em português designado de VANTs ou seja Veículo aéreo não tripulado), é muito usado nas ciências da computação, robótica e inteligência artificial, assim como na fotogrametria e deteção remota. Portanto, surgem vários sinónimos em relação a estes tipos de veículos, tais como: Remotely Piloted vehicle (Veículos Pilotado Remotamente), RPA, Remotely Operated Aircraft (Aeronave pilotada Remotamente), ROA, Unmanned Vehicle Systems (Sistemas de veículos não tripulados), UVS, (Longhitano 2010).

O espaço geográfico encontra-se em constantes mudanças, seja por interferência de fenómenos naturais ou pela ação do homem. Geralmente estas mudanças são sempre mais rápidas que o processo de produção cartográfica. Este processo durante muitos anos tem sido realizado por técnicas das Fotogrametria e Deteção Remota. Devido a algumas características destas técnicas, principalmente em termos de cobertura da área a ser levantada e resolução temporal, tornam-se inviáveis para cobertura de pequenas áreas, pois o custo inerentes a este tipo de trabalho não justifica.

Como alternativas surgiram no mercado para aplicações de mapeamento, a tecnologia de veículos aéreos não tripulados (VANTs). Esta tecnologia proporciona baixo custo de aquisição de dados e alta qualidade geométrica, assim como que permite que os resultados tenham integração em Sistemas de Informação Geográfica (Tahar 2012). Os VANTs, podem ser usados para diversas aplicações tal como, documentação arqueológica, agricultura de precisão, cadastro de propriedades, segurança e outras aplicações (Eisenbeiss 2009).

Como resultado obtêm-se: ortofoto e um modelo digital de elevação. Com o ortofoto gerado a partir do processamento das imagens VANTs, é possível aplicar técnicas de extração de informação geográfica. A extração de informação geográfica pode ser realizada por meio de técnicas tradicionais de extração automática de informação baseando-se em classificadores digitais ou meio da vectorização manual (Santos, Freire et al. 2010). Os resultados provenientes destes processos podem ser analisados em ambiente SIG e posteriormente integrados numa base de dados geográficos, permitindo desta forma a gestão e atualização da informação nela contida.

A obtenção de imagens aéreas constitui um dos processos fundamentais na extração de informação geográfica georreferenciada. Esta informação serve como base para diversos estudos. Portanto, este processo pode ser efetuado de forma direta com trabalho de levantamento de campo (estação de total GPS) ou ainda de forma indireta, por meio de plataformas orbitais, aeronavais tripuladas e por VANT.

A representação geométrica da superfície do terreno e dos obstáculos onde se desenvolve o escoamento superficial e onde este é condicionado, é um dos fatores determinantes na simulação de um evento de inundação.

O levantamento por Unmanned Aerial Vehicle (UAV) é uma ferramenta promissora para a modelação de inundações porque, além da produção do Modelo Digital de Superfície (MDS) com alta resolução, permite representar a distribuição espacial dos coeficientes de resistência nas zonas inundáveis e também permite a aquisição multi – temporal de imagens aéreas a baixo custo que podem ser utilizadas para a avaliação de desempenho do modelo hidráulico de inundação.

Neste projeto foi desenvolvida uma metodologia de aquisição e produção de dados de entrada para os modelos hidráulicos de inundação com base na tecnologia UAV, de forma que, em conjunto com um sistema de monitorização, permita a calibração/validação do modelo e a consequente melhoria da avaliação do perigo de inundação.

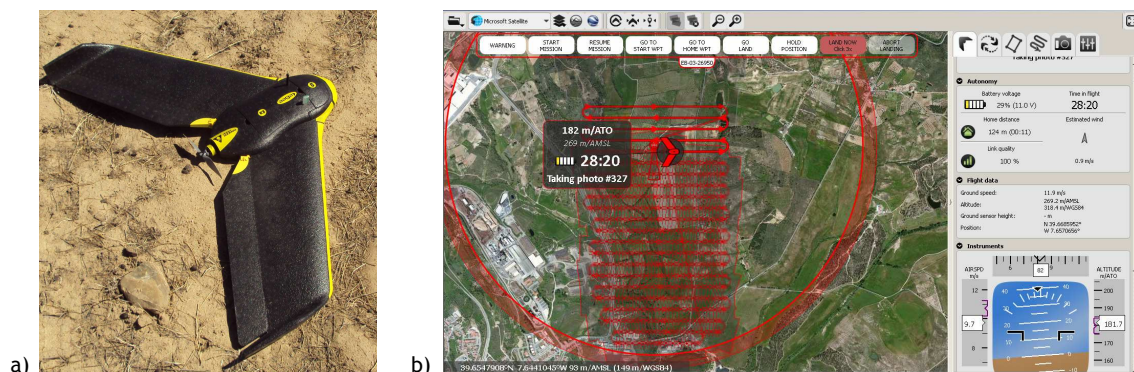


Figura 3.2 - a) Equipamento UAV (eBee mini drone); b) Planeamento e controle de voo (Software eMotion).

3.2.2. Levantamento topográfico (GPS - RTK)

A recolha de dados necessários à elaboração de uma planta ou carta topográfica de uma dada parcela da superfície terrestre é designada por levantamento topográfico. A aquisição da informação topográfica para a elaboração de cartas ou plantas é feita com o recurso a dois métodos: o método topográfico ou clássico e o método fotogramétrico.

A utilização de referências exteriores à Terra sempre se prefigurou como uma abordagem natural ao problema da determinação de posição. A utilização de satélites artificiais, do qual o GPS é o de utilização mais alargada, situa-se nessa linha de evolução e veio trazer a possibilidade de determinação de coordenadas de um modo simples e com equipamento de baixo custo.

A utilização para fins topográficos ou geodésicos é distinta da utilização para navegação, requerendo diferente metodologia e diferente equipamento.

Os Sistemas de Posicionamento por Satélite (GPS, GLONASS e GALILEU) possibilitam dois tipos de observações, o desfasamento temporal do código que resulta na pseudo – distância e a diferença de fase.

A observação do código não é mais que a determinação do desfasamento do código, correspondente ao tempo de percurso do sinal, desde o ponto de emissão (satélite) até ao ponto de receção (recetor).

Em qualquer tipo de posicionamento, temos sempre dois modos principais de observação, o modo estático e o modo cinemático. Quanto ao processamento dos dados GPS, ele pode ser em pós – processamento ou em tempo real.

Para o posicionamento absoluto, a posição em modo estático pode ser determinada pela média dos valores resultantes em cada época dentro do período de observação. Em modo cinemático, a estação subentende-se em movimento e o trajeto fica definido pelo conjunto de posições determinadas, cada uma, numa só época ou num só instante de observação. Nesse caso, a densidade de pontos depende da velocidade da estação e do intervalo entre registos.

A precisão do modo cinemático é, atualmente, da ordem dos 5 a 10 m em posicionamento absoluto, 1 a 2 m no método diferencial com código e 2 a 10 cm no método diferencial com fase.

Para o posicionamento relativo, o tipo de observação, pode ser o código ou a fase. Diferindo, como é óbvio, na precisão alcançada.

Em relação aos modos de observação aquele que interessa identificar para o presente trabalho é, o modo cinemático em tempo real – RTK (fase) e CD (código).

O modo cinemático em tempo real requer transmissão de dados via rádio, ou via telemóvel, quer em comunicação GSM quer em GPRS. Operando neste modo, temos o designado método RTK (Real Time Kinematics) usando observações de fase, e o método de correção diferencial (CD) usando apenas observações de código. O RTK é aplicável apenas a recetores de dupla frequência, foi o último método a aparecer devido ao tardio aparecimento de algoritmos que permitissem a resolução de ambiguidades em tempo útil – técnica On The Fly (OTF). Este método permite a resolução do posicionamento preciso (ao cm) em poucos segundos, e assim, dispensa a iniciação da base e o seguimento contínuo do sinal sem

qualquer perda. A técnica OTF permitiu também resolver problemas da perda de sinal no modo cinemático contínuo.



Figura 3.3 - a) Tripé de madeira TOPCON; b) Recetores GPS, GLONASS TOPCON Híper; c) Caderneta TOPCON FC 200

Para este estudo foram realizados levantamentos topográficos em 62 secções transversais (Anexo I). Após o levantamento topográfico, criaram-se 62 ficheiros distintos com a respetiva coordenada (M e P), a cota de cada ponto (Z) e o respetivo número identificativo. Os 62 perfis foram agrupados num único ficheiro, em formato CSV separado por vírgulas (Microsoft Excel®), para que o programa HEC-RAS importe os dados e os reconheça. O ficheiro criado apresenta os seguintes campos, rio, troço, número do perfil, coordenada e cota (Quadro 3.2).

Quadro 3.2 - Dados do ficheiro CSV, perfis da ribeira do Açafal (n° 2, 30, 62)

River Name	River Reach	River Station	X	Y	Z
Tejo	Acafal	2	40552,279	1883,997	89,566
Tejo	Acafal	2	40561,092	1880,706	87,817
Tejo	Acafal	2	40567,267	1878,042	88,023
Tejo	Acafal	2	40568,068	1877,649	87,169
Tejo	Acafal	2	40571,362	1876,771	86,508
Tejo	Acafal	2	40581,513	1872,869	86,948
Tejo	Acafal	2	40582,889	1872,491	88,209
Tejo	Acafal	2	40584,230	1872,088	88,612
Tejo	Acafal	2	40592,249	1869,049	88,737
Tejo	Acafal	2	40598,033	1867,008	88,750
Tejo	Acafal	30	40373,560	133,845	82,445
Tejo	Acafal	30	40387,668	137,834	81,993
Tejo	Acafal	30	40398,839	141,186	81,730
Tejo	Acafal	30	40399,920	141,537	80,186
Tejo	Acafal	30	40403,987	142,660	80,398
Tejo	Acafal	30	40405,770	143,182	81,818
Tejo	Acafal	30	40413,575	145,505	81,857
Tejo	Acafal	30	40425,076	148,943	82,083
Tejo	Acafal	62	40705,853	-1198,969	82,356
Tejo	Acafal	62	40716,982	-1196,991	80,794
Tejo	Acafal	62	40723,650	-1195,845	76,619
Tejo	Acafal	62	40735,109	-1194,207	75,602
Tejo	Acafal	62	40737,763	-1193,466	74,447
Tejo	Acafal	62	40766,317	-1188,685	74,832
Tejo	Acafal	62	40768,694	-1188,263	75,890
Tejo	Acafal	62	40772,280	-1187,655	76,536
Tejo	Acafal	62	40774,711	-1187,285	78,424
Tejo	Acafal	62	40793,016	-1184,246	80,793

Depois de analisar e organizar os dados, procedeu-se à introdução do ficheiro CSV no modelo hidráulico HEC-RAS que permitiu caracterizar os perfis do leito da ribeira do Açafal e identificar as respetivas margens. Na imagem seguinte (Figura 3.4) é demonstrado como exemplo 3 perfis transversais.

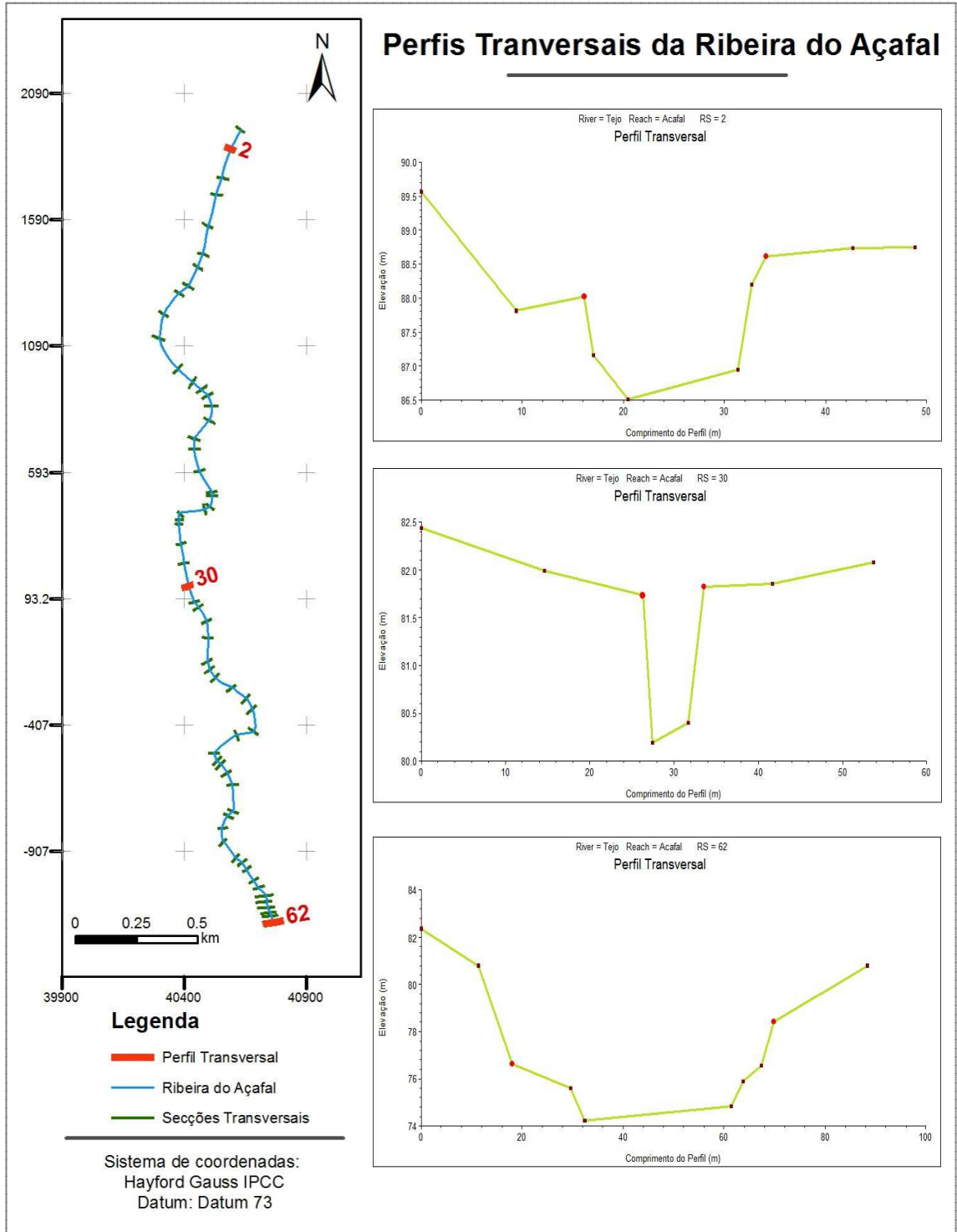


Figura 3.4 - Exemplo de Perfis Transversais da Ribeira do Açafal.

3.2.3. Monitorização hidrológica

A avaliação da disponibilidade de água de uma região ou a caracterização de situações hidrológicas extremas, como as inundações e as cheias, é função da existência de dados de monitorização meteorológica. Assim, estes dados são um fator crucial para uma completa e adequada realização dos estudos hidrológicos. No entanto, são frequentes as situações de deficiência ou inexistência de dados devido à falta de recursos dedicados à monitorização.

De forma a obter a melhor informação possível da precipitação e da altura de água, neste projeto foram instaladas estações hidrométricas (Figura 3.5 b) em pontos estratégicos da ribeira do Açafal, estas sondas têm um sistema de registos de dados com um intervalo de 15 minutos. A recolha da informação é feita no local, recorrendo a um cabo de dados VGA e um computador, os elementos são descarregados em formato Excel para posteriormente serem tratados. Foi também instalado um udómetro para um melhor registo da pluviosidade sobre a área de estudo.



Figura 3.5 - a) Udómetro e Data logger; b) Estações Hidrométricas.

3.2.4. Uso e Ocupação do Solo

Para a análise e apresentação do uso do solo na área de estudo (Figura 3.6), utilizou-se a cartografia de uso e ocupação do solo de Portugal Continental (COS2007) nível 3.

A COS2007 é uma cartografia temática que caracteriza com grande detalhe a ocupação/uso do solo no território de Portugal Continental.

A carta foi produzida pela interpretação visual de imagens aéreas ortorrectificadas, com resolução espacial de 50 cm e quatro bandas espectrais. Esta cartografia encontra-se disponível em formato vetorial e possui uma unidade mínima cartográfica de 1 ha, apresenta

uma nomenclatura constituída por um sistema hierárquico de classes com cinco níveis. A exatidão posicional desta cartografia é de 5 m e apresenta uma exatidão temática global de 85%.

Para uma melhor análise desta cartografia, o Quadro 3.3 indica a percentagem e a área da ocupação do solo com maior relevância na área de estudo.

Quadro 3.3 - Uso e Ocupação do Solo (COS2007).

COS2007		Área (ha)	Percentagem (%)
Nível 1	Nível 3		
1 - Zonas Artificializadas	1.1.2 - Tecido urbano descontínuo	2.52	0.590
	1.2.1 - Indústria, comércio e equipamentos gerais	17.26	4.030
	1.2.2 - Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	5.28	1.232
2 - Zonas Agrícolas	2.1.1 - Culturas temporárias de sequeiro	22.40	5.231
	2.1.2 - Culturas temporárias de regadio	47.74	11.149
	2.2.3 - Olivais	88.26	20.612
	2.3.1 - Pastagens permanentes	11.57	2.701
	2.4.1 - Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes	111.42	26.019
	2.4.2 - Sistemas culturais e parcelares complexos	29.16	6.811
	2.4.3 - Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	4.04	0.944
	2.4.4 - Sistemas agro-florestais (SAF)	12.44	2.906
3 - Zonas Florestais e Semi-Naturais	3.1.1 - Florestas de folhosas	9.16	2.140
	3.1.3 - Florestas mistas	7.99	1.866
	3.2.1 - Vegetação herbácea natural	4.53	1.058
	3.2.2 - Matos	25.62	5.982
	3.2.4 - Florestas abertas, cortes e novas plantações	17.64	4.118
5 - Corpos de Água	5.1.1 - Cursos de água	7.83	1.828
	5.1.2 - Planos de água	3.35	0.783

A legenda da COS2007 que se encontra na Figura 3.6 diz respeito ao nível 1 da hierarquia de classes de ocupação/uso do solo.

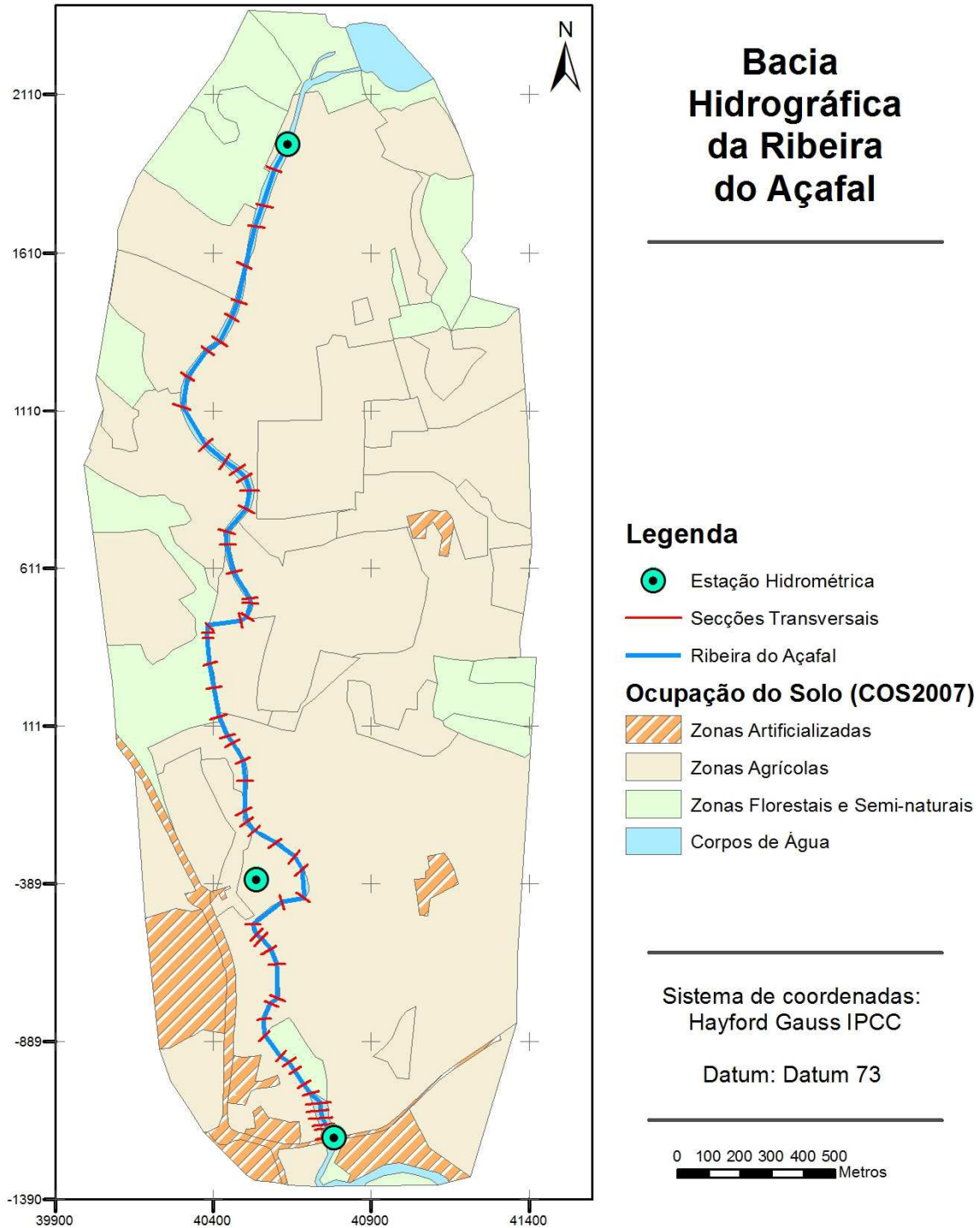


Figura 3.6 - COS2007 da Bacia Hidrográfica da Ribeira do Açafal.

3.2.5. Coeficiente de rugosidade

No estudo das condições de escoamento em rios e canais a rugosidade do leito é usualmente traduzida pelo coeficiente de rugosidade de Manning. A rugosidade do leito depende de vários fatores como a configuração do rio, a profundidade do escoamento, as formas de fundo e a granulometria dos materiais do leito, o tipo e a quantidade da vegetação, presença de edificado e outras estruturas, etc.

O coeficiente de rugosidade de Manning pode ser obtido através de tabelas, calculado através de expressões empíricas, ou sujeito a calibração. No presente projeto, dado que não se dispõe de informação sobre níveis e caudais que possibilitam a calibração do referido coeficiente, foi necessário recorrer a tabelas disponibilizadas no manual HEC-RAS. Nessas tabelas são indicados os valores mínimos, médios e máximos do coeficiente de rugosidade de Manning para o leito e margens em função das características do material de que é constituído o leito e também do tipo de ocupação do leito e das margens do rio.

A área em estudo (Bacia hidrográfica da Ribeira do Açafal) apresenta características morfológicas e de ocupação do solo maioritariamente agrícolas. No Quadro 3.4 está identificado o coeficiente de rugosidade de Manning com a nomenclatura da COS2007.

Assim, para aplicação do modelo HEC-RAS foram considerados valores do coeficiente de rugosidade de Manning compreendidos entre 0.025 e 0.165, de acordo com os diferentes tipos de ocupação na área de estudo, a Figura 3.7 identifica a percentagem da área ocupada segundo os valores de coeficiente de rugosidade.

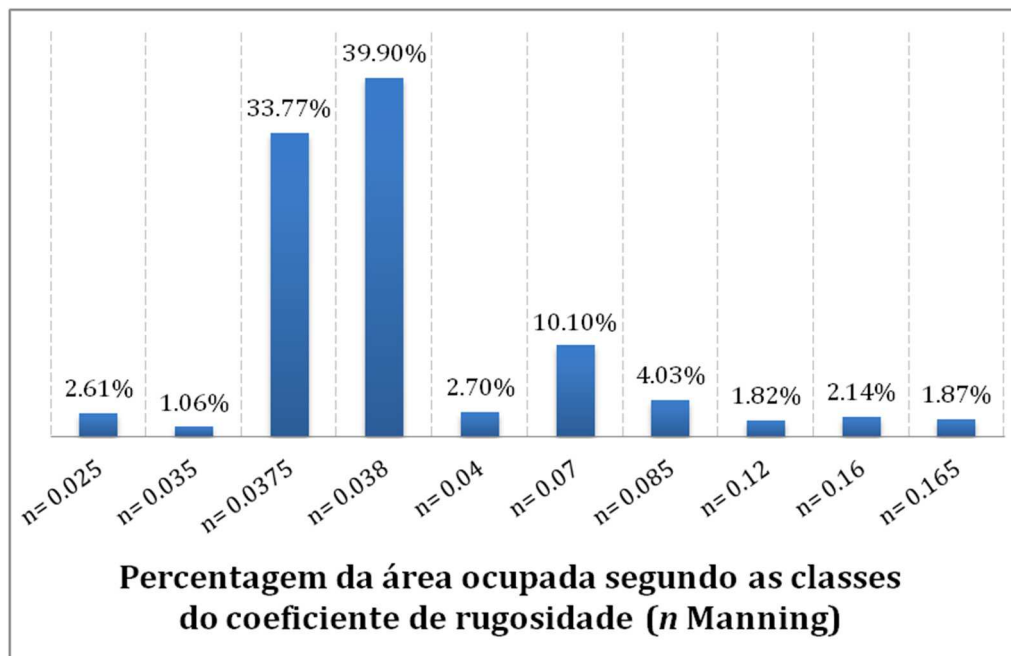


Figura 3.7 - Percentagem de área ocupada segundo o coeficiente de rugosidade (n Manning).

Para uma melhor compreensão dos valores n Manning, que foram atribuídos às várias classes de solo, temos assim na Figura 3.8 a identificação do coeficiente de rugosidade para a área de estudo.

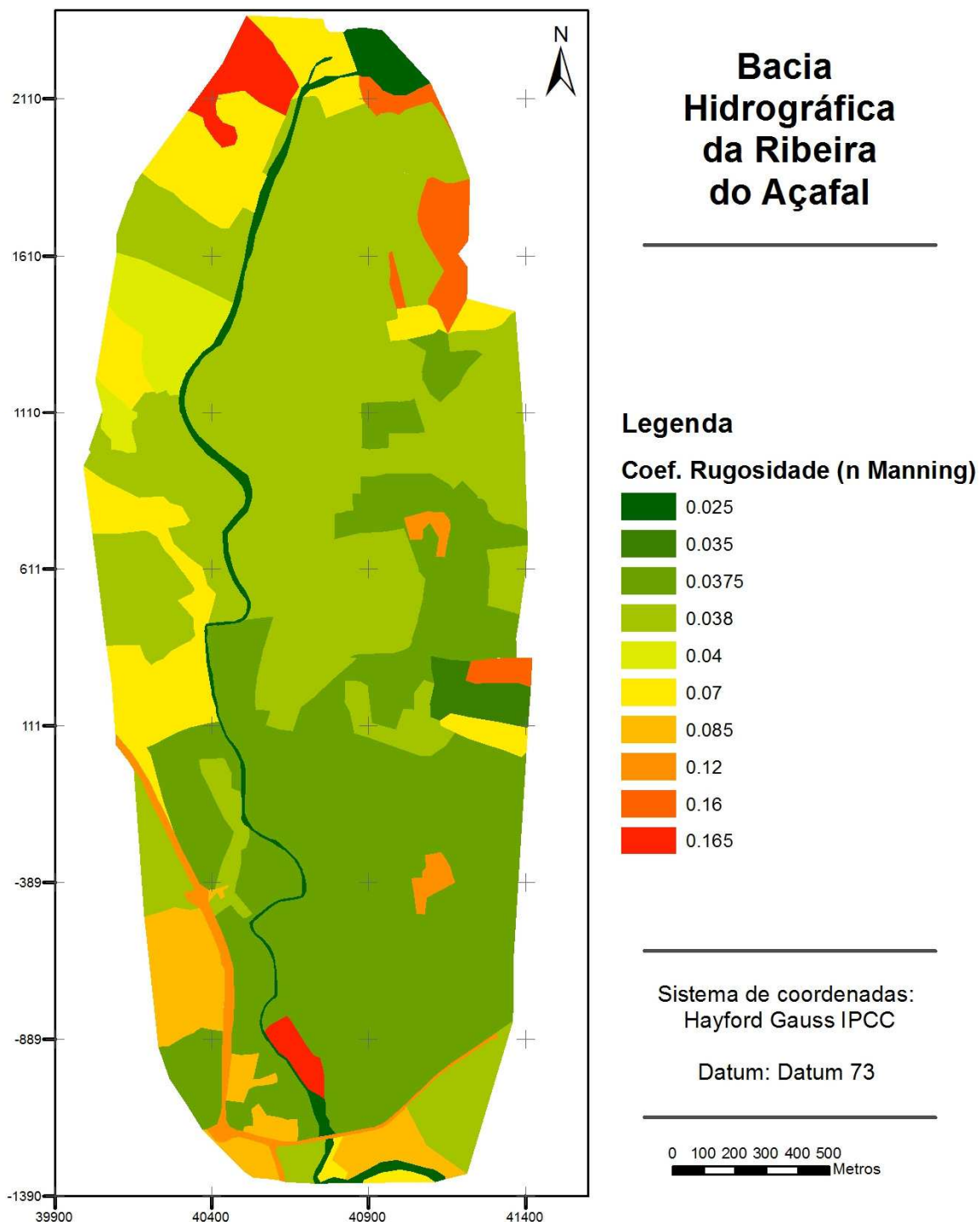


Figura 3.8 - Coeficiente de rugosidade para a área de estudo.

Quadro 3.4 - Nomenclatura da COS2007 e Coeficientes de Rugosidade (n Manning).

COS2007		n Manning
Nível 1	Nível 3	
1 - Zonas Artificializadas	1.1.2 - Tecido urbano descontínuo	0.12
	1.2.1 - Indústria, comércio e equipamentos gerais	0.085
	1.2.2 - Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	0.12
2 - Zonas Agrícolas	2.1.1 - Culturas temporárias de sequeiro	0.038
	2.1.2 - Culturas temporárias de regadio	0.038
	2.2.3 - Olivais	0.038
	2.3.1 - Pastagens permanentes	0.04
	2.4.1 - Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes	0.0375
	2.4.2 - Sistemas culturais e parcelares complexos	0.0375
	2.4.3 - Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	0.0375
3 - Zonas Florestais e Semi-Naturais	3.1.1 - Florestas de folhosas	0.16
	3.1.3 - Florestas mistas	0.165
	3.2.1 - Vegetação herbácea natural	0.035
	3.2.2 - Matos	0.07
	3.2.4 - Florestas abertas, cortes e novas plantações	0.07
5 - Corpos de Água	5.1.1 - Cursos de água	0.025
	5.1.2 - Planos de água	0.025

3.3 Metodologia

Para obter os resultados pretendidos neste projeto, foi necessário efetuar uma metodologia de análise e integração de dados. Através da interpretação dos levantamentos GPS das secções transversais e do voo UAV, foi possível validar um método para a criação de um MDSe que seja adequado á modelação hidráulica de inundação.

Aos dados anteriores foi introduzido caudal de entrada e registo das estações hidrométricas, a fim de obter mapas de perigo de inundação para fluxo permanente e variável.

3.3.1. Modelo SIG

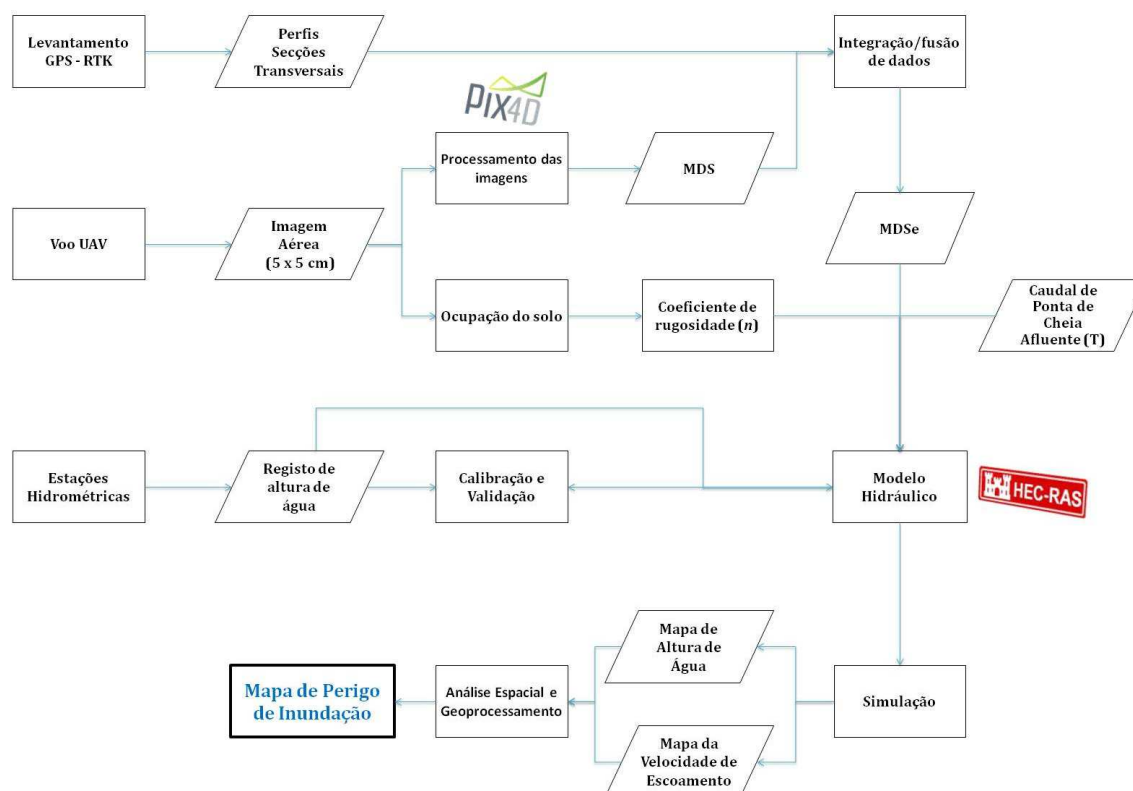


Figura 3.9 - Fluxograma, modelo SIG.

3.3.2. Modelo Digital de Superfície de escoamento

Para a avaliação do perigo de inundação é necessário extrair um Modelo Digital de Superfície de escoamento (MDSe) que é um dado de entrada para o modelo hidráulico de inundação. Este MDSe representa a superfície do terreno e os objetos, onde se desenvolve e é condicionado o escoamento superficial, sendo um dos fatores determinantes na simulação de uma inundação para fluxo permanente e variável (Fernandez et al., 2015)

Tradicionalmente, o MDSe é construído à custa de informação existente, particularmente cartografia. Com o aparecimento de novas tecnologias é possível a aquisição de imagens aéreas a baixo custo e assim contribuir para a produção de um MDSe, com exatidão e resolução espacial elevada, que permita a construção de um modelo hidráulico de inundações (calibrado e validado), de forma a diminuir a incerteza na avaliação do perigo de inundação.

Os dados disponíveis para a construção do MDSe para este projeto foram: i) MDS imagem aérea com 5 x 5 cm; ii) levantamento GPS RTK, perfis secções transversais.

O MDS que resultou das imagens aéreas realizadas pelo UAV contém toda a informação e objetos presentes na superfície do terreno da área de estudo. Ao visualizar o MDS não é possível obter uma visão clara da totalidade da ribeira do Açafal devido ao aglomerado de vegetação, informação essa que não é removida facilmente. Para uma melhor análise da

superfície de escoamento foi necessário criar um Modelo Digital do Terreno (MDT) da ribeira do Açafal a partir da conjugação do levantamento topográfico e do MDS.

Esta operação foi executada no programa HEC-RAS v5.0 Beta. Depois de concluída a operação, efetuou-se a extração do MDT do troço em estudo, e por fim, foi necessário aglutinar o MDT da ribeira do Açafal e o MDS da área de estudo para obter um MDSe final.

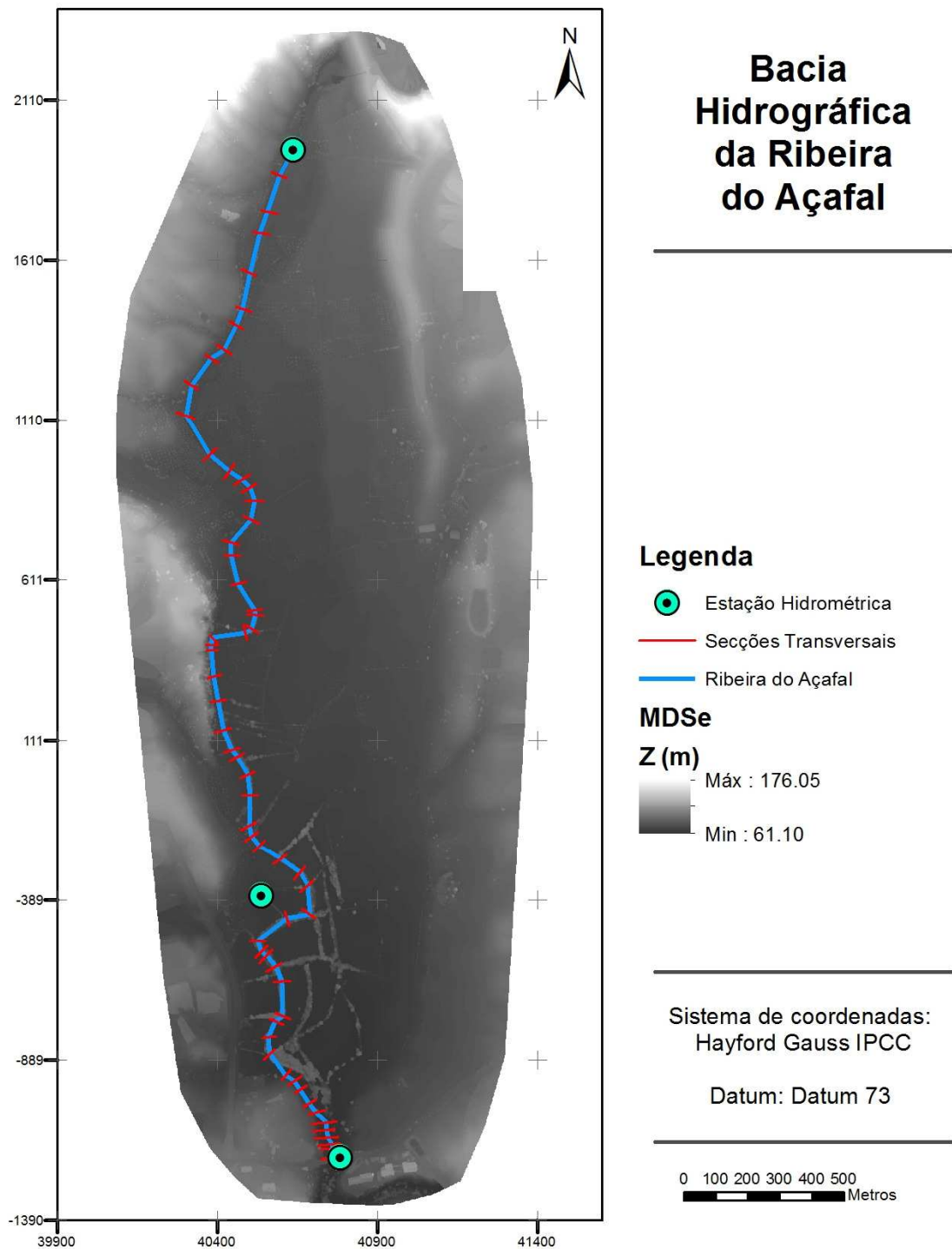


Figura 3.10 - Modelo Digital de Superfície de escoamento

3.3.3. Modelação numérica da inundação HEC-RAS / HEC-GeoRAS

O HEC-RAS é um modelo hidráulico que permite simular o escoamento unidimensional permanente e variável ao longo de um canal natural ou artificial. Este software foi desenvolvido pelo U.S. Army Corps of Engineers (USACE), em 1995, na sua primeira versão (1.0), com o intuito de reconhecer o risco e a incerteza na previsão de inundações e respetivos impactos e, ainda para auxiliar no estudo e na minimização do risco em fenómenos de cheias (USACE, 2010). A versão 5.0. Beta foi a utilizada neste projeto, as capacidades principais referem-se à predição da extensão, altura de água e velocidade de escoamento que poderão ser atingidas num determinado troço de rio, com base em valores conhecidos de caudal. Este modelo baseia-se na equação de conservação de energia (Eq. 2.2), segundo condições de fluxo unidirecional (1D) para o processamento da simulação hidráulica. Permite a computação de áreas restritas, nomeadamente de um ou vários segmentos de rio ou conjunto de perfis transversais com informação altimétrica e batimétrica distribuída ao longo do rio, que apresentam o canal em termos morfométricos e altimétricos. Na análise da propagação, além da informação geométrica, o modelo necessita ainda de valores do coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler (n) para cada tipo de material constituinte do leito do rio e da área inundável. Estes parâmetros, condicionantes à propagação da água, poderão ter de ser calibrados, por forma a minimizar os valores obtidos pelo modelo relativamente à área e cota atingidas pela inundação real (Matgen et al., 2004, Pappenberger et al., 2005, Schumann et al., 2007, Ballesteros et al., 2011).

O HEC-RAS procede à simulação da inundação com base em três componentes: geometria, caudal e/ou nível de água e condições de contorno. Tem capacidade para o cálculo de quatro componentes hidráulicas unidimensionais:

- i) Superfície da água em regime permanente;
- ii) Simulação em regime não permanente ou variável;
- iii) Transporte de sedimentos;
- iv) Qualidade da água.

Estas componentes aplicam-se principalmente ao estudo da inserção de represas, barragens e pontes, simulando a área e nível de água a atingir, assim como para o estudo e análise da inundação de planícies aluvionares. Relativamente à componente i), o HEC-RAS permite o cálculo da altura de água para o rio, troço de rio e afluentes, entre cada perfil transversal e aquele que lhe fica a jusante. A componente ii) permite o cálculo e simulação hidráulica para regimes turbulentos variáveis, para simulação em rios declivosos, meandrizados e de leito acidentado, geralmente em áreas de cabeceira e em vales encaixados. A componente iii) permite quantificar o transporte de sedimentos em episódios repentinos ou continuados, bem como avaliar a alteração de caudais despoletados pela alteração geométrica do leito do rio. A componente iv) permite analisar a temperatura da água e o transporte de determinados poluentes ao longo de um ou vários cursos de água, sendo a sua principal aplicação a análise da qualidade da água.

O HEC-GeoRas é uma ferramenta do HEC-RAS e uma extensão do software ArcGIS® da Environmental Systems Research Institute (ESRI). A sua utilização baseia-se especificamente no pré-processamento de dados espaciais para uso no modelo HEC-RAS e tratamento dos resultados do mesmo modelo em ambiente SIG. O processamento da informação do terreno é

realizado através do ArcGIS®, utilizando esta ferramenta permite a criação e exportação de ficheiros geométricos para análise de sistemas de canais. Neste ficheiro constam dados sobre a geometria e atributos dos canais fluviais e respetivos leitos, bem como a localização de eventuais estruturas hidráulicas existentes.

3.3.3.1. Dados geométricos ArcGIS® / HEC-GeoRAS

O primeiro conjunto de informação necessária para a simulação das zonas de inundação diz respeito aos dados geométricos da área inundável do troço de estudo. A informação é realizada com recurso ao ArcGIS®, onde foi instalada a extensão HEC-GeoRas.

A definição das características geométricas e hidráulicas do troço em análise caracteriza-se como uma das mais importantes da modelação hidráulica. Com a informação altimétrica que se encontra disponível, é possível obter uma boa modelação hidráulica, isto porque a escala do MDS (5x5cm) permite uma boa representação morfológica do leito maior e principalmente do leito menor.

A informação detalhada da geometria da rede de drenagem é extraída a partir do MDS, o formato do MDS para a preparação dos dados pode ser o de uma Rede Irregular de Triângulos (RIT) ou matricial (GRID). Na determinação de uma RIT que possibilite uma definição mais detalhada das superfícies topográficas associadas ao curso de água, utilizou-se a metodologia necessária no programa ArcGIS® com auxílio das ferramentas do Spatial Analyst.

Os dados geométricos necessários à modelação em HEC-RAS contêm informação sobre as secções transversais, margens do rio, estruturas hidráulicas, e outras características físicas do troço principal em estudo. O pré-processamento em SIG passa por atribuir estas mesmas características para posteriormente serem importados no HEC-RAS. Cada uma das características é armazenada em classes individuais (feature class) a que se denominam RAS Layers.

Procedeu-se assim à criação dos temas centro do rio, margens do leito menor, margens do leito maior e secções transversais. Este procedimento fez-se com recurso ao comando Create Ras Layer, do menu Ras geometry (HEC-GeoRAS). Dele resultaram os elementos Stream Centerline, Banklines, Flow Path Centerlines, XS Cut Lines e Land Use (todos eles elementos 2D), armazenados como temas individualizados sob a forma de Personal Geodatabase. Ao efetuar a vectorização foram respeitadas duas regras fundamentais destes elementos: a primeira constitui em desenhar todos os elementos necessários de montante para jusante e, a segunda, aplicada às Banklines e às Flow Path Centerlines, foi proceder à vectorização no sentido da esquerda para a direita, visto que o HEC-RAS irá interpretá-las segundo essa ordem.

As características geográficas de ocupação e uso do solo também podem servir de auxílio no que diz respeito à extração dos valores do coeficiente de rugosidade de Manning. Para tal, é adicionada a carta de ocupação e uso do solo (COS2007), que contém a informação do solo abrangida pelas secções transversais, sendo depois criada uma tabela onde são atribuídos os valores consoante o código do uso de solo. A correspondência entre os valores de coeficiente

de rugosidade e as classes do uso do solo baseou-se em tabelas publicadas por Chow, 1988 e no manual do utilizador do HEC-RAS.

A vectorização foi executada sobre um ortofotomapa, com uma resolução aproximada de 5 cm. Para que os elementos fossem desenhados de forma tão coerente quanto possível adotou-se uma escala de visualização fixa de 1/1 500.

Após a criação dos dados, é necessário a sua validação, com vista à sua computação no software HEC-GeoRAS, mediante a seleção do rio (Assign river code e Reachcode to river), das estações inicial e final (Select from station and to station) e margens do leito de cheia (Select flow path and Assign linetype attribute). Nesta fase, os dados criados ainda se encontram a duas dimensões, por isso, o próximo passo diz respeito à atribuição das coordenadas altimétricas (z) respetivas com base no MDS, previamente desenvolvido. No menu Ras Geometry, na opção Stream Centerlines Attribute procedeu-se à criação da topologia, à medição do comprimento do rio e à atribuição da altimetria. Este procedimento cria novas layers de temas 3D, que posteriormente vão ser agrupadas à geodatabase. Ainda no menu Ras Geometry, no submenu XS Cut Lines Attribute procedeu-se á atualização dos perfis transversais e á atribuição altimétrica (cota z). Esta função criou um novo tema a três dimensões, posteriormente transferido para a geodatabase. O processo de criação dos dados geométricos de referência, termina com a sua gravação e posterior exportação por forma a serem processados no software HEC-RAS.

3.4. Simulação de inundação

Após a importação dos dados geométricos no programa HEC-RAS, é possível fazer as alterações necessárias, ajustes e completar características das layers importadas, tal como criar novos elementos de geometria ou apagar elementos criados em SIG.

O HEC-RAS apresenta várias hipóteses de simulação, para fluxos permanentes e não permanentes, mediante diferentes algoritmos matemáticos. Apresenta ainda a possibilidade de inserção, no modelo, de um conjunto de dados geométricos que poderão ter influência no comportamento das inundações a simular.

3.4.1. escoamento permanente

Para este tipo de simulação, o passo seguinte no HEC-RAS consiste na introdução dos dados relativos ao escoamento. Estes dados são os inerentes ao caudal de ponta de cheia afluyente (191,5 m³/s) para um período de retorno T= 1000 anos. As condições de fronteira dizem respeito ao declive do rio a jusante do troço estudado, para o cálculo da conservação de energia com base no declive (Normal Depth), que deverá ser inferior a 0,1. A ribeira do Açafal, a jusante do troço, apresenta um declive aproximado de 0,003%.

Por último, procede-se à exportação dos dados geométricos (altura e velocidade da água) para o formato SDF (Spatial Data File) de forma a serem importados novamente no SIG e proceder à visualização e análise dos resultados.

As figuras que se seguem, representam os dados exportados do programa HEC-RAS, esses elementos são a altura e velocidade da água para o regime de escoamento permanente.

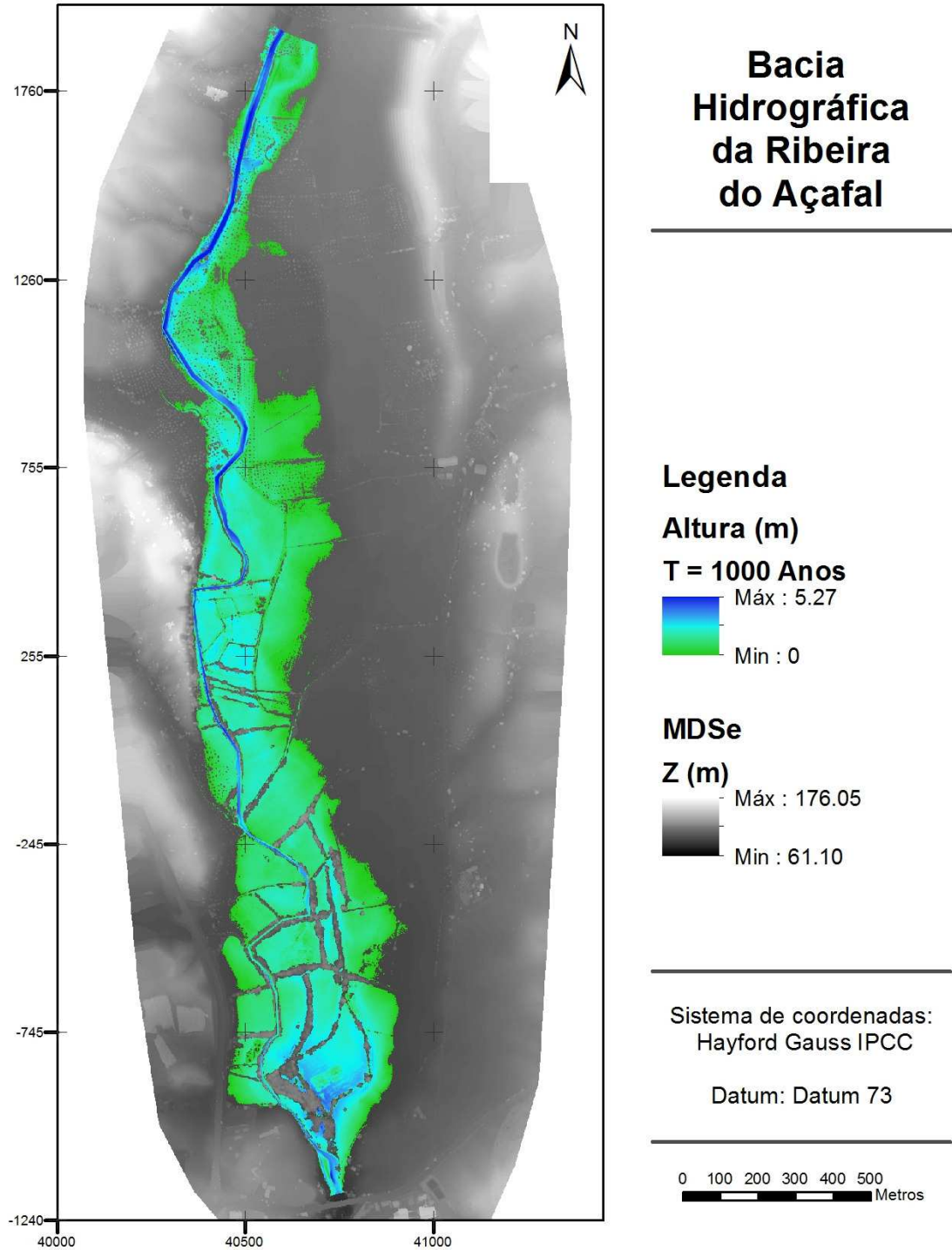


Figura 3.11 - Altura da água, escoamento permanente.

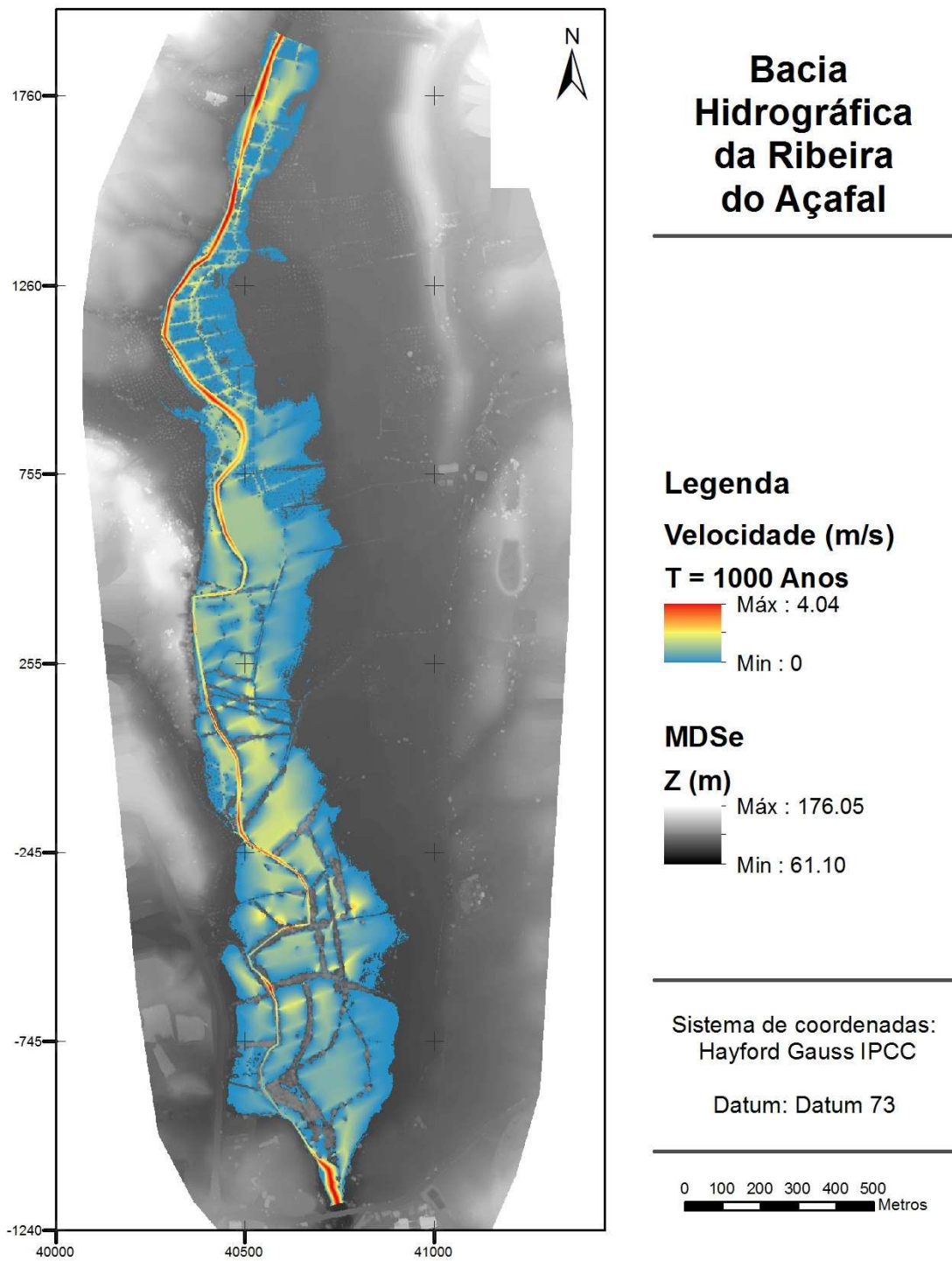


Figura 3.12 - Velocidade da água, escoamento permanente.

3.4.2. Escoamento variável

Um escoamento variável com superfície livre é um processo em que o caudal, velocidade e altura da lâmina de água variam no tempo e no espaço. O cálculo destas variáveis pode ser efetuado através das equações de Saint-Venant. Estas permitem o cálculo da velocidade e da altura da lâmina de água em função do tempo e do espaço.

As equações de Saint-Venant podem ser obtidas por aplicação direta dos princípios da conservação da energia mecânica (conservação da massa e da quantidade de movimento ou da energia) a um volume de controlo.

A preparação das condições da simulação engloba a definição dos níveis de água na área de estudo, estes foram registados pela hidrométrica instalada no terreno. Ao analisar os registos da estação hidrométrica, optou-se por escolher um período com alguma relevância de variações de altura. Os registos horários são inseridos no HEC-RAS, nas opções de condições de fronteira, é possível importar os dados da folha de cálculo e inserir na condição Stage Hydrograph. Outra das opções a preencher é o declive (Normal Depth), como foi referido anteriormente, tem um valor de 0,003 %.

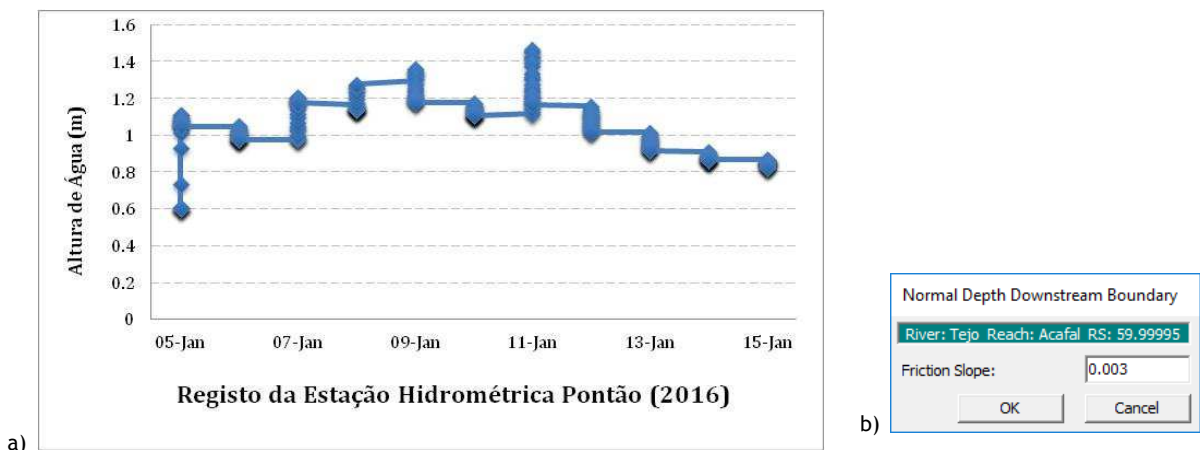


Figura 3.13 - Condições de fronteira, a) Registo de altura de água; b) Declive a jusante.

Depois da exportação dos dados, procedeu-se à sua visualização e extração dos seus mapas de altura e velocidade da água, as figuras seguintes indicam os resultados do escoamento variável.

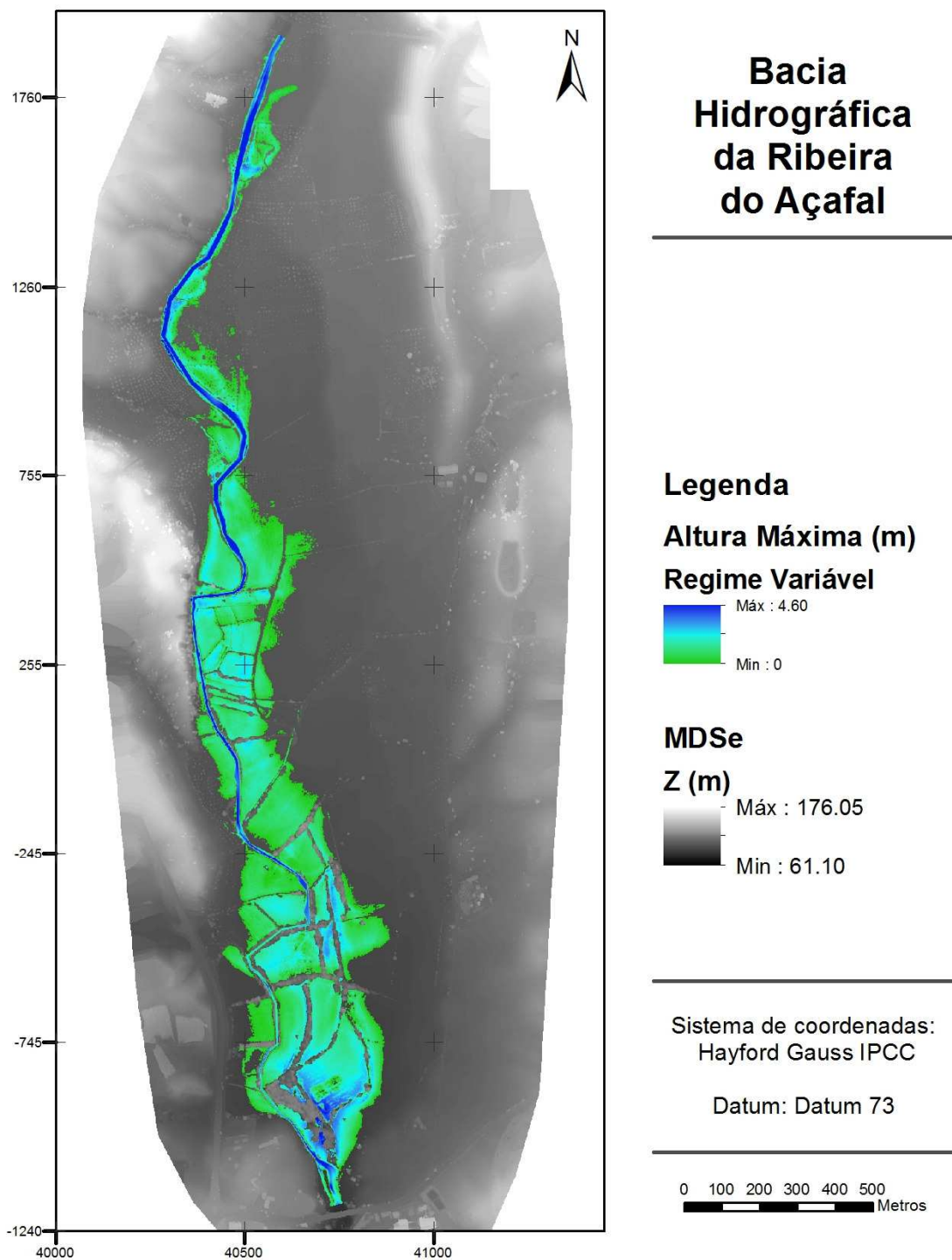


Figura 3.14 - Altura máxima, escoamento variável.

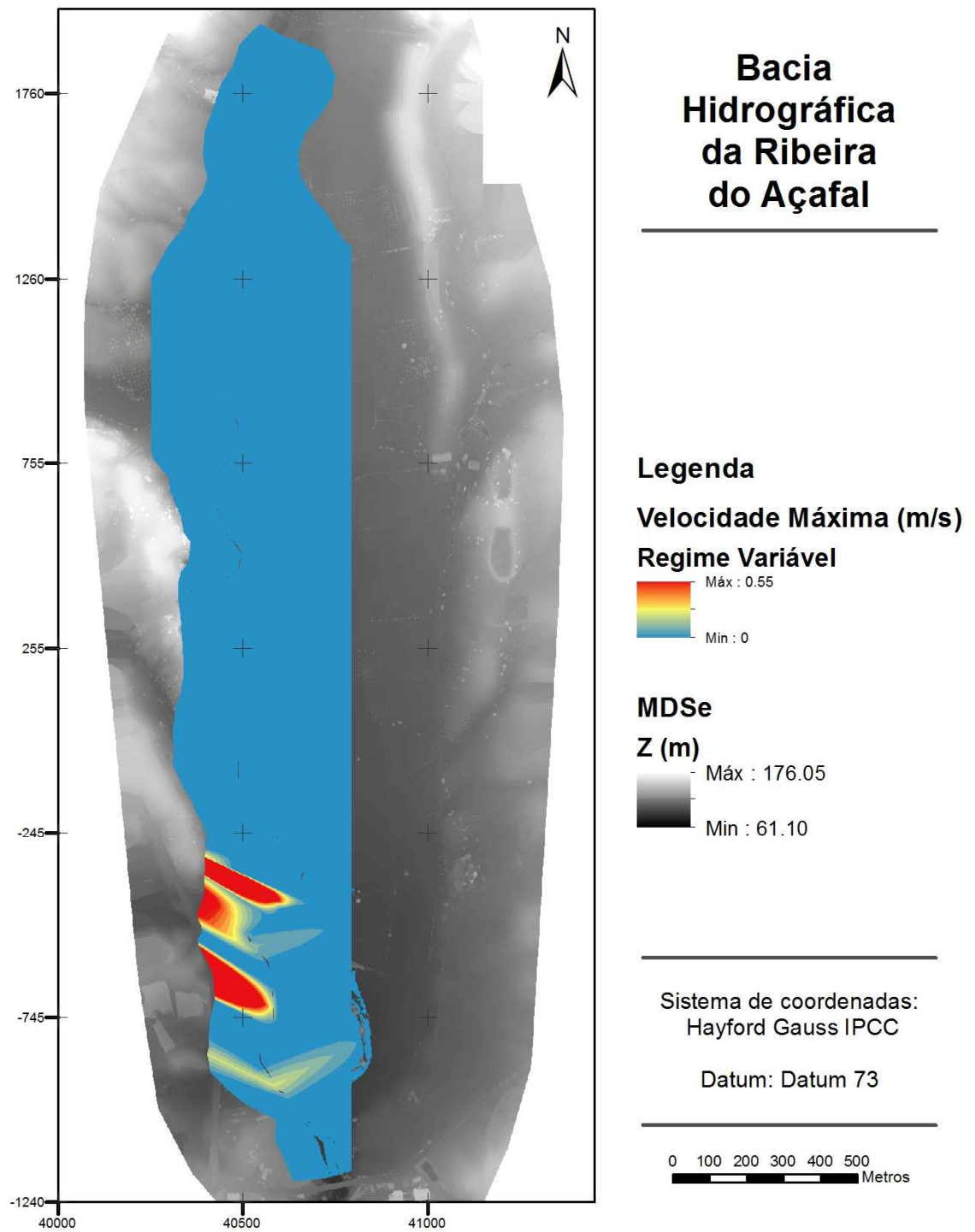


Figura 3.15 - Velocidade máxima, escoamento variável.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para analisar a validade dos resultados simulados usaram-se algumas estações e pontos de controlo, que permitiram comprovar a profundidade, ou altura da água simulada, nesses locais.

A calibração e validação dos modelos de simulação de inundações é geralmente necessária, e é tanto maior quanto maior for a complexidade do rio e dos materiais da superfície e quanto menor for a precisão dos dados geométricos de entrada no modelo. Neste projeto os dados de entrada são bastante bons, foi possível obter uma grande escala de análise sobre o local de estudo, e obter uma boa visão altimétrica para a elaboração dos dados geométricos de entrada.

4.1. Validação do escoamento permanente

No modelo de escoamento permanente optou-se por efetuar os perfis transversais (XS Cut Lines) com toda a topografia presente no MDS, isto é quando se traça um perfil transversal sobre um MDS, ele deteta toda a sua altimetria, inclusive a copa das árvores. A simulação indicada no ponto 3.4.1 foi realizada com estas características.

Em alternativa efetuou-se uma outra simulação de escoamento permanente. Depois de verificar que os perfis transversais continham pontos altimétricos com as copas das árvores presentes, através da ferramenta de edição dos perfis transversais no programa HEC-RAS, esses pontos foram anulados, deixando os perfis só com a informação altimétrica do terreno.

Ambos os perfis foram analisados, para uma melhor compreensão do desempenho do escoamento, foram extraídos gráficos com identificação da altura de água para os dois cenários, perfis com as copas mais a superfície do terreno e perfis só com informação da superfície do terreno.

Foram selecionados dois perfis, de forma a identificar as diferenças de altura de água para cada um dos cenários. As imagens que se seguem foram retiradas do RASMapper, e demonstram o detalhe de cada perfil.

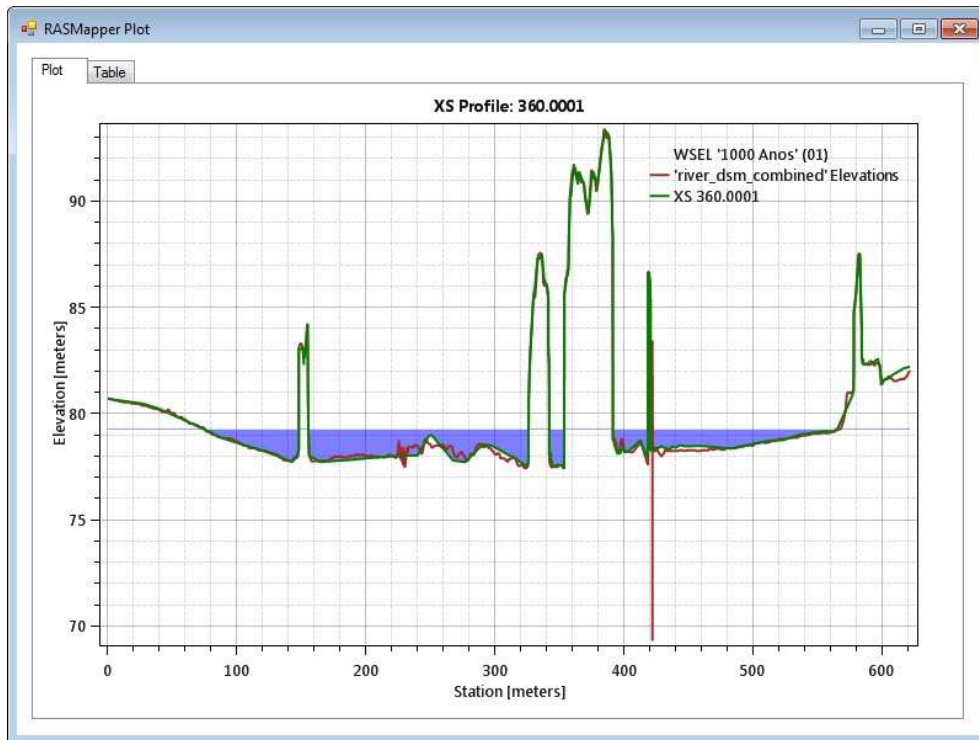


Figura 4.1 - Perfil 360.0001, informação topográfica de copas de árvores, terreno e lâmina de água.

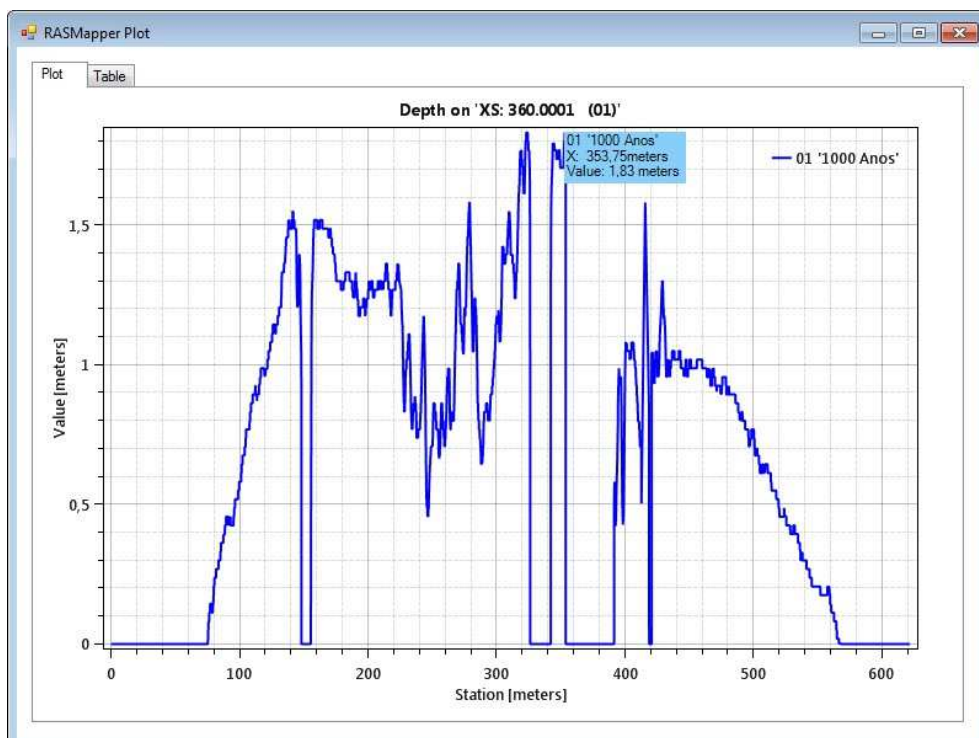


Figura 4.2 - Perfil 360.0001, identificação da altura de água.

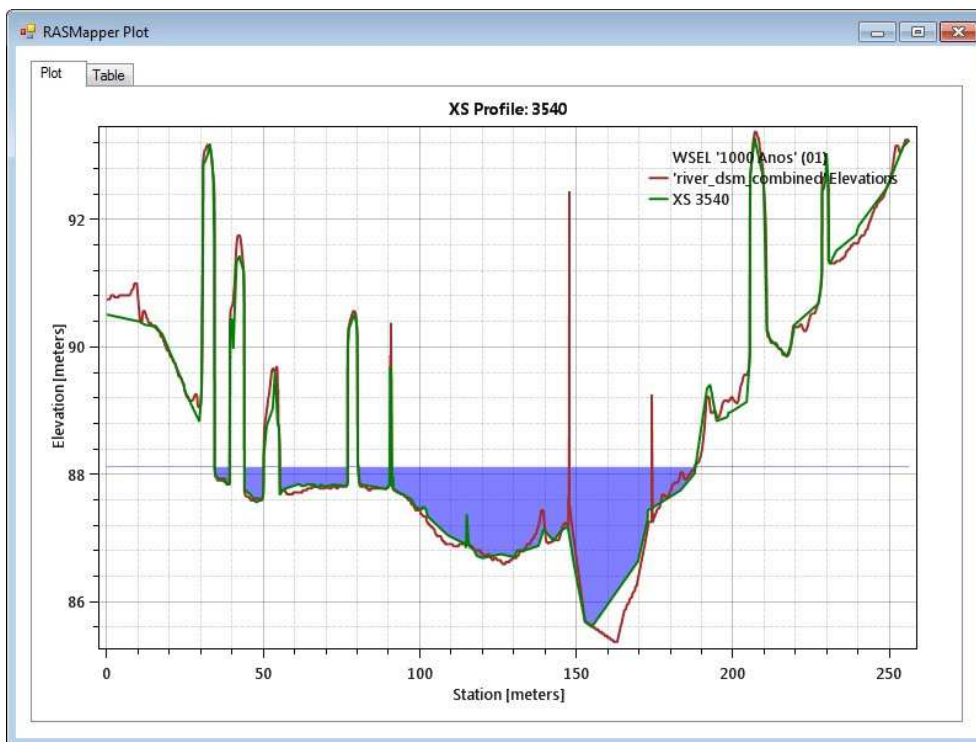


Figura 4.3 - Perfil 3540, informação topográfica de copas de árvores, terreno e lâmina de água.

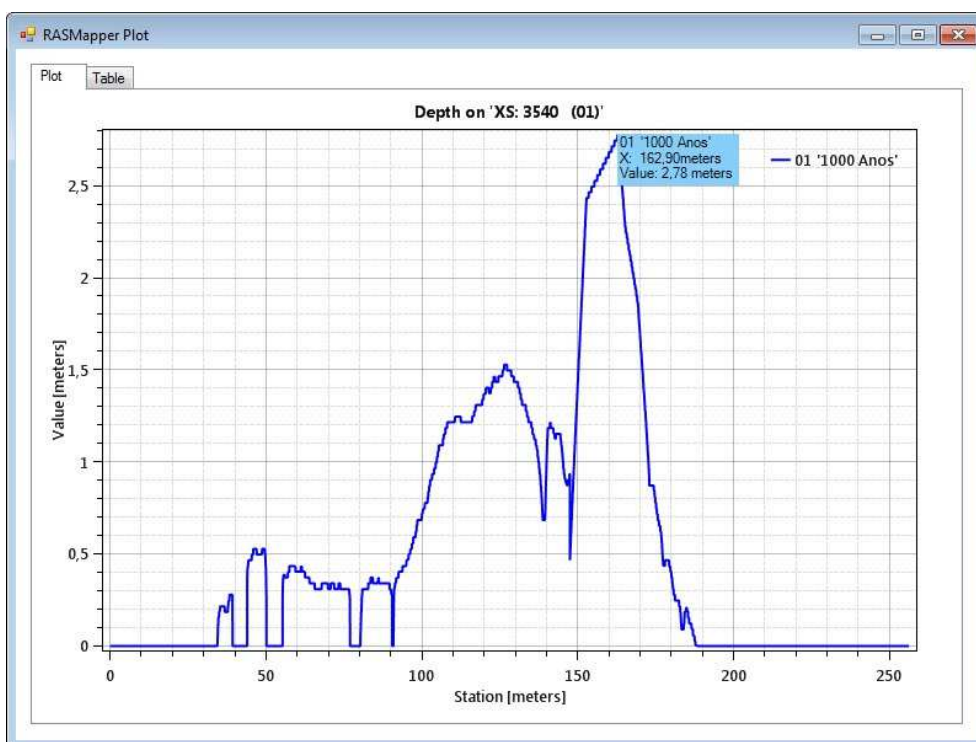


Figura 4.4 - Perfil 3540, identificação da altura de água.

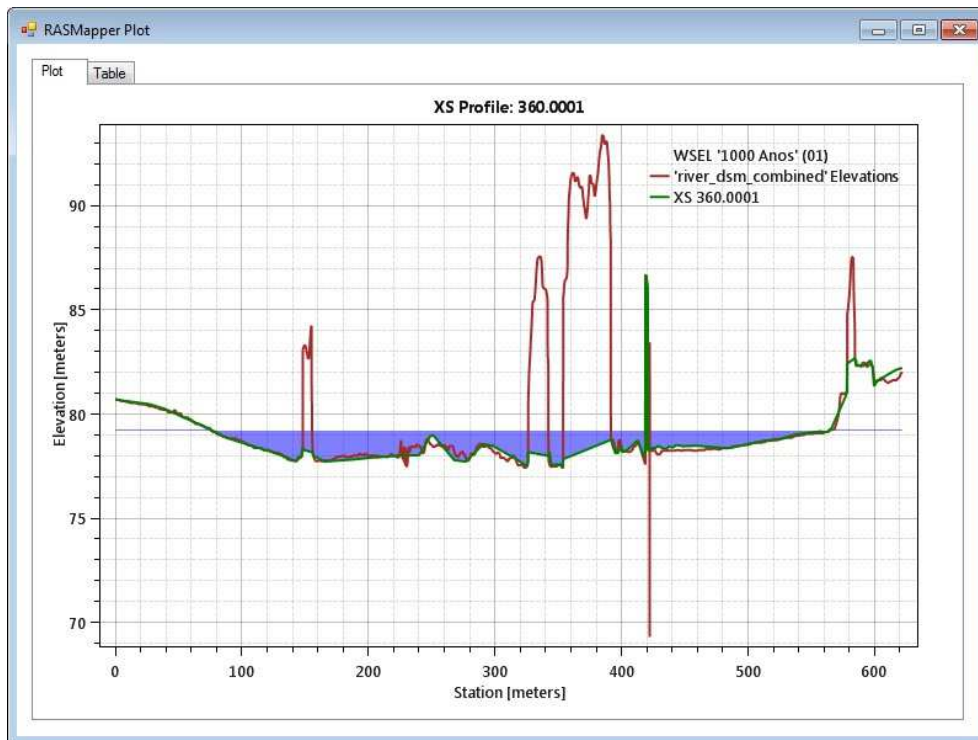


Figura 4.5 - Perfil 360.0001, informação topográfica superfície do terreno e lâmina de água.

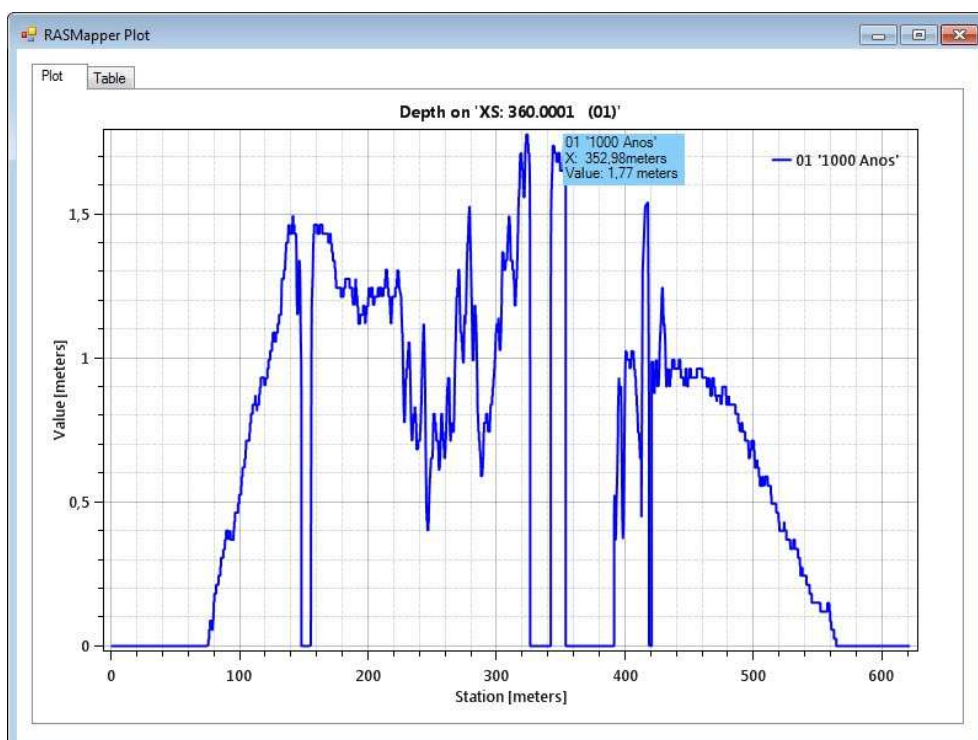


Figura 4.6 - Perfil 360.0001, identificação da altura de água.

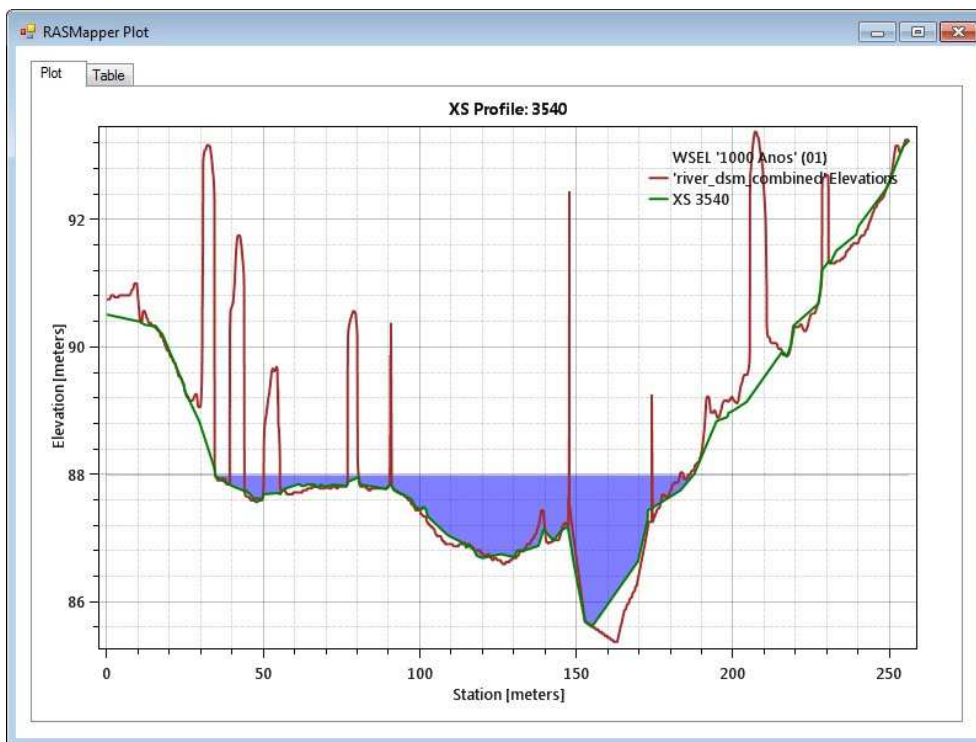


Figura 4.7 - Perfil 3540, informação topográfica da superfície do terreno e lâmina de água.

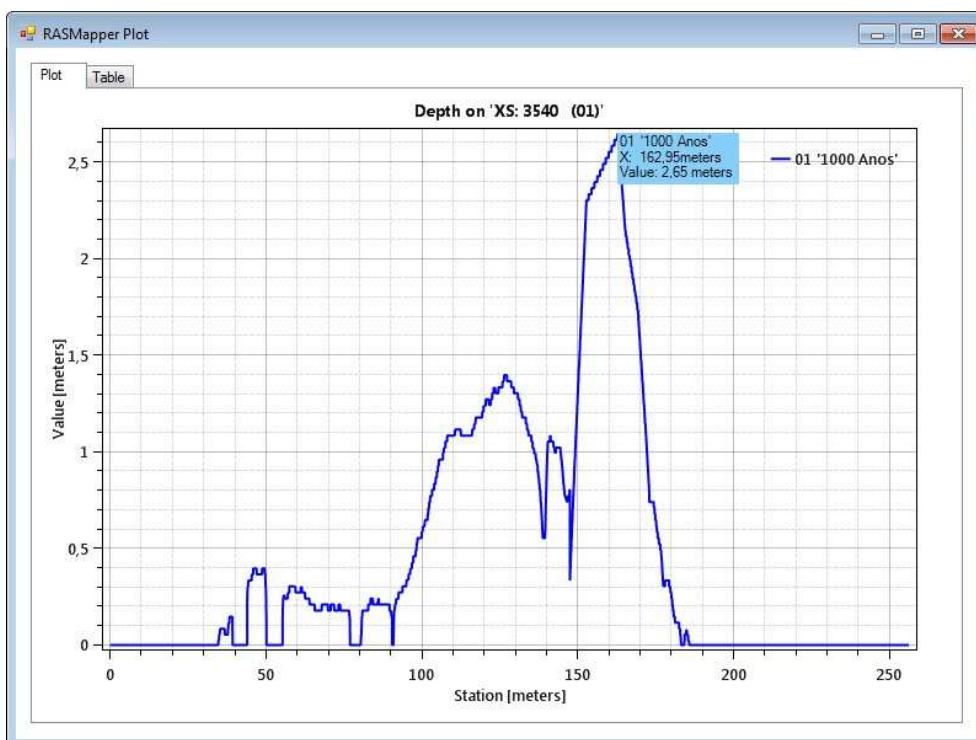


Figura 4.8 - Perfil 3540, identificação da altura de água.

Depois da análise feita aos perfis, podemos concluir que existem diferenças na altura da água. Nos perfis que contempla as copas das árvores e a superfície do terreno, a altura da água é ligeiramente superior, isto porque, o escoamento vai propagar de forma diferente. O perfil deteta a altura e copa das árvores, fazendo com que haja variações topográficas nesses locais, desta forma a deslocação da água na superfície de escoamento vai ser diferente.

Quanto maior o detalhe utilizado na representação do terreno, isto é, maior resolução espacial, maior será a exatidão na estimativa da extensão da inundação. No entanto, a resolução espacial (horizontal e vertical) e a exatidão dos conjuntos de dados geográficos variam muito, e podem produzir grandes diferenças nos resultados da modelação hidráulica de inundação (Wilson, 2004).

4.2. Validação do escoamento variável

Para avaliar o desempenho do modelo hidrológico em regime variável, foi analisada a altura de água registada pela hidrométrica que se encontra no terreno, mais propriamente a que foi instalada numa zona propícia a inundar.

Foi identificado o dia e a hora em que se registou o valor mais alto de altura de água, esse registo foi de 0,45 metros.

	A	B	C	D	E
1	HIDROMETRICA		CAMPO		CAMPO
2			Nivel (1)		Temp (2)
3	Registo	Q	m	Q	oC
4511	11/01/2016 10:30		0,44		12,9
4512	11/01/2016 10:45		0,43		13,1
4513	11/01/2016 11:00		0,45		13,1
4514	11/01/2016 11:15		0,45		13,3
4515	11/01/2016 11:30		0,45		13,5
4516	11/01/2016 11:45		0,45		13,7
4517	11/01/2016 12:00		0,45		13,9
4518	11/01/2016 12:15		0,45		14
4519	11/01/2016 12:30		0,44		14,2
4520	11/01/2016 12:45		0,44		14,4
4521	11/01/2016 13:00		0,43		14,5
4522	11/01/2016 13:15		0,43		14,6
4523	11/01/2016 13:30		0,42		14,6
4524	11/01/2016 13:45		0,41		14,4

Figura 4.9 - Registo da altura de água, hidrométrica campo.

Depois de obter o mapa de altura máxima de água para regime permanente, foi efetuada uma análise desses registos para o mesmo período que se detetou na hidrométrica instalada no campo.

Na figura 4.10 é apresentado o gráfico a identificar a altura de água no determinado período.

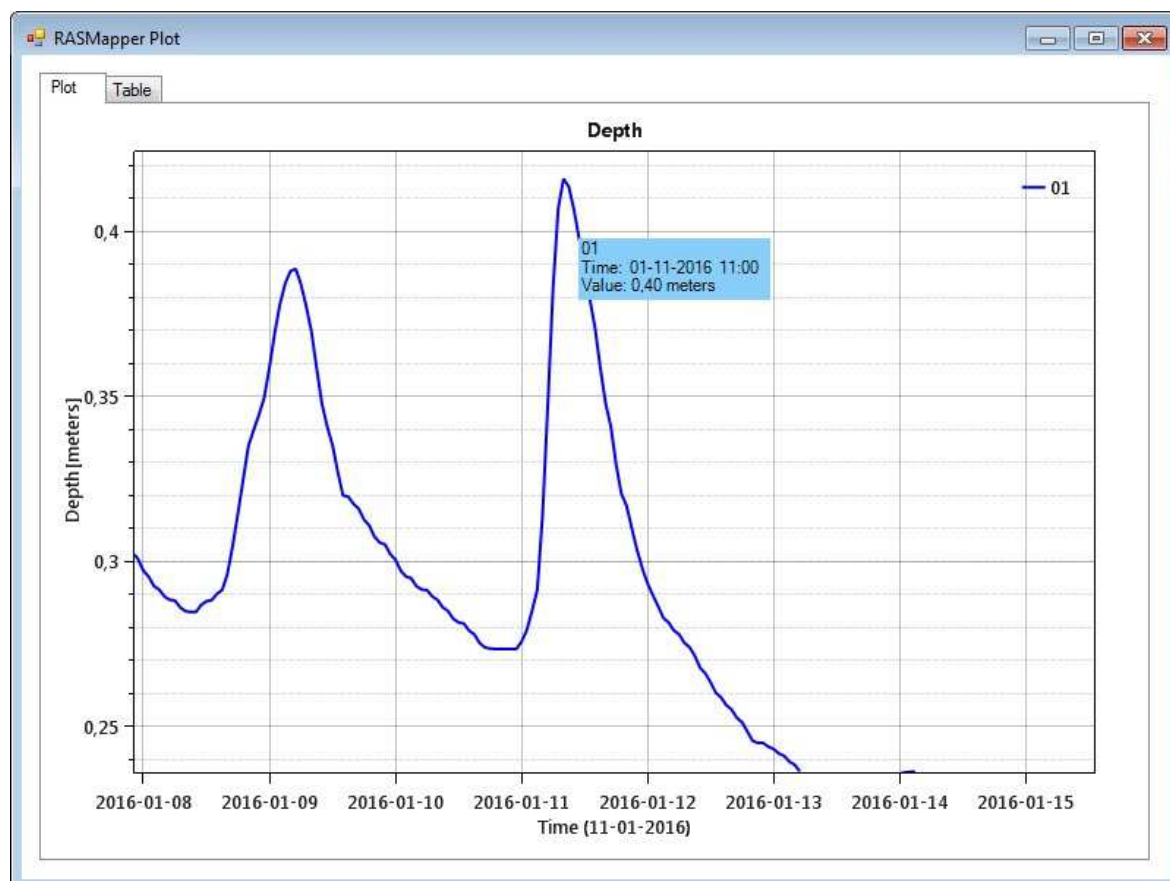


Figura 4.10 - Registo de altura máxima de água para o regime de escoamento variável.

Ao comparar os dois registos, podemos afirmar que o modelo criado pelo software HEC-RAS tem bastante precisão, o valor obtido no modelo de escoamento é muito próximo do que foi registado pela hidrométrica de campo. Apenas existe uma diferença de 0,05 metros. Podemos concluir que o modelo foi bem realizado, e que, os resultados de altura de água se aproximam da realidade.

4.3. Avaliação do perigo de inundação

Para obter valores de perigo de inundação, foram utilizados resultados da simulação do modelo numérico HEC-RAS para um cenário com período de retorno igual a 1000 anos ($T=1000$) e para um evento que varia no tempo e no espaço. Foram considerados os resultados de altura da água e da velocidade de escoamento calculados através do HEC-RAS.

No cálculo do perigo de inundação foi utilizado o método proposto por HR Wallingford *et al.* (2006), apresentado em 2.2.2. O método é designado pela equação $PI = h \times (v + 0,5)$, onde: h é a altura de água, v a velocidade do escoamento.

Este método classifica o perigo de inundação em quatro classes: Reduzido ($< 0,75$); Médio ($0,75 - 1,25$); Elevado ($1,25 - 2,5$) e Muito elevado ($> 2,5$).

De acordo com os dados obtidos, e apresentados nos mapas de perigo de inundação (Figuras 4.11 e 4.12), é possível retirar algumas ilações quanto à extensão da inundação apresentada por cada classe de perigo, nos cenários com Perigo de Inundação $T=1000$ anos e Perigo de Inundação regime variável:

- Para o cenário de perigo simulado para $T=1000$ anos, obteve-se uma extensão total de área inundada (com perigo identificado) de aproximadamente 63,5 ha, correspondentes a apenas 15% da área de estudo. Considerando exclusivamente o total da área inundada (63,5 ha) obtém-se para a classe de perigo reduzido, uma área de 36 ha, correspondente a 56,7%, sendo esta classe com a maior área inundada. Para a classe com perigo médio, obteve-se uma área de 16,3 ha, correspondente a 25,7% do total inundado. À classe de perigo elevado, corresponde uma área inundada de 7,7 ha, correspondente a 12,1% do total inundado. À classe de perigo muito elevado, obteve-se uma área de 3,5 ha, que representa apenas 5,5% da área inundada.
- Para o cenário de Perigo de Inundação em regime variável, obteve-se uma extensão total de área inundada de aproximadamente 38,4 ha, correspondente a 9% da área de estudo. A grande parte desta área é quase toda para classe de perigo reduzido, obteve-se uma área inundada de 37,1 ha, correspondente a 96,5% do total inundado. Para a classe de perigo médio, foi obtida uma área de 1,3 ha, correspondente a 3,5% do total inundado. A última classe, de perigo elevado, apresenta, para este cenário de inundação, um valor muito residual, corresponde a poucos metros quadrados, 11m², sendo por isso quase ausente.

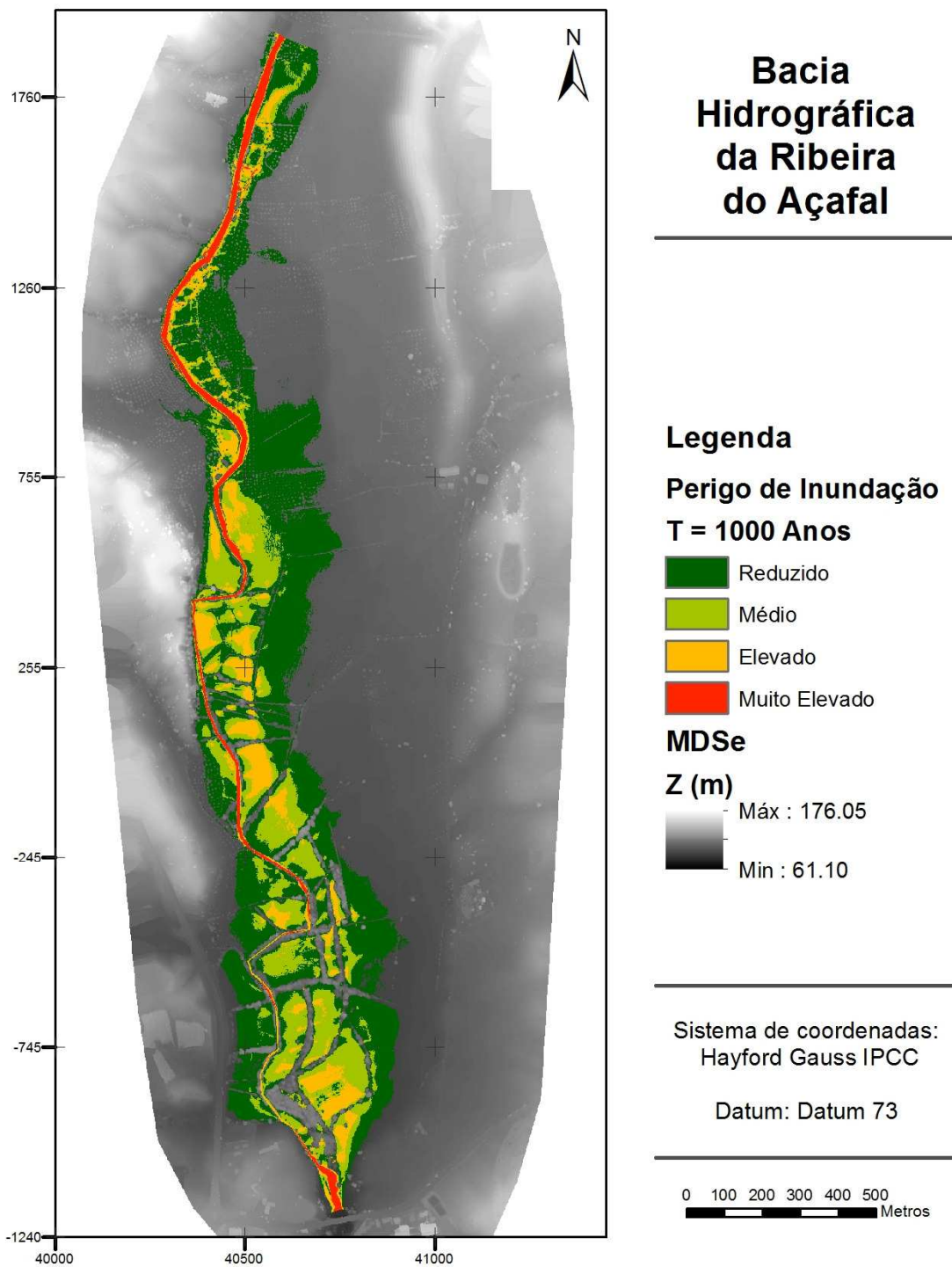


Figura 4.11 - Mapa de perigo de inundação, período de retorno de 1000 anos.

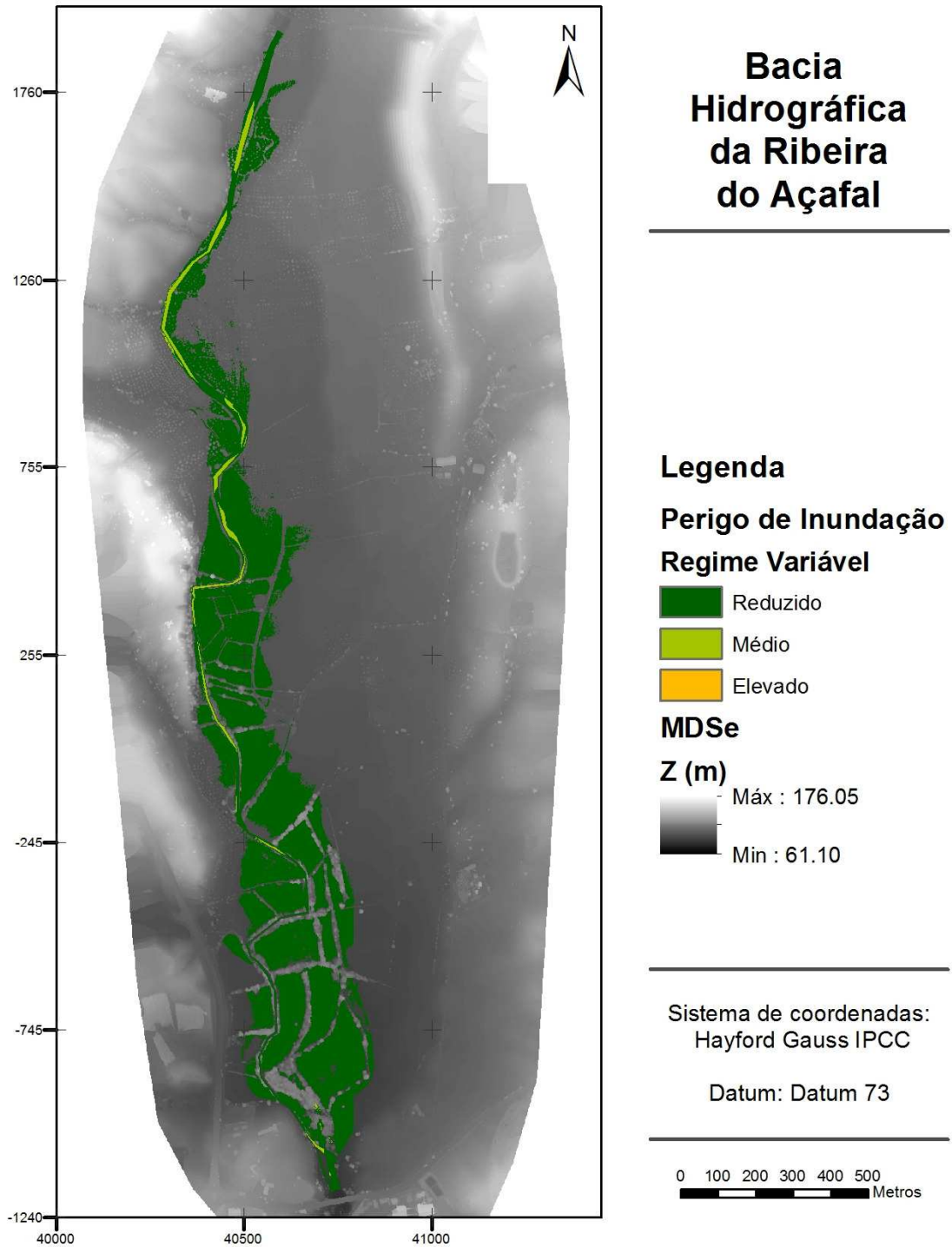


Figura 4.12 - Mapa de perigo de inundação regime variável.

5. CONCLUSÕES

O resultado final deste trabalho é obter mapas de perigo de inundação, que servem de auxílio e alerta para prevenir cenários desagradáveis. O grande desafio destes resultados está na validação e estudo mais aprofundado das características de altura de água e velocidade de escoamento que são elementos extremamente sensíveis.

Quanto mais pormenor conseguirmos obter nos dados de entrada, melhor será o resultado final. Tem de haver rigor e análise crítica em todo o processo de modelação hidrológica, o modelo tem de ser “alimentado” com o maior detalhe possível, testar e fazer correr os cenários de escoamento quantas vezes for necessário, até se atingir o resultado ideal.

A topografia é a base do modelo hidráulico de inundação, para este funcionar da melhor forma são necessárias variáveis hidráulicas, a altura de água e velocidade de escoamento. Como tal, é importante avaliar e adequar os diferentes conjuntos de dados de altimetria disponíveis para estudos de modelação de inundação.

A ferramenta HEC-RAS/HEC-GeoRAS é um excelente aliado à modelação hidrológica, estes programas contêm um vasto leque de informação e características para explorar. No entanto também tem as suas limitações. Interessa explicar, em traços gerais, as diversas limitações encontradas na utilização do HEC-RAS:

1. O escoamento é unidimensional, pelo que se assume que a energia total é igual numa secção transversal.
2. Só se conseguem contabilizar as perdas de carga com recurso à equação de Manning.
3. O facto de se tratar basicamente de um modelo de regime permanente impede a abordagem de grandes variações de caudais.

Trabalhar com este software exige uma preparação técnica considerável. A precisão dos resultados obtidos apresenta uma relação direta e muito estreita com a precisão dos dados de entrada no modelo e com a capacidade de calibração do modelo numérico, que exige conhecimento técnico e experiência.

A aplicação SIG demonstrou ser um instrumento extremamente útil, capaz e adequado para dar resposta ao estudo de perigo de inundação e, certamente, a outros estudos dentro deste género, assim como em variadíssimos temas, cujo objetivo comum seja a análise espacial conjunta de variados fatores intervenientes.

O software ArcGis possui todas as ferramentas necessárias para o processamento da metodologia desenvolvida, apresentando, ainda, outras soluções e capacidades que não foram utilizadas neste estudo.

Para trabalhos futuros terá que se corrigir melhor o MDSe, principalmente em troços onde a vegetação está muito presente, foi visto que mais a jusante é onde existe maior concentração de galerias ripícolas, formando um corredor de copas mais ou menos fechado sobre o leito de água. É nestes locais onde terá de haver uma melhor análise topográfica, devido à grande concentração de vegetação junto às margens dos cursos de água.

A utilização de intersecções, taludes, estruturas aéreas e de retenção, entre outras, na simulação HEC-RAS/HEC-GeoRAS faz com que o modelo seja mais detalhado e mais próximo de tudo aquilo que acontece na superfície de escoamento, certamente que também contribuirá para o aumento da fidelidade dos resultados.

Com tudo isto podemos concluir que os resultados obtidos foram bastante positivos, e muito se deve à boa qualidade dos dados recolhidos e disponíveis para a realização deste projeto. Esta ferramenta (mapas de perigo de inundação) poderá ser utilizada como mais um apoio à gestão, prevenção e mitigação do perigo e de zonas de inundação da área em estudo.

BIBLIOGRAFIA

Al-Sabhan, W., Mulligan, M., Blackburn, G.A., 2003. "A real time hydrological model for flood prediction using GIS and the www," *Computer, Environment and Urban Systems*, Vol. 27, pp. 9-32.

Ballesteros, J., Bodoque, J., Diés-Herrero, A., Sanchez-Silva, M., e Stoffel, M., 2011. Calibration of floodplain roughness and estimation of flood discharge based on tree-ring evidence and hydraulic modelling. *Journal of Hydrology*, 403,103-115.

Bateira, C., 2001. Movimento de Vertente no NW de Portugal, Suscetibilidade Geomorfológica e sistemas de Informação Geográfica. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Letras Universidade do Porto.

Bates, P.D., e De Roo, A.P.J., 2000. A simple raster based model for flood inundation simulation. *Journal of Hydrology*, 236, 54-77.

Cançado, C., Brasil, L., Nascimento, N., Guerra, A., 2008. Flood risk assessment in an urban area: Measuring hazard and vulnerability, 11th international conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK.

Chow, V., D. Maidment., e L. Mays., 1988. "Applied Hydrology-International Edition." McGraw-Hill.

Cunha, Lucio., e Dimuccio., 2001. "Considerações sobre Riscos Naturais num espaço de Transição" VII Encontro de Riscos Naturais. Universidade de Coimbra.

Diez Herrero, A., Lain-Huerta, L., e Llorent Isidro, M., 2008. Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones: guia metodológico para su elaboración. Instituto Geológico y minero de Espanha, Madrid.

Eisenbeiss, H., 2009. The potencial of Unmanned Aerial Vehicles for Mapping.

Fernandez, P., 2015. Avaliação do Risco de Inundação em zonas urbanas com a integração de dados LiDAR e cartografia a escala grande. Tese apresentada à Universidade de Évora para obtenção do grau de Doutor em ciências da Engenharia do território e ambiente, especialidade: Engenharia Civil. Évora.

Fernandez, P., Mourato, S., Moreira, M., 2013. Comparação dos Modelos HEC-RAS e LiSFLOOD-FP na delimitação de zonas inundáveis. *Recursos Hídricos* 34(01): 63-73

Fernandez, P., Pereira, L.G., Moreira, M., Gonçalves, G., 2015. Criação e Avaliação do Modelo Digital de Superfície de Escoamento para Elaboração das cartas de Risco de Inundação. VIII Conferencia Nacional de Cartografia e Geodesia.

Gonçalves, P., 2012. A delimitação de perímetros de inundação no Rio Leça – modelação hidráulica para duas áreas do concelho de Matosinhos. 2^o Ciclo de estudos em Sistemas de Informação Geográficos e Ordenamento do Território. Faculdade de Letras, Universidade do Porto.

Herrera, T., Cruz, M., y Antequera, M., 2000. La constatacion y validacio de los Mapas de Riegos de Avenidas em pequenas cuencas hidrográficas mediante Sistemas de Information Geografica. Propuesta metodológica y aplicacion a la ordenacion del território. Departamento de Geografia. Universidad de la laguna. pp. 135.139.

Horrit, M.S., Bates, P.D., 2001a. Effects of spatial resolution on a raster based model of flood flow *Journal of Hydrology*, 253(1-4): 239-249

Horritt, M.S., e Bates, P.D., 2001b. Prediction floodplain inundation: Raster-based modelling versus the finite-element approach. *Hydrological Processes*, 15 (5), 825-842. doi:10.1002/hyp.188.

HR Wallingford, Flood Hazard Research center – Middlesex University, Risk & Policy Analysts Ltd, 2006. Flood Risks to People Phase 2, FD 232/TR 1 The Flood Risks to People Methodology, London, U.K.

Longhitano, G., A., 2010. Vants para sensoriamento Remoto: Aplicabilidade na Avaliação e Monitoramento de Impactos Ambientais causados por acidentes com cargas perigosas, Politecnico da Universidade de São Paulo. Tese mestrado.

Maidment, D.R., 1993. "Gis and hydrological modelling "In M.F. Goodchild B. Parks, e L. Steyaert, Environmental modelling with GIS, pp.147-167. New York, USA: Oxford University Press.

Matgen, P., Henry, J., Pappenberger, F., De Fraipont, P., Hoffmann, L., e Pfister, L., 2004. Uncertainty in calibration flood propagation models with flood boundaries derived from synthetic aperture radar imagery. Proceedings of the 20th congress of the international society of photogrammetry and remote sensing, (pp. 325-358). Istanbul, Turkey.

Merz, B., Kreibich, H., Schwarze, R., Thielen, A., 2010. Review article "Assessment of economic flood damage". Nat Hazards Earth Syst.Sci., 10(8): 1697-1724.

Messner, F., Penning-Rowsell, E., Green, C., Meyer, V., Turstall, S., Van de Veen, A., 2007. Evaluating flood damages: Guidance na recommendations on Principles and methods HR Wallingford, UK.

Pappenberger, F., Bevena, K., Horritb, M., e Blazkovic, S., 2005. Uncertainty in the calibration of effective roughness parameters in HEC-RAS using inundation and downstream level observations. Journal of Hydrology, 302, 46-69.

Pedrosa, A., 2006. A integração dos riscos no ordenamento territorial. Coloquio sobre "Paisagem, Património e Riscos Naturais: Perspetivas de planeamento comparado" (pp.1-14). Porto: CCDR Norte.

PGRI, Projeto., 2015. Plano de Gestão dos Riscos de Inundações. Região Hidrográfica 5 – Tejo e Ribeiras do Oeste. Agencia Portuguesa do Ambiente.

Quaresma, I., 2008. Inventariação e análise de eventos Hidro-Geomorfologicos com caracter danoso em Portugal continental, Universidade de Lisboa.

Ramos. C., 2009. Dinâmica Fluvial e Ordenamento do território (Programa de Unidade Curricular do 2º ciclo). SLIF-6, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Lisboa. ISBN: 978-972-636-195-4.

Santos, P., 2015. Revista Eletrónica de Investigação e Desenvolvimento. Nº 4

Santos, T., et al., 2010. Detecção de alterações em meio urbano baseada na comparação de elementos extraídos a partir de imagens de alta resolução espacial. Aplicação à área da alta Lisboa. XII Coloquio Ibérico de Geografia. Porto

Saraiva, M.G., Carvalho, L., 2009. Risco de Inundação. Metodologia para formulação do indicador Riprocidity nº4. Rios e cidades: Oportunidades para a sustentabilidade urbana, Lisboa.

Schmidt, L., 2008. "Ambiente e políticas ambientais: escalas e ajustes". In Itinerários. A investigação dos 25 anos do ICS, de M. Cabral, K. Wall, F. Aboim, e F. da Silva, 285-31D4. Universidade de Lisboa.

Schumann, G., Hostache, R., Puech, C., Hoffmann, L., Hatgen, P., Pappenberger, F., e Pfister, L., 2007. High-resolution 3D Flood Information from radar imagery for flood hazard management. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 45, 1715-1725.

Tahar, K., N., 2012. "A new approach on slope data aquisition using Unmanned Aerial Vehicle." International Journal of Research and reviews in Applied Sciences Vol:13

UNDRO., 1979. Natural Disasters and Vulnerability Analysis, Report of Expert Group Meeting. Office of the United Nations Disasters Relief Coordinator. Geneva.

USACE., 2010. HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic References Manual V4.1. Davis, C.A.: US Army Corps Of Engineers-Hydraulic Engineering Center.

V.T. CHOW., 1956. Hydrologic Studies of Floods in the United States. Inter. Assoc. Sci. Hydrol., Publ. nº42, 134-178

Wilson, M.D., 2004. Evaluating the effect of data and data uncertainty on predictions of flood inundation, University of Southampton, Southampton, 252 pp.

Zêzere, J., A. Pereira, e P. Morgado., 2006. “Perigos Naturais e Tecnológicos no território de Portugal continental”. Centro de estudos Geográficos, Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

Zêzere, J., Pereira, A., e Morgado, P., 2005. Perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal continental. X Coloquio Ibérico de Geografia “A Geografia Ibérica no Contexto Europeu”, Livro de resumos (PP. 217-218). Évora.

Zêzere, J.L., Pereira, S., Tavares, A.O., Bateira, C., Trigo, R.M., Quaresma, I., Santos, P.P., Santos, M., Verde, J., 2004. Disaster: A GIS database on hydro-geomorphologic disasters in Portugal. Natural Hazards, 72: 503-532.

Legislação

Concelho, Parlamento Europeu e do., 2007. Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do concelho, relativa à avaliação e gestão dos riscos de Inundações.

Decreto-Lei nº 115/2010, de 22 de Outubro. Diário da Republica nº 206, Série I.

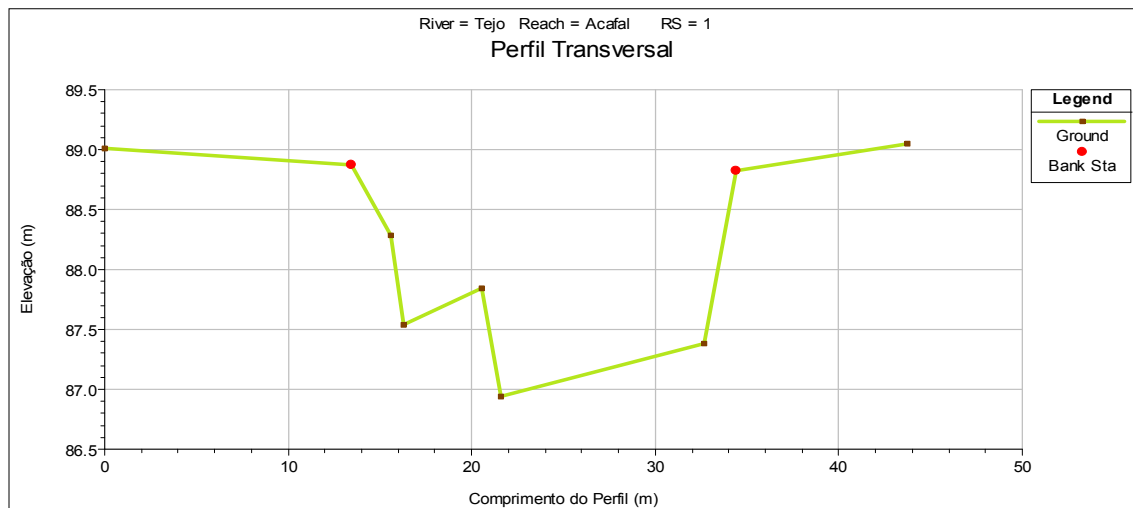
Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro. Diário da Republica nº 249, Serie I-A.

ANEXOS

ANEXO A - SECÇÕES TRANSVERSAIS

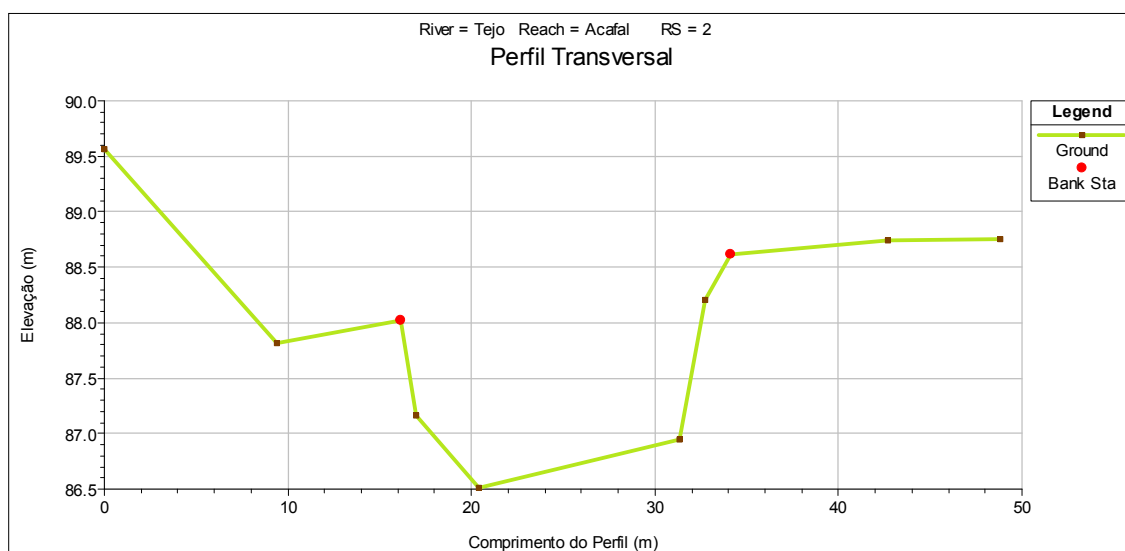
Perfil Transversal nº 1

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40597.75	1965.52	89.01	443	0.00	0.00	1	Exterior
40608.69	1957.69	88.87	442	13.45	13.45	2	Margem
40610.54	1956.58	88.28	441	2.16	15.61	3	Interior
40610.99	1956.1	87.54	440	0.66	16.27	4	Interior
40614.50	1953.65	87.84	439	4.28	20.55	5	Interior
40615.28	1952.97	86.94	438	1.03	21.58	6	Interior
40624.52	1946.85	87.38	437	11.08	32.67	7	Interior
40625.86	1945.8	88.82	436	1.70	34.37	8	Margem
40633.47	1940.39	89.05	435	9.34	43.71	9	Exterior



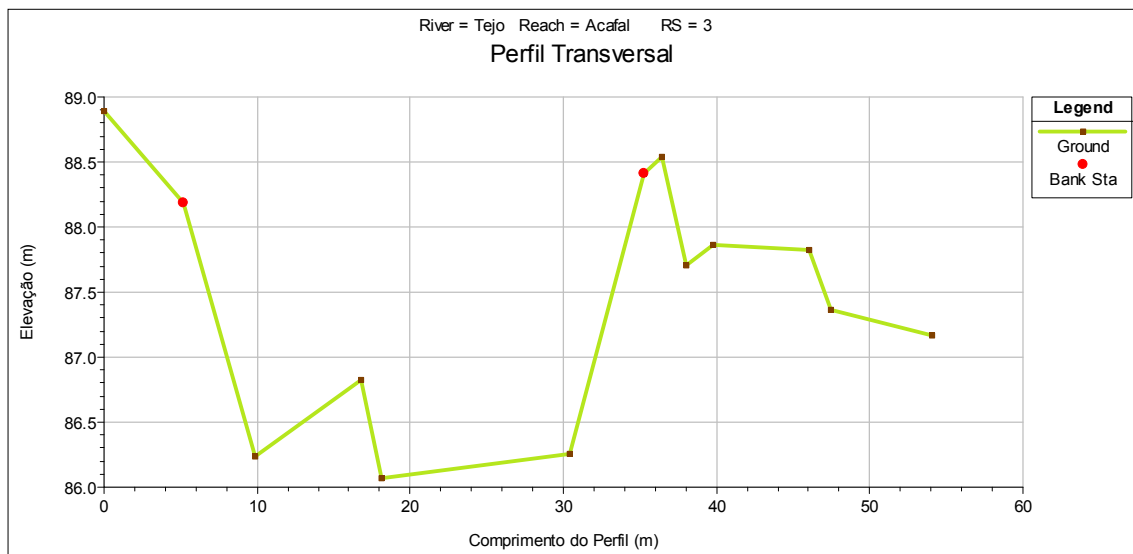
Perfil Transversal nº 2

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40552.28	1884	89.57	448	0.00	0.00	1	Exterior
40561.09	1880.71	87.82	447	9.41	9.41	2	Exterior
40567.27	1878.04	88.02	446	6.73	16.13	3	Margem
40568.07	1877.65	87.17	445	0.89	17.02	4	Interior
40571.36	1876.77	86.51	444	3.41	20.43	5	Interior
40581.51	1872.87	86.95	430	10.88	31.31	6	Interior
40582.89	1872.49	88.21	431	1.43	32.74	7	Interior
40584.23	1872.09	88.61	432	1.40	34.14	8	Margem
40592.25	1869.05	88.74	433	8.58	42.71	9	Exterior
40598.03	1867.01	88.75	434	6.13	48.85	10	Exterior



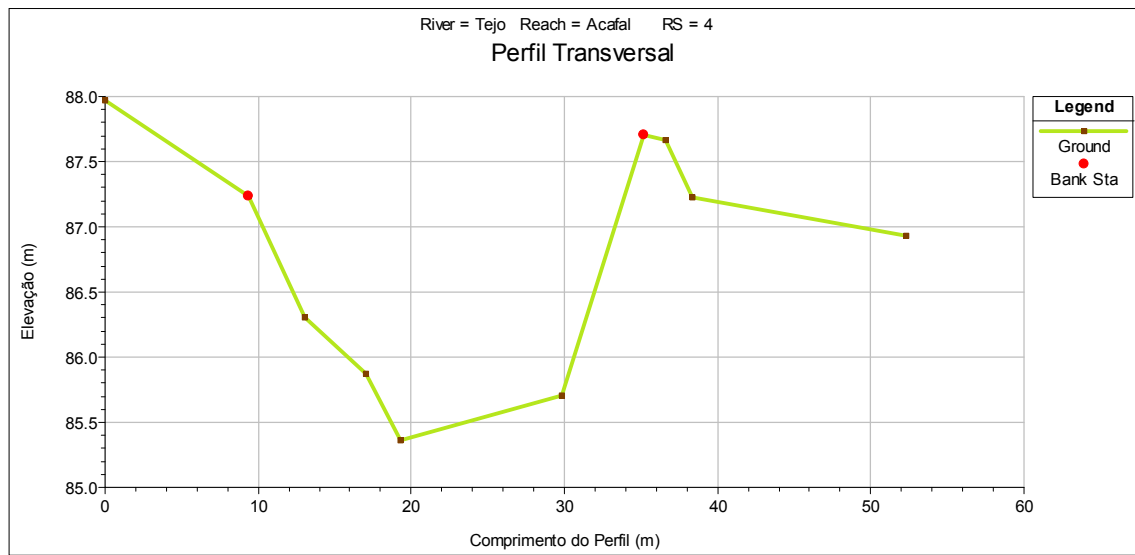
Perfil Transversal nº 3

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40519.40	1765.7	88.89	449	0.00	0.00	1	Exterior
40524.38	1764.33	88.19	450	5.17	5.17	2	Margem
40528.97	1763.32	86.23	451	4.70	9.87	3	Interior
40535.84	1762.15	86.82	452	6.97	16.83	4	Interior
40537.10	1762	86.06	453	1.27	18.11	5	Interior
40549.15	1759.45	86.26	422	12.31	30.42	6	Interior
40553.88	1758.61	88.42	423	4.80	35.22	7	Margem
40555.04	1758.37	88.54	424	1.18	36.41	8	Exterior
40556.58	1758.05	87.71	425	1.58	37.98	9	Exterior
40558.33	1757.52	87.87	426	1.83	39.82	10	Exterior
40564.41	1756.3	87.83	427	6.20	46.01	11	Exterior
40565.80	1755.84	87.37	428	1.47	47.48	12	Exterior
40572.17	1754.28	87.16	429	6.56	54.04	13	Exterior



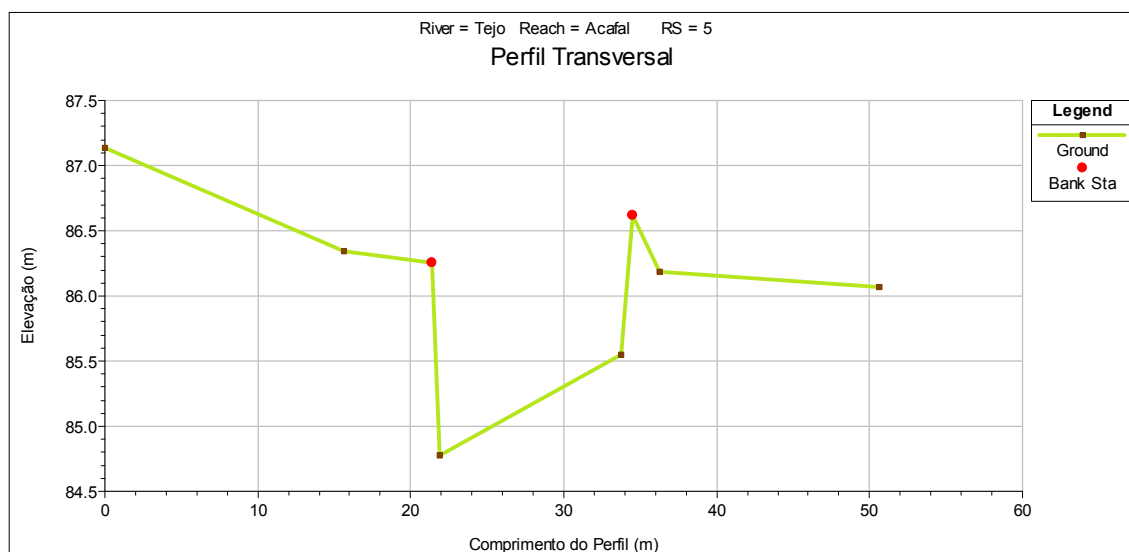
Perfil Transversal nº 4

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40493.19	1698.25	87.97	458	0.00	0.00	1	Exterior
40502.49	1697.15	87.24	457	9.37	9.37	2	Margem
40506.07	1696.45	86.30	456	3.65	13.02	3	Interior
40510.07	1696.33	85.88	455	4.00	17.02	4	Interior
40512.30	1695.86	85.36	454	2.27	19.29	5	Interior
40522.69	1694.38	85.71	417	10.50	29.79	6	Interior
40528.06	1693.61	87.71	418	5.43	35.22	7	Margem
40529.44	1693.37	87.67	419	1.40	36.62	8	Exterior
40531.18	1693.22	87.23	420	1.74	38.36	9	Exterior
40545.02	1691.35	86.93	421	13.97	52.33	10	Exterior



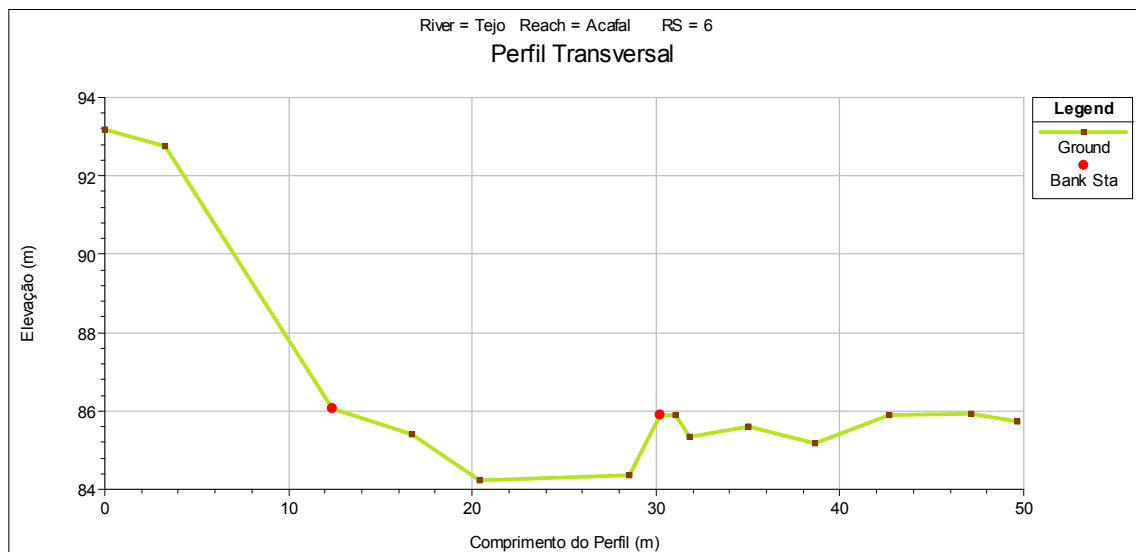
Perfil Transversal nº 5

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40458.92	1582.83	87.14	459	0.00	0.00	1	Exterior
40472.98	1576.02	86.35	460	15.63	15.63	2	Exterior
40478.12	1573.45	86.25	461	5.74	21.37	3	Margem
40478.67	1573.41	84.77	462	0.55	21.92	4	Interior
40489.35	1568.3	85.55	413	11.85	33.77	5	Interior
40489.94	1567.9	86.62	414	0.71	34.48	6	Margem
40491.50	1567.05	86.18	415	1.77	36.25	7	Exterior
40504.60	1561.1	86.07	416	14.39	50.64	8	Exterior



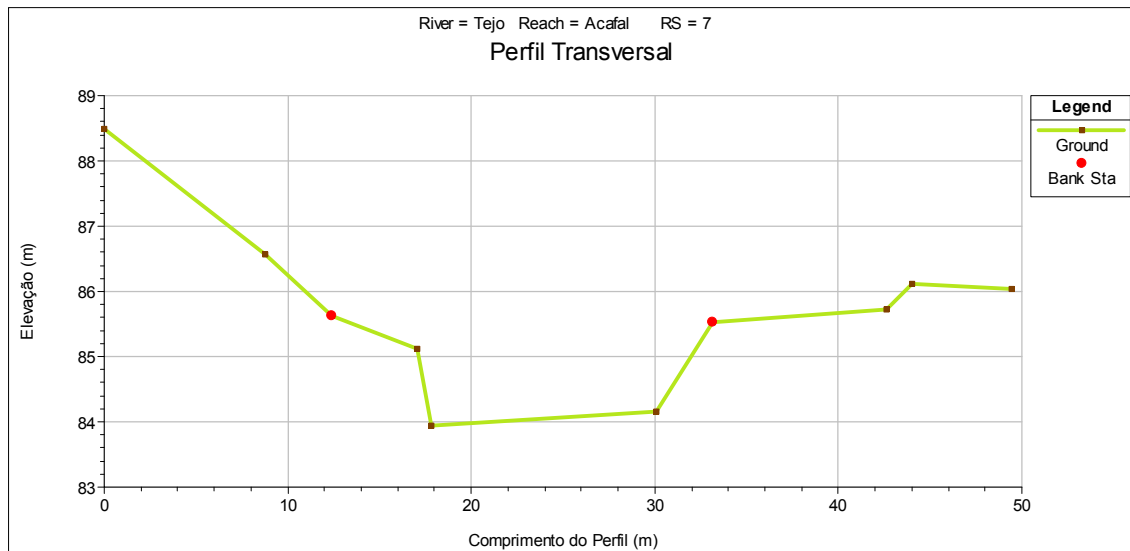
Perfil Transversal nº 6

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40441.49	1464.76	93.17	463	0.00	0.00	1	Exterior
40444.64	1463.9	92.77	464	3.26	3.26	2	Exterior
40453.35	1461.17	86.06	465	9.13	12.39	3	Margem
40457.49	1459.84	85.39	466	4.34	16.74	4	Interior
40460.91	1458.513	84.23	467	3.67	20.40	5	Interior
40468.75	1456.280	84.37	404	8.15	28.56	6	Interior
40470.38	1455.830	85.90	405	1.70	30.25	7	Margem
40471.18	1455.593	85.90	406	0.83	31.08	8	Exterior
40471.87	1455.284	85.35	407	0.76	31.84	9	Exterior
40474.84	1454.059	85.62	408	3.21	35.05	10	Exterior
40478.29	1453.167	85.17	409	3.57	38.62	11	Exterior
40482.12	1451.889	85.91	410	4.04	42.65	12	Exterior
40486.42	1450.580	85.94	411	4.49	47.14	13	Exterior
40488.88	1449.961	85.72	412	2.54	49.68	14	Exterior



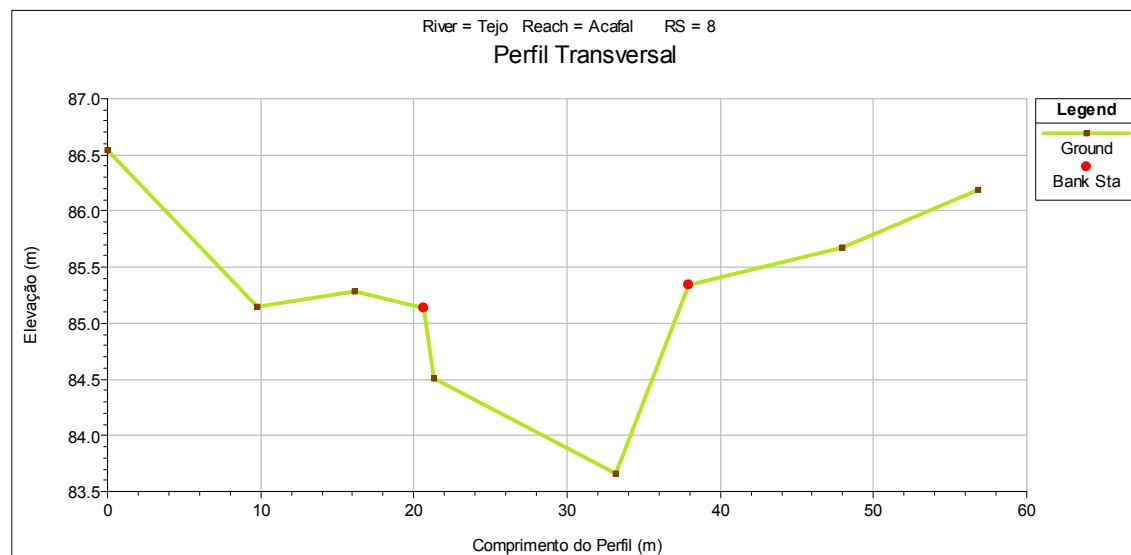
Perfil Transversal nº 7

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40421.60	1419.49	88.48	468	0.00	0.00	1	Exterior
40429.15	1415.04	86.57	469	8.77	8.77	2	Exterior
40432.32	1413.28	85.65	470	3.63	12.40	3	Margem
40436.39	1411.01	85.12	471	4.65	17.05	4	Interior
40436.95	1410.5	83.95	472	0.76	17.81	5	Interior
40447.56	1404.36	84.15	399	12.26	30.06	6	Interior
40450.35	1402.99	85.53	400	3.11	33.17	7	Margem
40458.49	1398.13	85.73	401	9.48	42.65	8	Exterior
40459.58	1397.28	86.11	402	1.38	44.04	9	Exterior
40464.31	1394.73	86.04	403	5.37	49.41	10	Exterior



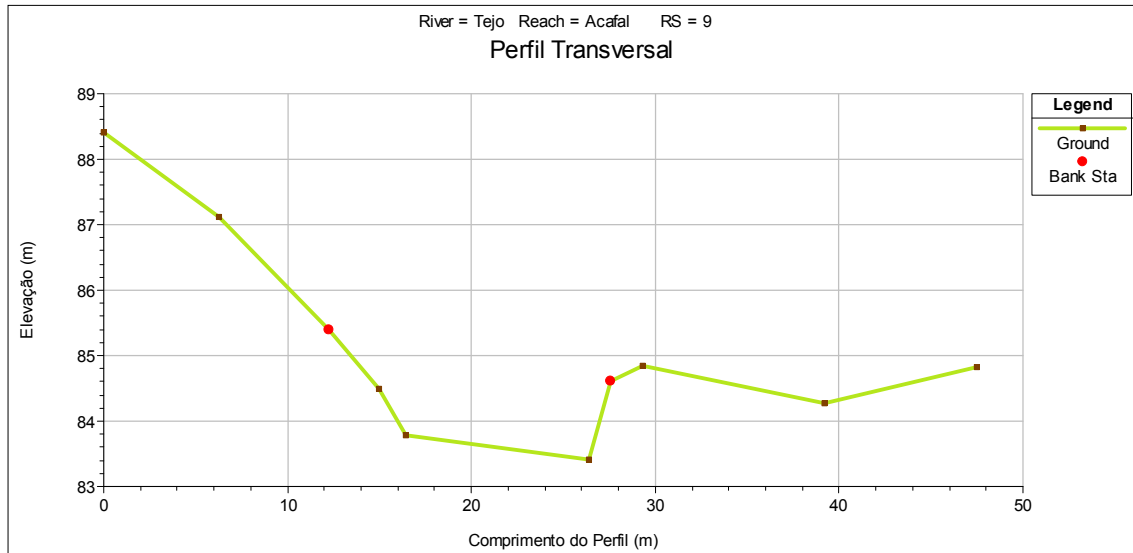
Perfil Transversal nº 8

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40379.36	1347.83	86.54	473	0.00	0.00	1	Exterior
40387.39	1342.25	85.15	474	9.78	9.78	2	Exterior
40392.92	1339.15	85.28	475	6.34	16.12	3	Exterior
40396.71	1336.72	85.13	476	4.50	20.63	4	Margem
40397.30	1336.3	84.50	477	0.72	21.35	5	Interior
40407.14	1329.7	83.66	395	11.85	33.20	6	Interior
40411.50	1327.75	85.34	396	4.78	37.97	7	Margem
40419.74	1322.06	85.68	397	10.01	47.98	8	Exterior
40427.02	1316.99	86.19	398	8.88	56.86	9	Exterior



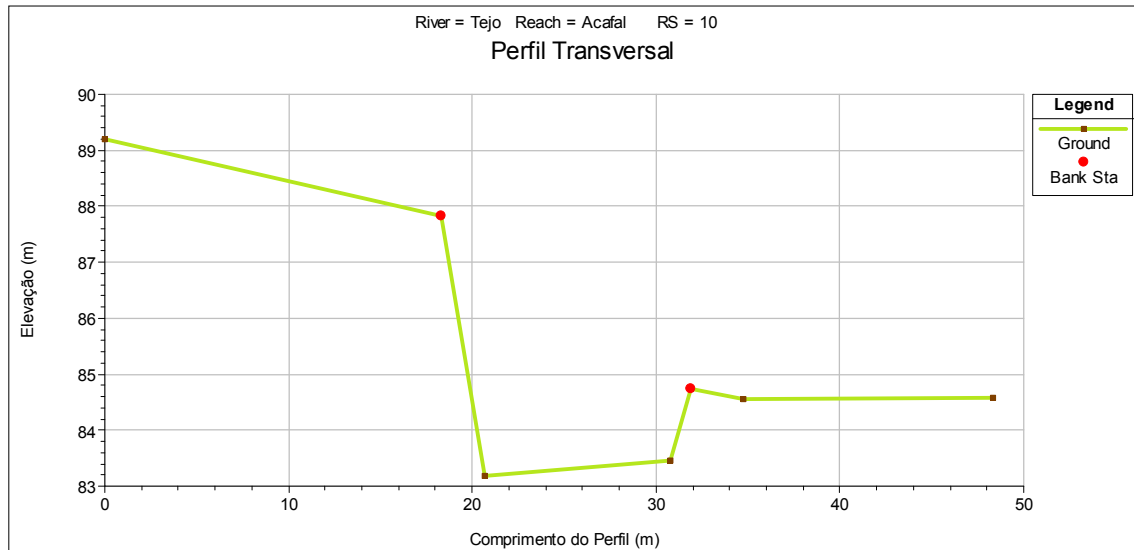
Perfil Transversal nº 9

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40346.16	1315.66	88.42	478	0.00	0.00	1	Exterior
40351.38	1312.14	87.12	479	6.29	6.29	2	Exterior
40356.39	1308.87	85.39	480	5.98	12.27	3	Margem
40358.71	1307.44	84.49	481	2.72	15.00	4	Interior
40359.86	1306.55	83.78	482	1.46	16.46	5	Interior
40368.09	1301.02	83.42	390	9.92	26.37	6	Interior
40369.05	1300.31	84.61	391	1.19	27.56	7	Margem
40370.34	1299.11	84.84	392	1.76	29.32	8	Exterior
40378.90	1294.18	84.27	393	9.89	39.20	9	Exterior
40385.70	1289.49	84.83	394	8.26	47.47	10	Exterior



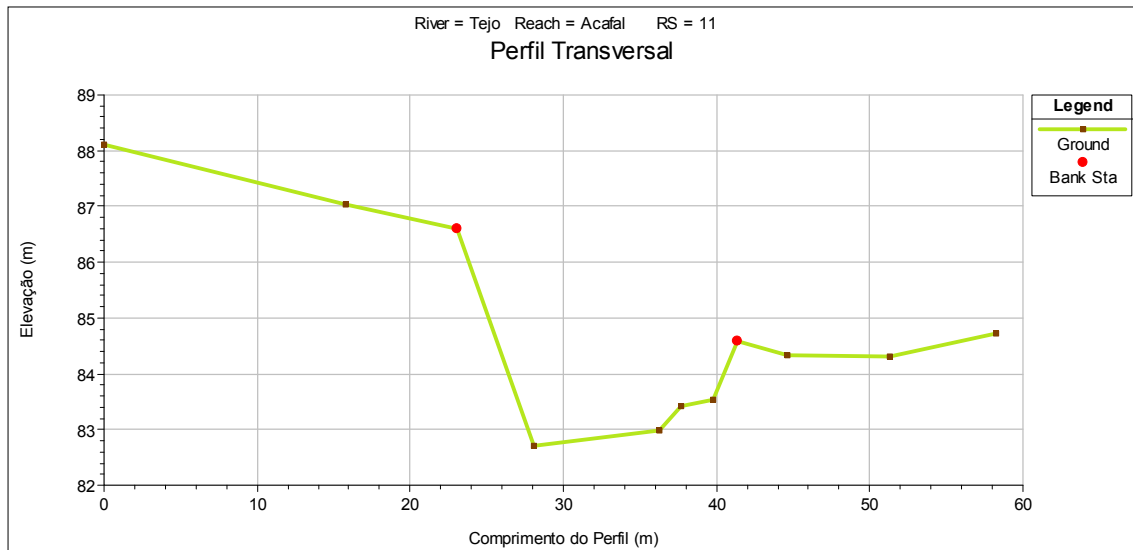
Perfil Transversal nº 10

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40281.35	1233.75	89.19	483	0.00	0.00	1	Exterior
40296.56	1223.57	87.83	484	18.30	18.30	2	Margem
40298.52	1222.23	83.18	485	2.37	20.67	3	Interior
40307.52	1217.59	83.46	386	10.12	30.79	4	Interior
40308.54	1217.19	84.75	387	1.10	31.89	5	Margem
40310.83	1215.48	84.56	388	2.86	34.75	6	Exterior
40322.34	1208.24	84.57	389	13.60	48.35	7	Exterior



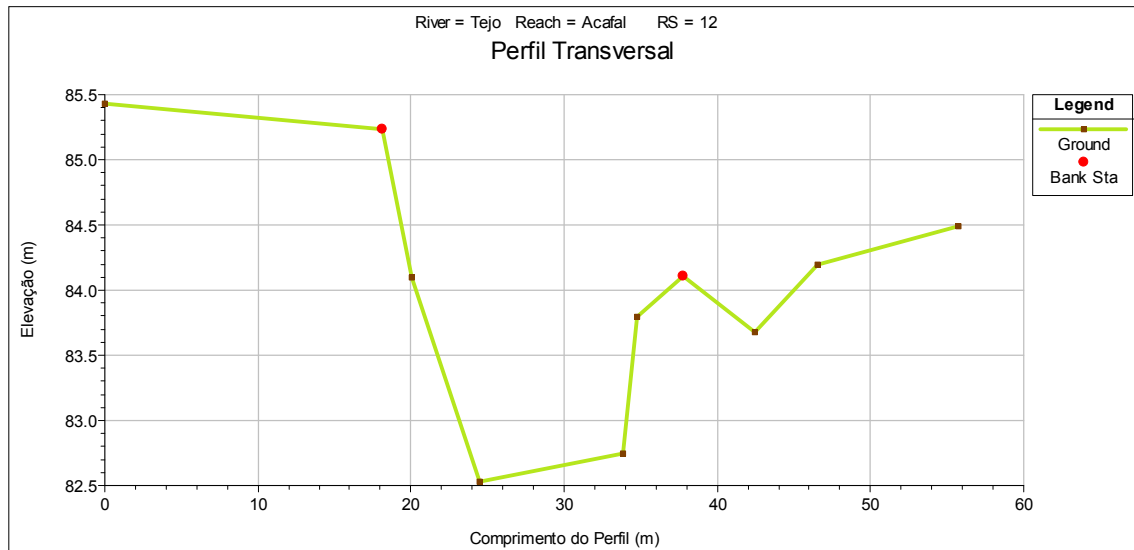
Perfil Transversal nº 11

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40254.04	1135.1	88.10	486	0.00	0.00	1	Exterior
40269.00	1130.03	87.03	487	15.80	15.80	2	Exterior
40275.90	1127.69	86.59	488	7.29	23.08	3	Margem
40280.61	1126.14	82.70	489	4.96	28.04	4	Interior
40288.52	1123.89	82.97	385	8.22	36.26	5	Interior
40289.76	1123.23	83.41	384	1.40	37.67	6	Interior
40291.82	1122.83	83.54	383	2.10	39.77	7	Interior
40293.24	1122.18	84.58	382	1.56	41.33	8	Margem
40296.31	1121.05	84.34	381	3.27	44.60	9	Exterior
40302.78	1119.16	84.31	380	6.74	51.34	10	Exterior
40309.25	1116.73	84.71	379	6.91	58.25	11	Exterior



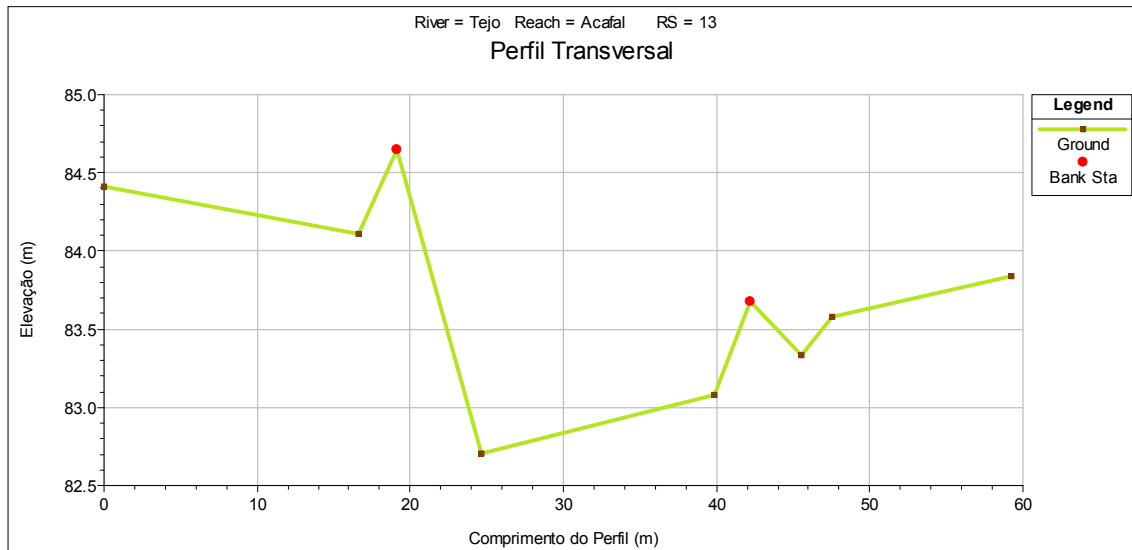
Perfil Transversal nº 12

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40338.65	984.20	85.43	490	0.00	0.00	1	Exterior
40351.95	996.58	85.23	491	18.17	18.17	2	Margem
40353.48	997.72	84.10	492	1.91	20.08	3	Interior
40356.78	1000.61	82.53	493	4.38	24.46	4	Interior
40363.64	1006.97	82.75	373	9.35	33.82	5	Interior
40364.27	1007.66	83.80	374	0.94	34.76	6	Interior
40366.43	1009.73	84.11	375	2.98	37.74	7	Margem
40369.97	1012.84	83.67	376	4.72	42.45	8	Exterior
40372.83	1015.81	84.20	377	4.13	46.58	9	Exterior
40379.90	1021.65	84.49	378	9.16	55.74	10	Exterior



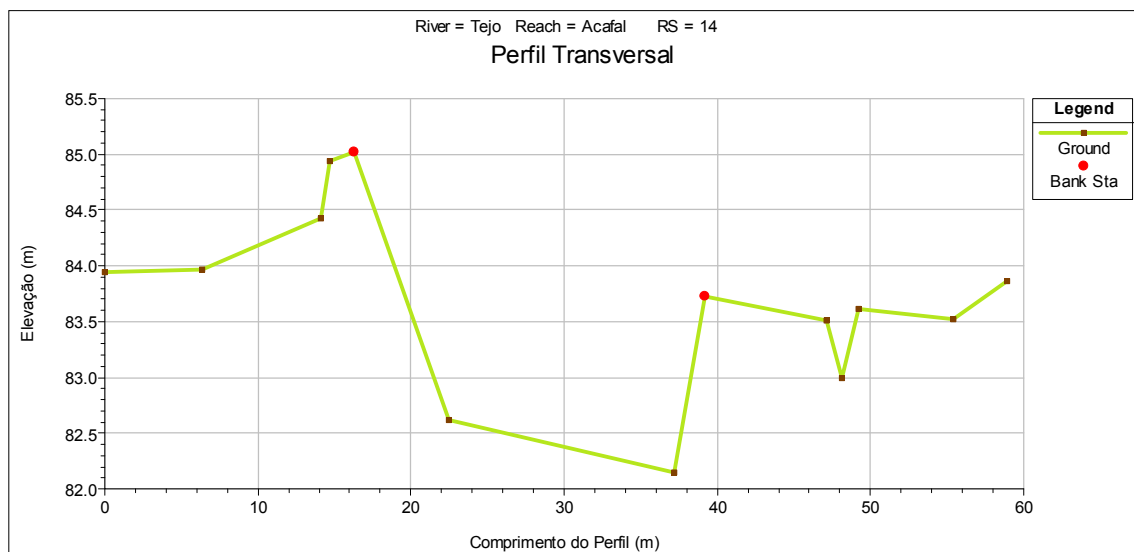
Perfil Transversal nº 13

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40402.26	925.55	84.41	494	0.00	0.00	1	Exterior
40412.04	938.98	84.11	495	16.61	16.61	2	Exterior
40413.46	941.10	84.65	496	2.55	19.16	3	Margem
40416.58	945.57	82.70	497	5.45	24.61	4	Interior
40424.84	958.35	83.08	368	15.22	39.83	5	Interior
40425.94	960.47	83.67	369	2.39	42.22	6	Margem
40428.26	962.87	83.34	370	3.34	45.56	7	Exterior
40429.40	964.47	83.58	371	1.97	47.52	8	Exterior
40435.75	974.37	83.84	372	11.76	59.28	9	Exterior



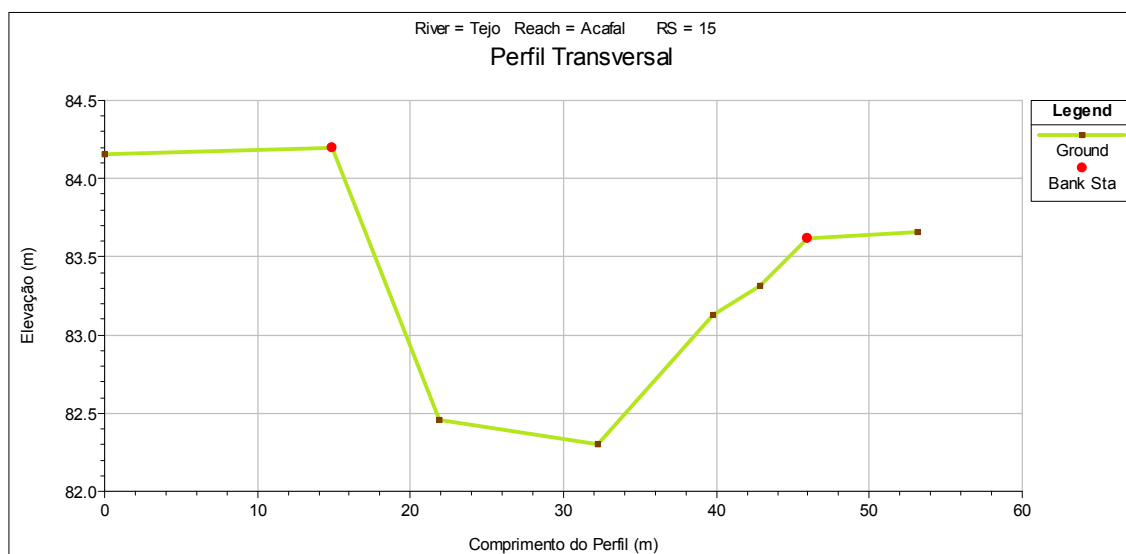
Perfil Transversal nº 14

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40434.01	907.18	83.95	498	0.00	0.00	1	Exterior
40439.35	910.55	83.97	499	6.32	6.32	2	Exterior
40445.78	914.95	84.42	500	7.78	14.10	3	Exterior
40446.28	915.28	84.94	501	0.60	14.70	4	Exterior
40447.65	916.04	85.02	502	1.57	16.27	5	Margem
40452.64	919.80	82.62	503	6.24	22.52	6	Interior
40464.77	928.10	82.15	361	14.70	37.22	7	Interior
40466.58	928.91	83.72	362	1.98	39.20	8	Margem
40473.11	933.40	83.51	363	7.93	47.13	9	Exterior
40473.89	933.99	82.99	364	0.98	48.10	10	Exterior
40474.84	934.57	83.61	365	1.11	49.21	11	Exterior
40480.00	938.03	83.52	366	6.21	55.42	12	Exterior
40482.98	939.90	83.86	367	3.52	58.94	13	Exterior



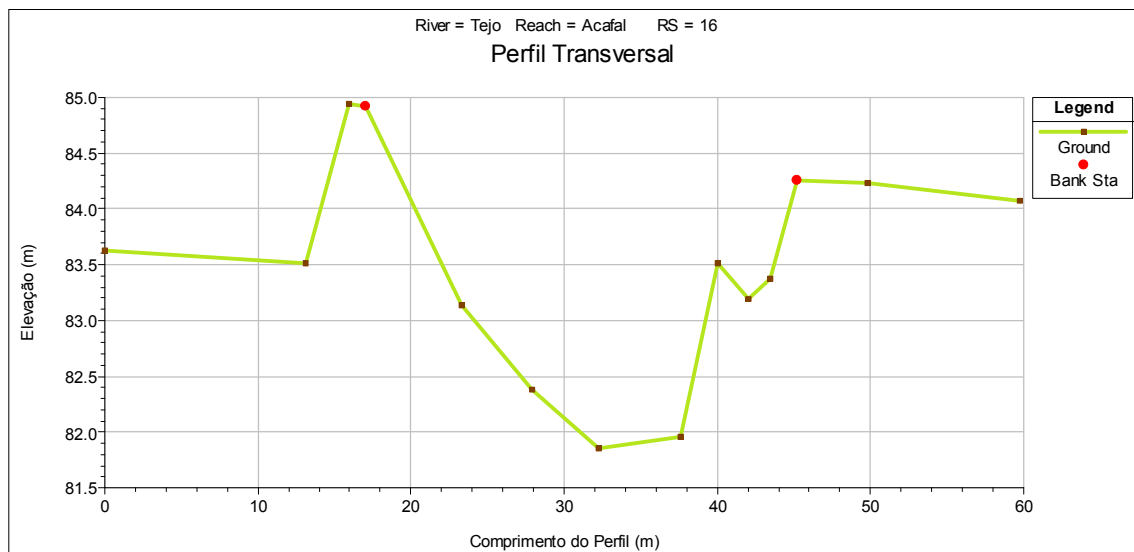
Perfil Transversal nº 15

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40458.41	884.50	84.16	504	0.00	0.00	1	Exterior
40471.25	892.08	84.20	505	14.91	14.91	2	Margem
40477.37	895.51	82.46	506	7.01	21.92	3	Interior
40486.18	900.89	82.30	356	10.33	32.25	4	Interior
40492.62	904.71	83.13	357	7.49	39.74	5	Interior
40495.35	906.25	83.32	358	3.13	42.87	6	Interior
40497.99	907.81	83.62	359	3.06	45.94	7	Margem
40504.25	911.44	83.66	360	7.23	53.17	8	Exterior



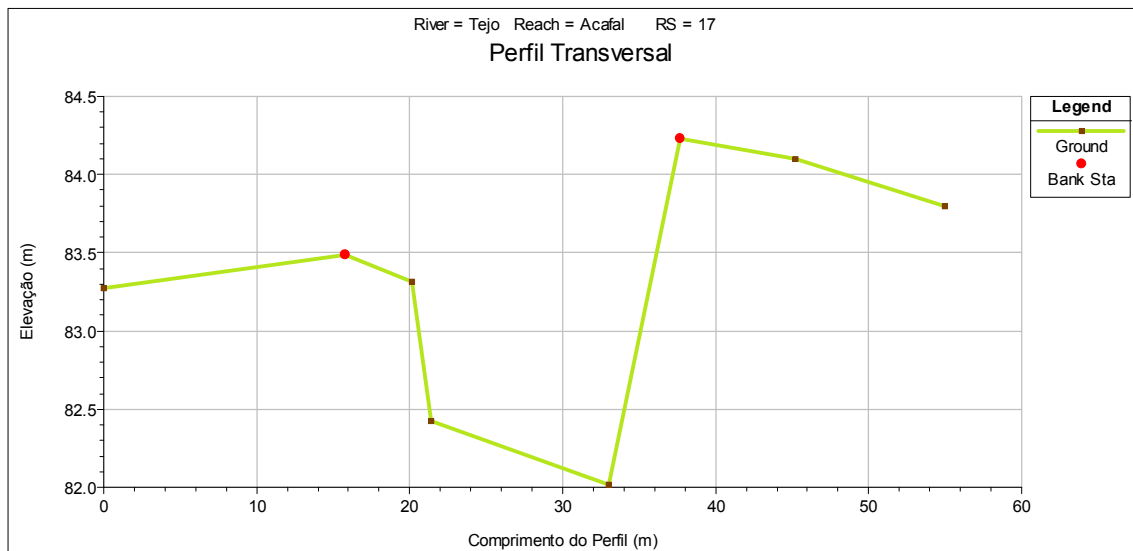
Perfil Transversal nº 16

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40467.92	858.34	83.62	513	0.00	0.00	1	Exterior
40481.00	858.43	83.51	512	13.08	13.08	2	Exterior
40483.91	858.50	84.94	511	2.91	15.99	3	Exterior
40484.93	858.65	84.92	510	1.03	17.02	4	Margem
40491.22	858.36	83.14	509	6.30	23.32	5	Interior
40495.81	858.49	82.39	508	4.59	27.91	6	Interior
40500.12	858.54	81.85	507	4.31	32.22	7	Interior
40505.52	858.53	81.96	349	5.40	37.62	8	Interior
40507.90	858.58	83.52	350	2.38	40.00	9	Interior
40509.96	858.61	83.19	351	2.06	42.06	10	Interior
40511.31	858.69	83.37	352	1.35	43.41	11	Interior
40513.08	858.60	84.25	353	1.77	45.18	12	Margem
40517.73	858.67	84.23	354	4.66	49.84	13	Exterior
40527.64	858.66	84.07	355	9.90	59.75	14	Exterior



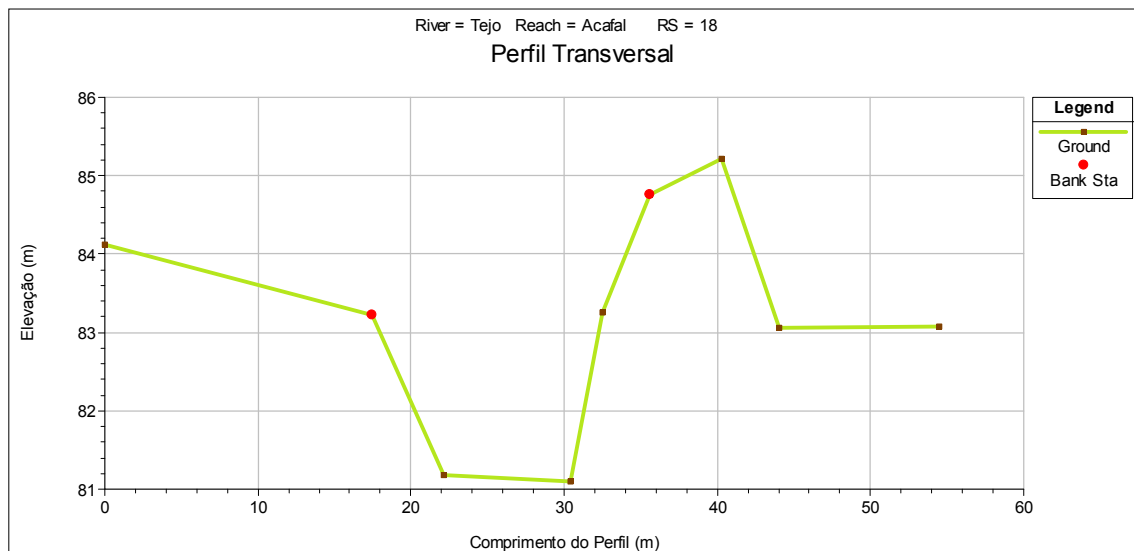
Perfil Transversal nº 17

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40463.39	810.86	83.28	514	0.00	0.00	1	Exterior
40477.48	803.77	83.49	515	15.77	15.77	2	Margem
40481.46	801.95	83.32	516	4.38	20.15	3	Interior
40482.54	801.35	82.42	517	1.23	21.38	4	Interior
40493.02	796.32	82.02	345	11.63	33.01	5	Interior
40497.15	794.11	84.23	346	4.69	37.69	6	Margem
40503.98	790.93	84.10	347	7.54	45.23	7	Exterior
40512.66	786.54	83.80	348	9.72	54.95	8	Exterior



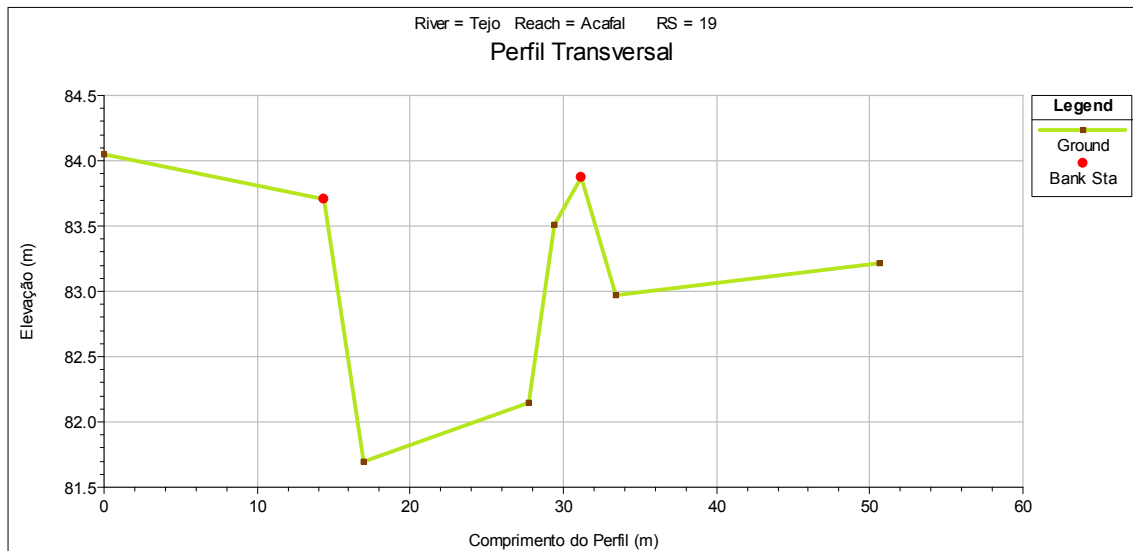
Perfil Transversal nº 18

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40399.64	735.32	84.12	518	0.00	0.00	1	Exterior
40416.43	730.46	83.22	519	17.48	17.48	2	Margem
40420.88	729.19	81.19	520	4.63	22.11	3	Interior
40428.85	726.88	81.10	344	8.29	30.40	4	Interior
40430.86	726.40	83.26	343	2.07	32.47	5	Interior
40433.87	725.55	84.76	342	3.13	35.59	6	Margem
40438.37	724.27	85.21	341	4.69	40.28	7	Exterior
40442.01	723.32	83.06	340	3.76	44.04	8	Exterior
40452.06	720.50	83.07	339	10.44	54.48	9	Exterior



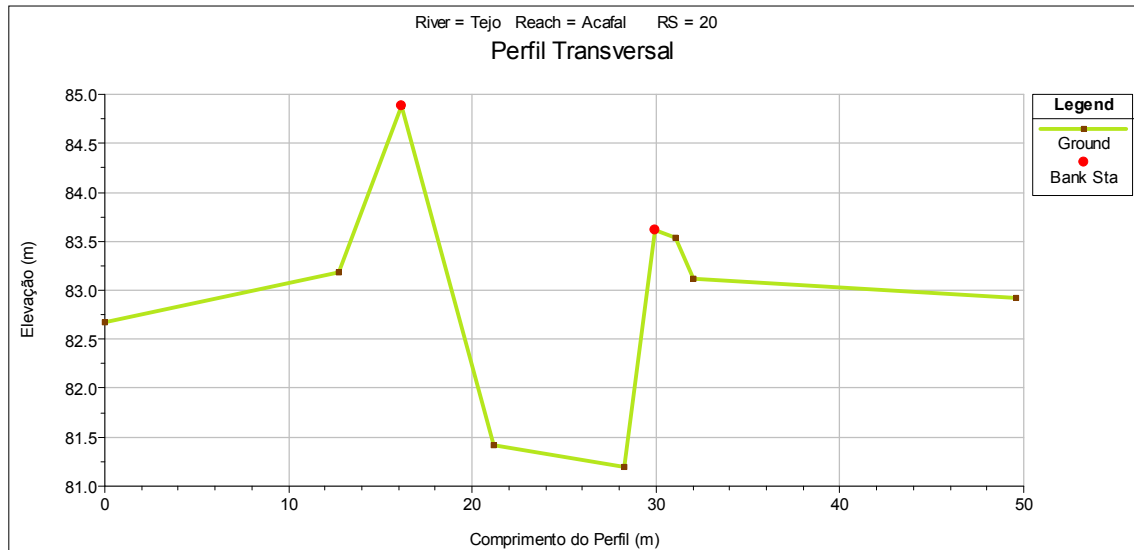
Perfil Transversal nº 19

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40403.45	687.99	84.05	523	0.00	0.00	1	Exterior
40417.79	687.93	83.70	522	14.34	14.34	2	Margem
40420.42	687.98	81.70	521	2.62	16.96	3	Interior
40431.23	688.15	82.15	334	10.82	27.78	4	Interior
40432.89	688.16	83.51	335	1.66	29.44	5	Interior
40434.61	688.27	83.87	336	1.72	31.16	6	Margem
40436.90	688.26	82.97	337	2.29	33.46	7	Exterior
40454.10	688.36	83.22	338	17.19	50.65	8	Exterior



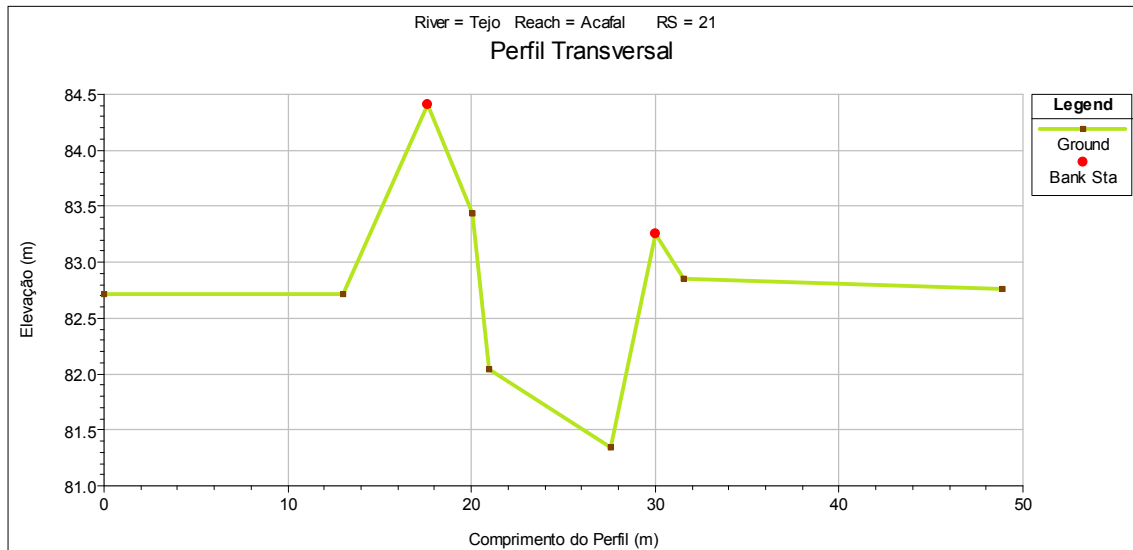
Perfil Transversal nº 20

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40424.84	594.18	82.67	524	0.00	0.00	1	Exterior
40437.25	597.03	83.18	525	12.74	12.74	2	Exterior
40440.51	598.05	84.88	526	3.42	16.15	3	Margem
40445.41	599.20	81.42	527	5.04	21.19	4	Interior
40452.32	600.85	81.20	329	7.10	28.30	5	Interior
40453.98	601.05	83.61	330	1.67	29.96	6	Margem
40455.00	601.36	83.54	331	1.07	31.03	7	Exterior
40455.97	601.57	83.12	332	0.99	32.02	8	Exterior
40473.00	605.72	82.93	333	17.53	49.55	9	Exterior



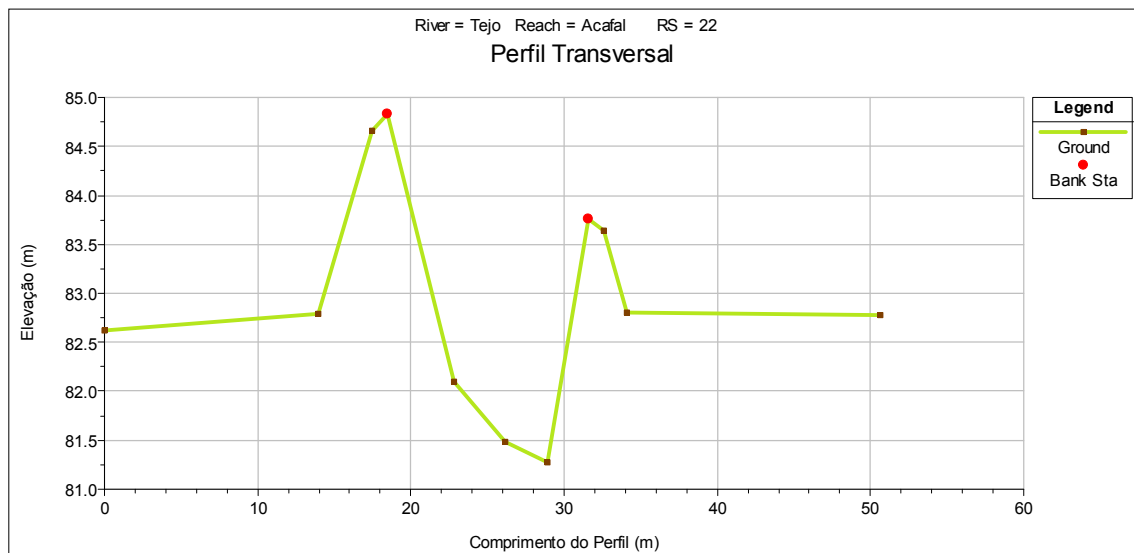
Perfil Transversal nº 21

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40474.92	513.47	82.72	532	0.00	0.00	1	Exterior
40487.84	514.81	82.72	531	12.99	12.99	2	Exterior
40492.40	515.76	84.41	530	4.66	17.65	3	Margem
40494.80	515.97	83.44	529	2.41	20.06	4	Interior
40495.73	516.04	82.04	528	0.93	20.99	5	Interior
40502.24	516.90	81.34	321	6.56	27.55	6	Interior
40504.66	517.16	83.25	326	2.44	29.99	7	Margem
40506.20	517.30	82.86	327	1.55	31.54	8	Exterior
40523.40	519.55	82.76	328	17.35	48.89	9	Exterior



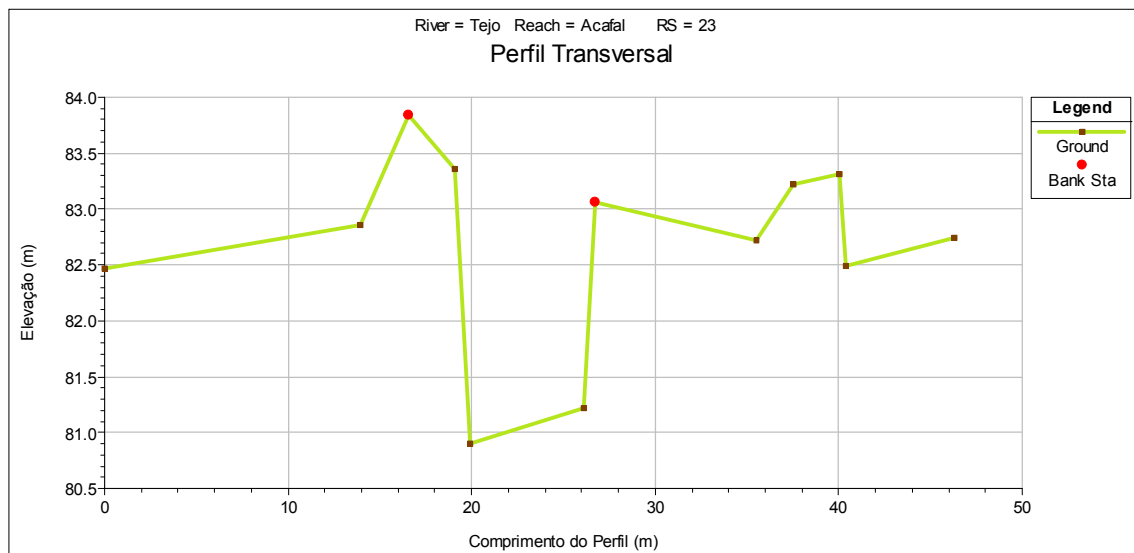
Perfil Transversal nº 22

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40475.52	503.59	82.63	538	0.00	0.00	1	Exterior
40489.44	502.36	82.79	537	13.97	13.97	2	Exterior
40492.94	501.95	84.66	536	3.53	17.50	3	Exterior
40493.93	501.91	84.83	535	1.00	18.49	4	Margem
40498.24	501.78	82.09	534	4.30	22.79	5	Interior
40501.54	501.43	81.48	533	3.32	26.12	6	Interior
40504.30	501.18	81.28	320	2.77	28.89	7	Interior
40507.00	500.96	83.76	322	2.71	31.60	8	Margem
40508.02	501.05	83.64	323	1.02	32.62	9	Exterior
40509.51	500.86	82.81	324	1.50	34.12	10	Exterior
40525.95	499.53	82.77	325	16.50	50.62	11	Exterior



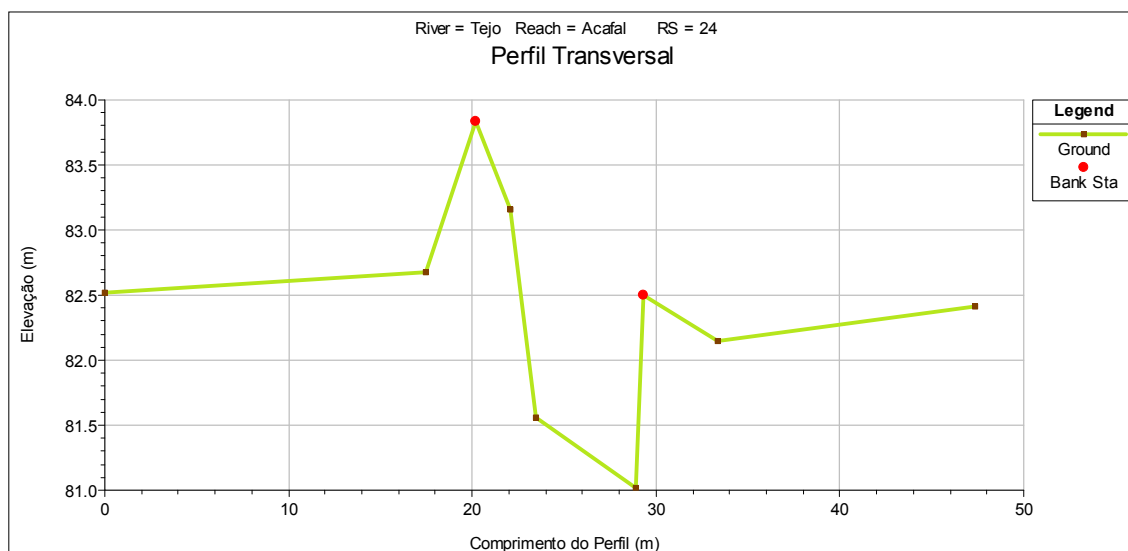
Perfil Transversal nº 23

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40471.57	470.15	82.47	539	0.00	0.00	1	Exterior
40483.31	462.67	82.86	540	13.92	13.92	2	Exterior
40485.58	461.23	83.85	541	2.69	16.61	3	Margem
40487.59	459.84	83.36	542	2.44	19.05	4	Interior
40488.34	459.46	80.90	543	0.85	19.90	5	Interior
40493.59	456.07	81.22	313	6.25	26.15	6	Interior
40494.08	455.73	83.06	314	0.59	26.74	7	Margem
40501.45	451.01	82.71	315	8.76	35.49	8	Exterior
40503.25	450.03	83.23	316	2.05	37.54	9	Exterior
40505.34	448.62	83.31	317	2.52	40.06	10	Exterior
40505.60	448.40	82.49	318	0.34	40.40	11	Exterior
40510.62	445.26	82.74	319	5.92	46.32	12	Exterior



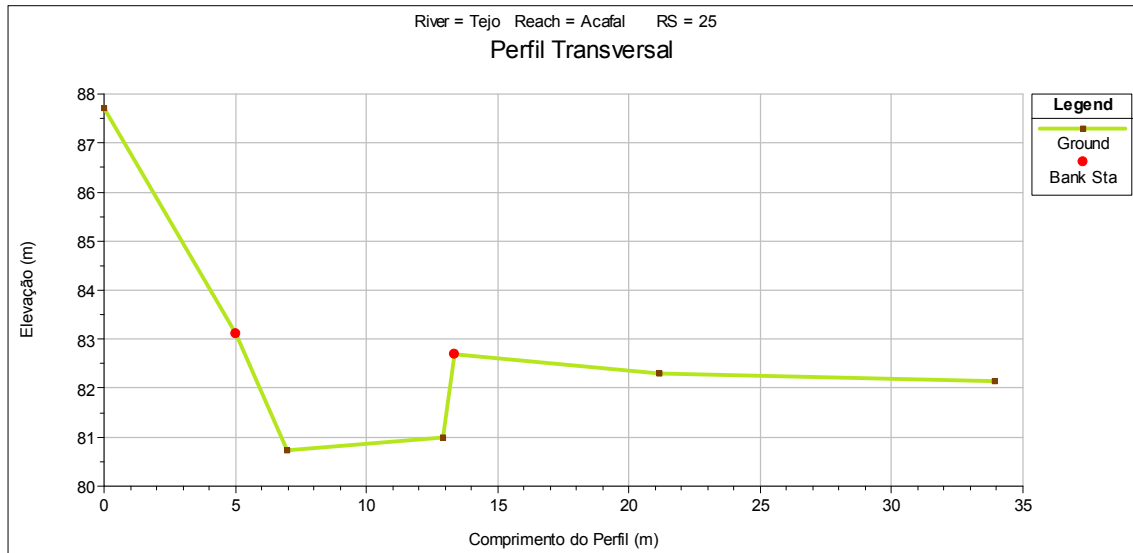
Perfil Transversal nº 24

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40464.10	470.21	82.52	548	0.00	0.00	1	Exterior
40468.27	453.26	82.68	547	17.46	17.46	2	Exterior
40468.84	450.56	83.83	546	2.76	20.21	3	Margem
40469.05	448.69	83.15	545	1.88	22.09	4	Interior
40469.35	447.35	81.56	544	1.38	23.47	5	Interior
40470.65	442.10	81.02	309	5.40	28.87	6	Interior
40470.84	441.68	82.50	310	0.47	29.34	7	Margem
40471.67	437.73	82.14	311	4.04	33.37	8	Exterior
40474.52	424.04	82.41	312	13.98	47.35	9	Exterior



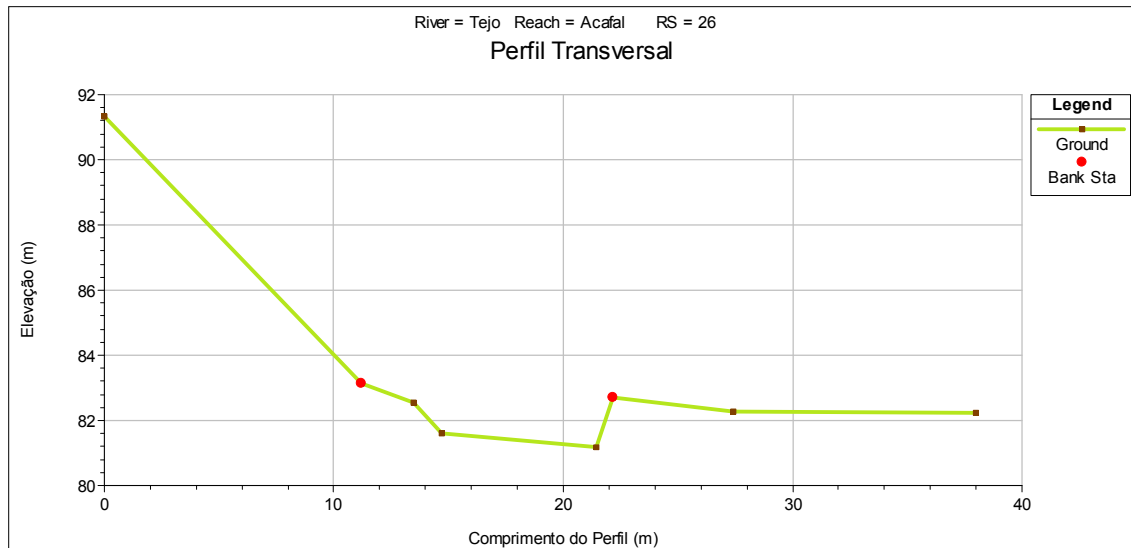
Perfil Transversal nº 25

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40358.56	439.09	87.72	551	0.00	0.00	1	Exterior
40362.30	435.71	83.11	550	5.04	5.04	2	Margem
40363.63	434.32	80.75	549	1.93	6.97	3	Interior
40367.71	429.98	81.01	305	5.95	12.92	4	Interior
40367.89	429.59	82.70	306	0.43	13.36	5	Margem
40373.68	424.38	82.31	307	7.79	21.14	6	Exterior
40382.69	415.30	82.14	308	12.80	33.94	7	Exterior



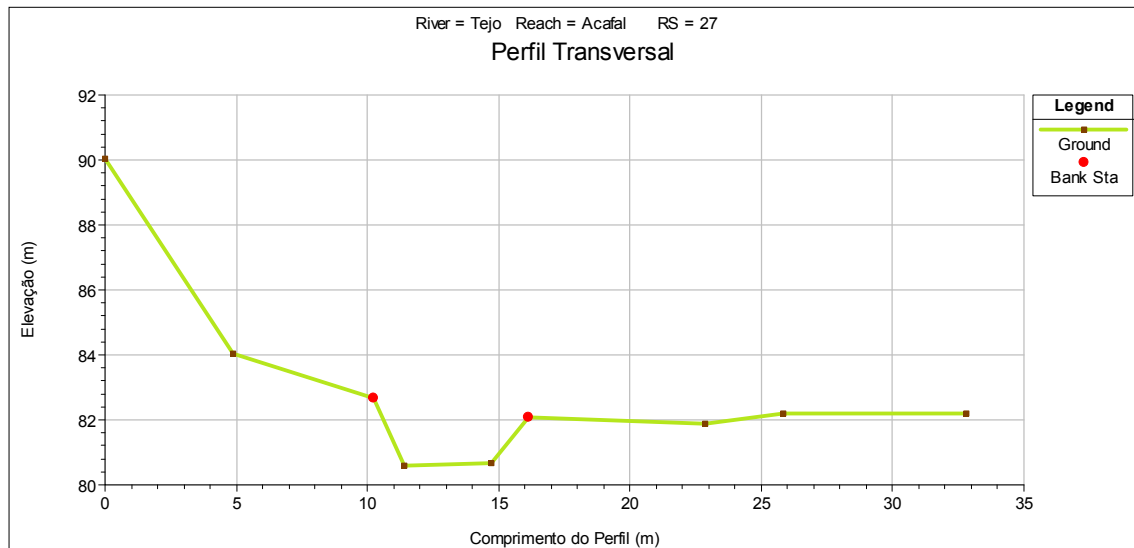
Perfil Transversal nº 26

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40347.85	407.16	91.32	555	0.00	0.00	1	Exterior
40359.02	407.07	83.16	554	11.17	11.17	2	Margem
40361.33	407.08	82.54	553	2.31	13.48	3	Interior
40362.57	407.18	81.59	552	1.25	14.73	4	Interior
40369.27	407.34	81.18	301	6.70	21.43	5	Interior
40369.96	407.11	82.69	302	0.72	22.15	6	Margem
40375.21	407.16	82.28	303	5.26	27.41	7	Exterior
40385.79	407.15	82.25	304	10.58	37.99	8	Exterior



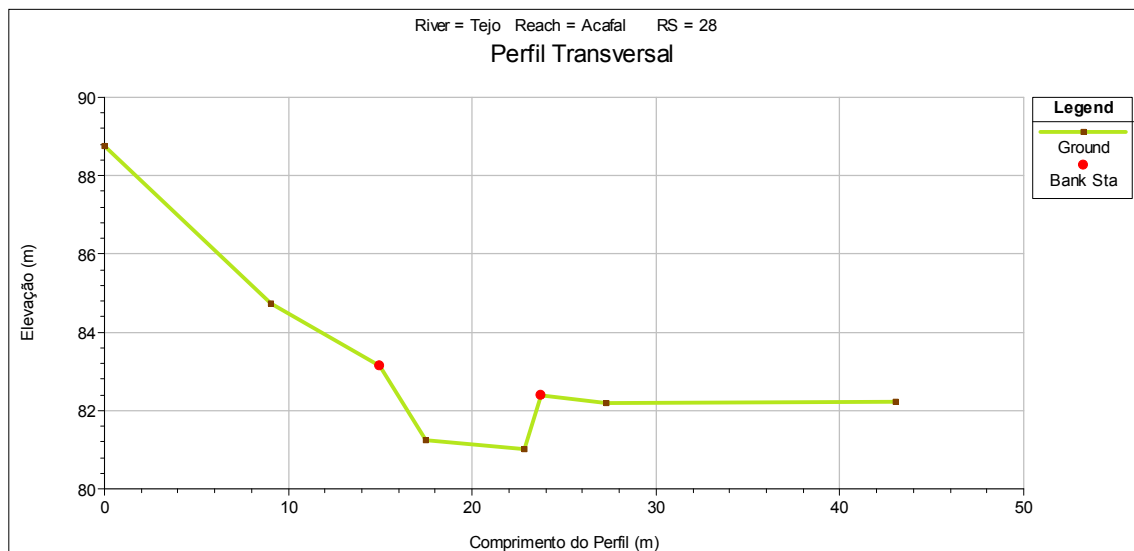
Perfil Transversal nº 27

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40349.88	391.03	90.04	556	0.00	0.00	1	Exterior
40354.75	390.79	84.04	557	4.88	4.88	2	Exterior
40360.09	390.77	82.68	558	5.34	10.22	3	Margem
40361.25	390.79	80.59	559	1.17	11.39	4	Interior
40364.61	390.85	80.68	296	3.35	14.74	5	Interior
40365.98	390.76	82.10	297	1.38	16.12	6	Margem
40372.72	390.54	81.90	298	6.74	22.86	7	Exterior
40375.67	390.44	82.20	299	2.95	25.81	8	Exterior
40382.64	390.37	82.21	300	6.97	32.78	9	Exterior



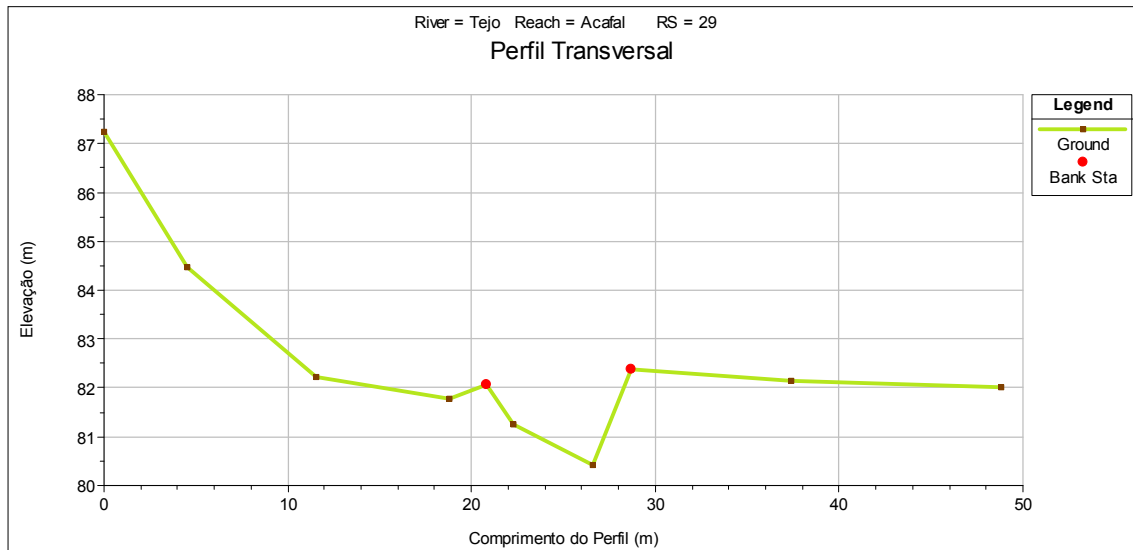
Perfil Transversal nº 28

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40352.43	304.84	88.77	560	0.00	0.00	1	Exterior
40361.16	307.32	84.72	561	9.08	9.08	2	Exterior
40366.88	308.81	83.14	562	5.90	14.98	3	Margem
40369.31	309.44	81.23	563	2.51	17.49	4	Interior
40374.46	310.84	81.03	292	5.34	22.83	5	Interior
40375.35	311.11	82.40	293	0.93	23.76	6	Margem
40378.81	311.89	82.20	294	3.54	27.30	7	Exterior
40393.94	316.15	82.21	295	15.72	43.02	8	Exterior



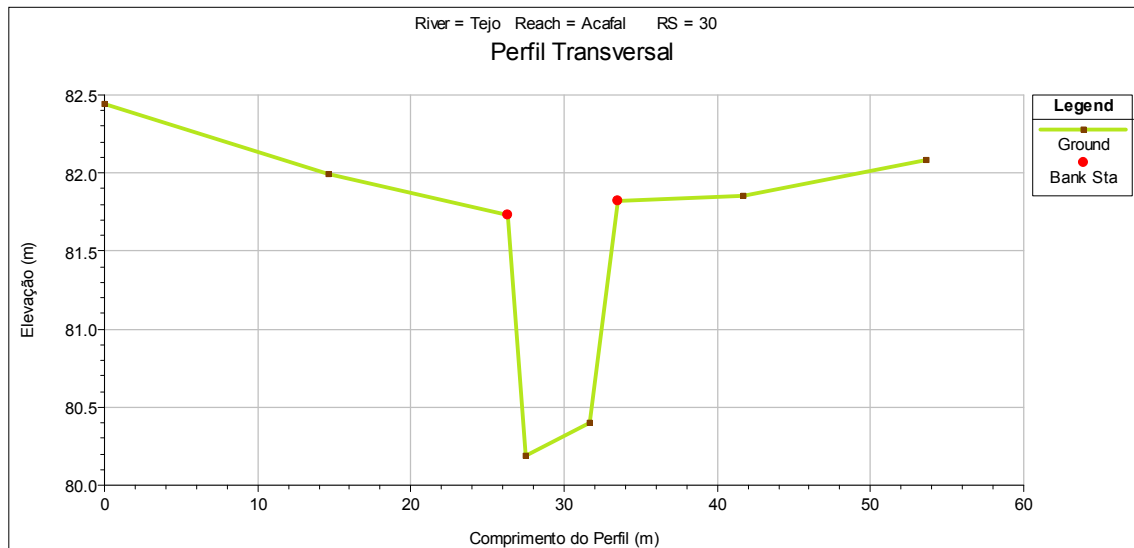
Perfil Transversal nº 29

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40360.51	229.85	87.25	569	0.00	0.00	1	Exterior
40364.98	230.38	84.48	568	4.50	4.50	2	Exterior
40371.96	231.62	82.23	567	7.09	11.59	3	Exterior
40379.06	232.70	81.77	566	7.19	18.78	4	Exterior
40381.08	232.99	82.07	565	2.04	20.82	5	Margem
40382.55	233.23	81.25	564	1.49	22.31	6	Interior
40386.77	233.97	80.41	288	4.28	26.59	7	Interior
40388.85	234.27	82.38	289	2.10	28.70	8	Margem
40397.45	235.51	82.15	290	8.68	37.38	9	Exterior
40408.75	237.44	82.02	291	11.47	48.85	10	Exterior



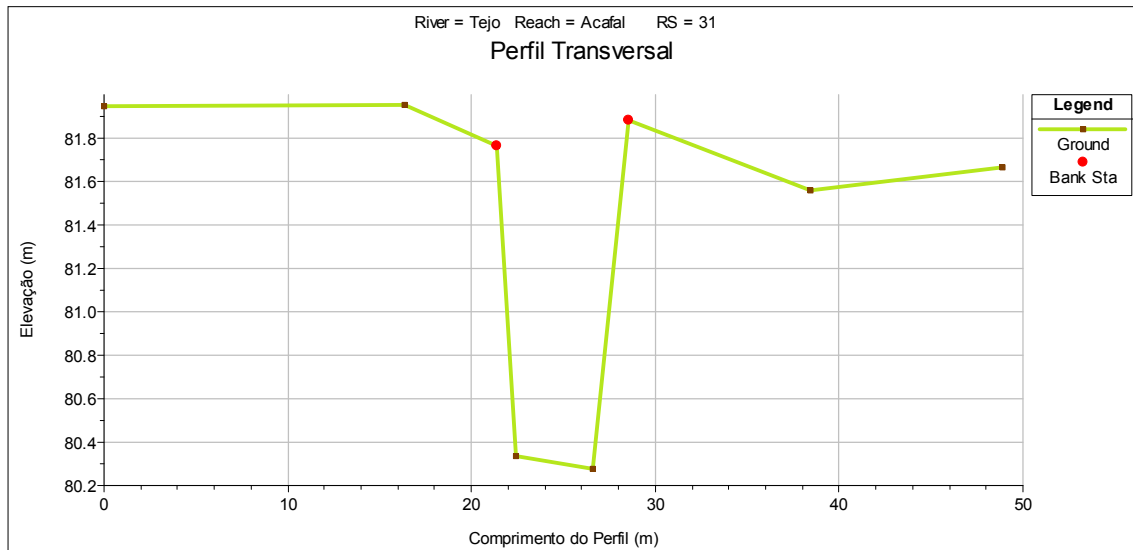
Perfil Transversal nº 30

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40373.56	133.85	82.45	570	0.00	0.00	1	Exterior
40387.67	137.83	81.99	571	14.66	14.66	2	Exterior
40398.84	141.19	81.73	572	11.66	26.32	3	Margem
40399.92	141.54	80.19	573	1.14	27.46	4	Interior
40403.99	142.66	80.40	284	4.22	31.68	5	Interior
40405.77	143.18	81.82	285	1.86	33.54	6	Margem
40413.58	145.51	81.86	286	8.14	41.68	7	Exterior
40425.08	148.94	82.08	287	12.00	53.68	8	Exterior



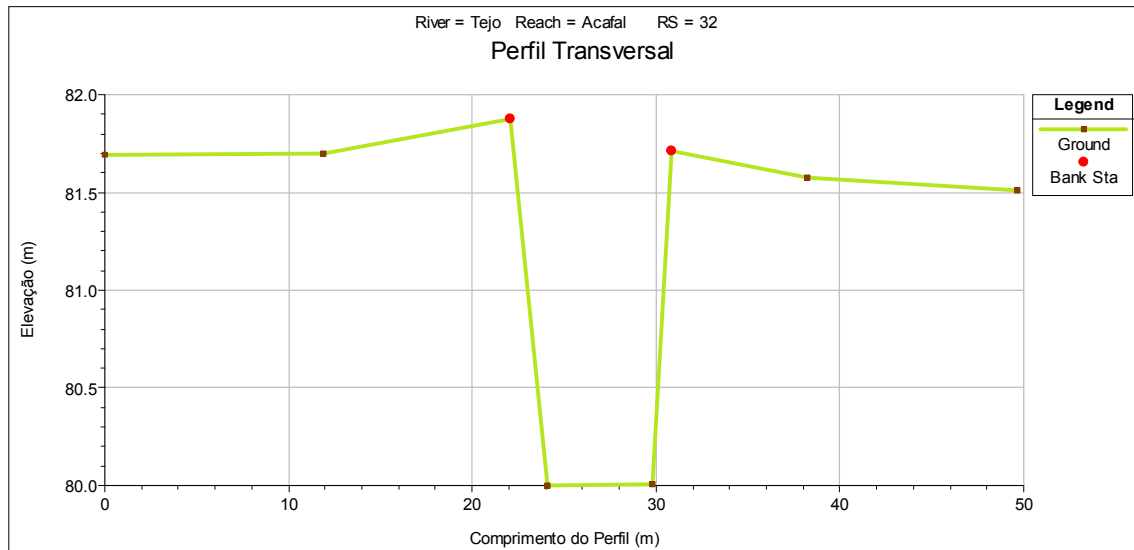
Perfil Transversal nº 31

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40403.25	73.65	81.95	577	0.00	0.00	1	Exterior
40419.03	78.08	81.96	576	16.39	16.39	2	Exterior
40423.88	79.35	81.76	575	5.01	21.40	3	Margem
40424.90	79.60	80.34	574	1.05	22.45	4	Interior
40428.81	80.94	80.27	280	4.14	26.59	5	Interior
40430.74	81.46	81.88	281	1.99	28.58	6	Margem
40440.28	84.05	81.56	282	9.89	38.47	7	Exterior
40450.31	86.92	81.66	283	10.44	48.91	8	Exterior



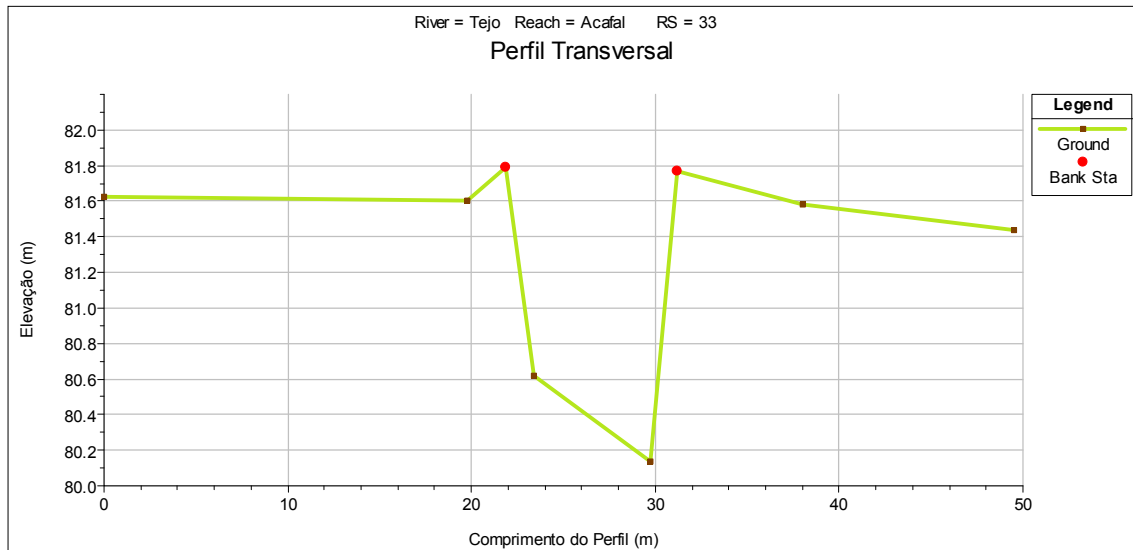
Perfil Transversal nº 32

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40420.84	46.22	81.70	578	0.00	0.00	1	Exterior
40431.24	52.02	81.70	579	11.91	11.91	2	Exterior
40440.15	56.85	81.88	580	10.13	22.04	3	Margem
40441.96	57.82	80.00	581	2.06	24.10	4	Interior
40446.97	60.52	80.01	276	5.69	29.79	5	Interior
40447.91	60.94	81.71	277	1.02	30.82	6	Margem
40454.43	64.45	81.57	278	7.41	38.22	7	Exterior
40464.52	69.82	81.51	279	11.43	49.65	8	Exterior



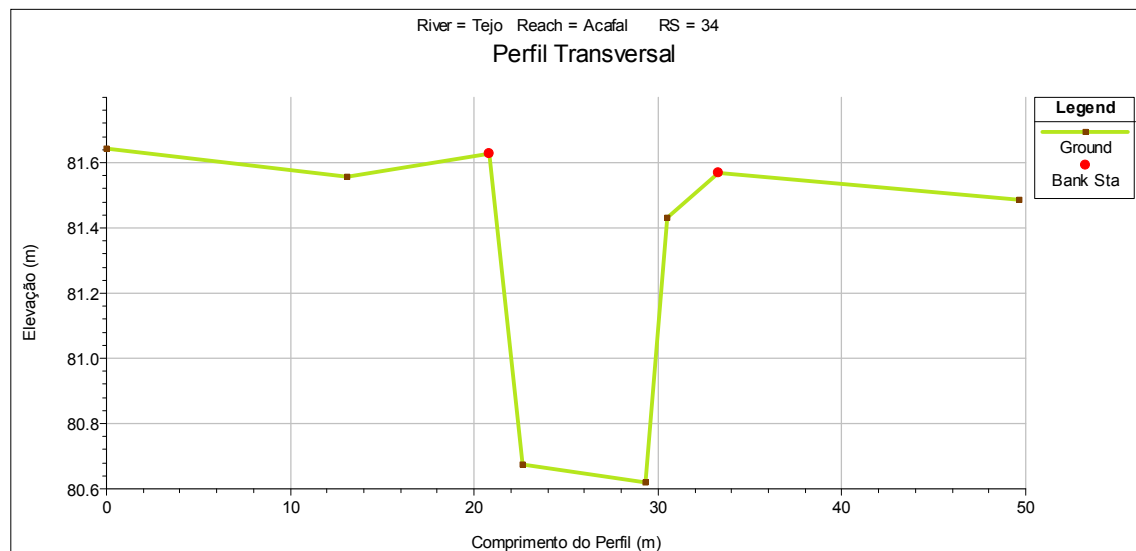
Perfil Transversal nº 33

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40454.19	-6.79	81.63	585	0.00	0.00	1	Exterior
40472.12	1.49	81.61	584	19.75	19.75	2	Exterior
40474.07	2.30	81.79	583	2.12	21.87	3	Margem
40475.25	3.24	80.62	582	1.51	23.37	4	Interior
40481.22	5.52	80.14	272	6.39	29.76	5	Interior
40482.58	6.05	81.77	273	1.46	31.22	6	Margem
40488.74	8.96	81.58	274	6.82	38.04	7	Exterior
40499.20	13.66	81.44	275	11.47	49.51	8	Exterior



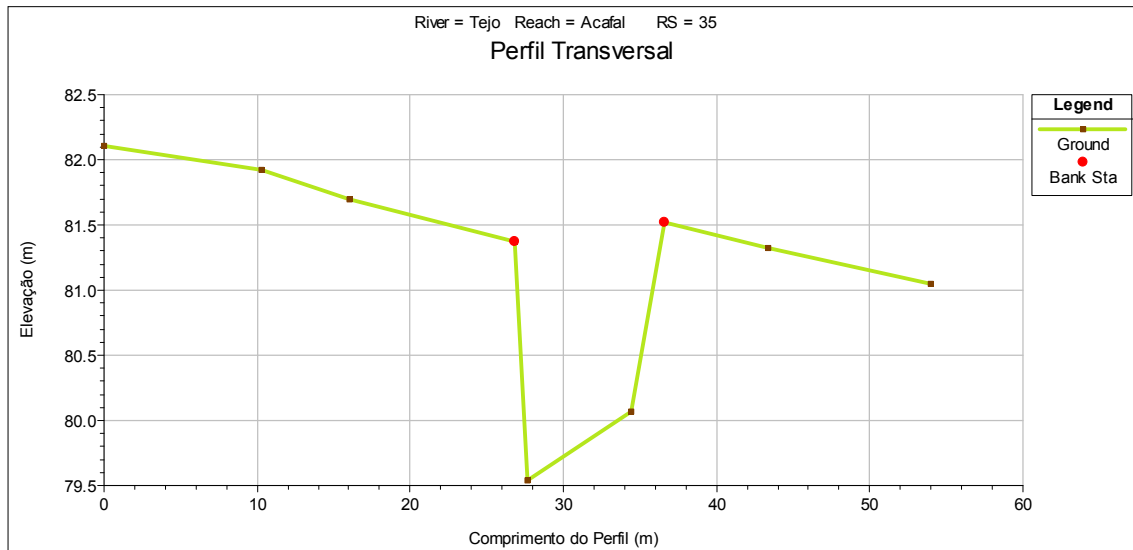
Perfil Transversal nº 34

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40457.74	-60.17	81.64	586	0.00	0.00	1	Exterior
40470.84	-60.41	81.56	587	13.10	13.10	2	Exterior
40478.58	-60.51	81.63	588	7.75	20.84	3	Margem
40480.35	-60.58	80.68	589	1.78	22.62	4	Interior
40487.06	-60.51	80.62	268	6.70	29.32	5	Interior
40488.21	-60.60	81.43	269	1.16	30.47	6	Interior
40490.99	-60.64	81.57	270	2.78	33.26	7	Margem
40507.40	-60.86	81.49	271	16.41	49.67	8	Exterior



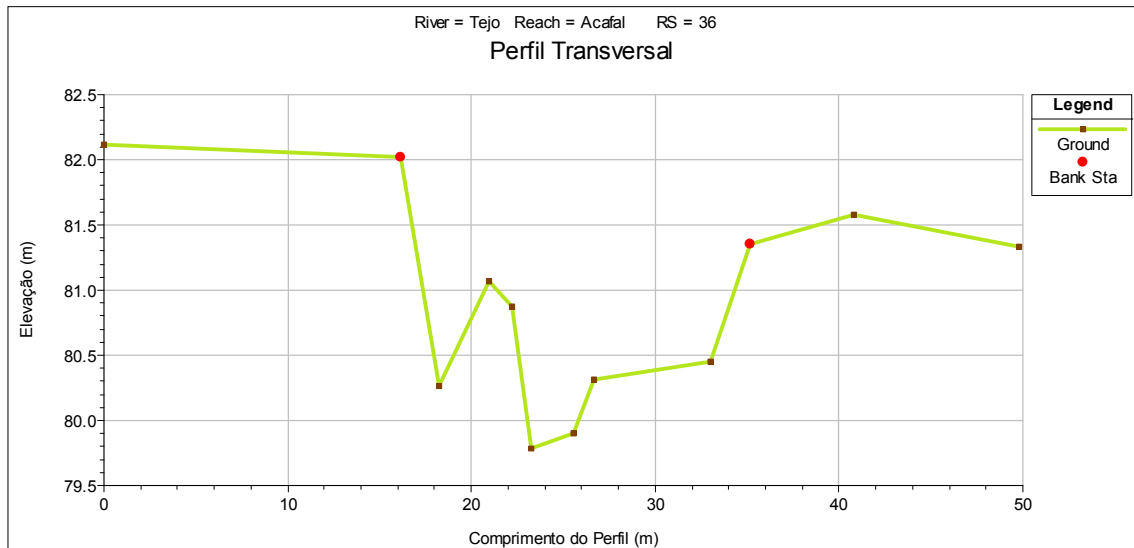
Perfil Transversal nº 35

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40454.93	-170.20	82.11	590	0.00	0.00	1	Exterior
40463.97	-165.33	81.92	591	10.28	10.28	2	Exterior
40468.99	-162.40	81.70	592	5.81	16.08	3	Exterior
40478.64	-157.60	81.38	593	10.78	26.86	4	Margem
40479.36	-157.34	79.54	594	0.77	27.63	5	Interior
40485.27	-153.97	80.07	264	6.81	34.43	6	Interior
40487.28	-153.11	81.52	265	2.18	36.62	7	Margem
40493.22	-149.90	81.33	266	6.76	43.37	8	Exterior
40502.64	-145.01	81.05	267	10.61	53.98	9	Exterior



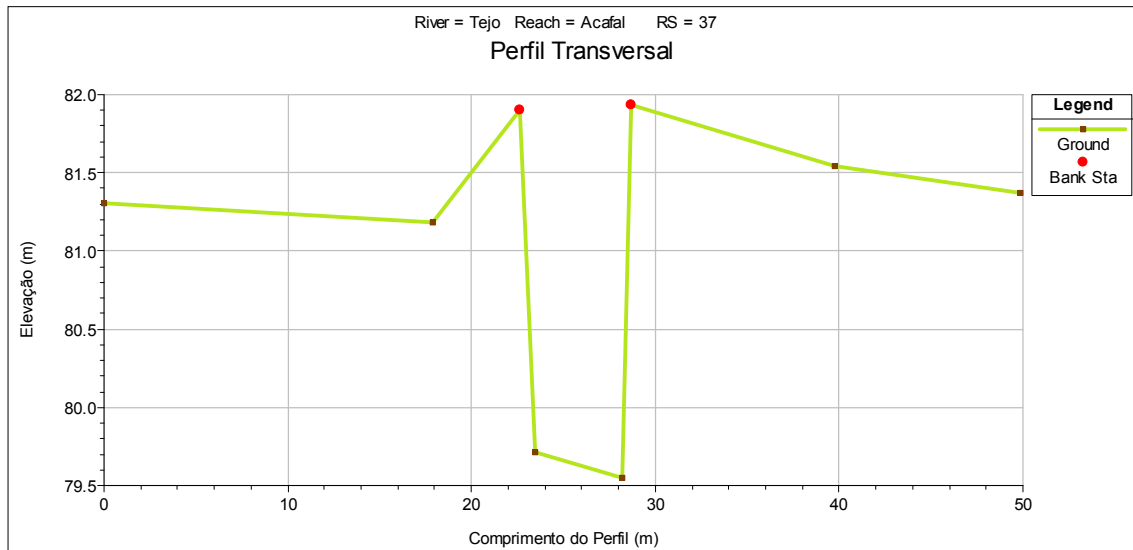
Perfil Transversal nº 36

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40468.45	-204.34	82.11	595	0.00	0.00	1	Exterior
40481.80	-195.27	82.02	596	16.15	16.15	2	Margem
40483.54	-194.03	80.26	597	2.13	18.28	3	Interior
40485.64	-192.42	81.07	599	2.65	20.93	4	Interior
40486.68	-191.61	80.87	600	1.31	22.24	5	Interior
40487.45	-191.00	79.79	601	0.99	23.23	6	Interior
40489.41	-189.75	79.90	258	2.32	25.55	7	Interior
40490.17	-188.94	80.32	259	1.12	26.67	8	Interior
40495.52	-185.47	80.45	260	6.37	33.04	9	Interior
40497.14	-184.08	81.35	261	2.13	35.17	10	Margem
40501.81	-180.91	81.58	262	5.64	40.81	11	Exterior
40509.20	-175.77	81.34	263	9.01	49.82	12	Exterior



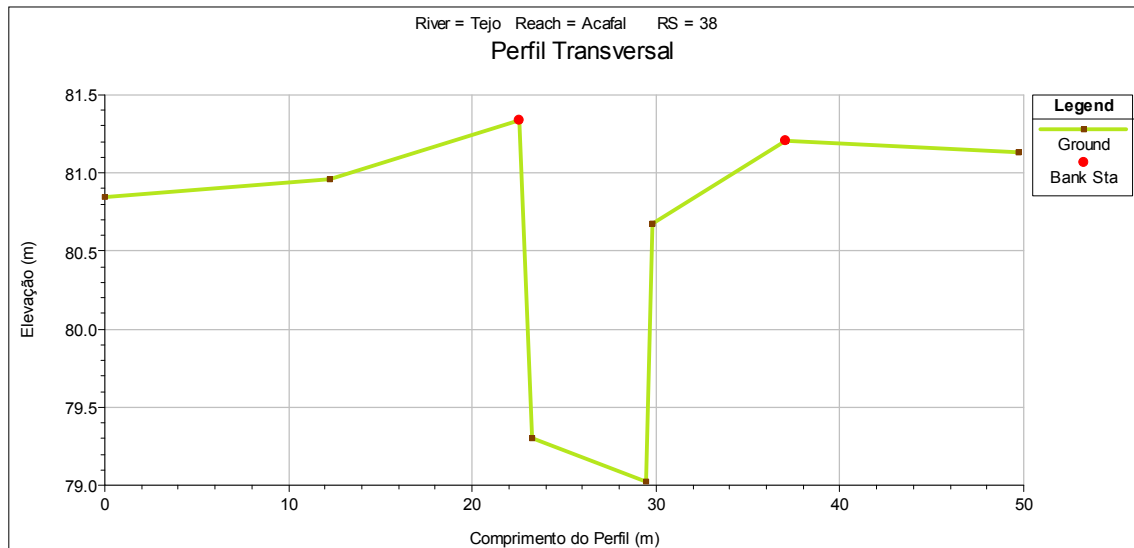
Perfil Transversal n° 37

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40494.42	-238.16	81.31	605	0.00	0.00	1	Exterior
40507.03	-225.43	81.18	604	17.92	17.92	2	Exterior
40510.45	-222.21	81.90	603	4.70	22.61	3	Margem
40510.98	-221.50	79.71	602	0.89	23.50	4	Interior
40514.38	-218.26	79.55	254	4.70	28.20	5	Interior
40514.81	-218.04	81.93	255	0.47	28.68	6	Margem
40522.48	-210.06	81.55	256	11.07	39.74	7	Exterior
40529.66	-202.95	81.37	257	10.11	49.85	8	Exterior



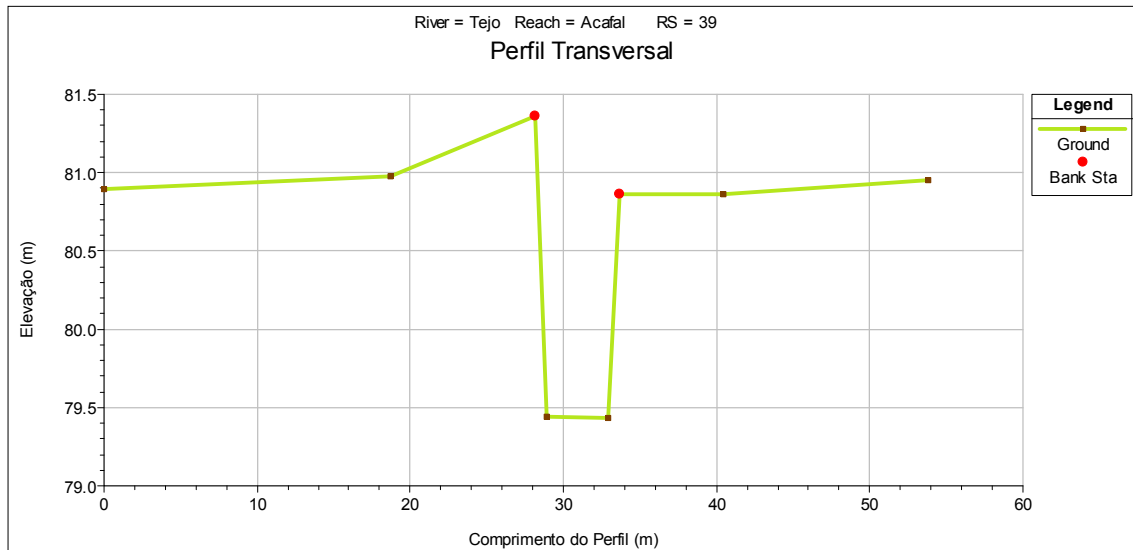
Perfil Transversal nº 38

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40557.44	-275.66	80.85	606	0.00	0.00	1	Exterior
40567.56	-268.74	80.96	607	12.26	12.26	2	Exterior
40575.93	-262.73	81.34	608	10.30	22.56	3	Margem
40576.35	-262.15	79.31	609	0.71	23.27	4	Interior
40581.55	-258.86	79.02	250	6.16	29.43	5	Interior
40581.83	-258.57	80.67	251	0.40	29.83	6	Interior
40587.60	-254.29	81.21	252	7.19	37.02	7	Margem
40597.91	-246.84	81.13	253	12.72	49.74	8	Exterior



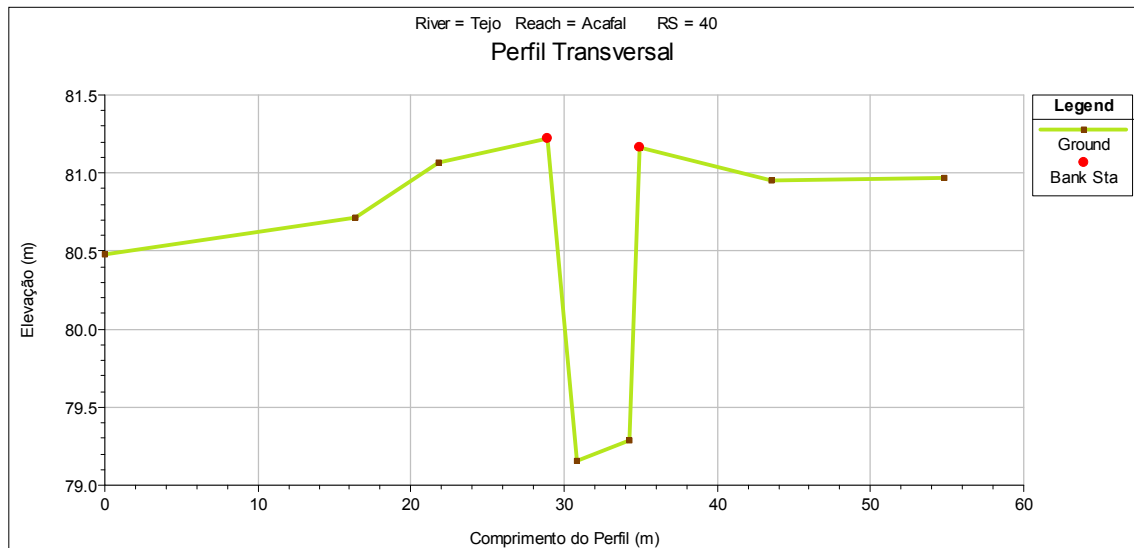
Perfil Transversal nº39

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40620.76	-325.19	80.89	610	0.00	0.00	1	Exterior
40633.03	-311.10	80.97	611	18.69	18.69	2	Exterior
40639.15	-303.82	81.36	612	9.51	28.20	3	Margem
40639.80	-303.43	79.44	613	0.76	28.95	4	Interior
40642.03	-300.13	79.44	246	3.98	32.94	5	Interior
40642.60	-299.71	80.87	247	0.70	33.64	6	Margem
40646.95	-294.44	80.86	248	6.83	40.47	7	Exterior
40655.61	-284.30	80.96	249	13.33	53.81	8	Exterior



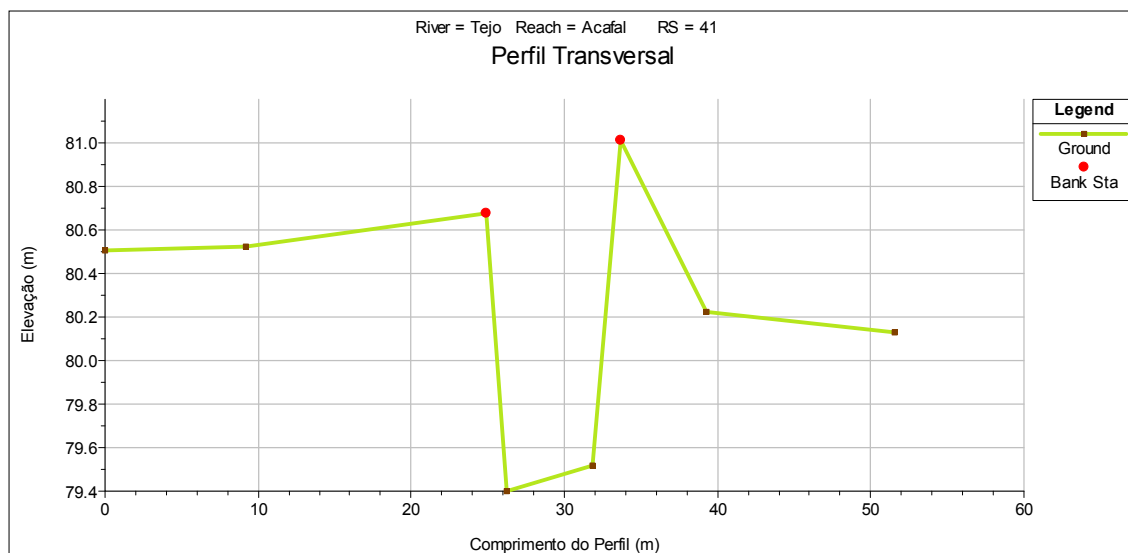
Perfil Transversal nº 40

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40641.23	-364.22	80.48	618	0.00	0.00	1	Exterior
40653.46	-353.32	80.72	617	16.38	16.38	2	Exterior
40657.53	-349.71	81.07	616	5.44	21.82	3	Exterior
40662.83	-345.04	81.22	615	7.07	28.89	4	Margem
40664.15	-343.62	79.15	614	1.94	30.83	5	Interior
40666.73	-341.40	79.28	242	3.40	34.23	6	Interior
40667.26	-341.00	81.17	243	0.67	34.90	7	Margem
40673.82	-335.35	80.95	244	8.65	43.55	8	Exterior
40682.12	-327.77	80.97	245	11.25	54.80	9	Exterior



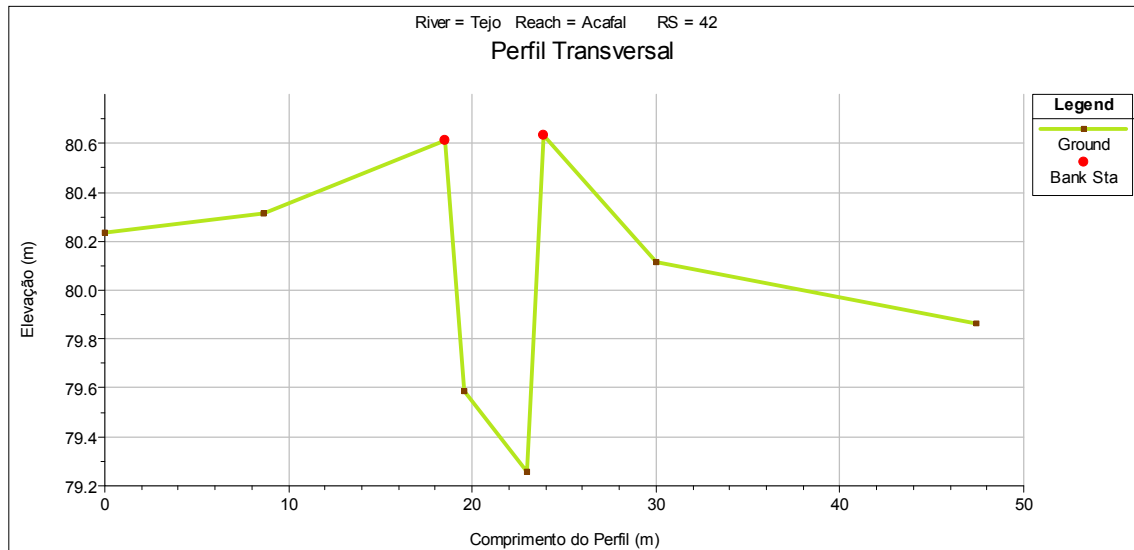
Perfil Transversal nº 41

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40646.47	-417.09	80.50	619	0.00	0.00	1	Exterior
40654.03	-422.29	80.52	620	9.17	9.17	2	Exterior
40666.84	-431.36	80.68	621	15.70	24.87	3	Margem
40667.86	-432.26	79.40	622	1.37	26.24	4	Interior
40672.45	-435.42	79.52	238	5.57	31.80	5	Interior
40674.08	-436.36	81.01	239	1.88	33.69	6	Margem
40678.55	-439.65	80.22	240	5.55	39.24	7	Exterior
40688.62	-446.81	80.13	241	12.35	51.59	8	Exterior



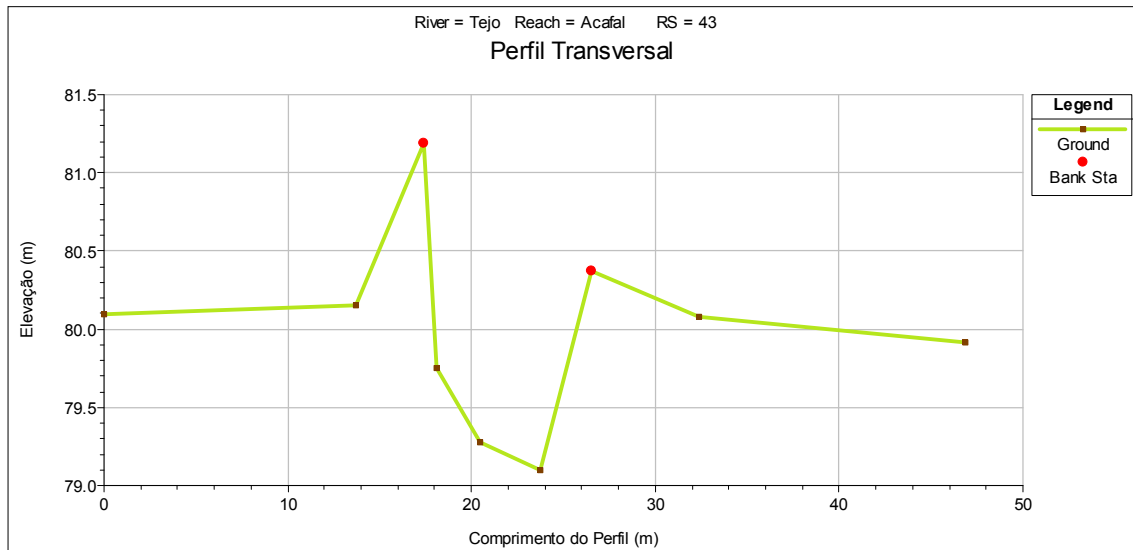
Perfil Transversal nº 42

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40593.17	-426.07	80.24	623	0.00	0.00	1	Exterior
40595.74	-434.30	80.31	624	8.62	8.62	2	Exterior
40598.71	-443.77	80.61	625	9.92	18.54	3	Margem
40599.16	-444.67	79.59	626	1.01	19.56	4	Interior
40600.20	-447.96	79.26	234	3.45	23.01	5	Interior
40600.49	-448.79	80.63	235	0.88	23.89	6	Margem
40602.26	-454.64	80.12	236	6.11	30.00	7	Exterior
40607.58	-471.20	79.87	237	17.40	47.40	8	Exterior



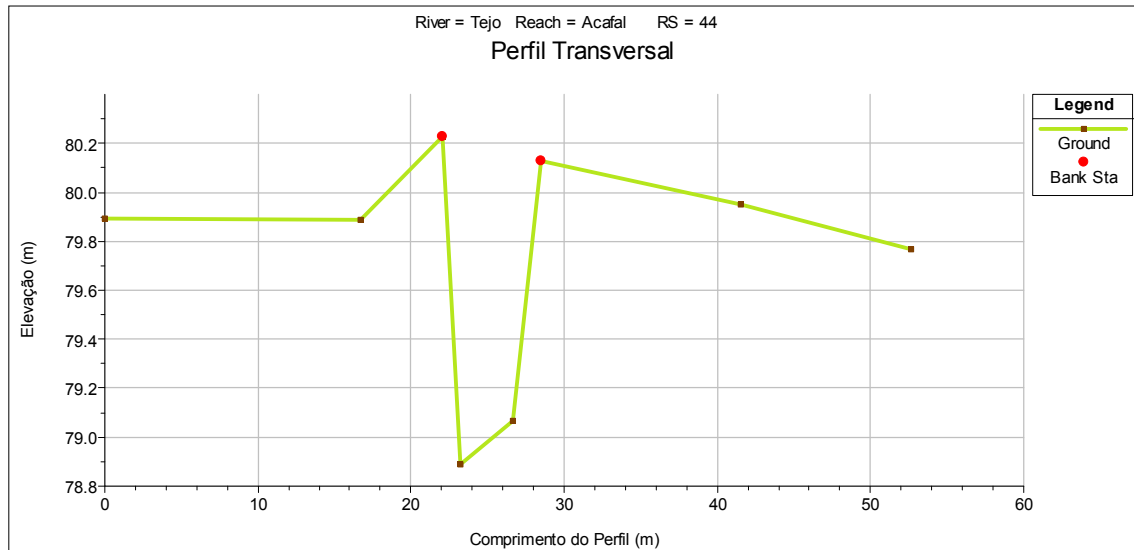
Perfil Transversal nº 43

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40485.53	-518.52	80.10	631	0.00	0.00	1	Exterior
40499.21	-518.23	80.15	630	13.69	13.69	2	Exterior
40502.96	-518.22	81.19	629	3.75	17.43	3	Margem
40503.65	-518.19	79.75	628	0.69	18.13	4	Interior
40505.99	-518.24	79.28	627	2.34	20.47	5	Interior
40509.25	-517.98	79.10	230	3.27	23.73	6	Interior
40512.04	-518.04	80.38	231	2.80	26.53	7	Margem
40517.87	-517.96	80.08	232	5.83	32.36	8	Exterior
40532.37	-517.75	79.92	233	14.50	46.86	9	Exterior



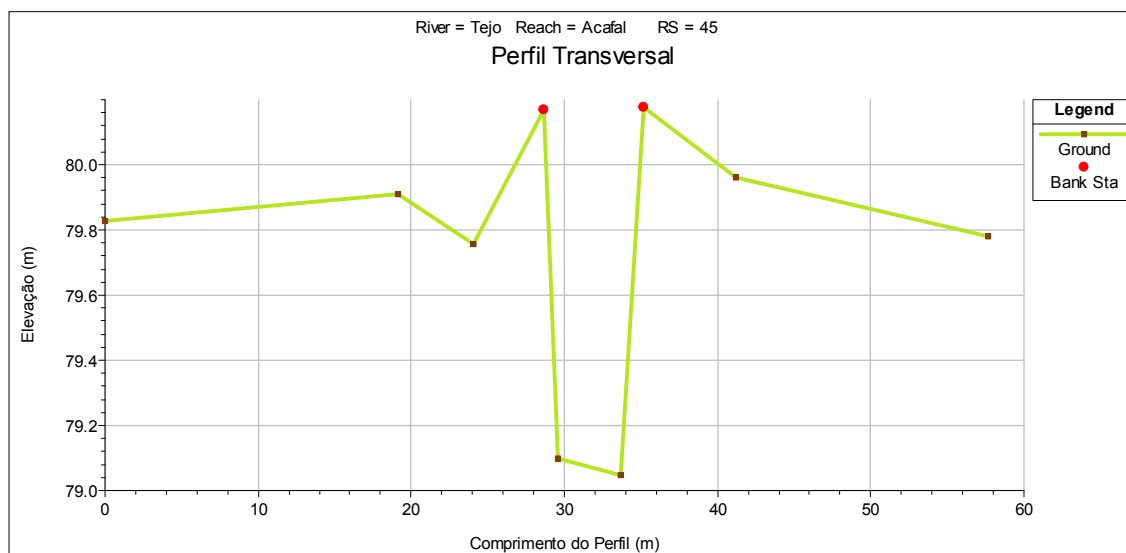
Perfil Transversal nº 44

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40501.06	-568.83	79.89	632	0.00	0.00	1	Exterior
40512.90	-557.08	79.89	633	16.68	16.68	2	Exterior
40516.47	-553.06	80.23	634	5.38	22.06	3	Margem
40517.44	-552.48	78.89	635	1.13	23.19	4	Interior
40519.75	-549.85	79.07	225	3.50	26.69	5	Interior
40521.04	-548.57	80.13	226	1.82	28.51	6	Margem
40530.28	-539.38	79.95	227	13.02	41.53	7	Exterior
40537.98	-531.31	79.77	228	11.15	52.69	8	Exterior



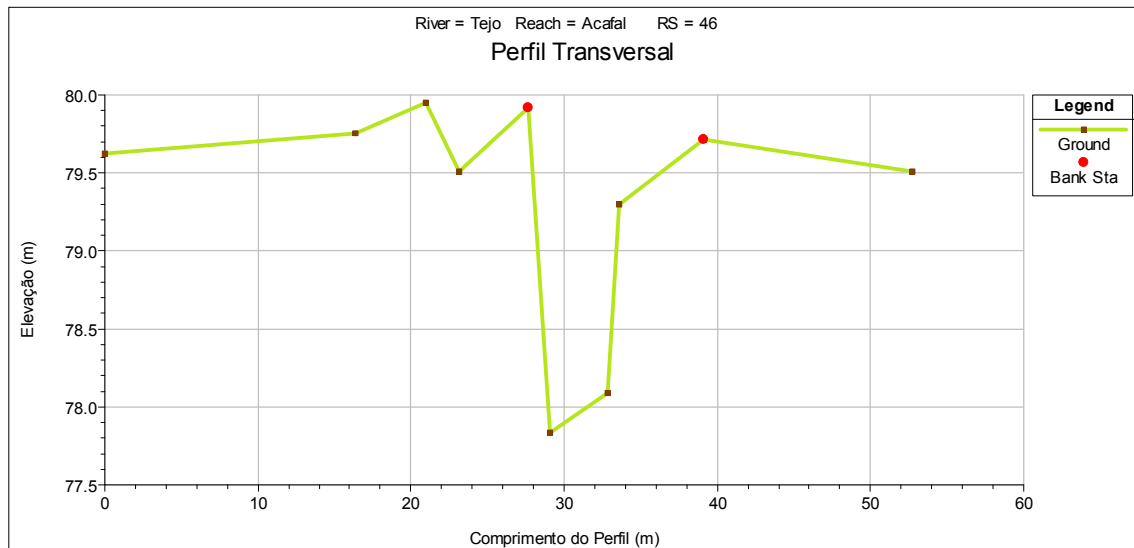
Perfil Transversal nº 45

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40513.49	-585.75	79.83	636	0.00	0.00	1	Exterior
40526.68	-571.91	79.91	637	19.13	19.13	2	Exterior
40530.26	-568.44	79.76	638	4.98	24.11	3	Exterior
40533.58	-565.30	80.17	639	4.57	28.67	4	Margem
40533.89	-564.47	79.10	640	0.89	29.56	5	Interior
40536.84	-561.55	79.05	222	4.15	33.72	6	Interior
40538.05	-560.72	80.18	223	1.47	35.18	7	Margem
40542.11	-556.33	79.96	224	5.98	41.16	8	Exterior
40553.51	-544.39	79.78	229	16.51	57.67	9	Exterior



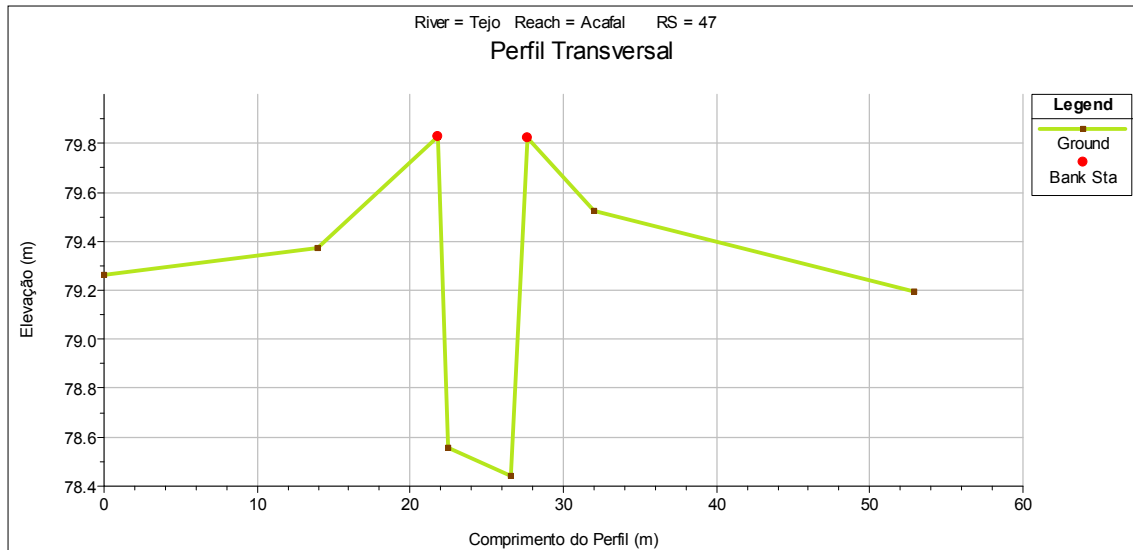
Perfil Transversal nº 46

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40535.13	-613.30	79.62	646	0.00	0.00	1	Exterior
40549.22	-604.94	79.75	645	16.39	16.39	2	Exterior
40553.21	-602.72	79.95	644	4.56	20.95	3	Exterior
40555.01	-601.50	79.51	643	2.17	23.13	4	Exterior
40559.12	-599.54	79.92	642	4.55	27.67	5	Margem
40560.41	-598.94	77.84	641	1.43	29.11	6	Interior
40563.47	-596.72	78.09	218	3.77	32.88	7	Interior
40564.15	-596.40	79.30	219	0.75	33.63	8	Interior
40568.90	-593.69	79.71	220	5.48	39.11	9	Margem
40580.75	-586.93	79.51	221	13.64	52.75	10	Exterior



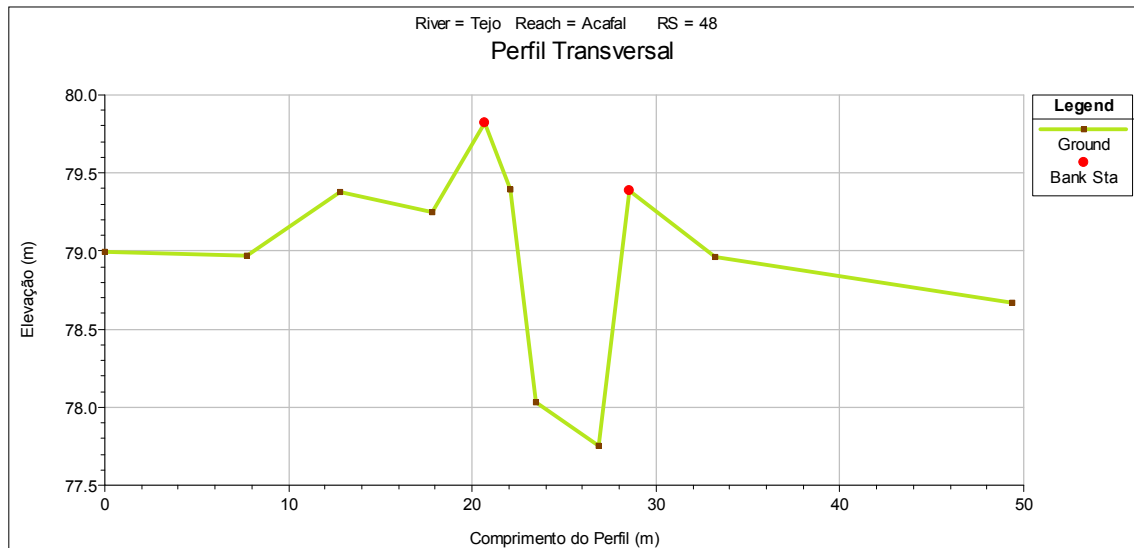
Perfil transversal nº 47

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40558.25	-645.83	79.27	647	0.00	0.00	1	Exterior
40572.18	-644.81	79.38	648	13.97	13.97	2	Exterior
40580.01	-644.17	79.83	649	7.86	21.82	3	Margem
40580.65	-644.24	78.56	650	0.65	22.47	4	Interior
40584.77	-643.85	78.44	214	4.13	26.60	5	Interior
40585.78	-643.97	79.82	215	1.02	27.62	6	Margem
40590.16	-643.65	79.53	216	4.39	32.01	7	Exterior
40611.02	-642.08	79.19	217	20.92	52.93	8	Exterior



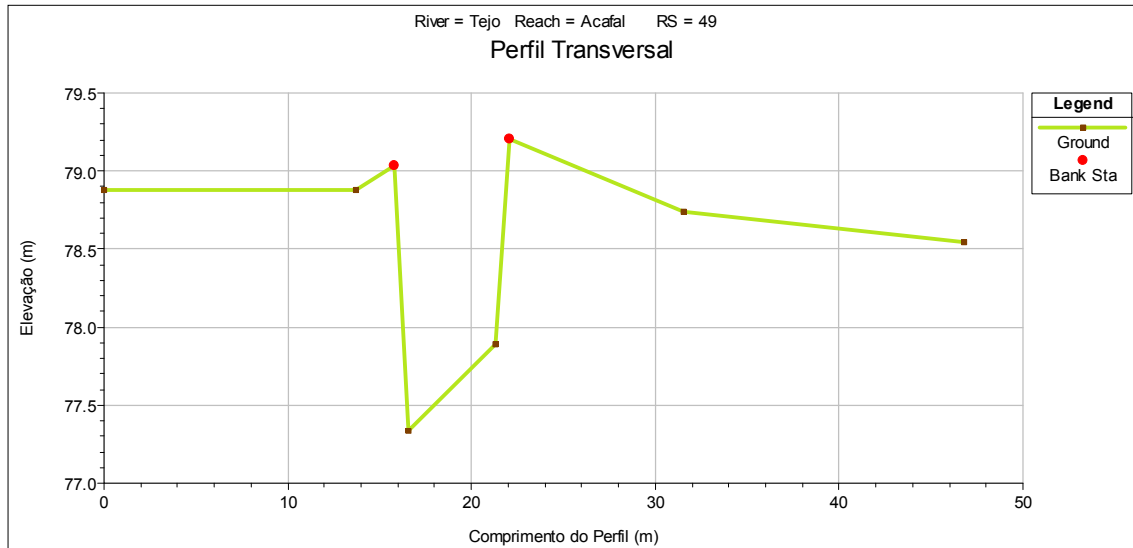
Perfil Transversal nº 48

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40563.20	-741.91	78.99	651	0.00	0.00	1	Exterior
40570.36	-744.81	78.97	652	7.72	7.72	2	Exterior
40575.11	-746.69	79.38	653	5.10	12.82	3	Exterior
40579.77	-748.41	79.25	654	4.97	17.80	4	Exterior
40582.37	-749.66	79.82	655	2.88	20.68	5	Margem
40583.62	-750.28	79.40	656	1.39	22.07	6	Interior
40584.89	-750.81	78.04	657	1.37	23.45	7	Interior
40588.14	-751.93	77.76	212	3.44	26.89	8	Interior
40589.69	-752.59	79.39	213	1.68	28.57	9	Margem
40593.93	-754.41	78.97	211	4.61	33.19	10	Exterior
40608.99	-760.26	78.67	210	16.16	49.35	11	Exterior



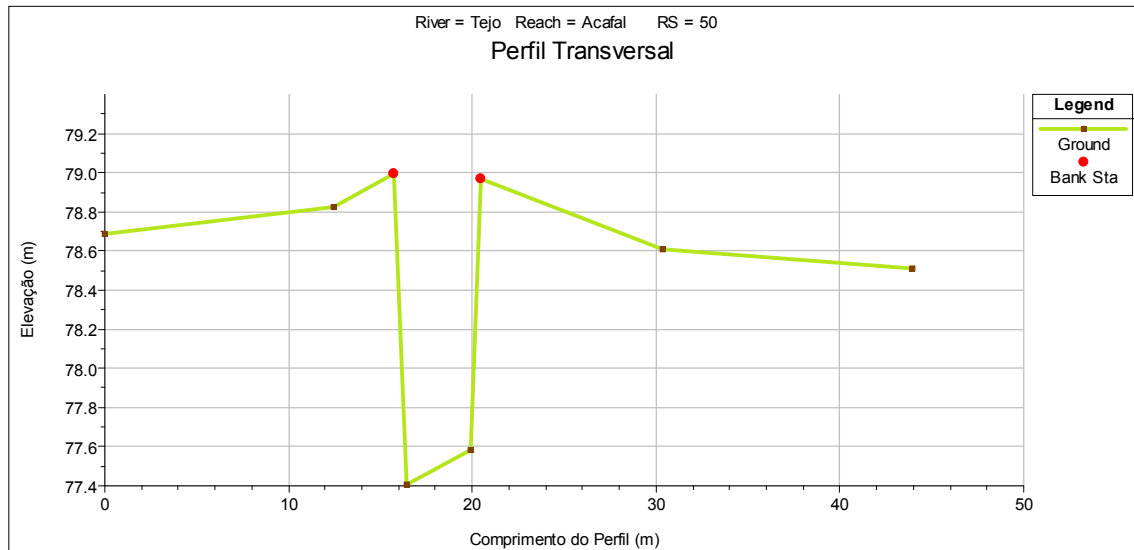
Perfil Transversal nº 49

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40546.35	-760.22	78.88	661	0.00	0.00	1	Exterior
40558.94	-765.74	78.88	660	13.74	13.74	2	Exterior
40560.93	-766.26	79.03	659	2.05	15.80	3	Margem
40561.61	-766.66	77.34	658	0.79	16.59	4	Interior
40565.82	-768.83	77.89	206	4.74	21.33	5	Interior
40566.40	-769.27	79.21	207	0.73	22.06	6	Margem
40575.20	-772.77	78.74	208	9.47	31.52	7	Exterior
40589.16	-778.93	78.54	209	15.26	46.78	8	Exterior



Perfil Transversal nº 50

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40522.24	-819.78	78.69	662	0.00	0.00	1	Exterior
40534.61	-818.16	78.83	663	12.48	12.48	2	Exterior
40537.87	-817.73	79.00	664	3.28	15.76	3	Margem
40538.56	-817.65	77.41	665	0.70	16.45	4	Interior
40541.99	-817.55	77.58	202	3.43	19.89	5	Interior
40542.55	-817.34	78.97	203	0.60	20.49	6	Margem
40552.35	-816.23	78.61	204	9.86	30.35	7	Exterior
40565.84	-814.69	78.51	205	13.58	43.93	8	Exterior



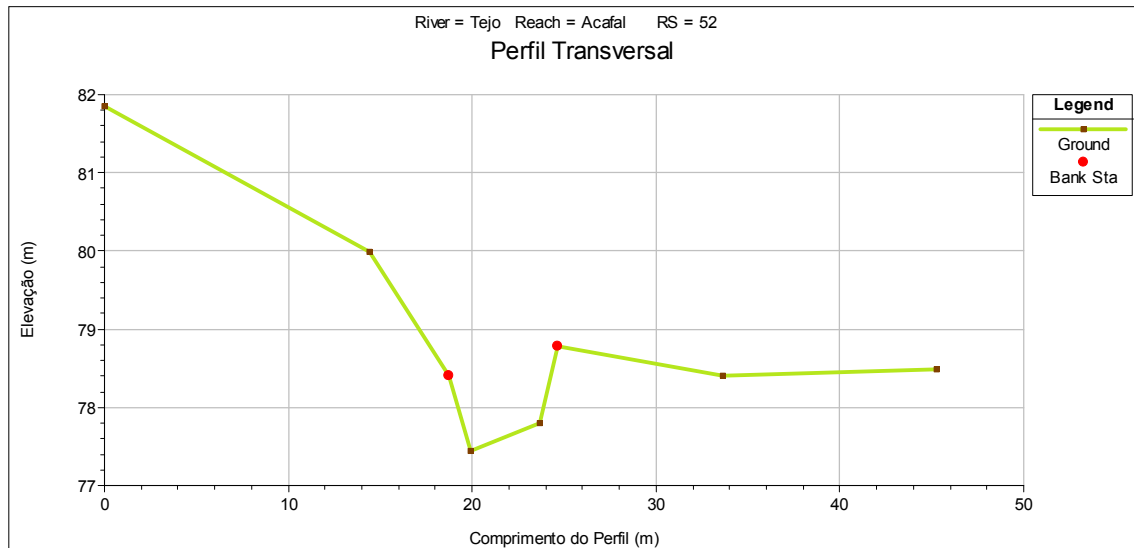
Perfil Transversal nº 51

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40527.20	-887.87	78.50	670	0.00	0.00	1	Exterior
40538.79	-876.87	78.79	669	15.97	15.97	2	Exterior
40541.02	-874.77	78.44	668	3.06	19.04	3	Exterior
40543.53	-872.01	78.92	667	3.73	22.77	4	Margem
40544.09	-871.45	77.64	666	0.79	23.56	5	Interior
40546.31	-869.48	77.72	198	2.97	26.53	6	Interior
40547.28	-868.65	78.56	199	1.28	27.81	7	Interior
40550.69	-865.54	78.94	200	4.62	32.43	8	Margem
40559.24	-856.67	78.71	201	12.31	44.74	9	Exterior



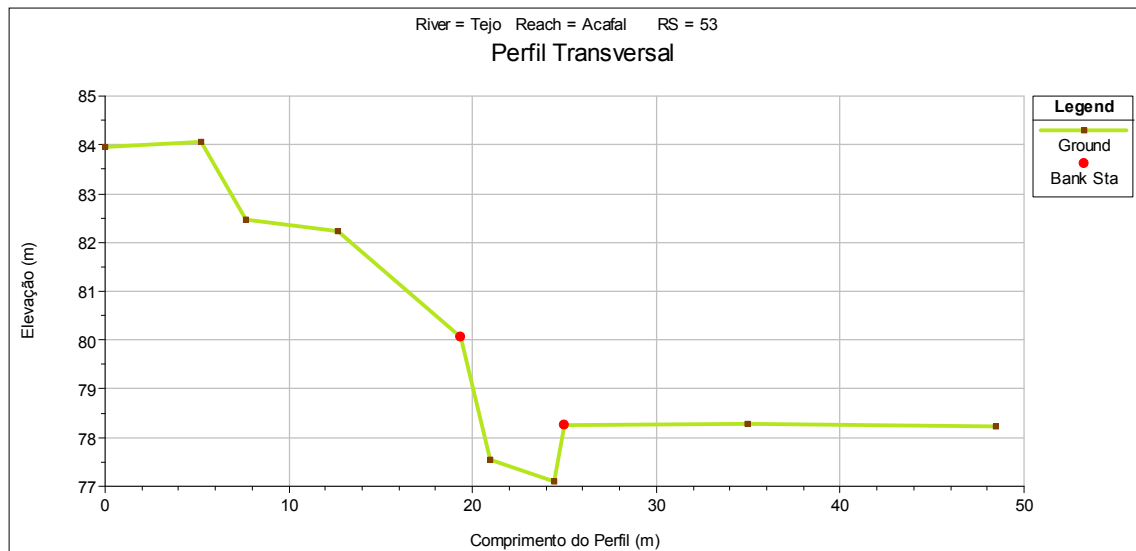
Perfil Transversal nº52

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40581.32	-951.54	81.85	674	0.00	0.00	1	Exterior
40591.15	-940.99	79.99	673	14.42	14.42	2	Exterior
40594.05	-937.84	78.41	672	4.28	18.70	3	Margem
40594.74	-936.81	77.44	671	1.24	19.94	4	Interior
40597.36	-934.17	77.80	197	3.72	23.66	5	Interior
40597.93	-933.36	78.78	196	0.99	24.65	6	Margem
40603.94	-926.66	78.41	195	9.00	33.65	7	Exterior
40611.76	-918.02	78.48	194	11.65	45.30	8	Exterior



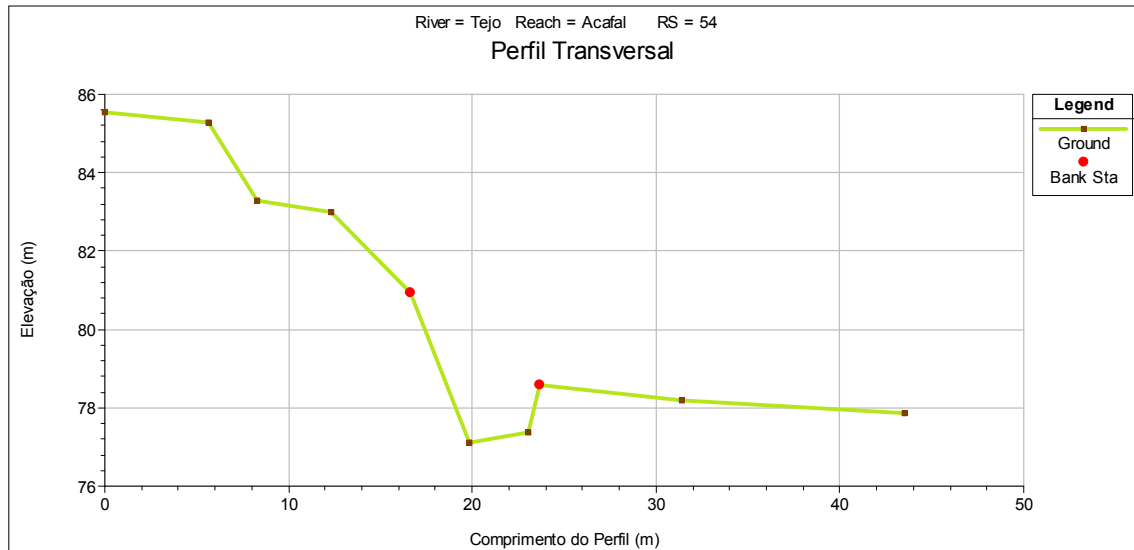
Perfil Transversal nº 53

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40603.66	-966.24	83.97	675	0.00	0.00	1	Exterior
40608.03	-963.35	84.06	676	5.24	5.24	2	Exterior
40610.09	-962.09	82.48	677	2.41	7.65	3	Exterior
40614.18	-959.21	82.23	678	5.00	12.66	4	Exterior
40619.79	-955.55	80.06	679	6.70	19.35	5	Margem
40621.06	-954.56	77.56	680	1.61	20.96	6	Interior
40623.99	-952.66	77.10	190	3.49	24.46	7	Interior
40624.48	-952.52	78.25	191	0.51	24.97	8	Margem
40632.73	-946.84	78.29	192	10.02	34.99	9	Exterior
40643.98	-939.41	78.22	193	13.48	48.46	10	Exterior



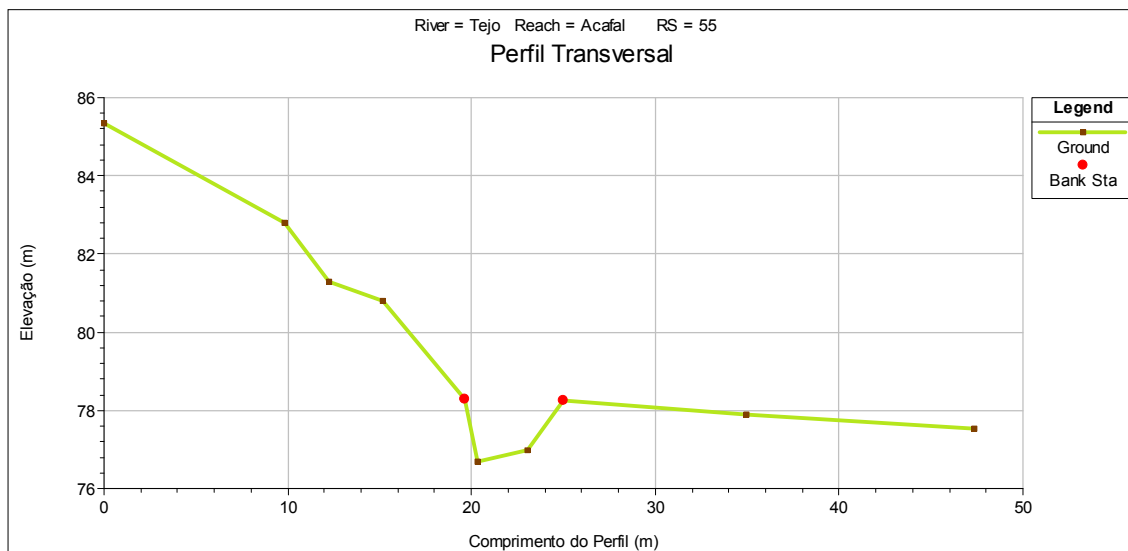
Perfil Transversal nº 54

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40623.90	-991.45	85.55	686	0.00	0.00	1	Exterior
40628.61	-988.32	85.27	685	5.65	5.65	2	Exterior
40630.73	-986.80	83.30	684	2.62	8.27	3	Exterior
40634.17	-984.69	82.99	683	4.03	12.31	4	Exterior
40637.89	-982.50	80.95	682	4.31	16.62	5	Margem
40640.55	-980.66	77.12	681	3.23	19.85	6	Interior
40643.24	-978.98	77.38	189	3.17	23.03	7	Interior
40643.76	-978.57	78.60	188	0.66	23.69	8	Margem
40650.21	-974.29	78.18	187	7.75	31.43	9	Exterior
40660.36	-967.69	77.87	186	12.10	43.54	10	Exterior



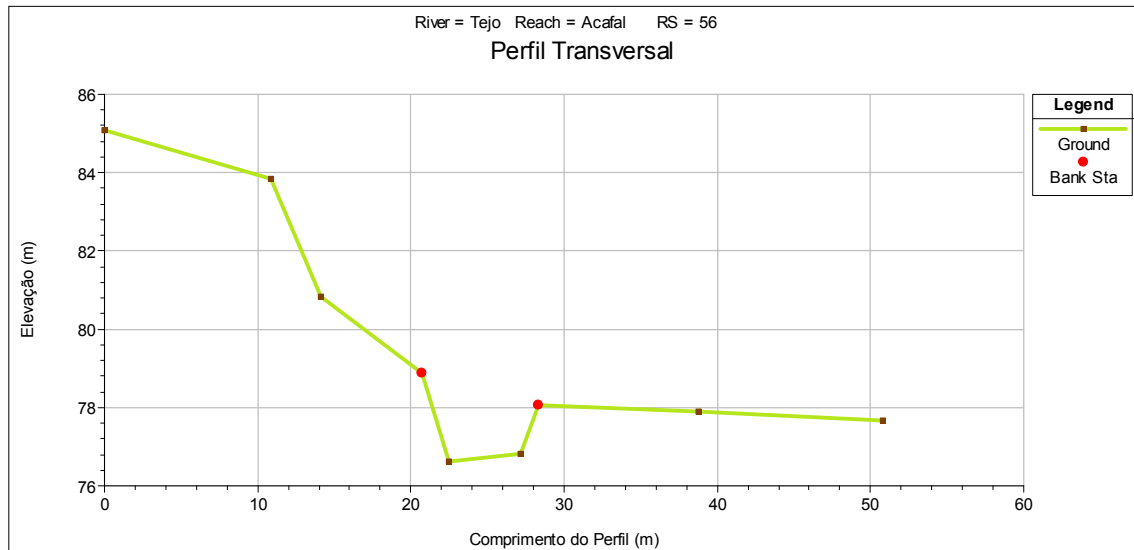
Perfil Transversal nº 55

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40649.75	-1035.92	85.36	687	0.00	0.00	1	Exterior
40658.07	-1030.67	82.78	688	9.84	9.84	2	Exterior
40660.29	-1029.69	81.30	689	2.43	12.27	3	Exterior
40662.72	-1028.10	80.82	690	2.90	15.17	4	Exterior
40666.50	-1025.71	78.29	691	4.47	19.64	5	Margem
40667.18	-1025.49	76.67	692	0.72	20.36	6	Interior
40669.52	-1024.14	76.98	185	2.70	23.06	7	Interior
40671.09	-1023.02	78.25	184	1.93	24.99	8	Margem
40679.76	-1018.10	77.90	183	9.97	34.96	9	Exterior
40690.02	-1011.14	77.55	182	12.40	47.36	10	Exterior



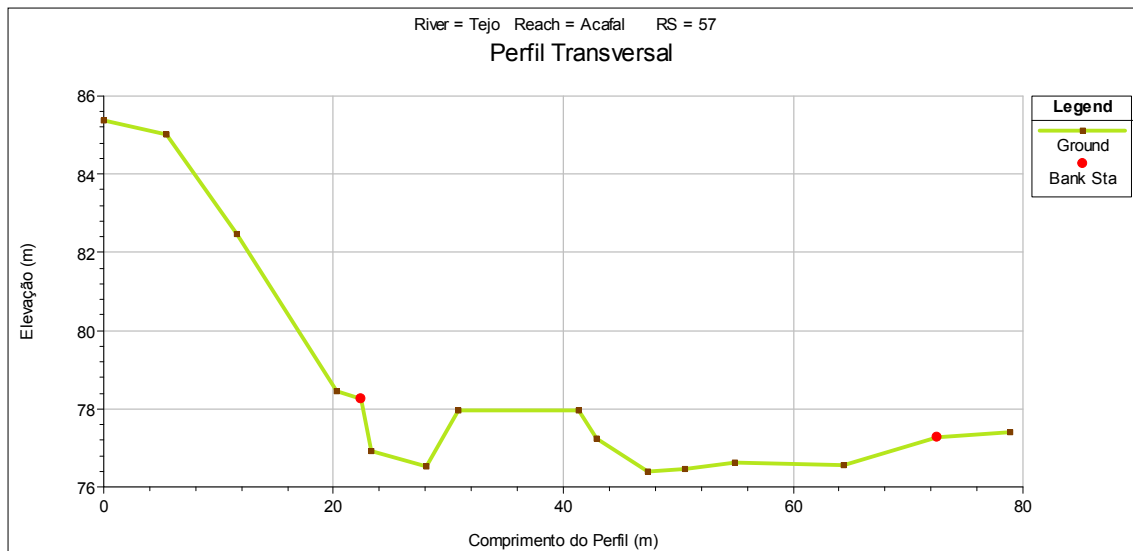
Perfil Transversal nº 56

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40666.87	-1059.25	85.08	697	0.00	0.00	1	Exterior
40677.37	-1056.43	83.84	696	10.87	10.87	2	Exterior
40680.48	-1055.47	80.84	695	3.25	14.12	3	Exterior
40686.86	-1053.73	78.87	694	6.62	20.75	4	Margem
40688.60	-1053.39	76.61	693	1.77	22.52	5	Interior
40693.11	-1052.17	76.82	178	4.67	27.18	6	Interior
40694.07	-1051.60	78.07	179	1.12	28.30	7	Margem
40704.24	-1049.21	77.90	180	10.44	38.75	8	Exterior
40715.88	-1046.00	77.66	181	12.07	50.82	9	Exterior



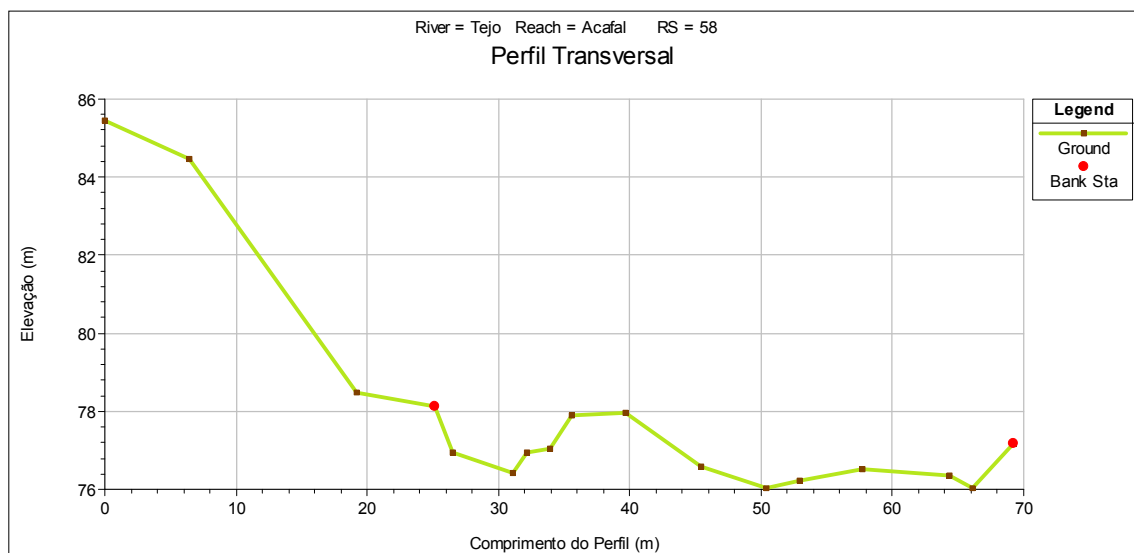
Perfil Transversal nº 57

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40675.18	-1088.28	85.37	698	0.00	0.00	1	Exterior
40680.64	-1087.93	85.03	699	5.47	5.47	2	Exterior
40686.73	-1087.23	82.46	700	6.14	11.61	3	Exterior
40695.37	-1086.36	78.44	701	8.68	20.29	4	Exterior
40697.40	-1085.93	78.24	702	2.08	22.36	5	Margem
40698.34	-1085.97	76.93	703	0.94	23.31	6	Interior
40703.16	-1085.62	76.54	177	4.83	28.13	7	Interior
40705.91	-1085.49	77.97	176	2.76	30.89	8	Interior
40716.28	-1084.54	77.97	175	10.41	41.30	9	Interior
40717.91	-1084.50	77.25	174	1.63	42.93	10	Interior
40722.29	-1083.69	76.40	173	4.45	47.38	11	Interior
40725.44	-1083.48	76.45	123	3.16	50.54	12	Interior
40729.79	-1083.05	76.61	124	4.37	54.91	13	Interior
40739.28	-1082.23	76.55	125	9.52	64.44	14	Interior
40747.35	-1081.17	77.27	131	8.14	72.58	15	Margem
40753.62	-1080.66	77.41	130	6.29	78.87	16	Exterior



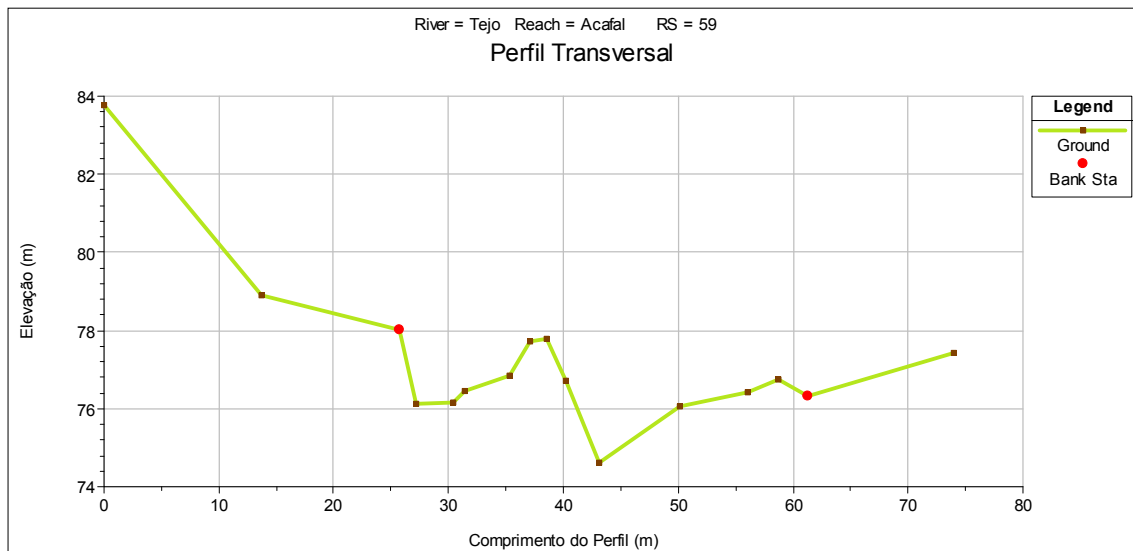
Perfil Transversal nº 58

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40677.81	-1111.80	85.44	708	0.00	0.00	1	Exterior
40684.23	-1110.91	84.46	707	6.48	6.48	2	Exterior
40696.95	-1109.77	78.48	706	12.77	19.25	3	Exterior
40702.77	-1109.08	78.13	705	5.86	25.11	4	Margem
40704.13	-1109.14	76.95	704	1.36	26.47	5	Interior
40708.73	-1108.88	76.44	166	4.61	31.08	6	Interior
40709.77	-1108.54	76.95	167	1.09	32.17	7	Interior
40711.57	-1108.46	77.04	168	1.81	33.98	8	Interior
40713.16	-1108.28	77.89	169	1.60	35.58	9	Interior
40717.21	-1107.91	77.95	170	4.06	39.64	10	Interior
40722.94	-1107.37	76.59	171	5.76	45.40	11	Interior
40727.95	-1106.82	76.04	172	5.04	50.44	12	Interior
40730.40	-1106.66	76.23	118	2.46	52.89	13	Interior
40735.18	-1106.32	76.53	119	4.80	57.69	14	Interior
40741.80	-1105.59	76.35	120	6.66	64.35	15	Interior
40743.57	-1105.43	76.03	121	1.78	66.13	16	Interior
40746.65	-1105.04	77.17	122	3.10	69.23	17	Margem



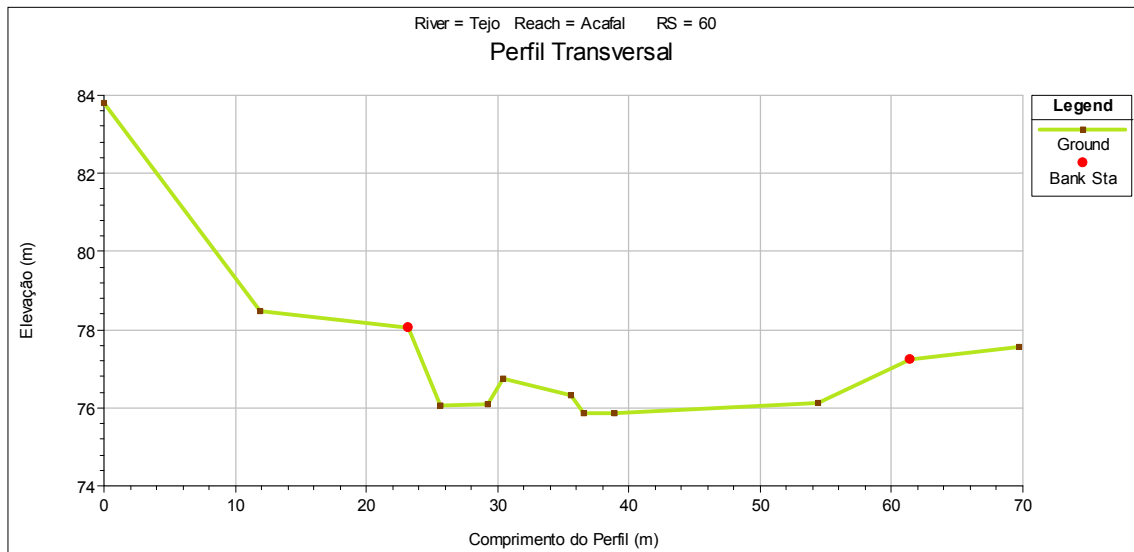
Perfil Transversal nº 59

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40684.91	-1134.01	83.78	709	0.00	0.00	1	Exterior
40698.55	-1133.00	78.91	710	13.68	13.68	2	Exterior
40710.61	-1132.37	78.02	711	12.07	25.75	3	Margem
40712.08	-1132.15	76.12	712	1.49	27.24	4	Interior
40715.28	-1132.02	76.14	165	3.20	30.44	5	Interior
40716.26	-1131.98	76.45	164	0.98	31.43	6	Interior
40720.11	-1131.67	76.85	163	3.85	35.28	7	Interior
40721.96	-1131.59	77.73	162	1.86	37.14	8	Interior
40723.41	-1131.44	77.78	161	1.45	38.59	9	Interior
40725.06	-1131.40	76.70	160	1.65	40.25	10	Interior
40727.94	-1131.11	74.63	159	2.89	43.14	11	Interior
40734.87	-1130.74	76.07	117	6.94	50.09	12	Interior
40740.84	-1130.33	76.41	116	5.98	56.07	13	Interior
40743.48	-1130.29	76.74	115	2.64	58.71	14	Interior
40746.05	-1130.04	76.31	114	2.58	61.29	15	Margem
40758.72	-1129.26	77.42	113	12.69	73.98	16	Exterior



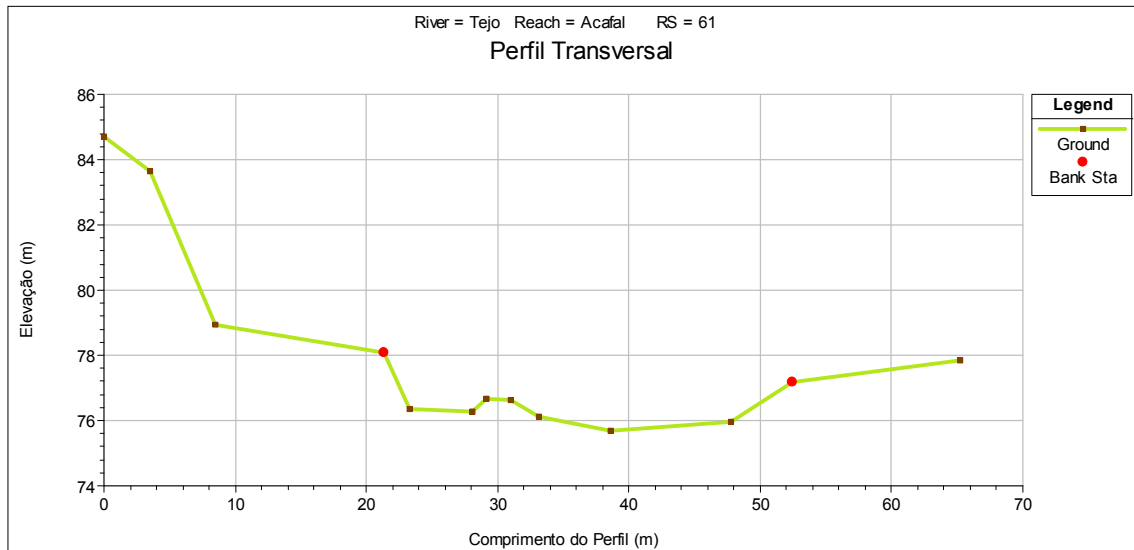
Perfil Transversal nº 60

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40697.06	-1155.81	83.79	716	0.00	0.00	1	Exterior
40708.92	-1154.70	78.48	715	11.91	11.91	2	Exterior
40720.18	-1153.50	78.05	714	11.33	23.24	3	Margem
40722.61	-1153.24	76.05	713	2.44	25.68	4	Interior
40726.14	-1153.04	76.10	155	3.53	29.21	5	Interior
40727.33	-1152.87	76.74	156	1.20	30.41	6	Interior
40732.48	-1152.29	76.32	157	5.18	35.60	7	Interior
40733.47	-1152.24	75.86	158	0.99	36.59	8	Interior
40735.81	-1151.99	75.88	109	2.36	38.95	9	Interior
40751.21	-1150.57	76.13	110	15.47	54.41	10	Interior
40758.13	-1149.73	77.24	111	6.97	61.38	11	Margem
40766.45	-1148.94	77.56	112	8.36	69.74	12	Exterior



Perfil Transversal nº 61

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40705.09	-1167.89	84.72	717	0.00	0.00	1	Exterior
40708.56	-1167.59	83.65	718	3.48	3.48	2	Exterior
40713.55	-1167.00	78.95	719	5.03	8.51	3	Exterior
40726.36	-1165.90	78.09	720	12.85	21.37	4	Margem
40728.31	-1165.72	76.37	721	1.95	23.32	5	Interior
40733.03	-1165.18	76.28	154	4.75	28.07	6	Interior
40734.12	-1165.16	76.66	153	1.09	29.17	7	Interior
40735.95	-1164.93	76.65	152	1.85	31.02	8	Interior
40738.12	-1164.65	76.10	151	2.18	33.19	9	Interior
40743.55	-1164.33	75.68	108	5.44	38.63	10	Interior
40752.63	-1163.33	75.97	107	9.14	47.78	11	Interior
40757.32	-1162.88	77.18	106	4.71	52.48	12	Margem
40770.00	-1161.74	77.85	105	12.74	65.22	13	Exterior



Perfil Transversal nº 62

M	P	Z	Nº	Distância	Distância_Acum	Ordem	Local
40705.85	-1198.97	82.36	726	0.00	0.00	1	Exterior
40716.98	-1196.99	80.79	725	11.30	11.30	2	Exterior
40723.65	-1195.85	76.62	724	6.77	18.07	3	Margem
40735.11	-1194.21	75.60	723	11.58	29.64	4	Interior
40737.76	-1193.47	74.45	722	2.76	32.40	5	Interior
40766.32	-1188.69	74.83	104	28.95	61.35	6	Interior
40768.69	-1188.26	75.89	103	2.41	63.77	7	Interior
40772.28	-1187.66	76.54	102	3.64	67.40	8	Interior
40774.71	-1187.29	78.42	101	2.46	69.86	9	Margem
40793.02	-1184.25	80.79	100	18.56	88.42	10	Exterior

