



PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU

Estado do Paraná

www.pmfi.pr.gov.br

Foz do Iguaçu, 25 de outubro de 2021.

Ofício nº 1063/21 – GAB - GABINETE DO PREFEITO

Assunto: **RESPOSTA AO REQUERIMENTO Nº 600/2021**

Senhor Presidente:

Em atenção ao Requerimento nº 600/2021, de autoria do Nobre Vereador Cabo Cassol, encaminhado pelo Ofício nº 979/2021-GP, de 6 de outubro de 2021, dessa Casa de Leis, sobre as obras para evitar os alagamentos que ocorrem com frequência na Rua Antônio Salazar, no Bairro Lancaster, remetemos a manifestação a Secretaria Municipal de Planejamento e Captação de Recursos, por meio do Memorando nº 39987/21, de 21 de outubro de 2021.

Atenciosamente,

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura:

Nilton Aparecido Bobato – **Secretário Municipal da Administração**

Francisco Lacerda Brasileiro - **Prefeito Municipal**

Ao Senhor

NEY PATRÍCIO DA COSTA

Presidente da Câmara Municipal

FOZ DO IGUAÇU – PR



PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU

Estado do Paraná

www.pmf.pr.gov.br

MEMORANDO INTERNO

Emitente:	SMPC - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS	Data: 21/10/2021
Destinatário:	SMAD / DIAD / DVCMR - DIVISÃO DE CONTROLE E MONITORAMENTO DOS REQUERIMENTOS LEGISLATIVOS.	Número: 39987/2021
Assunto:	R: REQUERIMENTO Nº 600/2021	

A Secretaria Municipal de Planejamento e Captação de Recursos, em atenção ao Requerimento Nº 600/2021, o qual requer do Prefeito Municipal informações sobre as obras para evitar os alagamentos que ocorrem com frequência na Rua Antônio Salazar, no Bairro Lancaster, conforme segue. Vem através do presente informar:

As respostas foram providenciadas pela Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de Enchentes e Suporte, vinculada a Secretaria Municipal de Planejamento e Captação de Recursos, através do Memorando Interno Nº39841/2021, que segue em anexo.

Sendo o que se apresenta para o momento agradecemos.

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura:

Leandro Teixeira Costa - **Secretário Municipal de Planejamento e Captação de Recursos**

PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

Tipo: **MEMORANDO INTERNO**

Número: **39.987/2021**

Assunto: **R: REQUERIMENTO Nº 600/2021**

O documento acima foi proposto para assinatura eletrônica na plataforma **SID** de assinaturas.

Para verificar as assinaturas clique no link:

<https://sistemas.pmfi.pr.gov.br/rp/sidpublico/verificar?codigo=1fadbf58-89d4-4c4a-992f-fde2bec2fd22&cpf=02966261986>

e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido.

Código para verificação:

1fadbf58-89d4-4c4a-992f-fde2bec2fd22

Hash do Documento

F871BA86E6EA2068B6B7A46ED0D4CF9250E9046CA9F8E71B6CCF746AD7C4DCCF

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 25/10/2021 é(são) :

LEANDRO TEIXEIRA COSTA (Signatário) - CPF: 02966261986 em 22/10/2021 7:00:51 - **OK**

Tipo: Assinatura Eletrônica



A ASSINATURA ELETRÔNICA DESTE DOCUMENTO ESTÁ AMPARADA PELO:

DECRETO Nº 28.900, DE 20 DE JANEIRO DE 2021.

LEI Nº 4536 , DE 4 DE SETEMBRO DE 2017.

Autoriza a utilização do meio eletrônico para a gestão dos processos administrativos e de documentos de arquivo , produzidos nos termos das Leis nºs 3.971, de 17 de abril de 2012 e 4.057, de 19 de dezembro de 2012, no âmbito dos órgãos da Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional do Município de Foz do Iguaçu.



PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU

Estado do Paraná

www.pmfi.pr.gov.br

MEMORANDO INTERNO

Emitente:	SMPC / DIEC - DIRETORIA EXTRAORDINÁRIA DE ACOMPANHAMENTO DE PROJETOS E PLANOS DE CONTENÇÃO DE ENCHENTES E SUPORTE	Data: 21/10/2021
Destinatário:	SMPC - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS.	Número:
Assunto:	INFORMAÇÕES PARA RESPOSTA AO REQUERIMENTO Nº 600/2021	39841/2021

Em atenção ao presente no Requerimento nº 600/2021, informa-se:

1 – Existem projetos para resolver os problemas de drenagem na referida via?

R: Existem anteprojetos e propostas de resolução dos problemas de drenagem na via, conforme já informado no Memorando Interno nº 33137/2021, em resposta ao Requerimento nº 435/2021 quanto as medidas de prevenção das situações de alagamento da Rua Antônio Salazar. Segue o conteúdo do memorando:

“A Secretaria Municipal de Planejamento e Captação de Recursos em atenção à folha de informação e despacho nº 535/2021 a qual remete o requerimento nº 435/2021 oriundo da Câmara Municipal de Foz do Iguaçu, no qual solicita informações sobre a falta de manutenção em galeria pluvial na Rua Antônio Salazar, vem atrás do presente informar conforme segue:

A Rua Antônio Salazar faz parte de um projeto de macrodrenagem do Rio Poti. Conforme já apontado em relatório da Secretaria de Obras, o rio Poti encontra-se canalizado na rua. Essa canalização não apresenta dimensão suficiente para o escoamento de águas pluviais.

A canalização aparenta ter ocorrido na década de 90, e com a expansão urbana na bacia de contribuição, o problema tem se agravado ano após ano. O projeto de macrodrenagem citado engloba múltiplas etapas para a resolução dos diversos pontos de alagamento identificados entre o Hotel Recanto e a Avenida Silvio Américo Sasdelli. O local da requisição é afetado pelas três primeiras etapas.

A primeira etapa é o aumento da capacidade de escoamento no viaduto da Avenida Costa e Silva com a BR-277. A solução proposta atualmente para ser executada é a construção de um Tunnel Liner, que é a abertura de passagem subterrânea sem interrupção do tráfego. Esta etapa está localizada inteiramente em faixa de domínio da BR-277 e parcialmente na propriedade do Hotel Recanto.

A segunda etapa é a destinação de águas que atingem a Rua Antônio Salazar. Se for optada pela canalização, será necessária a escavação, detonação de rochas e instalação de aduelas pré-moldadas de 3,00 x 3,00m. Sem a execução completa da etapa anterior, não é recomendada a execução dessa etapa, pois provocaria alagamentos ainda mais intensos na Avenida Olímpio Ragain e o sistema não teria a eficiência projetada. Alternativamente, caso não seja aceito o pedido de outorga e licenciamento de canalização desse trecho, está em desenvolvimento estudo de alternativa com a abertura do Rio Poti na margem da Rua Antônio Salazar.

A terceira etapa seria a retificação de trecho do Rio Poti, entre as ruas Padre José Milbauer e Consuelo. O propósito principal dessa etapa é impedir a ação de assoreamento do leito do rio que tende a ocorrer devido ao aumento da intensidade do fluxo de água, e impedir a ocorrência de transbordamentos do rio, além de promover o controle do fluxo de água.

Com a execução das três etapas acima, é possível realizar a captação de águas pluviais de todos os loteamentos à montante e impedir a ocorrência de transbordamentos em pista, que é a principal razão para os danos identificados no requerimento.

Não é possível assegurar prazos para a realização das obras citadas. Cada etapa depende da ação de órgãos estaduais em sua faixa de domínio, da obtenção de licenças ambientais e outorgas junto ao Estado do Paraná, da captação de recursos após a conclusão dos estudos, da progressão de desapropriação e demolição de construções caso essa seja a alternativa escolhida.

Sendo o que se apresenta para o momento, agradecemos.”

2 – Em caso afirmativo, requer:

2.1 – Qual o cronograma de execução da obra?

R: Conforme indicado, não é possível assegurar prazos para a execução do projeto, devido a fatores externos à PMFI.

2.2 – Qual a região afetada pelo projeto?

R: Conforme indicado, as três etapas do projeto contemplam uma faixa que inicia-se após o viaduto da BR-277 com a Avenida Costa e Silva, no interior do Hotel Recanto, até o cruzamento do Rio Poti com a Rua Consuelo.

2.3 – Qual a estimativa de investimento na obra?

R: Na ausência de definições básicas de projeto e de projetos complementares ainda não produzidos / contratados, não é possível estimar com precisão os valores a serem gastos.

2.4 – Existe dotação orçamentária para tal intervenção?

R: A dotação orçamentária provavelmente estará vinculada ao programa FINISA, uma vez que for liberado o valor contratado.

2.5 – Cópia do Memorial Descritivo da obra;

2.6 – Cópia do Memorial dos cálculos que envolveram as intervenções de drenagem do projeto;

R: Em anexo, encontra-se o memorial de cálculo preliminar produzido em agosto de 2020, considerando a canalização do rio sob a Rua Antônio Salazar, para realização dos pedidos de Outorga de Retificação, Canalização e Bueiro, na modalidade Intervenção e Obras. O memorial não é definitivo, pois não apresenta parte das informações requeridas pelo IAT.

Nada mais a informar, encaminha-se.

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura:

JEFFERSON RODRIGO BONADEU

IVAN LINCON OEDA

PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

Tipo: **MEMORANDO INTERNO**

Número: **39.841/2021**

Assunto: **INFORMAÇÕES PARA RESPOSTA AO REQUERIMENTO Nº 600/2021**

O documento acima foi proposto para assinatura eletrônica na plataforma **SID** de assinaturas.

Para verificar as assinaturas clique no link:

<https://sistemas.pmfi.pr.gov.br/rp/sidpublico/verificar?codigo=6f4db3f1-4fd1-4218-a58d-1f3f78d9a6b3&cpf=04374540962>

e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido.

Código para verificação:

6f4db3f1-4fd1-4218-a58d-1f3f78d9a6b3

Hash do Documento

1D4140AD75C3CB05A558A7B87B3167A1EEB8874C3DA6146FDB317973DBDC47F0

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 21/10/2021 é(são) :

JEFFERSON RODRIGO BONADEU (Signatário) - CPF: 04374540962 em 21/10/2021 9:31:16 - **OK**

Tipo: Assinatura Eletrônica

IVAN LINCON OEDA (Signatário) - CPF: 01718784937 em 21/10/2021 9:54:43 - **OK**

Tipo: Assinatura Eletrônica



A ASSINATURA ELETRÔNICA DESTE DOCUMENTO ESTÁ AMPARADA PELO:

DECRETO Nº 28.900, DE 20 DE JANEIRO DE 2021.

LEI Nº 4536 , DE 4 DE SETEMBRO DE 2017.

Autoriza a utilização do meio eletrônico para a gestão dos processos administrativos e de documentos de arquivo, produzidos nos termos das Leis nºs 3.971, de 17 de abril de 2012 e 4.057, de 19 de dezembro de 2012, no âmbito dos órgãos da Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional do Município de Foz do Iguaçu.



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



MEMORIAL DE CÁLCULO E ESTUDO HIDROLÓGICO

OBRAS DE DRENAGEM NO RIO POTI

Foz do Iguaçu, agosto de 2020



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



SUMÁRIO

SUMÁRIO	2
LISTA DE TABELAS	3
LISTA DE FIGURAS	4
1. RESPONSABILIDADE E EQUIPE TÉCNICA.....	5
2. INTRODUÇÃO	6
3. METODOLOGIAS.....	9
3.1. MÉTODO RACIONAL	9
3.2. INTENSIDADE DE CHUVAS	10
3.3. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	11
3.4. VAZÃO EM CANAIS POR MANNING	12
3.5. EROÇÃO E LIMITE DE VELOCIDADE EM CANAIS.....	15
3.6. VAZÃO EM ORIFÍCIOS	16
3.7. VAZÃO EM CANAIS POR EQUAÇÃO DE CURVA DE REMANSO.....	17
3.8. CÁLCULO DE DISSIPADORES DE ENERGIA.....	19
3.9. CÁLCULO DE VERTEDOURO TIPO QUEDA-LIVRE	21
4. RESULTADOS	23
4.1. ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO	23
4.2. TRAVESSIA DO RIO POTI SOB A BR-277.....	24
4.3. DISSIPADOR DE ENERGIA PÓS-TRAVESSIA DA BR-277.....	28
4.4. CANALIZAÇÃO DO RIO POTI SOB A RUA ANTÔNIO SALAZAR	30
4.5. RETIFICAÇÃO DO RIO POTI	34
5. TERMO DE ENCERRAMENTO	37
5. BIBLIOGRAFIA	38
ANEXO I – CROQUI DE SUBDIVISÕES E LOCALIZAÇÃO	40
ANEXO II – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS NOTÁVEIS DE PROJETO	41

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL / RUN-OFF (IPR 715)	10
TABELA 2 - COEFICIENTE EM FUNÇÃO DO TIPO DE COBERTURA.....	12
TABELA 3 - VELOCIDADE MÁXIMA PERMISSÍVEL (M/S) EM CANAIS SEM REVESTIMENTO.....	15
TABELA 4 - COEFICIENTE DE DESCARGA EM FUNÇÃO DE L/D (IPR 724)	17
TABELA 5 - DIMENSIONAMENTO DO RIP-RAP EM AVENTAL.....	20
TABELA 6 - RESUMO DAS SUBDIVISÕES E COEFICIENTES DE ESCOAMENTO.....	23
TABELA 7 - CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELO MÉTODO CINEMÁTICO – VIA BR-277	25
TABELA 8 - CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO PELO MÉTODO CINEMÁTICO – VIA ANTÔNIO SALAZAR.....	25
TABELA 9 – RESULTADOS DAS CONFIGURAÇÕES DE INCLINAÇÃO E ALTURA DE ÁGUA DE CAPTAÇÃO.....	33
TABELA 10 – ESCOAMENTO DE ÁGUAS DE ACORDO COM A CARGA DE MONTANTE NA ENTRADA DO CANAL	33

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – REGIÃO DO RIO POTI EM 1977	6
FIGURA 2 – REGIÃO DO RIO POTI EM 2020 (GOOGLE EARTH)	7
FIGURA 3 - RESUMO DOS ELEMENTOS GEOMÉTRICOS PARA SEÇÕES COMUNS EM CANAIS	13
FIGURA 4 – ALTURA LIVRE EM CANAIS ABERTOS (CHOW, 1959).....	14
FIGURA 5 - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE PARA CANAIS	14
FIGURA 6 – DIMENSÕES E GEOMETRIA DO FLUXO DE ÁGUA APÓS UM VERTEDOURO TIPO QUEDA LIVRE.....	21
FIGURA 7 – BOCA EXISTENTE E EROÇÃO CAUSADA	25
FIGURA 8 – CANAL DO RIO 150 METROS APÓS O BUEIRO	29

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



1. RESPONSABILIDADE E EQUIPE TÉCNICA

Endereço: Praça Getulio Vargas, 280 - Centro, Foz do Iguaçu - PR, 85851-340

CNPJ: 76.206.606/0001-40

Autor e Responsável Técnico:

Jefferson Rodrigo Bonadeu

CREA-PR nº: 170861/D

Equipe Técnica de trabalho

Ivan Lincon Oeda	Arquiteto – Diretor Extraordinário de Acompanhamento de Projeto e Planos de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico.
Jefferson Rodrigo Bonadeu	Engenheiro. Civil
João Paulo Steinmacher Lourenço	Engenheiro. Civil - Chefe de Divisão de Drenagem
Marcos Scuzziato	Estagiário de Engenharia Civil
Jéssica Caroline Silva	Estagiária de Arquitetura

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



2. INTRODUÇÃO

O rio Poti, originalmente, era composto por diversas nascentes e afluentes em uma área bastante ampla, observável na Figura 1, de 1977. Desde então, a sua bacia de contribuição sofreu um processo de urbanização intenso, com os loteamentos Parque Presidente II, Lago dos Cisnes, Jardim Ana Cristina, Parque Imperatriz, Jardim Duarte, Jardim Canada I e II, Jardim Lancaster I, III e IV, Jardim das Palmeiras e Jardim Nacional.

Além dos loteamentos regulares, ocorreu a ocupação irregular das áreas de preservação remanescentes, que foram parcialmente regularizadas desde então. A situação atual da bacia encontra-se na Figura 2.



Figura 1 – Região do rio Poti em 1977

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



Figura 2 – Região do rio Poti em 2020 (Google Earth)

Com esse processo de urbanização, surgiram os problemas de alagamento. Uma enorme bacia de contribuição, que antes apresentava somente áreas agrícolas, foi quase que inteiramente ocupada por vias e residências, aumentando taxas de impermeabilização. Nascentes foram aterradas, tubuladas ou descaracterizadas inteiramente. Águas pluviais escoam com velocidade elevada em ruas que não tem redes de drenagem adequadas.

A respeito do projeto atual, a canalização do rio Poti pela rua Antônio Salazar deve ter sido realizada com a criação do loteamento Parque Presidente II (Decreto Municipal 4045), e modificações adicionais à montante ocorreram na aprovação do Condomínio Lago dos Cisnes (Decreto Municipal 4093), ambos em 1982.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



Foi realizada uma avaliação preliminar de criação de bacias de retenção. No entanto, a solução se tornou economicamente inviável devido à falta de áreas disponíveis para a realização de bacias de retenção grandes o suficiente para gerar um impacto positivo no regime de escoamento de águas.

Foi também realizada uma avaliação preliminar quanto à remoção das famílias nas áreas mais afetadas e a reabertura do canal do rio. Tal solução foi descartada pela grande quantidade de pessoas que precisariam ser deslocadas, além dos custos de implantação de um canal aberto em um local com rochas próximas da superfície.

Para a resolução dos problemas de alagamento existentes, a solução remanescente é a abertura de canais, com seção de escoamento grande o suficiente para dar escoamento às águas, e a manutenção das áreas verdes existentes.

Ao final da canalização pela rua Antônio Salazar, o rio Poti atravessa a BR-277 por um bueiro quadrado de 3,00 x 3,00 m. A posição do bueiro em relação à via marginal e a inclinação do canal não permitem o escoamento completo das águas pluviais ou a conexão da rede de drenagem a ser implantada sob a rua Antônio Salazar, sendo necessária a construção de uma nova estrutura de escoamento de águas sob a BR-277. De forma oportuna às obras necessárias, o dissipador de energia de ambas as estruturas será readequado ao regime de escoamento esperado.

Informações da área de intervenção:

Curso de água: Rio Poti.

Retificação: início em X: 746.534,129 m e Y = 7.176.911,698 m, final em X: 746.517,900 m e Y: 7.176.719,974 m.

Canalização: início em X: 746.517,900 m e Y: 7.176.719,974 m, final em X: 746.466,175 m e Y: 7.176.367,290 m.

Travessia da BR-277: início em X: 746.466,175 m e Y: 7.176.37,290 m, final em X: 746.511,555 m e Y: 7.176.322,217 m.

Área de contribuição total da sub-bacia em estudo: 3,422 km².

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



3. METODOLOGIAS

3.1. Método Racional

De acordo com o DNIT (2005) o Método Racional consiste no cálculo da descarga máxima de uma enchente com a área da bacia e a intensidade da chuva através de uma expressão matemática. Nesse método, admite-se que a precipitação sobre a área da bacia é constante e uniformemente distribuída sobre a superfície da mesma, podendo ser definida através da expressão a seguir:

$$Q = \frac{n * C * i * A}{3.600}$$

Onde:

Q = descarga máxima, em m³/s;

C = coeficiente de deflúvio;

I = intensidade da chuva definida, em mm/h; e

A = área da bacia hidrográfica, em km²

n = coeficiente de distribuição de chuvas

O método racional tem sido usado preferencialmente para bacias pequenas, contudo pode ser utilizado para bacias maiores, como é comum em outros países principalmente para projetos rodoviários.

Segundo o IPR 715, em bacias acima de 1 km² é recomendada a utilização de um coeficiente de distribuição das chuvas (n). O valor do coeficiente, em áreas urbanas, é igual a $A^{-0,15}$.

O coeficiente de escoamento superficial está relacionado à quantidade de água que percorre a superfície de um terreno sem ser absorvida, sendo então direcionada às tubulações de drenagem. O coeficiente de escoamento foi estimado pelas características dos terrenos, de acordo com a Tabela 1.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



Contudo, devido à amplitude da área das bacias hidrográficas e suas características, raramente um coeficiente pode ser aplicado diretamente. Portanto, o coeficiente utilizado para a bacia é a média ponderada, calculada a partir da somatória de cada coeficiente multiplicado pela sua respectiva área, dividido pela área total, conforme recomenda Fendrich et. al. (1997).

Tabela 1 - Coeficiente de Escoamento Superficial / Run-off (IPR 715)

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "C"	
	MÍNIMO	MÁXIMO
COMÉRCIO		
Áreas Centrais	0,70	0,95
Áreas de Periferia do centro	0,50	0,70
RESIDENCIAL		
Áreas de uma única família	0,30	0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40	0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60	0,75
Residencial (suburbana)	0,25	0,40
Área de apartamentos	0,50	0,70
INDUSTRIAL		
Áreas leves	0,50	0,80
Áreas densas	0,60	0,90
Parques, cemitérios	0,10	0,25
Playgrounds	0,20	0,35
Pátio e espaços de serviços de estrada de ferro	0,20	0,40
Terrenos baldios	0,10	0,30

3.2. Intensidade de Chuvas

Para determinação da intensidade de chuvas aplica-se a equação da curva IDF, que utiliza os parâmetros de ajuste local K, a, b e c obtidos através do software Plúvio, com a localização de Foz do Iguaçu, da seguinte maneira:

$$i = \frac{K * Tr^a}{(tc + b)^c}$$

Sendo:

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



$K = 2853,479$;

$a = 0,125$;

$b = 25,674$;

$c = 0,925$;

i = intensidade pluviométrica (mm/h);

Tr = período de retorno (Anos) e

tc = tempo de concentração (min).

3.3. Tempo de Concentração

A estimativa do tempo de concentração pode ser realizada por diversas metodologias. Foram utilizadas duas: O método estimativo de Carter, e o método cinemático conforme descrito no Manual de Outorgas da SUDERHSA.

A equação de Carter utiliza o comprimento do maior percurso da água de chuva (L), em km, e a declividade média do percurso, em m/m, da seguinte forma:

$$T_c = 0,0977 * L^{0,6} * S^{-0,3}$$

Sendo T_c dado em horas.

Já o método cinemático, conforme descrito no manual de outorgas da SUDERHSA, consiste na aplicação da seguinte equação:

$$T_c = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$$

Sendo:

n : número de trechos;

L_i : comprimento do segmento i ;

V_i : velocidade média no segmento i .

A velocidade (V) de cada trecho, em m/s, pode ser determinada pela seguinte equação:

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



$$v = a * \sqrt{s}$$

Sendo “s” a declividade média do trecho e “a” o coeficiente, obtido pela tabela:

Tabela 2 - Coeficiente em função do tipo de cobertura

Tipo de Cobertura	a
Floresta com solo coberto de folhagem	0,076
Área sem cultivo ou pouco cultivo	0,143
Pasto e grama	0,216
Solo quase nu	0,305
Canais com grama	0,351
Superfície pavimentada	0,610

3.4. Vazão em canais por Manning

A equação de Manning é utilizada para calcular a vazão de um canal livre, com seção e velocidade constantes, da seguinte forma:

$$Q = \frac{A * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Sendo:

A: Seção de escoamento da água;

Rh: Raio Hidráulico;

S: Declividade da seção;

n: coeficiente de rugosidade de Manning.

O Raio Hidráulico é calculado por equações que dependem da geometria da seção do canal. A Figura 3 apresenta um resumo dos elementos geométricos de seções comuns em canais.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01

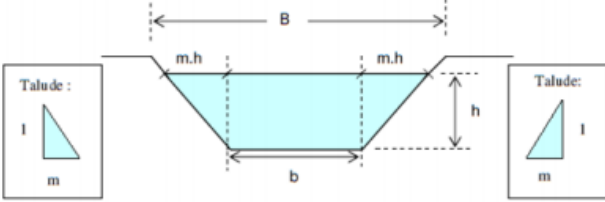


Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico

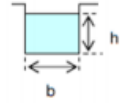
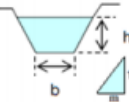
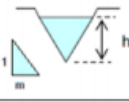
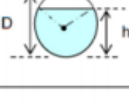
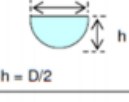
Forma da seção	Área (A) (m ²)	Perímetro molhado (P) (m)	Raio hidráulico (R) (m)	Largura do Topo (B) (m)
	$b \cdot h$	$b + 2 \cdot h$	$\left(\frac{A}{P}\right) = \frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h}$	b
	$(b + m \cdot h) \cdot h$	$b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	$\frac{A}{P}$	$b + 2 \cdot m \cdot h$
	$m \cdot h^2$	$2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	$\frac{A}{P}$	$2 \cdot m \cdot h$
	$\frac{1}{8} (\theta - \sin \theta) D^2$ $\theta = \text{RAD}$	$\frac{\theta \cdot D}{2}$	$\frac{1}{4} \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}\right) \cdot D$	$\left(\frac{\sin \theta}{2}\right) D$
	$\frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$\frac{\pi \cdot D}{2}$	$\frac{D}{4} = \frac{h}{2}$	$D = 2 \cdot h$

Figura 3 - Resumo dos elementos geométricos para seções comuns em canais

Em canais abertos é necessário manter uma superfície livre, para garantir contra transbordamentos nos casos de chuvas inesperadas, modificações do fluxo de água, galhos ou outros detritos. Para tal, segundo Akan, pode-se utilizar a Figura 4, que relaciona a altura livre do canal com a vazão do mesmo.

O coeficiente de Manning depende do material que recobre o canal, e por sua vez foi determinado em cada caso com o auxílio da Figura 5.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico

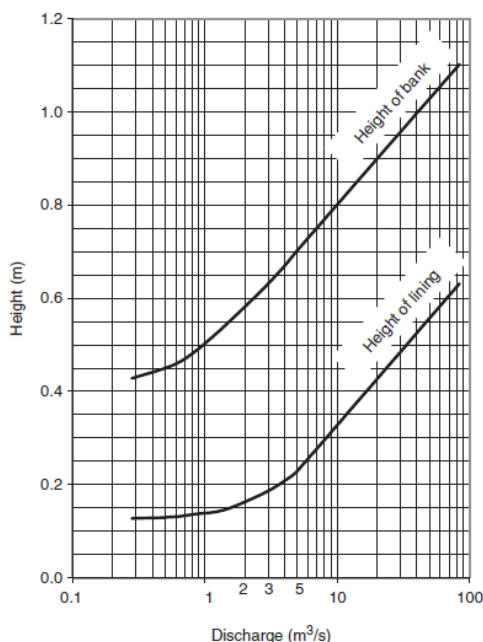


Figura 4 – Altura livre em canais abertos (Chow, 1959)

Quadro 9.3 – Coeficientes de rugosidade para canais artificiais

Revestimento	Rugosidade		
	mínima	usual	máxima
Concreto pré-moldado	0,011	0,013	0,015
Concreto com acabamento	0,013	0,015	0,018
Concreto sem acabamento	0,014	0,017	0,020
Concreto projetado	0,018	0,020	0,022
Gabiões	0,022	0,030	0,035
Espécies vegetais	0,025	0,035	0,070
Aço	0,010	0,012	0,014
Ferro fundido	0,011	0,014	0,016
Aço corrugado	0,019	0,022	0,028
Solo sem revestimento	0,016	0,023	0,028
Rocha sem revestimento	0,025	0,035	0,040

Quadro 9.4 – Coeficientes de rugosidade para canais naturais

Tipo	Características	Rugosidade		
		mínima	normal	máxima
Canais de pequeno porte em lanície (B < 30 m)	Limpos	0,025	0,033	0,045
	Trechos lentos	0,050	0,070	0,080
Canais de pequeno porte em montanhas (B < 30 m)	Leito desobstruído	0,030	0,040	0,050
	Leito com matações	0,040	0,050	0,070
Canais de grande porte (B > 30 m)	Seções regulares	0,025	-	0,060
	Seções irregulares	0,035	-	0,100
Planícies de inundação	Pastagens	0,025	0,030	0,035
	Culturas	0,020	0,040	0,050
	Vegetação densa	0,045	0,070	0,160

Figura 5 - Coeficiente de rugosidade para canais

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



Caso o canal seja composto de mais de um material que apresentem rugosidades diferentes, é utilizada a equação abaixo para se calcular um coeficiente de rugosidade equivalente para todo o canal:

$$n_{eq.} = \sqrt{\frac{\sum(P_{mi} * n^2)}{P_m}}$$

Sendo:

n_{eq} : rugosidade equivalente para toda a seção;

P_{mi} : perímetro molhado da seção individual;

n : rugosidade da seção individual;

P_m : Perímetro molhado total.

3.5. Erosão e limite de velocidade em canais

O dimensionamento de um canal não deve atender somente aos requisitos de vazão requerida, assim como a escolha do material de revestimento do canal não é utilizado somente para definição do coeficiente de rugosidade. Existe uma velocidade-limite que deve ser seguida, de forma a evitar problemas de erosão, carregamento de partículas e descaracterização do canal.

Para tal, é necessário estabelecer previamente o material de superfície a ser utilizado no canal, assim como seu formato, para verificação do atendimento do limite de velocidade do escoamento. Tais relações podem ser obtidas pelas tabelas abaixo.

Tabela 3 - Velocidade máxima permissível (m/s) em canais sem revestimento

Material	n MANNING	Água Limpa	Água com siltes coloidais
Areia fina, coloidal	0,020	0,46	0,76
Argilo-arenoso, não coloidal	0,020	0,53	0,76

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



Material	n MANNING	Água Limpa	Água com siltes coloidais
Argilo-siltoso, não coloidal	0,020	0,61	0,91
Siltes aluvionares, não coloidais	0,020	0,61	1,07
Argiloso comum firme	0,020	0,76	1,07
Argila densa, muito coloidal	0,025	1,14	1,52
Siltes aluvionares, coloidais	0,025	1,14	1,52
Xistos e rochas estratificadas	0,025	1,83	1,83
Cascalho fino	0,020	0,76	1,52
Argila estabilizada com cascalho quando não coloidal	0,030	1,14	1,52
Silver estabilizado com cascalho quando coloidal	0,030	1,22	1,68
Cascalho grosso, não coloidal	0,025	1,22	1,83
Seixos e pedras soltas	0,035	1,52	1,68

3.6. Vazão em orifícios

Segundo a publicação DNIT/IPR-724, uma seção qualquer pode ser considerada como orifício quando o nível de água à montante (H_w) é maior ou igual a $1,2D$ ou $1,2H$, dependendo do tipo de seção. Nesses casos, aplica-se a seguinte equação:

$$Q = C_D * A * \sqrt{2 * g * \Delta h}$$

Onde:

Q é a vazão de descarga de fundo, em m^3/s ;

C_D é o coeficiente de descarga;

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



A é a área da seção transversal da descarga de fundo, em m²;

g é a aceleração da gravidade, 9,81m/s²;

Δh é a diferença de altura entre o nível de água à montante e o eixo do tubo à jusante.

O coeficiente de descarga (C), por sua vez, pode ser determinado em função do seu diâmetro (D) e o comprimento da tubulação (L) na tabela:

Tabela 4 - Coeficiente de descarga em função de L/D (IPR 724)

$\frac{L}{D}$	10	25	50	75	100
C	0,770	0,674	0,643	0,588	0,548

3.7. Vazão em canais por equação de curva de remanso

Quando um canal livre passa por alguma transição, como modificação da inclinação, modificação da seção do canal, ou encontro de obstruções, a equação de Manning deixa de ser verificada. Nesses casos, a linha de água sofre uma modificação no seu fluxo, denominado remanso.

Essa situação foi adaptada para investigar a capacidade de entrada de água dos canais, onde a equação de orifício não é verificada, e a equação de Manning não é satisfeita por existir um regime não-constante de escoamento. A adaptação é possível porque a altura da água disponível em um reservatório é o mesmo conceito de energia disponível para um escoamento.

Segundo Baptista, Lara (2014), dado um reservatório de nível de água constante e velocidade de aproximação nula, que alimenta um canal com certa declividade e rugosidade, pode ocorrer duas situações:

Se a declividade do canal for igual ou superior à declividade crítica, o escoamento passará pelo escoamento crítico na saída do reservatório, resultando na vazão crítica na saída;

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



Se a declividade do canal por inferior à crítica, ocorrerá a profundidade normal na saída do reservatório e a respectiva vazão pra tal profundidade.

Para resolver o problema, primeiro assume-se que a declividade do canal é forte ($y_c > y_n$), e são utilizadas as seguintes equações:

$$H_r = y_c + (1 + C_e) * \left(\frac{Q_c^2}{2 * g * A c^2} \right)$$

$$Q^2 = g * \frac{A^3}{B}$$

Sendo:

H_r: Altura da água no reservatório em relação à entrada do canal;

y_c: Profundidade crítica, determinada por tentativas;

C_e: Coeficiente de perda de carga na entrada;

Q_c: Vazão crítica;

g: Gravidade, igual a 9,81 m/s²;

A: Área molhada;

B: Largura de topo do escoamento livre no canal.

Os valores de A e B são determinados a partir da geometria do canal, mencionado anteriormente, e tentativas do valor de y_c, resultando no valor da vazão (Q). Com esse resultado, verifica-se o resultado da primeira equação para uma determinada altura do reservatório. Se a equação não é verificada, realiza-se outra tentativa no valor de y_c. No caso de canais retangulares, o valor de y_c é igual a 2/3 da altura de água no reservatório.

Com a primeira equação verificada, calcula-se a declividade crítica (I_c) pela seguinte equação:

$$I_c = \left(\frac{Q * n}{A * R h^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



Caso a declividade do canal seja igual ou maior que a declividade determinada acima, a vazão está correta. No entanto, se a declividade do canal for menor do que a crítica, o canal tem declividade fraca. Nesse caso, utiliza-se a seguinte equação:

$$H_r = y_n + (1 + C_e) * \left(\frac{Q^2}{2 * g * A^2} \right)$$

O valor do tirante normal (y_n) é determinado por tentativas, enquanto a vazão Q é determinada pela equação de Manning.

3.8. Cálculo de dissipadores de energia

Quando a velocidade da água é incompatível com o material de revestimento, se faz necessária a instalação de dissipadores de energia, de forma a impedir a erosão do canal.

Pelos modelos-padrão criados pelo USBR e muito utilizados pelo DNIT, é necessário determinar a velocidade da água no trecho e o número de Froude, obtido pela equação:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gd}}$$

Sendo:

V: Velocidade;

G: Aceleração da gravidade;

d: Profundidade hidráulica.

A profundidade hidráulica, por sua vez, pode ser calculada dividindo o valor da área molhada pela superfície livre do canal, ou, no caso de tubos em seção cheia, igual ao diâmetro do tubo.

Um tipo comum de dissipador é o realizado com enrocamento e em forma de avental. O mesmo é instalado sem depressões na sua extensão e com declividade constante. Usualmente, é utilizado em saídas de tubulações com fluxos de água reduzido, ou como proteção de canal após a utilização de outro dissipador de energia.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



O dimensionamento desse tipo de estrutura, segundo procedimento do FHWA, é de determinação do valor de D_{50} e, em seguida, dimensionar o tamanho da estrutura a partir da tabela:

Tabela 5 - Dimensionamento do rip-rap em avental

Classe	Diâmetro esférico equivalente D_{50} (mm)	Comprimento do avental (m)	Profundidade do avental (m)
1	125	4D	3,5 D_{50}
2	150	4D	3,3 D_{50}
3	250	5D	2,4 D_{50}
4	350	6D	2,2 D_{50}
5	500	7D	2,0 D_{50}
6	550	8D	2,0 D_{50} (mínimo)

Quando a tubulação tem seção retangular, o valor D_{50} é determinado com:

$$D_{50} = 0,014 * D * \left(\frac{Q}{1,811 * B * D^{1,5}} \right) * \frac{D}{T_w}$$

Para tubulações de seção circular, utiliza-se a equação:

$$D_{50} = 0,023 * D * \left(\frac{Q}{1,811 * D^{2,5}} \right) * \left(\frac{D}{T_w} \right)^{1,2}$$

Sendo T_w a altura da água à jusante, limitado entre 0,4D e 1D, B a largura da estrutura, e D a altura ou o diâmetro da estrutura.

Também pode optar-se pela utilização de dissipadores padronizados pelo DNIT quando possível. Esses dissipadores foram dimensionados a partir do tamanho do bueiro e do tipo de estrutura que o conecta, o que pode ser preferível para simplificação executiva do projeto.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



3.9. Cálculo de vertedouro tipo queda-livre

Segundo Khatsuria, na situação de um vertedouro retangular com escoamento em queda livre, e com um canal de saída plano e retangular após a queda, as dimensões da Figura 6 podem ser definidas em razão do “número de queda”.

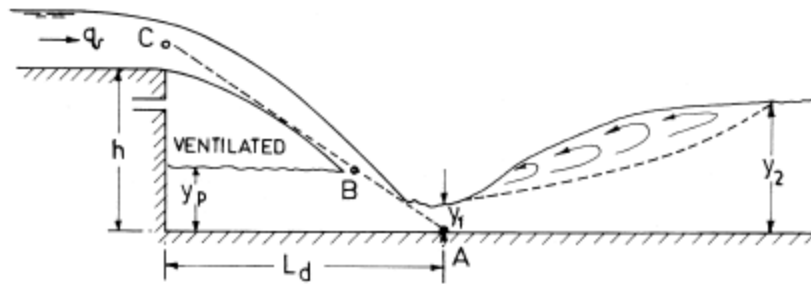


Figura 6 – Dimensões e geometria do fluxo de água após um vertedouro tipo queda livre

O “número de queda” D é um valor adimensional dado pela equação:

$$D = \frac{q^2}{g * h^3}$$

Sendo:

q : Vazão unitária, dada pela divisão da vazão pela largura do vertedouro;

g : Gravidade;

h : altura de queda do vertedouro ao leito.

As relações entre D e a distância de toque do jato (L_d), a profundidade de água abaixo do jato do vertedouro (y_p), a profundidade da água antes do ressalto (y_1) e a profundidade de água após o ressalto (y_2) são dadas por:

$$\frac{L_d}{h} = 4,30 * D^{0,27}$$

$$\frac{y_p}{h} = 1,00 * D^{0,22}$$

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



$$\frac{y_1}{h} = 0,54 * D^{0,425}$$

$$\frac{y_2}{h} = 1,66 * D^{0,27}$$

Com os valores de y_1 e y_2 , é então possível determinar a distância entre o começo e o final do ressalto (L_j) pela equação:

$$L_j = 6,9 * (y_2 - y_1)$$

As relações foram montadas como aproximações dos gráficos utilizados para dimensionamento de dissipadores USBR tipo I.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



4. RESULTADOS

4.1. Áreas de contribuição

A partir da análise de mapas municipais com curvas de nível, estabeleceu-se o limite da bacia do rio Poti entre seus espigões e o deságue das águas, na travessia pela BR-277. Foi considerado que a BR-277 atuou, por si só, como um divisor de águas com um ponto único de travessia das águas pluviais. Essa bacia foi subdividida novamente, levando em consideração a sua ocupação superficial e o traçado das vias e redes de drenagem existentes, para melhor precisão na utilização do método racional e para determinação de futuros projetos de rede de drenagem na bacia.

A bacia também foi subdividida em áreas de interesse, para realizar o dimensionamento hidráulico das estruturas em pontos e contribuições distintos.

O mapa com subdivisões da bacia encontra-se no **Anexo I**. Os valores de área e coeficiente de escoamento, de cada subdivisão, encontram-se na tabela abaixo:

Tabela 6 - Resumo das subdivisões e coeficientes de escoamento

Numeração	Descrição	Área (m²)	C	A x C
R.1	BR-277	58.172,58	0,85	49.446,69
R.2	Av. Olímpio Ragain	244.617,56	0,70	171.232,29
R.3	Pq. Imperatriz	325.001,09	0,60	195.000,65
R.4	Futuros loteamentos	163.868,80	0,40	65.547,52
R.5	Av. Gramado - Dr. Moacir	133.214,98	0,60	79.928,99
R.6	R. Consuelo	70.995,15	0,70	49.696,61
R.7	Final Av. Salvador	45.725,42	0,70	32.007,79
R.8	Lancaster III + IV	160.681,70	0,60	96.409,02
R.9	Canadá II + Lancaster	552.839,37	0,60	331.703,62
R.10	Dona Rocca, Corinthiano, Brás I	205.278,85	0,85	174.487,02
R.11	Brás II	94.181,59	0,85	80.054,35
R.12	Canadá	109.343,72	0,70	76.540,60
R.13	Duarte	206.137,88	0,60	123.682,73
R.14	Ana Cristina	138.212,45	0,60	82.927,47
R.15	Lago dos Cisnes	115.700,63	0,60	69.420,38
R.16	R. Antônio Salazar	112.051,42	0,60	67.230,85

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



Numeração	Descrição	Área (m²)	C	A x C
R.17	BR-277 II	54.664,71	0,85	46.465,00
R.18	Pq. Presidente II	558.364,73	0,60	335.018,84
R.19	BR-277 III	73.368,93	0,85	62.363,59
TOTAL		3.422.421,56	0,64	2.189.164,03

As regiões descritas correspondem, grosseiramente, ao ponto notável mais próximo constatado dentro de suas subbacias. Em linhas gerais, adotou-se o coeficiente de 0,85 em regiões com ocupação irregular ou presença do sistema viário (BR-277). O coeficiente de 0,7 foi utilizado em regiões de grande ocupação e uso comercial ou misto, como postos de gasolina, hotéis, serviços para caminhões, entre outros. O coeficiente de 0,6 foi utilizado nas demais regiões com loteamento regular, com ocupação residencial média que poderá entrar em verticalização / maior ocupação do solo no futuro. O coeficiente 0,4 foi adotado na única região que ainda não foi loteada ou ocupada, como uma forma de previsão da futura ocupação do local.

No **Anexo II** encontra-se um mapa em escala mais apropriada, ilustrando os pontos notáveis e locais de intervenção direta do projeto.

4.2. Travessia do rio Poti sob a BR-277

No local do ponto “A” (X: 746.503,506 m e Y: 7.176.317,371 m) encontra-se o atual ponto de destinação final das áreas de contribuição descritas anteriormente. A estrutura existente é bastante antiga e, aparentemente, não recebeu qualquer ação de manutenção em anos. Como pode ser observado na Figura 7, a faixa abaixo do bueiro está em processo de erosão, assim como as margens de um “lago” que parece ter sido formado pelo lançamento concentrado de águas.

A área de contribuição na montante do bueiro (Ponto “B”, X: 746.456,202 m e Y: 7.176.354,745 m), multiplicada pelos coeficientes de escoamento descritos, totaliza 2.189.164,03 m². O tempo de concentração nesse ponto foi calculado por dois caminhos, com o escoamento pela Rua Antônio Salazar e o escoamento pela marginal da BR-277. O resultado está apresentado na Tabela 7 e Tabela 8.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



Figura 7 – Boca existente e erosão causada

Tabela 7 - Cálculo do tempo de concentração pelo método cinemático – Via BR-277

Trecho	a	s (%)	v (m/s)	L (m)	Tc (s)
Asfalto	0,61	2,00%	0,86	30	35
Canaleta 1	0,61	0,54%	0,45	705	1573
Canaleta 2	0,61	1,05%	0,62	287	460
Canaleta 3	0,61	3,08%	1,07	1656	1547
Canaleta 4	0,61	4,86%	1,34	72	54
Total				2750	3668

Tabela 8 - Cálculo do tempo de concentração pelo método cinemático – Via Antônio Salazar

Trecho	a	s (%)	v (m/s)	L (m)	Tc (s)
Rua 1	0,61	0,78%	0,54	422	783
Rua 2	0,61	3,31%	1,11	562	507
Tubo 1	0,61	2,43%	0,95	494	520
Tubo 2	0,61	1,41%	0,72	504	696
Canal Rio	0,35	1,32%	0,40	235	582
Tubo 3	0,61	2,00%	0,86	385	446
Total				2603	3534

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



Pela BR-277, são percorridos 2750 metros com um desnível de 61,3 metros, e pela Rua Antônio Salazar, são 2603 metros com um desnível de 51,8 metros. Com esses dados, pela equação de Carter, temos um tempo de concentração de 34,31 e 33,29 minutos, respectivamente. Ambos os caminhos pela equação de Carter são semelhantes, e menores do que os produzidos pelo método cinemático. Levando em conta a declividade geral da bacia e o grau de impermeabilização, adotou-se o tempo de concentração de **34 minutos**.

A área de contribuição da travessia corresponde a todas as subbacias descritas anteriormente, totalizando 3,422 km² e um coeficiente de escoamento médio de 0,64. Como a área de contribuição está acima de 1 km², utilizou-se do coeficiente de distribuição. Com essas informações, as vazões de pico desenvolvidas pelo método racional, para os períodos de retorno indicados, são:

T=10 – 43,81 m³/s;

T=25 – 49,13 m³/s;

T=50 – 53,58 m³/s;.

T=100 – 58,43 m³/s.

No final da Rua Antônio Salazar, existe um bueiro 3,00 x 3,00 m que teve sua entrada reformada para atender aos requisitos do viaduto da BR-277 com a Avenida Costa e Silva, realizado pelo DER-PR por meio do Edital de Concorrência Pública 130/2018. O bueiro tem alas de entrada padrão DNIT, na cota de fundo 193,878. Após aproximadamente 3 metros, o bueiro tem um degrau reto de 1,05 metros, ponto onde encontra a estrutura existente antes da obra citada. Do degrau, o bueiro se estende sob a BR-277 por 58 metros, onde atinge a boca da Figura 4 na cota 192,625. Portanto, o bueiro tem uma inclinação de fundo real de 0,35%. Entre a boca e o leito do rio, existe uma queda de aproximadamente 1,80 metros.

Levando em conta apenas a questão de transbordamento da BR-277 e o período de retorno de 100 anos, o bueiro conseguiria suprir a vazão requerida quando

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



atingida uma cota de água $H_w = 4,75$ m, correspondente à cota 198,88. Tal cota corresponde a cotas mínimas da própria BR-277. Pelo dimensionamento realizado com o software HY-8, existe transbordamento da pista com um uma vazão de $43,83 \text{ m}^3/\text{s}$. A Avenida Olímpio Ragain e seu entorno na entrada do bueiro tem cotas entre 196,15 e 197,25, o que torna a estrutura inadequada para o escoamento das águas na região.

Dada a severidade dos alagamentos existentes, os que podem ser gerados e às dificuldades de se executar uma obra aberta na BR-277, a solução a ser adotada é a construção de um Tunnel Liner sem interrupção do tráfego, em uma configuração adequada para o não-transbordamento da Avenida Olímpio Ragain. Além disso, a via terá seu greide melhorado, para reduzir a chance de acúmulo de água na mesma.

Para o dimensionamento, foram realizadas tentativas e erros quanto ao diâmetro do Tunnel Liner, a economicidade da solução, a viabilidade executiva e seu posicionamento. O dimensionamento da estrutura considerou as limitações estruturais do item apresentado no projeto-padrão do DNIT, e o dimensionamento hidráulico foi realizado com a equação de curva de remanso. O cálculo considerou o funcionamento simultâneo do Tunnel Liner e do bueiro existente.

A configuração final é de um Tunnel Liner circular, com diâmetro de 3,40 metros. Dada a velocidade a ser desenvolvida, adotou-se a utilização do recobrimento de paredes do TL com concreto. A rugosidade adotada para a faixa inferior do tubo é de 0,015, e de 0,024 na faixa superior. A entrada ficará no ponto "D" (X: 746.466,175 m e Y: 7.176.367,290 m) na cota 192,04, se estenderá por 66,5 metros sob a BR-277, e atinge sua saída no ponto "C" (X: 746.511,555 m e Y: 7.176.322,217 m) na cota 191,44, realizando uma declividade de 0,90%.

Nessa configuração, a escavação passará 2,65 metros abaixo do Ramo 300 do viaduto da Av. Costa e Silva e 4,35 m abaixo do ponto máximo do Strata Slope, dentro dos limites estabelecidos para esse diâmetro de tubo com paredes de 2,7 mm.

Nessa configuração, o Tunnel Liner (TL) desenvolve uma velocidade máxima de 5,68 m/s quando em meia-seção (Vazão de $25,763 \text{ m}^3/\text{s}$). A vazão de projeto é de $40,888 \text{ m}^3/\text{s}$ para uma energia de montante de 4,13 metros (Cota 196,17), o que

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



significa um tirante hidráulico de 2,636 m no interior do tubo. Com esse tirante hidráulico, é gerada uma velocidade de 5,41 m/s.

A vazão remanescente para ser atingida a vazão de 58,43 m³/s, no valor de 17,542 m³/s, será destinada à travessia existente por meio de um canal lateral saindo da transição entre a canalização pela Antônio Salazar e o TL. Sondagens preliminares no local indicam a presença de rochas 2 metros abaixo da superfície.

As margens do canal serão protegidas por muros de gabião-caixa, dando continuidade à caixa de transição. Com uma rugosidade média de 0,03, por Manning, e adotando inclinação mínima de 1% com um formato basicamente retangular, com 2,50 metros de profundidade e 4 metros de largura, esse canal escoar 17,55 m³/s com uma lâmina de água de 1,47 m a 2,98 m/s. O canal se estenderá até a face do bueiro existente, a 15 metros de distância do ponto "D". Assumindo que a água na caixa de transição entrará no canal com altura crítica, é necessária uma energia de montante de 2,19 metros.

Da energia de montante de 4,13 m, devido à diferença de altura entre a cota de fundo do TL e do bueiro existente (1,84 m), 2,29 m ficam disponíveis ao bueiro existente. Como existe um degrau logo após a entrada do bueiro existente, considerou-se que o escoamento tem um controle de entrada dado pela altura crítica, igual a 2/3 dessa cota de energia disponível. Portanto, o bueiro tem uma capacidade de receber 17,724 m³/s na sua entrada com essa energia de montante.

Após o degrau, gera-se um ressalto hidráulico no interior do bueiro e o mesmo tem escoamento normal. Pela equação de Manning, o tirante hidráulico após o degrau é de 1,733 m, desenvolvendo uma velocidade de 3,41 m/s.

4.3. Dissipador de energia pós-travessia da BR-277

À jusante da travessia, será necessária a instalação de algum método de dissipação de energia. No entanto, pelo levantamento em campo, o que se identificou é que a calha do rio após a travessia não tem condições de receber essa quantidade de águas. O formato do rio a 150 metros de distância do ponto de travessia do rio é de um

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



rio bastante raso, com dimensões aproximadas de 5 metros de largura e 1 metro entre o leito e a margem, como pode ser observado nas imagens abaixo.



Figura 8 – Canal do rio 150 metros após o bueiro

Em uma estimativa grosseira da condição de escoamento do rio, considerando a geografia local, vazões na ordem de $15 \text{ m}^3/\text{s}$ já superam a tensão trativa máxima do material de superfície do canal (Argila compacta). Dada a inclinação do leito do rio acima de 1%, a velocidade máxima de $1,52 \text{ m/s}$ é desenvolvida com lâminas de água muito reduzidas. Com isso, não é possível verificar o funcionamento completo de um dissipador de energia.

Pensando na dissipação de energia em situações mais recorrentes, com vazões menores, decidiu-se pela utilização de um dissipador em enrocamento tipo avental. Para seu dimensionamento, foi considerada uma situação de vazão máxima, para impedir a destruição do dissipador. O valor D_{50} , considerando $T_w = 0,4 \cdot D$, é de 11,5 cm para a estrutura do bueiro existente ($Q = 35,496 \text{ m}^3/\text{s}$, seção plena) e de 26,6 cm para o TL ($Q = 43,705 \text{ m}^3/\text{s}$, $y_n = 3,07 \text{ m}$).

Portanto, adotou-se a Classe 3 de dissipadores, o que significa um mínimo de 17 metros de extensão e uma espessura mínima da camada em rocha de 0,60 metros. O degrau entre as estruturas de travessia e o leito atual do rio será eliminado, de forma a evitar ressaltos abruptos e a erosão em forma de bacia. A diferença de nível entre o bueiro existente e o TL deverá ser suavizada da mesma forma. O leito do avental terá

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



declividade aproximada de 4%. As margens desse avental serão protegidas com um muro de arrimo em gabião com altura conforme o nível do terreno.

4.4. Canalização do rio Poti sob a Rua Antônio Salazar

Conforme mencionado anteriormente, a canalização do rio Poti sob a Rua Antônio Salazar ocorreu na década de 80, com a execução do loteamento Parque Presidente II. As subbacias 3 a 16 tem como destinação final esse trecho canalizado que, construído com tubos de 1,20 m de diâmetro em baixa profundidade, não tem capacidade de escoamento para águas.

Para o projeto, foi dimensionado um canal em aduelas para o escoamento das águas à montante da rua e uma rede de microdrenagem para as demais águas, correspondente à região 16 apenas. Isso foi realizado para garantir o escoamento das águas no canal com o mínimo de pontos de turbulência possível.

A área de contribuição à montante do canal totaliza 2,204 km² com um coeficiente médio de 0,628. Como a área é maior do que 1 km², utilizou-se o coeficiente de distribuição. Para cálculo do tempo de concentração, foi considerado o caminho das águas com 2218 metros de extensão e 46,3 metros de desnível.

Pelo método cinemático, atingiu-se um tempo de concentração de aproximadamente 51 minutos, eliminando-se o último trecho da tabela apresentada anteriormente. Com os mesmos dados, utilizando a metodologia de Carter, temos um tempo de concentração de 30 minutos. Pelos motivos expostos anteriormente, decidiu-se utilizar o tempo de concentração menor.

Com essas informações, as vazões de pico desenvolvidas, para os períodos de retorno indicados, são:

$$T = 10 - 32,97 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$T = 25 - 36,97 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$T = 50 - 40,31 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$T = 100 - 43,96 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



A declividade da rua Antônio Salazar varia, tendo em média 1,30%. Dada a vazão de projeto a ser atendida, de 43,96 m³/s, automaticamente decidiu-se pela utilização de aduelas em concreto armado.

Dimensionando somente por Manning, foram identificadas algumas possibilidades:

- Um canal duplo em aduelas 2,00 x 2,00 a 1,45% de inclinação;
- Um canal duplo em aduelas 2,50 x 2,50 a 0,45% de inclinação, descartado pelo tamanho da intervenção e incompatibilidade com a inclinação desenvolvida pela via;
- Um canal de 2,50 x 2,50 com um canal 2,00 x 2,00 a 0,70% de inclinação, descartado pela execução complicada e dificuldade de balanceamento das vazões além de um grande custo de implantação;
- Um canal simples em aduela 3,00 x 3,00 a 0,65% de inclinação.

O canal irá captar águas de um rio, e não uma canalização fechada. Logo, foi realizado o dimensionamento da captação por curva de remanso, assumindo velocidade na entrada da canalização como zero. Outros parâmetros de teste incluíram a cota de fundo, à jusante, acima de 192,04 (Cota do tunnel liner), um recobrimento mínimo de 0,50 m em todo o trecho (Exigência mínimo para utilização de aduelas pré-moldadas no padrão DNIT) e preferencialmente entre 1,00 e 2,50 m (Recobrimento da aduela pré-moldada de menor custo) e uma altura de superfície livre de pelo menos 55 cm na captação além da energia de montante requerida.

Com esses parâmetros, descartou-se a configuração com duas aduelas de 2,00 x 2,00 m, pois não seria possível combinar a energia de montante necessária com a declividade mínima calculada por Manning. Realizando uma breve análise financeira, mesmo com o perfil rochoso bastante superficial, o canal simples teria um custo menor, além de instalação mais simples, do que um canal duplo em qualquer configuração.

A Tabela 9 apresenta as opções testadas com a opção do canal em aduelas 3,00 x 3,00 m. Nela, é possível observar que inclinações inferiores a 0,65% são

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



capazes de escoar a vazão de projeto se considerada ocupação completa da seção, mas não aproveitam a declividade real do terreno e acabam profundas demais. Já inclinações acima de 0,90% exigem energias de montante que superam a margem de segurança estabelecida, além de aumentar a velocidade do escoamento.

Pensando no equilíbrio entre volume de escavação / detonação, velocidade máxima do canal, tipo de aduela a ser instalado, e em adotar uma margem de erro razoável para erros executivos ou situações inesperadas no escoamento das águas, adotou-se a configuração com 0,80% de inclinação para o projeto.

Com isso, a entrada no ponto “E” (X: 746.517,900 m e Y: 7.176.719,974 m) fica na cota 195,08, 5,00 metros abaixo do terreno, e percorrerá 360,30 metros até atingir a caixa de transição entre a Avenida Olímpio Rafaigh e a BR-277, na cota 192,20.

A Tabela 10 apresenta o regime de escoamento para diferentes energias de montante nessa configuração. A linha em negrito é a que atende à vazão de 43,96 m³/s. Nos casos “Steep”, a lâmina de água no interior do canal é inferior ao valor de “yc”, passando por essa altura na entrada apenas.

O canal desenvolverá uma vazão de 44,08 m³/s com um tirante hidráulico interno de 2,558 m, resultando na velocidade de 5,74 m/s. Em uma situação de máximo, as aduelas ficam em seção cheia com uma energia de montante de 4,81 m e desenvolvem 53,622 m³/s de vazão e 5,96 m/s de velocidade, parâmetros que dão margem de segurança adequada à estrutura.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de

Enchentes e Suporte Técnico



Tabela 9 – Resultados das configurações de inclinação e altura de água de captação

Decliv. Canal (%)	Cotas				Cota Água (m)	Altura da água (m)	Rugosi dade n	Base da Aduela (m)	Altura da Aduela (m)	Vazão por fluxo gradualmente variado																	
	Terreno		Canalização							Assumindo "Mild" (yn > yc)								Assumindo "Steep" (yc > yn)								Seleção	
										yn (m)	Am	Rh	V	Qm (m³/s)	Eup	E = H Água?	yc (m)	Tc	Ac	Qc (m³/s)	Vc	Eup	Eup = H Água?	Ic (%)			
	Justante	Montante	Justante	Montante																							
0,60%	196,40	200,08	192,58	194,74	199,09	4,35	0,015	3,00	3,00	2,992	8,98	1,00	5,16	46,324	4,350	OK	2,900	3,00	8,7	46,404	5,334	4,350	OK	0,94%	MILD	46,324	
0,65%	196,40	200,08	192,58	194,92	199,39	4,47	0,015	3,00	3,00	2,998	8,99	1,00	5,37	48,334	4,470	OK	2,980	3,00	8,94	48,337	5,407	4,470	OK	0,97%	MILD	48,334	
0,70%	196,40	200,08	192,58	195,10	199,53	4,43	0,015	3,00	3,00	2,875	8,62	0,99	5,52	47,639	4,430	OK	2,953	3,00	8,86	47,690	5,383	4,430	OK	0,96%	MILD	47,639	
0,75%	196,40	200,08	192,38	195,08	199,53	4,45	0,015	3,00	3,00	2,803	8,41	0,98	5,69	47,806	4,450	OK	2,967	3,00	8,9	48,013	5,395	4,450	OK	0,96%	MILD	47,806	
0,80%	196,40	200,08	192,20	195,08	199,53	4,45	0,015	3,00	3,00	2,718	8,15	0,97	5,83	47,531	4,450	OK	2,967	3,00	8,9	48,013	5,395	4,450	OK	0,96%	MILD	47,531	
0,85%	196,40	200,08	192,04	195,10	199,53	4,43	0,015	3,00	3,00	2,622	7,86	0,95	5,96	46,847	4,430	OK	2,953	3,00	8,86	47,690	5,383	4,430	OK	0,96%	MILD	46,847	
0,90%	196,40	200,08	192,04	195,28	199,53	4,25	0,015	3,00	3,00	2,413	7,24	0,92	6,00	43,464	4,250	OK	2,833	3,00	8,5	44,813	5,272	4,250	OK	0,92%	MILD	43,464	
0,95%	196,40	200,08	192,04	195,46	199,53	4,07	0,015	3,00	3,00	2,216	6,65	0,89	6,03	40,092	4,070	OK	2,713	3,00	8,14	41,996	5,159	4,070	OK	0,88%	STEEP	41,996	

Tabela 10 – Escoamento de águas de acordo com a carga de montante na entrada do canal

Decliv. Canal (%)	Cotas				Cota Água (m)	Altura da água (m)	Rugosi dade n	Base da Aduela (m)	Altura da Aduela (m)	Vazão por fluxo gradualmente variado																	
	Terreno		Canalização							Mild (yn > yc)								Steep (yc > yn)								Seleção	
										yn (m)	Am	Rh:	V	Qm (m³/s)	Eup	E = H Água?	yc (m)	Tc	Ac	Qc (m³/s)	Vc	Eup	Eup = H Água?	Ic (%)			
	Justante	Montante	Justante	Montante																							
0,80%	196,40	200,08	192,20	195,08	196,08	1,00	0,015	3,00	3,00	0,505	1,52	0,38	3,12	4,721	1,000	OK	0,667	3,00	2	5,115	2,557	1,000	OK	0,22%	STEEP	5,115	
0,80%	196,40	200,08	192,20	195,08	197,08	2,00	0,015	3,00	3,00	1,048	3,14	0,62	4,32	13,586	2,000	OK	1,333	3,00	4	14,467	3,617	2,000	OK	0,43%	STEEP	14,467	
0,80%	196,40	200,08	192,20	195,08	198,08	3,00	0,015	3,00	3,00	1,674	5,02	0,79	5,10	25,615	3,000	OK	2,000	3,00	6	26,577	4,429	3,000	OK	0,65%	STEEP	26,577	
0,80%	196,40	200,08	192,20	195,08	199,08	4,00	0,015	3,00	3,00	2,379	7,14	0,92	5,64	40,254	4,000	OK	2,667	3,00	8	40,917	5,115	4,000	OK	0,86%	MILD	40,254	
0,80%	196,40	200,08	192,20	195,08	199,32	4,24	0,015	3,00	3,00	2,558	7,67	0,95	5,74	44,082	4,240	OK	2,827	3,00	8,48	44,655	5,266	4,240	OK	0,92%	MILD	44,082	
0,80%	196,40	200,08	192,20	195,08	199,67	4,59	0,015	3,00	3,00	2,826	8,48	0,98	5,88	49,873	4,590	OK	3,060	3,00	9,18	50,297	5,479	4,590	OK	0,99%	MILD	49,873	
0,80%	196,40	200,08	192,20	195,08	199,89	4,81	0,015	3,00	3,00	2,998	8,99	1,00	5,96	53,622	4,810	OK	3,207	3,00	9,62	53,956	5,609	4,810	OK	1,04%	MILD	53,622	

Ivan Lincon Oeda

Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu

Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



4.5. Retificação do rio Poti

O trecho do rio Poti em questão, apresentado no mapa entre os pontos “F” (X: 746.535,017 m e Y: 7.176.713,996 m) e “G” (X: 746.534,129 m e Y: 7.176.911,698 m), é hoje um rio sinuoso e irregular, com uma profundidade entre leito e margem em torno de 1 metro, uma largura entre 2,50 e 6 metros, e declividade do leito variando entre 0,6% e 1,5%. As margens são abruptas, dando um formato basicamente retangular para a calha do rio. Assumindo uma rugosidade de 0,033, dado o padrão de vegetação, podemos calcular a vazão máxima do rio pela equação de Manning.

Atualmente, ao atingir a rua Padre José Milbauer no ponto “F”, o rio passa a ser canalizado pela rua Antônio Salazar por um tubo de 1,20 m de diâmetro. Parte do rio aparenta ter sido escavado artificialmente para possibilitar essa canalização, e existem casas próximas à margem do rio que tem problemas recorrentes de alagamento.

Em uma determinada seção já próxima da rua Padre José Milbauer, com 4,70 de largura, 1 metro de desnível entre leito e margem, e declividade de 1,20%, temos uma vazão máxima de 12,318 m³/s. O escoamento atinge a velocidade de 2,621 m/s, muito acima do limite de 1,52 m/s estabelecido para canais em argila com cascalhos, provocando a erosão das margens.

A demanda de escoamento é a mesma calculada para a entrada da canalização, em 43,96 m³/s para um período de retorno de 100 anos. Portanto, o canal do rio atual não atende a real necessidade de escoamento de águas pluviais.

Além disso, em um canal com esse padrão de vazão e com proteção de margens com revestimentos, é necessária uma altura livre entre 50 e 55 cm.

Como existe rocha a baixa profundidade do terreno, sugere-se a remoção dos materiais presentes no leito do rio e a proteção das novas margens com muros de arrimo em gabião. O perfil da rocha tem uma declividade aproximada de 1,20%, iniciando na cota 198,28 no ponto “F” e indo até a cota do atual leito do rio no ponto “G” (200,615).

Com essas informações, projetou-se um canal de 6,50 m de largura na base, com um mínimo de 2,10 metros de altura entre o leito e a margem feitos em gabião, e

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



uma declividade do leito de 1,50%. Com gabião, pode-se assumir uma rugosidade geral de 0,03. A lâmina de água para atender à vazão de projeto de 43,96 m³/s é de 1,592 m, sendo os 0,50 metros remanescentes resguardados para situações de ressalto hidráulicos que podem se desenvolver no canal. A velocidade desenvolvida nessa vazão é de 4,148 m/s.

Caso o perfil em rocha seja mais superficial, será necessário o rompimento da rocha com martelos hidráulicos ou com desmorte à frio com argamassa expansiva. Caso o perfil em rocha seja mais profundo, será necessária a proteção do leito com gabião tipo colchão, não sendo recomendado o aumento excessivo da profundidade do rio. Ambas as situações só poderão ser avaliadas de forma definitiva durante a execução da obra.

Além da capacidade hidráulica do canal, o mesmo deve direcionar as águas para o trecho canalizado sob a rua Antônio Salazar, direcionando as águas ao ponto “E” ao invés do “F”. Buscando também criar uma margem de área de preservação permanente mais adequada para a ocupação existente, será necessário o desvio do rio em aproximadamente 17 metros.

Para o desenho do traçado do canal, considerou-se a manutenção do caminho pelo eixo do rio o máximo possível, e curvas com pelo menos 50 metros de raio, para minimizar os efeitos de sobrelevação do escoamento.

Como o canal do rio terá profundidade relativamente baixa, acima do nível de rochas, existirá uma queda entre o trecho em aduelas e o canal do rio.

Para minimizar o volume de remoção de rochas, a superação desse desnível se dará por queda livre, o que resultará em um ressalto hidráulico quando o fluxo de água atingir o leito rochoso. Para o dimensionamento desse ressalto, estipulou-se que o leito de assentamento das aduelas funcionaria como um dissipador USBR tipo I, conforme apresentado na revisão bibliográfica.

Considerando um desnível do degrau em 2,90 metros, podemos aplicar as relações apresentadas por Khatsuria. Dada uma vazão de 43,96 m³/s em 6,50 metros de largura do canal, temos um número de queda de 0,191; Uma distância do jato de

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



7,98 metros; Uma altura de lâmina de água logo após o jato de 0,775 m; Uma altura de lâmina após a dissipação de energia de 3,08 m; E uma distância entre o começo e final do ressalto de 15,90 metros. Portanto, a distância entre o degrau e o final do ressalto será de 23,88 metros. O degrau será instalado no ponto "H" (X: 746.524,767 m e Y: 7.176.748,079 m), a 26,90 metros de distância do início da canalização.

O ressalto ocorrerá dentro de um canal escavado em rocha, considerando-se desnecessário a adoção de outras medidas mitigadoras quanto à erosão.

Após a queda, o canal é afunilado na direção da entrada da canalização. A verificação da capacidade de entrada no canal já foi verificada pela curva de remanso, com a contração servindo apenas para reduzir a erosão e impacto de objetos nas paredes laterais do canal.

Como medida de segurança, devido à profundidade da entrada e aos efeitos do ressalto formado, o muro de gabião do canal será prolongado em torno do dissipador em rocha e sobre o canal em aduelas. Em casos extremos, o muro de gabião atuará como um lago de captação para o canal de drenagem.

Ao final da retificação do rio, o caminho antigo e sem escoamento de águas será aterrado, finalizando a retificação.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



5. TERMO DE ENCERRAMENTO

Apresentado o relatório do memorial de cálculo e estudo hidrológico, referente às obras de drenagem da bacia do Rio Poti, no município de Foz do Iguaçu, estado do Paraná.

Eng. Jefferson Rodrigo Bonadeu

Engenheiro Civil
CREA-PR – 170861/D
Matrícula 21129.01

Arq. Ivan Lincon Oeda

Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
CAU – A33027

Foz do Iguaçu, agosto de 2020

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



5. BIBLIOGRAFIA

AKAN, A. O. **Open Channel Hydraulics**. 1. ed. Elsevier, 2006. ISBN-13: 978-0-7506-6857-6.

BAPTISTA, M.; LARA, M. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica**. 3. ed. rev. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. 473 p. ISBN-13: 978-85-7041-828-9.

DNIT. **Manual de hidrologia básica para infraestruturas de drenagem**. Publicação IPR 715. 2. ed. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2005.

DNIT. **Manual de Drenagem de Rodovias**. Publicação IPR 724. 2. ed. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2006

DNIT. **Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem**. Publicação IPR 736. 5. ed. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2018.

FENDRICH, Roberto... [et. al.]. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. 4. ed. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 1997. 486 p. ISBN-10: 85-7292-027-7.

FHWA. **Hydraulic Design of Highway Culverts**. Hydraulic Design Series Number 5 (HDS 5). 3. ed. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. 2012.

FHWA. **Design of Riprap Revetment SI**. Hydraulic Engineering Circular No. 11 (HEC 11). U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. 2000.

FHWA. **Hydraulic Design of Energy Dissipators for Culverts and Channels SI**. Hydraulic Engineering Circular No. 14 (HEC 14). 3. ed. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. 2000.

KHATSURIA, R. M. **Hydraulics of Spillways and Energy Dissipators**. 1. ed. Marcel Dekker, 2005. ISBN-10: 0-8247-5789-0.

MCCUEN, R. H. **Hydrologic Analysis and Design**. 2. ed. Pearson Education, 1997. ISBN-10: 0-13-134958-9.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01



Prefeitura do Município de Foz do Iguaçu

Estado do Paraná

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Diretoria Extraordinária de Acompanhamento de Projetos e Planos de Contenção de
Enchentes e Suporte Técnico



PERTEKA, A. J. **Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators.** Engineering Monograph No. 25. 8. ed. United States Department of the Interior. Bureau of Reclamation. 1984.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica.** 4. ed. rev. São Carlos: EESC-USP, 2006. 540 p. ISBN-20: 85-7656-084-4.

SUBRAMANYA, K. **Flow in Open Channels.** 3. ed. McGraw-Hill, 2009. ISBN-13: 978-0-07-008695-1.

SUDERHSA. **Manual Técnico de Outorgas.** Rev 01. Novembro / 2006.

SILVEIRA, André Luiz Lopes da. Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 1, p. 5-23, Jan/Mar 2005.

TOMAZ, Plínio. Cálculos **Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais.** 1. ed. Navegar, 2011. ISBN-10: 85-87678-213.

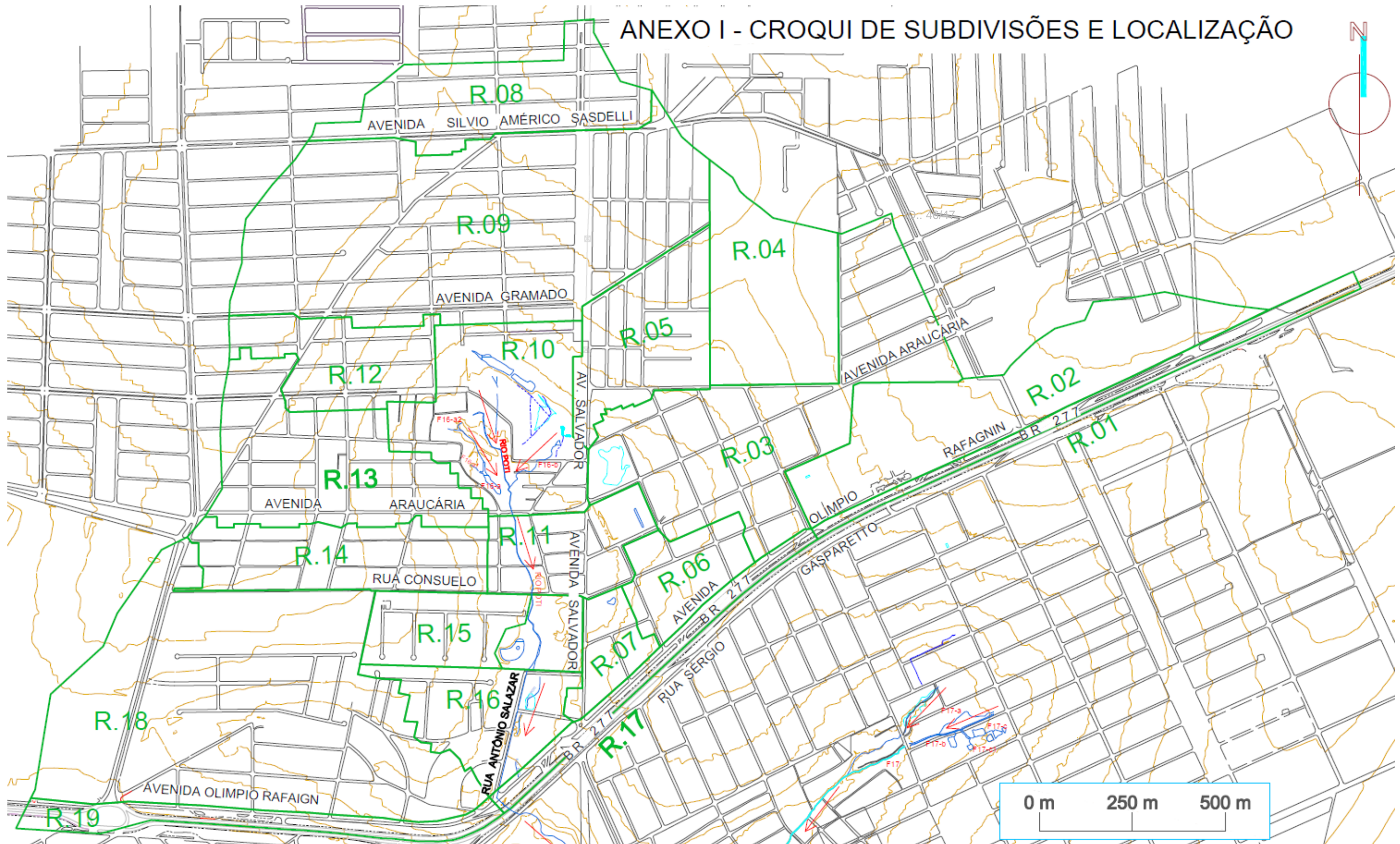
USBR. Design of Small Dams. 3. ed. United States Department of the Interior. Bureau of Reclamation. 1987.

Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01

ANEXO I – CROQUI DE SUBDIVISÕES E LOCALIZAÇÃO

ANEXO I - CROQUI DE SUBDIVISÕES E LOCALIZAÇÃO

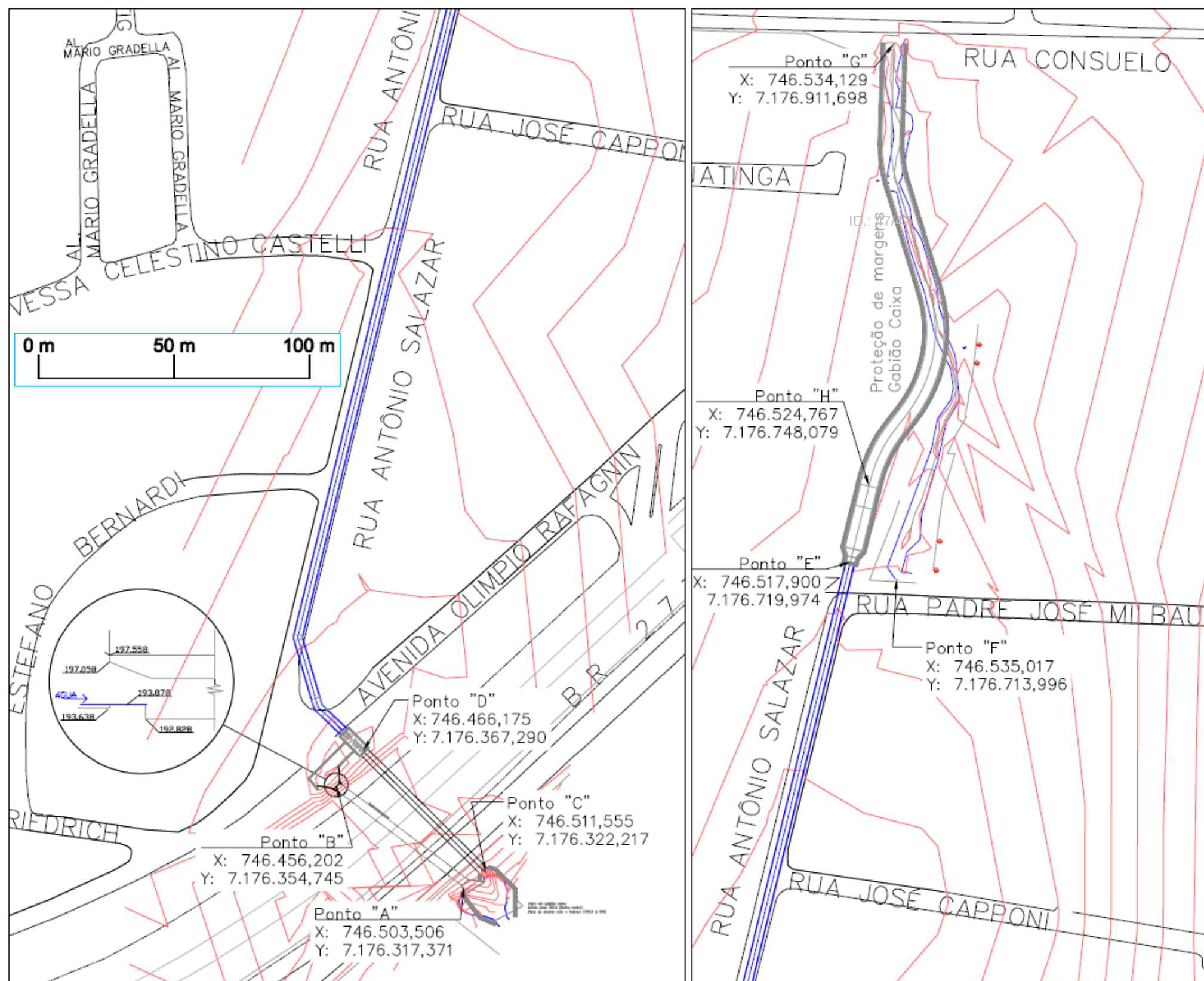


Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01

ANEXO II – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS NOTÁVEIS DE PROJETO

ANEXO II - CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS NOTÁVEIS DE PROJETO



Ivan Lincon Oeda
Dir. Ext. de Acompanhamento de Projetos e Planos
de Contenção de Enchentes e Suporte Técnico
Arquiteto – CAU-PR: - A33027

Jefferson Rodrigo Bonadeu
Engenheiro Civil – CREA-PR: 170861/D
Matrícula 21129.01

PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

Tipo: **OFICIO**

Número: **1.063/2021**

Assunto: **RESPOSTA AO REQUERIMENTO Nº 600/2021**

O documento acima foi proposto para assinatura eletrônica na plataforma **SID** de assinaturas.

Para verificar as assinaturas clique no link:

<https://sistemas.pmfi.pr.gov.br/rp/sidpublico/verificar?codigo=748c36a1-dea3-4d43-ba07-af3308038cb3&cpf=64806103934>

e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido.

Código para verificação:

748c36a1-dea3-4d43-ba07-af3308038cb3

Hash do Documento

1B542F5E180168AD189E61FBCD70F0A757C97B8AF785C52908FF691F468A198A

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 27/10/2021 é(são) :

Nilton Bobato (Signatário) - CPF: 64806103934 em 25/10/2021 15:25:03 - **OK**

Tipo: Assinatura Digital

Francisco Lacerda Brasileiro (Signatário) - CPF: 53736656491 em 26/10/2021 11:27:19 - **OK**

Tipo: Assinatura Digital



A ASSINATURA ELETRÔNICA DESTE DOCUMENTO ESTÁ AMPARADA PELO:

DECRETO Nº 28.900, DE 20 DE JANEIRO DE 2021.

LEI Nº 4536 , DE 4 DE SETEMBRO DE 2017.

Autoriza a utilização do meio eletrônico para a gestão dos processos administrativos e de documentos de arquivo , produzidos nos termos das Leis nºs 3.971, de 17 de abril de 2012 e 4.057, de 19 de dezembro de 2012, no âmbito dos órgãos da Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional do Município de Foz do Iguaçu.