



PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM

Estado de São Paulo
CNPJ 45.726.742/0001-37



LEI MUNICIPAL Nº 2.002/2018.

Dispõe sobre o Plano Diretor de Drenagem Urbana e Controle de Erosão do Município de Icém e dá outras providências.

MARIA DE LOURDES GOMES DA SILVA DE MORAIS, Prefeita do Município de Icém, Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições legais;

FAZ SABER que a Câmara Municipal aprovou e ela sanciona e promulga a seguinte Lei:

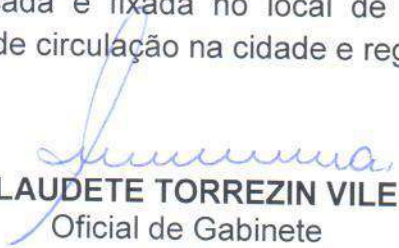
- Artigo 1.º** - Fica aprovado o **Plano Diretor de Drenagem Urbana e Controle de Erosão do Município de Icém** na forma do anexo como parte integrante e indissociável desta Lei.
- Artigo 2.º** - O plano aprovado no artigo 1º desta Lei será revisto e atualizado pelo Poder Executivo Municipal.
- Artigo 3.º** - Após a revisão prevista no artigo 2º desta Lei, as diretrizes, ações e programas elencadas no plano serão previstas nos demais instrumentos de planejamento do município de Icém.
- Artigo 4.º** - As despesas oriundas da execução da presente Lei correrão por conta das dotações orçamentárias próprias, suplementadas se necessário.
- Artigo 5.º** - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Registre-se, publique-se e comunique-se.

Icém-SP., 15 de março de 2018.


MARIA DE LOURDES GOMES DA SILVA DE MORAIS
Prefeita Municipal

Registrada, publicada e fixada no local de costume na data supra, em seguida publicada em jornal de circulação na cidade e região.


CLAUDETE TORREZIN VILELA
Oficial de Gabinete



OKM
GEOLOGIA, GEOTECNICA E MEIO AMBIENTE

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM

LOCAL: DRENAGEM URBANA - ICÉM (SP)

RELAT.: OK 229/10

DESENHO: Raquel R.

DES.: 02

SONDAGEM

COTA: -

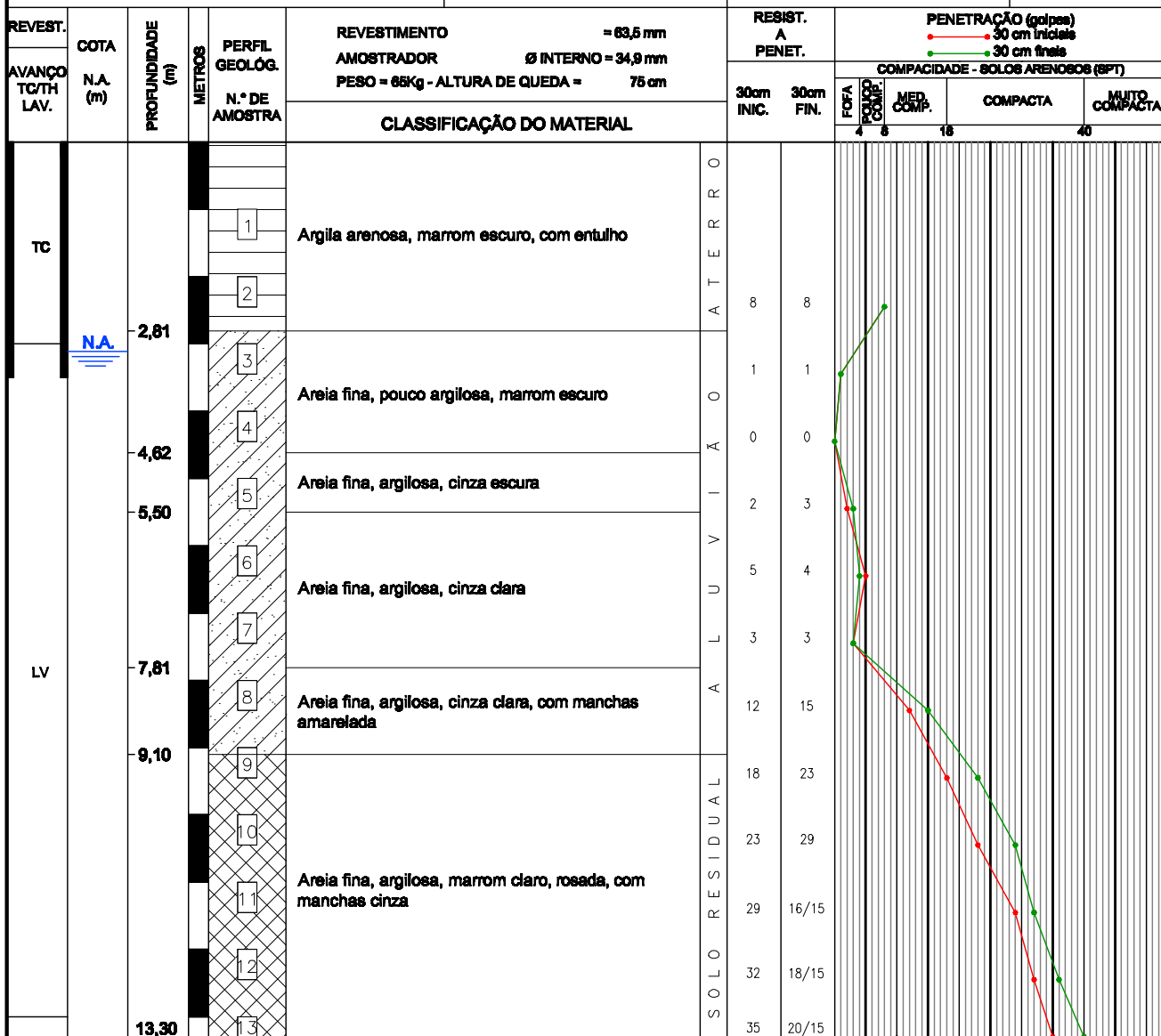
ESCALA: 1:100

FL.: 01

SP-02

INÍCIO: 27/08/2010

TÉRMINO: 27/08/2010



OBS.:

_ SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE.

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0,00	3,00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	-	-
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	3,00	13,00
REVESTIMENTO	2 1/2"	0,00	3,50
SPT	2"	13	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA		
DATA	HORA	N.A.(m)
27/08/10	11:49	3,34
27/08/10	11:59	3,19
27/08/10	12:09	3,11

COORDENADAS: N=
E=

GEÓLOGO - OTÁVIO TOBIAS
SOARES MANDRÁ

VERIFICADO

APROVADO



OKM
GEOLOGIA, GEOTECNICA E MEIO AMBIENTE

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM

LOCAL: DRENAGEM URBANA - ICÉM (SP)

RELAT.: OK 229/10

DESENHO: Raquel R. DES.: 03

COTA: -

ESCALA: 1:100

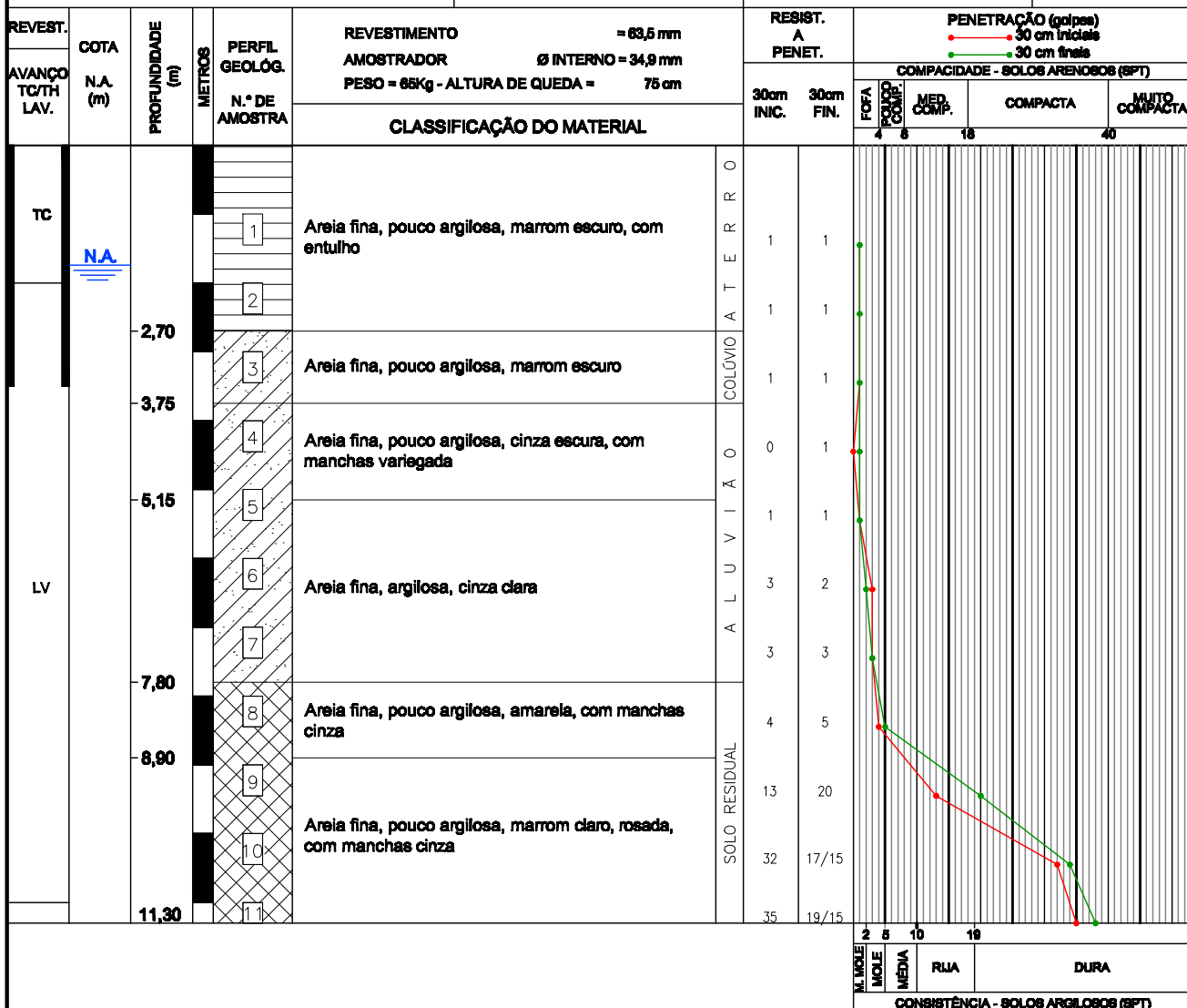
FL.: 01

SONDAGEM

INÍCIO: 30/08/2010

TÉRMINO: 30/08/2010

SP-03



OBS.:
_ SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE.

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0,00	2,00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	-	-
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2,00	11,00
REVESTIMENTO	2 1/2"	0,00	3,50
SPT	2"	11	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA		
DATA	HORA	N.A.(m)
30/08/10	09:26	1,87
30/08/10	09:36	1,81
30/08/10	09:46	1,74

COORDENADAS: N=
E=

GEÓLOGO - OTÁVIO TOBIAS
SOARES MANDRÁ

VERIFICADO

APROVADO



OKM
GEOLOGIA, GEOTECNIA E MEIO AMBIENTE

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM

LOCAL: DRENAGEM URBANA - ICÉM (SP)

RELAT.: OK 229/10

DESENHO: Raquel R.

DES.: 04

SONDAGEM

COTA: -

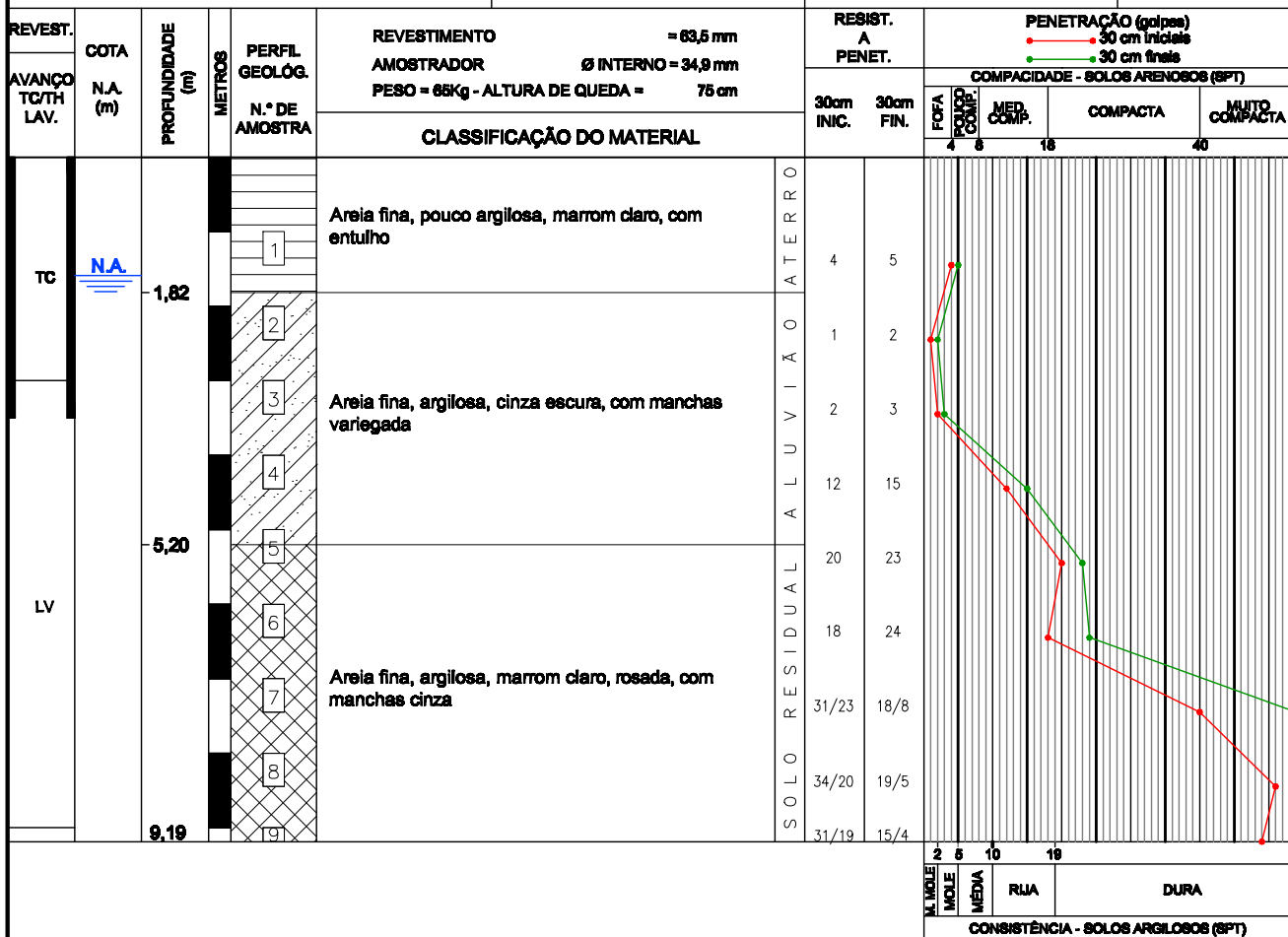
ESCALA: 1:100

FL.: 01

SP-04

INÍCIO: 28/08/2010

TÉRMINO: 28/08/2010



OBS.:

_ SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE.

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0,00	3,00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	-	-
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	3,00	9,00
REVESTIMENTO	2 1/2"	0,00	3,50
SPT	2"	00	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA		
DATA	HORA	N.A.(m)
28/08/10	15:30	1,83
28/08/10	15:40	1,81
28/08/10	15:50	1,58

COORDENADAS: N=
E=

GEÓLOGO - OTÁVIO TOBIAS
SOARES MANDRÁ

VERIFICADO

APROVADO



OKM
GEOLOGIA, GEOTECNICA E MEIO AMBIENTE

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM

LOCAL: DRENAGEM URBANA - ICÉM (SP)

RELAT.: OK 229/10

DESENHO: Raquel R.

DES.: 05

SONDAGEM

COTA: -

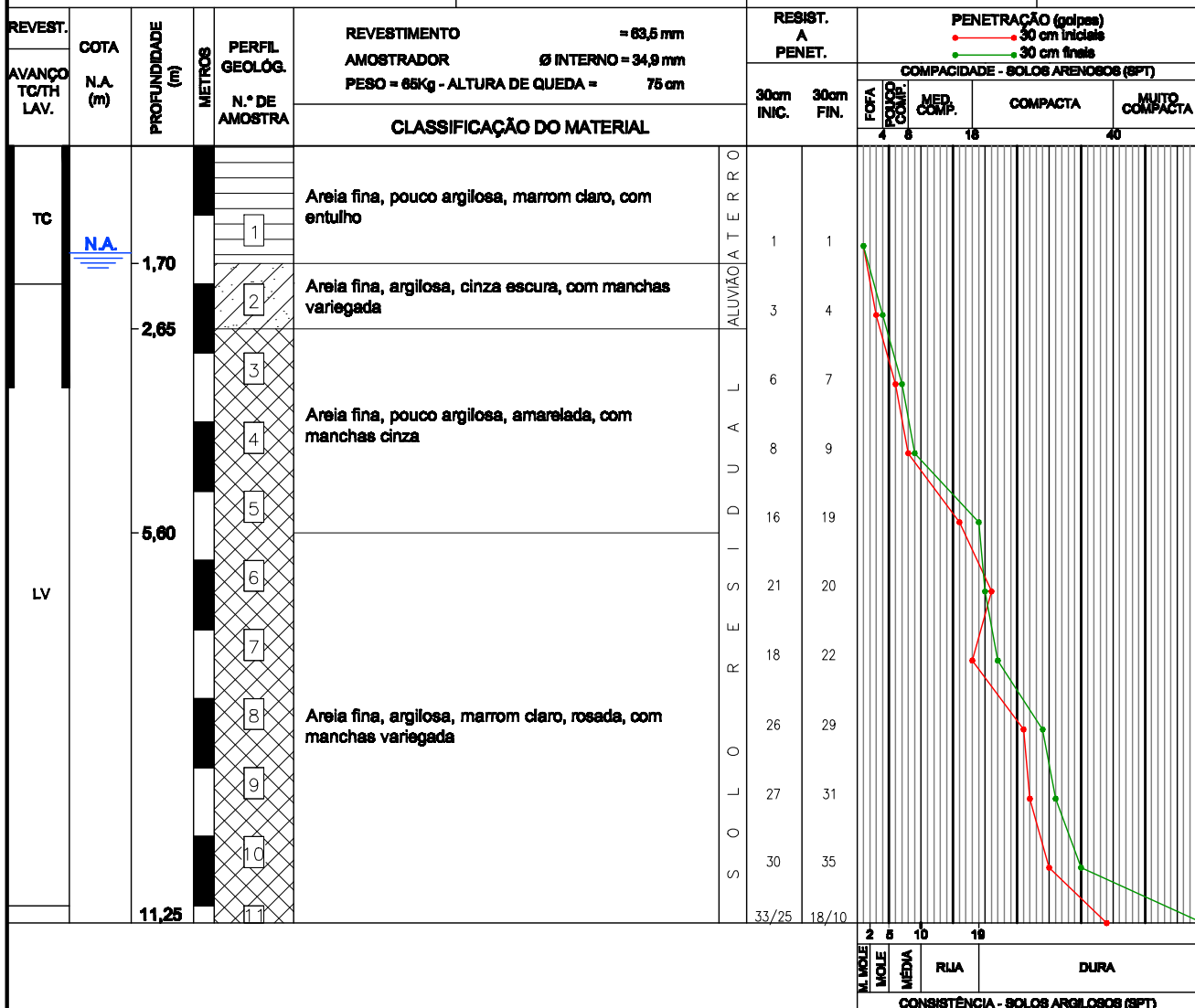
ESCALA: 1:100

FL.: 01

SP-05

INÍCIO: 30/08/2010

TÉRMINO: 30/08/2010



OBS.:

_ SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE.

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0,00	2,00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	-	-
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2,00	11,00
REVESTIMENTO	2 1/2"	0,00	3,50
SPT	2"	11	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA		
DATA	HORA	N.A.(m)
30/08/10	13:00	1,66
30/08/10	13:10	1,58
30/08/10	13:20	1,55

COORDENADAS: N=
E=

GEÓLOGO - OTÁVIO TOBIAS
SOARES MANDRÁ

VERIFICADO

APROVADO



SP-06

TÉRMINO: 30/08/2010

OBS.:
_ SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", OBEDECENDO
A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE.

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA		
DATA	HORA	N.A.(m)
30/08/10	14:21	1,82
30/08/10	14:31	1,71
30/08/10	14:41	1,65

APROVADO



OKM
GEOLOGIA, GEOTECNICA E MEIO AMBIENTE

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM

LOCAL: DRENAGEM URBANA - ICÉM (SP)

RELAT.: OK 229/10

DESENHO: Raquel R. DES.: 07

COTA: -

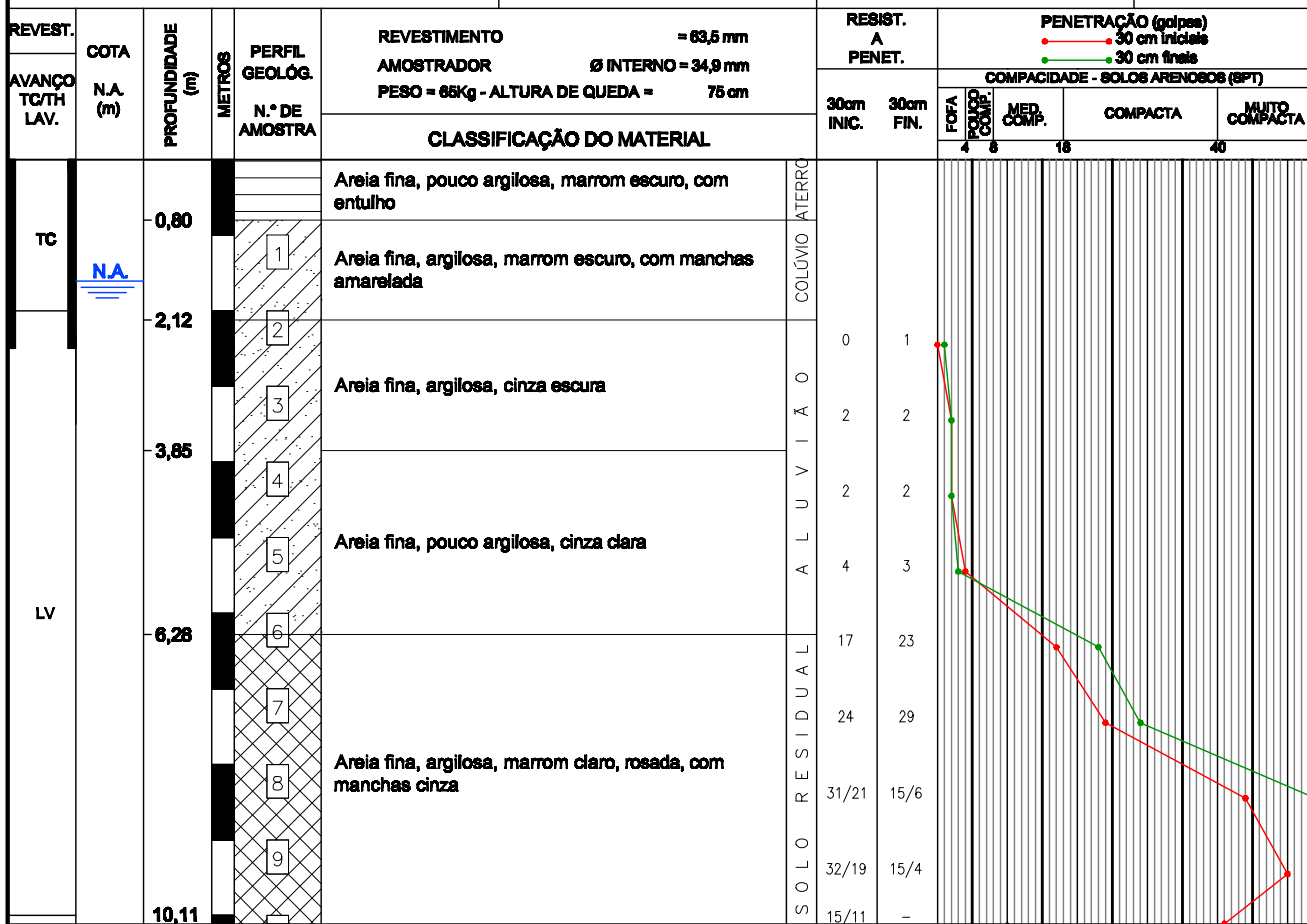
ESCALA: 1:100 FL.: 01

INÍCIO: 01/09/2010

TÉRMINO: 01/09/2010

SONDAGEM

SP-07



OBS.:

_ SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE.

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0,00	2,00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	-	-
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2,00	10,00
REVESTIMENTO	2 1/2"	0,00	2,50
SPT	2"	10	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA		
DATA	HORA	N.A.(m)
01/09/10	09:43	1,78
01/09/10	09:53	1,89
01/09/10	10:03	1,81

COORDENADAS: N=
E=

GEÓLOGO - OTÁVIO TOBIAS
SOARES MANDRÁ

VERIFICADO

APROVADO



OKM
GEOLOGIA, GEOTECNIA E MEIO AMBIENTE

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM

LOCAL: DRENAGEM URBANA - ICÉM (SP)

RELAT.: OK 229/10

DESENHO: Raquel R. DES.: 08

COTA: -

ESCALA: 1:100

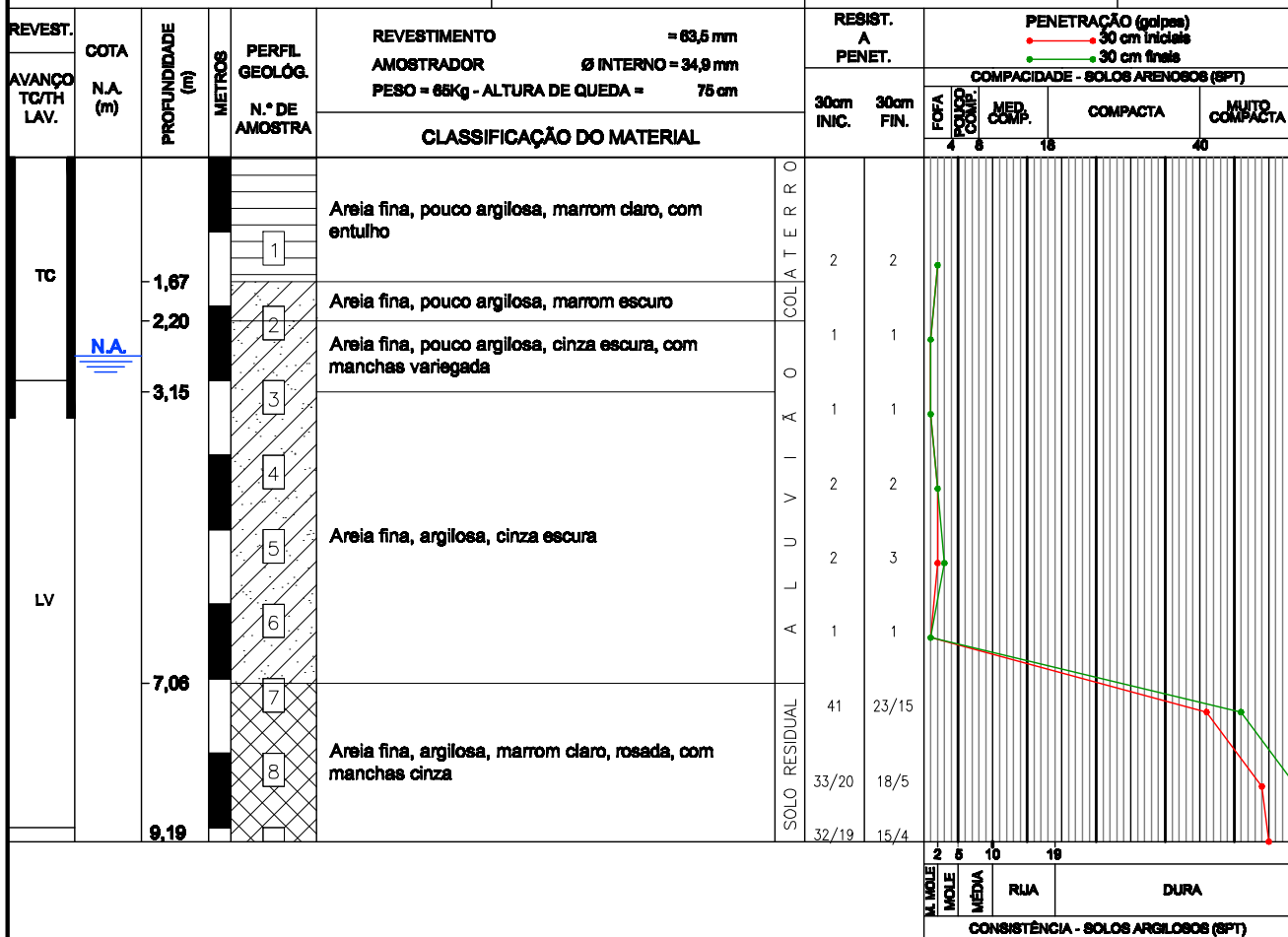
FL.: 01

INÍCIO: 31/08/2010

TÉRMINO: 01/09/2010

SONDAGEM

SP-08



OBS.:

_ SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE.

_ COL - COLÚVIO.

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0,00	3,00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	-	-
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	3,00	9,00
REVESTIMENTO	2 1/2"	0,00	3,50
SPT	2"	00	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA		
DATA	HORA	N.A.(m)
31/08/10	14:10	2,88
31/08/10	14:20	2,79
31/08/10	14:30	2,67

COORDENADAS: N=
E=

GEÓLOGO - OTÁVIO TOBIAS
SOARES MANDRÁ

VERIFICADO

APROVADO



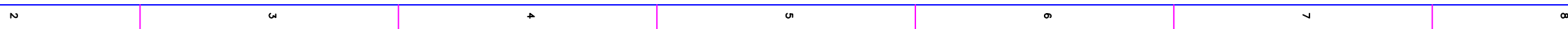
SP-09

TÉRMINO: 31/08/2010

2 5 10 19				
M. MOLE	MOLE	MEDIA	RLIA	DURA
CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)				

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA		
DATA	HORA	N.A.(m)
31/08/10	09:10	1,81
31/08/10	09:20	1,86
31/08/10	09:30	1,55

APROVADO





Área N.M. = 9,7622 m²

$$\text{Área N.A.} = 0,0676 \text{ m}^2$$


ESCALA 1:250

Área N.M. = 13,6139 m²

REFERÊNCIA - CASA INUNDADA

ESCALA 1:250

Alia
Veloc

Área N.A. = 0,8393 m²



ESCALA 1:250

ESCALA 1:250

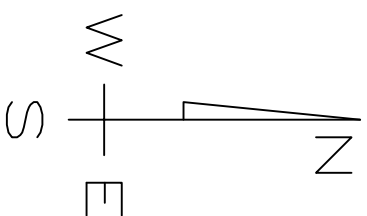
LEGENDA

455,016



	DATA	NAME
DES.		
REV.		
APR.		
SECURA		PRIMO
11.6.000		
CAD		
discrepancy 1001		

$N = 7751409$
 $E = 686226$

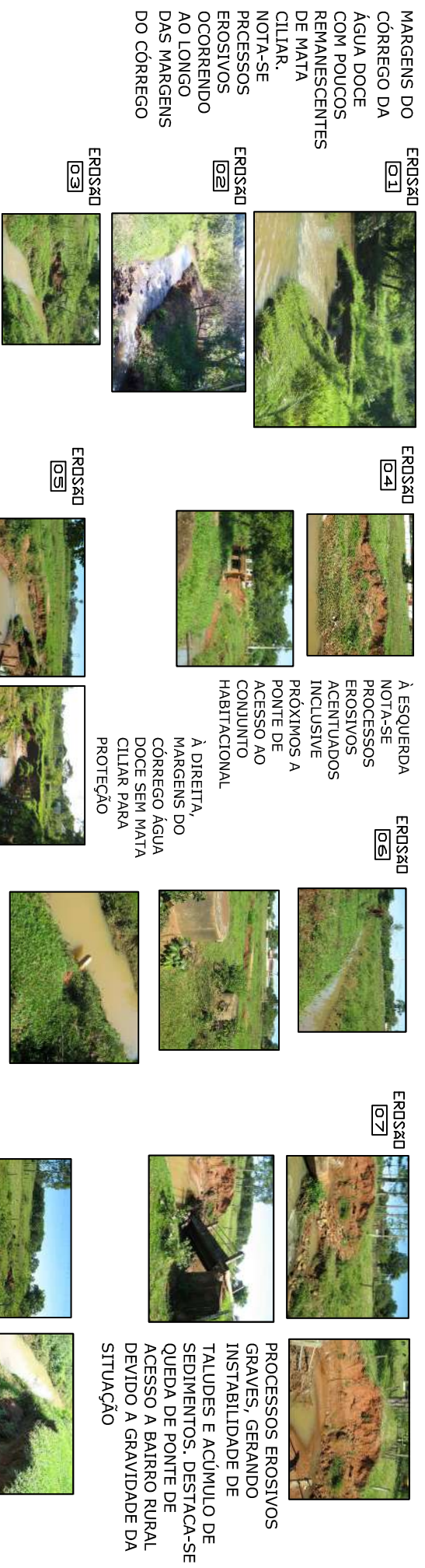


NORTE DE QUADRÍCULA

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS2000 (WGS84)
ALTITUDES GEOMÉTRICAS
SISTEMA DE PROJEÇÃO: UTM
MERIDIANO CENTRAL: 51°W
FUSO: 22
FAZOR DE ESCALA: 1,00004083
CONVERGÊNCIA DE MERIDIANOS: -0°37'44,7613"
COORDENADAS ESTAÇÃO PNC1EM:
Latitude = 20° 20' 34,1255"S
Longitude = 49° 11' 57,719°W
Norte = 7,749,555,296 m
Este = 687,966,662 m



FEIÇÕES EROSIVAS ÁREA URBANA



FEIÇÕES EROSIVAS BAIRRO BARREIRINHO



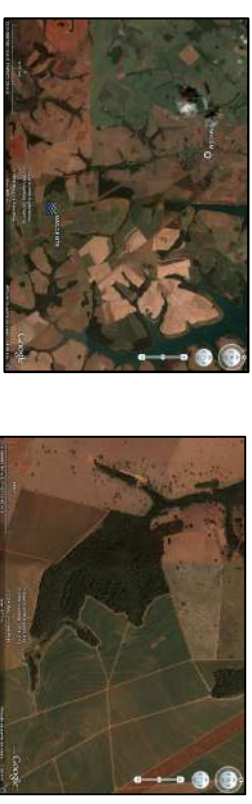
PROCESSOS EROSIVOS
EM SULCOS
ACENTUADOS DEVIDO
A AUSÊNCIA DE
PAVIMENTAÇÃO E
SISTEMA DE
DRENAGEM EM BAIRRO
POPULAR IMPLANTADO

FOTOS DIVERSAS ÁREA URBANA



CAIXA DE INSPEÇÃO COM TAMPA DANIFICADA
PODENDO GERAR ACIDENTES

**FEIÇÕES EROSIVAS NASCENTES
CÓRREGO ÁGUA DOCE**



EROSÃO EM SULCOS,
DE SUPERFICIAIS A
PROFUNDOS EM VIA
NÃO PAVIMENTADA,
DEVIDO A
INEXISTÊNCIA DE
SISTEMA DE
DRENAGEM E
AUSÊNCIA DE
PAVIMENTAÇÃO

EST GEODÉSICA
01
ESTAÇÃO GEODÉSICA
DE REFERÊNCIA
SITUADA NO PATIO DA
PREFEITURA MUNICIPAL

EST GEODÉSICA
01

CAPTAÇÃO



ASPECTOS

ASPECTOS DA CAPTAÇÃO DE
ÁGUA, RESERVATÓRIO, CASA DE
BOMBAS, ADUTORA, BARRAMENTO
CAPTAÇÃO



1



ASPECTOS DO CANAL RETIFICADO



The four photographs show various aspects of the wetland environment. The top-left photo shows a dense stand of tall, green grasses. The top-right photo shows a body of water with a line of trees in the background. The bottom-left photo shows a wide expanse of water with a line of trees in the distance. The bottom-right photo shows a close-up view of the water and the base of the trees.

ERROSÃO LAMINAR E
EM SULCOS
SUPERFICIAIS
PROXIMAS A
NASCENTE DO
CÓRREGO ÁGUA
DOCE. NOTA-SE
DEFICIÊNCIA NA
VEGETAÇÃO DE
PROTEÇÃO, EXIGINDO
RECOMPOSIÇÃO
FLORESTAL
ADEQUADA

$N = 7747868$
 $E = 686226$

EST GENE SICA



ACESSO À CIDADE, NAS
PROXIMIDADES EXISTE
ESTAÇÃO GEODÉSICA
ALTIMÉTRICA

A photograph of a wide, calm river or lake. The water is a light brownish-grey color, reflecting the sky. The far bank is covered in dense green trees and vegetation. The sky is a clear, pale blue. The foreground shows a grassy bank with some small plants.



ASPECTOS DO CANAL RETIFICADO

0 500m 1000m

[illegible]

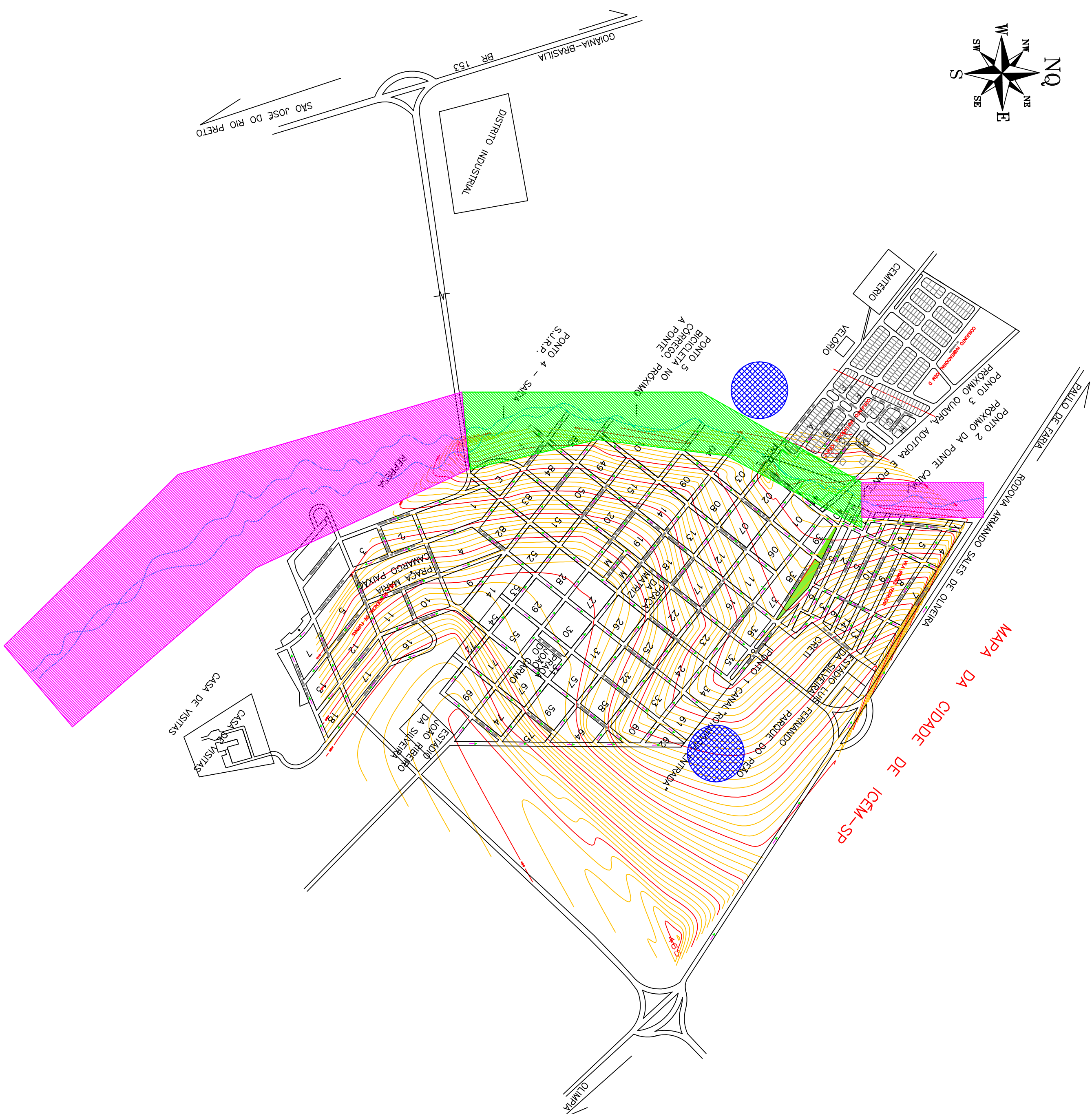
Φ N = 7751409
 E = 691330

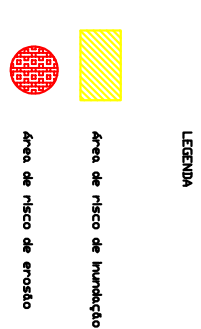
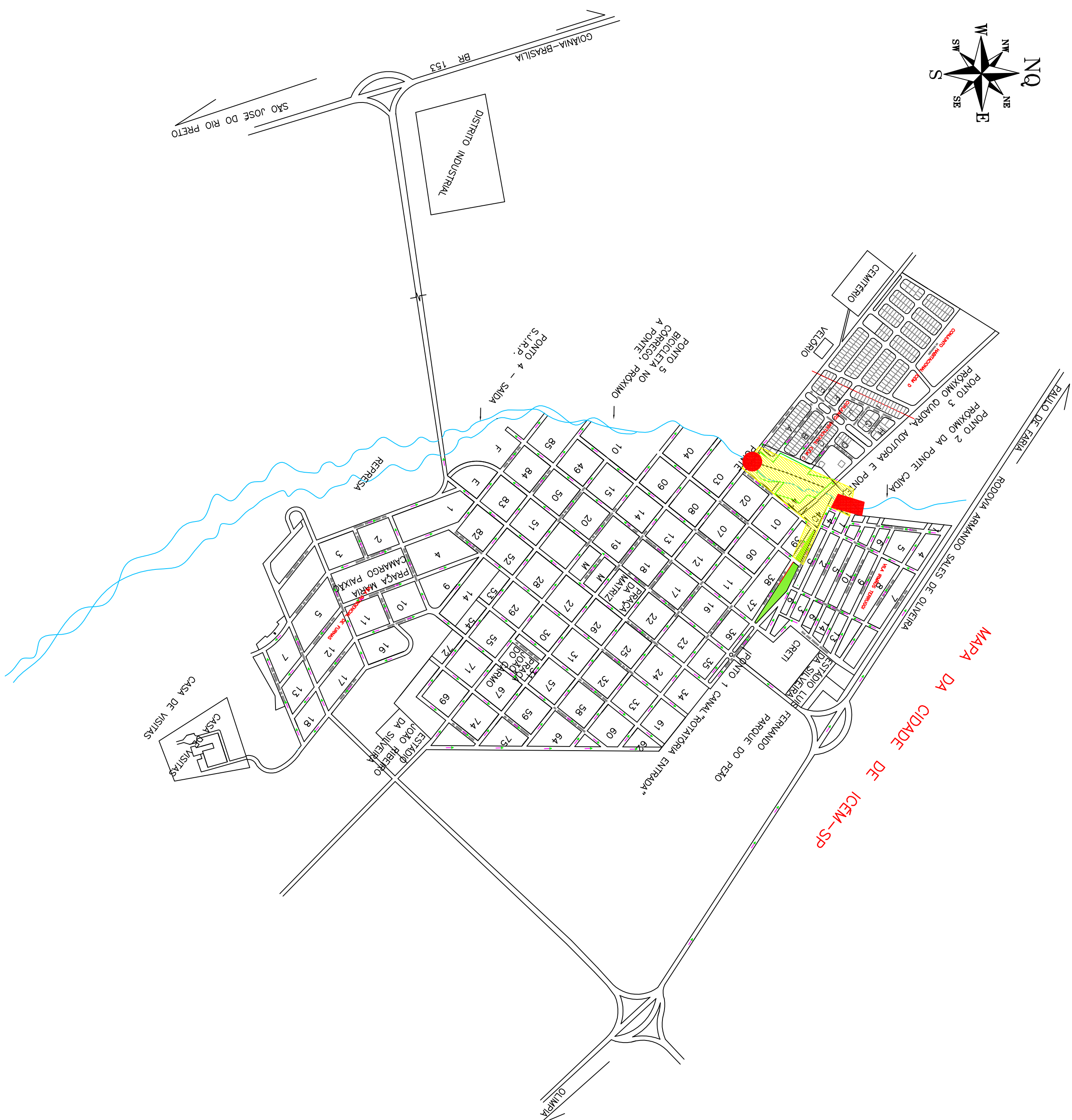


PROCESSOS EROSIVOS
EM SULCOS
ACENTUADOS DEVIDO
A AUSÊNCIA DE
PAVIMENTAÇÃO E
SISTEMA DE
DRENAGEM EM BAIRRO
POPULAR IMPLANTADO

EROSÃO EM SULCOS,
DE SUPERFICIAIS A
PROFUNDOS EM VIA
NÃO PAVIMENTADA,
DEVIDO A
INEXISTÊNCIA DE
SISTEMA DE
DRENAGEM E
AUSÊNCIA DE
PAVIMENTAÇÃO

ERROSÃO LAMINAR E
EM SULCOS
SUPERFICIAIS
PROXIMAS A
NASCENTE DO
CÓRREGO ÁGUA
DOCE. NOTA-SE
DEFICIÊNCIA NA
VEGETAÇÃO DE
PROTEÇÃO, EXIGINDO
RECOMPOSIÇÃO
FLORESTAL
ADEQUADA

[illegible]

[illegible]



PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM

Projeto - Plano Diretor de Drenagem Urbana e Controle de Erosão

Relatório Final

Icém - SP
2012

ÓRGÃO FINANCIADOR:



FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – FEHIDRO

ÓRGÃO EXECUTOR:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM

Prefeito

Samir Vicente de Moraes

Vice – Prefeito

Salim Vicente de Moraes

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. PLANO DE TRABALHO	2
3. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR	5
3.1. SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE ICÉM.....	5
3.1.1. <i>Caracterização do Município de Icém</i>	<i>5</i>
3.1.2. <i>Caracterização do Sistema de Drenagem da Malha Urbana do Município de Icém</i>	<i>10</i>
3.2. CADASTRAMENTO DE PONTOS DE EROSÃO URBANA.....	19
4. TOPOGRAFIA	46
5. SONDAGEM	53
6. CARACTERIZAÇÃO.....	54
6.1. DELIMITAÇÃO DE BACIAS E SUB-BACIAS.....	54
6.2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO.....	55
6.2.1. <i>Contexto Histórico</i>	<i>55</i>
6.2.2. <i>Clima</i>	<i>56</i>
6.2.3. <i>Geologia</i>	<i>56</i>
6.2.4. <i>Pedologia.....</i>	<i>56</i>
6.2.5. <i>Geomorfologia.....</i>	<i>58</i>
6.2.6. <i>Hidrografia.....</i>	<i>59</i>
6.2.7. <i>Ocupação Urbana e Saneamento Ambiental</i>	<i>61</i>
6.3. CADASTRAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM	64
6.3.1. <i>Córrego Água Doce – Não Retificado</i>	<i>64</i>
6.3.2. <i>Córrego Retificado</i>	<i>73</i>
6.3.3. <i>Sistema de Microdrenagem</i>	<i>75</i>
7. ESTUDOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS	76
7.1. CRITÉRIOS DE PROJETO.....	76
7.1.1. <i>Chuvas Consideradas</i>	<i>76</i>
7.1.2. <i>Condições de Ocupação das Sub-Bacias.....</i>	<i>77</i>
7.1.3. <i>Avaliação do Coeficiente de Escoamento Superficial</i>	<i>78</i>
7.1.4. <i>Seções Transversais Consideradas</i>	<i>79</i>
7.1.5. <i>Vazões de Projeto Consideradas</i>	<i>81</i>
7.2. DIMENSIONAMENTO DA MACRODRENAGEM.....	82

8. MEDIDAS DE CONTROLE DAS INUNDAÇÕES.....	110
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
ANEXO I - ESTAÇÕES PLANIMÉTRICAS	120
ANEXO II - PERFIS INDIVIDUAIS DOS PONTOS DE SONDAGEM	123
ANEXO III - MAPAS.....	124

1. INTRODUÇÃO

A drenagem urbana representa hoje uma fonte importante de prejuízos para população urbana das cidades, devido às freqüentes inundações e à deterioração ambiental. O impacto é gerado pela urbanização inadequada, que requer medidas preventivas de controle e regulamentação. Para que isto ocorra são necessárias medidas administrativas e técnicas que são implantadas através do Plano Diretor Urbano.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana é um instrumento de planejamento que visa regulamentar a ocupação do solo em uma área urbana, indicando medidas estruturais e não-estruturais relacionadas ao sistema de drenagem, tendo como finalidade mitigar os problemas causados pelas inundações, buscando equilibrar o desenvolvimento com as condições ambientais das cidades.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana deve tanto apresentar medidas para remediar os problemas já existentes em decorrência da urbanização, como também deve apresentar medidas para prevenção da ocorrência de enchentes e inundações em áreas que futuramente venham a ser urbanizadas.

Segundo Genz & Tucci (1995) os principais impactos que decorrem do desenvolvimento de uma área urbana sobre os processos hidrológicos, estão ligados à forma de ocupação da terra, e também ao aumento das superfícies impermeáveis em grande parte das bacias que se localizam próximas a zonas de expansão urbana ou inseridas no perímetro urbano.

Desta forma, de acordo com Campana & Tucci (1994) as bacias urbanas necessitam ser planejadas com seu desenvolvimento futuro levado em consideração.

Sendo assim, o principal objetivo do Plano Diretor de Drenagem Urbana é criar os mecanismos de gestão da infra-estrutura urbana, relacionados com o escoamento das águas pluviais, dos rios e arroios em áreas urbanas. Este planejamento visa evitar perdas econômicas, melhorar as condições de saneamento e qualidade do meio ambiente da cidade.

2. PLANO DE TRABALHO

O presente projeto é financiado pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO, e tem como objetivo principal definir diretrizes de uso e ocupação da área territorial municipal, destacando a questão de erosão e drenagem urbana.

O planejamento de trabalho para o desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem Urbana e Controle de Erosão segue as seguintes etapas:

Diagnóstico Preliminar: levantamentos preliminares sobre as condições do município ao que se refere à drenagem urbana e às condições de erosão do solo.

Topografia: terão duas etapas, a primeira será o estabelecimento de estação geodésica de apoio ao levantamento para fins de georreferenciamento, isto é, a localização geográfica exata e conectada com o Sistema Geodésico Brasileiro-SGB. Na segunda etapa, será realizado um levantamento planialtimétrico da área urbana do município através de posicionamento por satélites – GPS e métodos convencionais quando necessários. Destacamos que ao longo da execução do projeto novas áreas poderão ser mapeadas, caso haja necessidade.

Sondagem: levantamentos sobre a resistência do solo próximo aos córregos, para o desenvolvimento de projetos e obras.

Caracterização do Município: delimitação das bacias na malha urbana, caracterização do meio físico e cadastramento do sistema de drenagem existente, bem como os fluxos de água definidos pelas curvas de nível.

Estudos Hidráulicos e Hidrológicos: verificação da capacidade de suporte de vazão nos córregos da malha urbana e a contribuição das bacias anteriormente definidas.

Projetos: definição de projetos para a melhoria da eficiência da drenagem urbana e diminuição de pontos de erosão, com medidas que visem mitigar os impactos em diferentes cenários estabelecidos nos estudos hidráulicos e hidrológicos.

Relatórios: compilação das informações, cálculos e recomendações, no formato de relatório apresentado aos órgãos contratantes.

Audiência Pública: submissão do relatório final para a aprovação das medidas adotadas pela comunidade e sociedade civil organizada.

A equipe formada para o desenvolvimento das atividades presentes no plano de trabalho é composta dos seguintes membros:

Prof. Dr. David Luciano Rosalen (UNESP): Engenheiro Agrônomo pela Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz-ESALQ/USP, especialista em Manejo de Solos pela Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz-ESALQ/USP, Mestre em Transportes pela Escola de Engenharia de São Carlos-EESC/USP e Doutor em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. Credenciado junto ao INCRA para georreferenciamento de imóveis rurais. Desenvolve atividades relacionadas à coordenação do projeto, às etapas de topografia, georreferenciamento, caracterização e controle de erosão.

Prof^a. MSc. Aline Branco de Miranda Lázari (UNIFEB): Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia Civil de Araraquara, Mestre em Engenharia Urbana pela UFSCar. Desenvolve atividades relacionadas à coordenação do projeto, às etapas de caracterização e estudos hidráulicos e hidrológicos e condições da drenagem urbana do município.

Técnico Agropecuário Ronaldo José de Barros (UNESP): Técnico Agrícola junto ao Departamento de Engenharia Rural da UNESP-Jaboticabal. Desenvolve atividades de coleta de dados de campo.

Demais professores da UNIFEB: corpo docente da UNIFEB. Desenvolverá atividades junto ao projeto caso se façam necessárias.

Alunos de graduação da UNIFEB e UNESP Jaboticabal: Desenvolvem atividades de apoio a coleta de dados de campo e tabulação de dados.

A equipe desenvolverá todas as etapas presentes no planejamento de trabalho anteriormente descrito, bem como apresentará suas conclusões e recomendações finais para o município de Icém.

3. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

3.1. SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE ICÉM

3.1.1. Caracterização do Município de Icém

O município de Icém tem uma área total de 363 km² (IBGE, 2010), com relação a sua malha urbana, observa-se que o uso e ocupação do solo é basicamente residencial e comercial, sendo que a porção comercial se concentra na parte central da malha urbana.

De acordo com dados demográficos do censo realizado pelo IBGE (2008), nos anos de 1991 e 2001, a cidade possuía uma população de 6.100 e 6.772 habitantes respectivamente. A cidade cresce a uma taxa anual pequena (0,6%), considerando os censos de 1991 e 2001, porém, na contagem de população realizada em 2007, o município apresentou um decréscimo de população de 343 habitantes, totalizando 6.429 (IBGE, 2008). Atualmente, o município possui uma população de 7.462 habitantes (IBGE, 2010).

A expansão do município é dada em áreas ainda não ocupadas do entorno (Figuras 01, 02 e 03), de maneira horizontal, principalmente próximas aos córregos, o que poderá afetar a drenagem urbana.



Figura 01: Uso e Ocupação do Solo

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 02: Uso e ocupação do Solo em 1968

Fonte: Prefeitura Municipal de Icém, 2008



Figura 03: Uso e Ocupação do Solo Atual

Fonte: Prefeitura Municipal de Icém, 2008

O aumento da malha urbana tem se dado principalmente próximo ao córrego não-retificado, ocasionando a diminuição da infiltração, aumento do escoamento superficial e aumento da velocidade e vazão nos córregos, o que pode intensificar a ocorrência de inundações nesta região.

Além do aumento das vazões, outro problema observado é a condição de conservação das nascentes dos córregos locais, não apresentando nenhum tipo de proteção (Figuras 04, 05, 06 e 07), o que poderá ocasionar o assoreamento das nascentes, poluição das águas e diminuição da vazão dos córregos.



Figura 04: Nascente desprotegida; Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 05: Nascente desprotegida; Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 06: Nascente desprotegida; Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 07: Nascente desprotegida; Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008

3.1.2. Caracterização do Sistema de Drenagem da Malha Urbana do Município de Icém

Drenagem é o termo empregado nas instalações destinadas a escoar o excesso de água, seja em rodovias, na zona rural ou na malha urbana. A drenagem urbana não se restringe aos aspectos puramente técnicos impostos pelos limites restritos à engenharia, pois compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações aos quais a sociedade está sujeita.

O caminho percorrido pela água da chuva sobre uma superfície pode ser topograficamente bem definido, ou não. Após a implantação de uma cidade, o percurso das enxurradas passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando, tanto quantitativa como qualitativamente, de maneira bem diferente de seu comportamento original. As torrentes originadas pela precipitação direta sobre as vias públicas desembocam nos bueiros situados nas sarjetas. Estas torrentes, somadas à água coletada nas edificações, são escoadas pelas tubulações que alimentam os condutos secundários, a partir do qual atingem o fundo do vale. O escoamento no fundo do vale é o que determina o chamado *Sistema de Macro-Drenagem*. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de macro-drenagem é denominado *Sistema de Micro-drenagem*.

De uma maneira geral, as águas decorrentes da chuva (coletadas nas vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos) são lançadas em cursos d'água naturais.

Sendo assim, os equipamentos de microdrenagem, que captam toda a água pluvial, levam, ao mesmo tempo, uma vazão maior do que a de suporte do canal (macrodrenagem) o que pode ocasionar a extravasão nesta seção. O uso e ocupação do solo, somados à impermeabilização, colaboram para a diminuição da infiltração de água, aumentando sua velocidade e causando o aumento da vazão do córrego estudado.

No município de Icém, o sistema de microdrenagem é composto por ruas pavimentadas com asfalto, sarjetas, bocas de lobo e galerias (Figuras 08, 09 e 10).

A pavimentação, presente na grande maioria das ruas da malha urbana de Icém é apresentado de forma satisfatória. É formado por asfalto betuminoso, acarretando um grande grau de impermeabilização do solo, o que influencia na infiltração da água.

A água drenada dos lotes da malha urbana de Icém é lançada nas sarjetas presentes nas laterais das ruas. Essas sarjetas encaminham a água até as bocas de lobo que se encontram nas partes baixas da cidade, próxima aos córregos.

As bocas de lobo encontradas no município apresentam dimensões que estão fora de padronização. Por coletar grandes volumes de água, suas aberturas possuem grandes dimensões, podendo ocasionar problemas de emergências e saúde pública.

As dimensões aconselhadas para o uso em bocas de lobo estão apresentadas na Figura 8. Para a coleta de grandes volumes de água é aconselhada a utilização de bocas coletoras múltiplas em série, como mostrado na Figura 9.

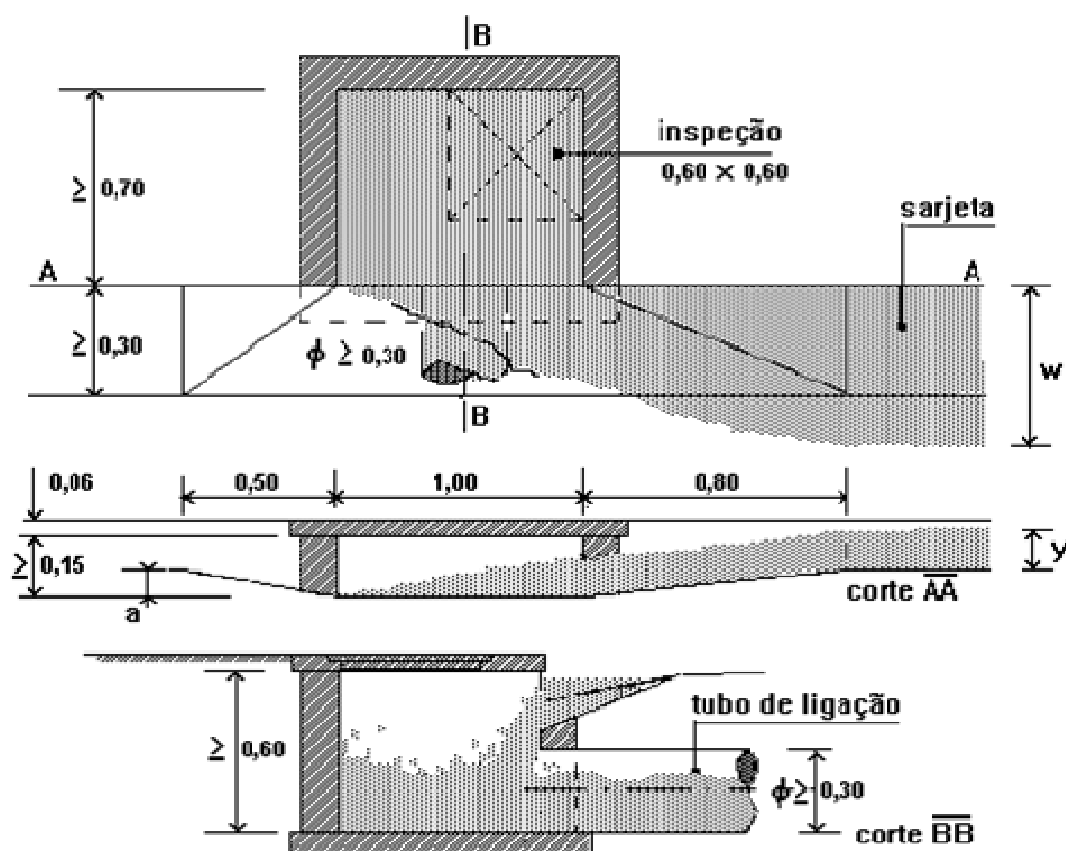


Figura 8: Modelo de Boca de Lobo

Fonte: CETESB, 1978

D) BOCA DE LOBO MÚLTIPLA

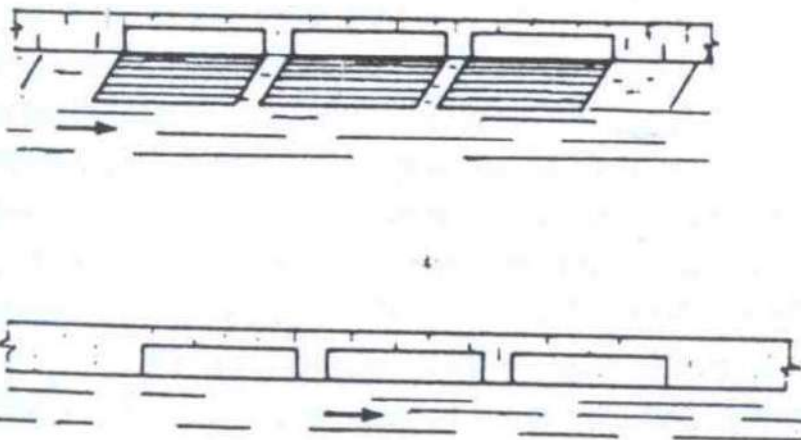


Figura 9: Modelo de Boca de Lobo Múltipla em série

Fonte: CETESB, 1978

Pode-se constatar que algumas tubulações de galerias de água pluvial não têm manutenção adequada, estando obstruídas (Figura 10), dificultando a passagem do fluxo da água pluvial, podendo ocasionar o retorno desta água para as bocas coletoras e ruas.



Figura 10: Galeria de Água Pluvial obstruída

Fonte: UNIFEB, 2008

O lançamento da água pluvial nos córregos através das galerias não possui nenhuma proteção nem dispositivos de dissipação de energia e velocidade o que pode ocasionar erosões nas paredes laterais e no fundo do córrego (Figuras 11, 12 e 13).



Figura 11: Galeria de Água Pluvial

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 12: Galeria de Água Pluvial lançando no canal retificado

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 13: Dissipador de energia destruído com a força da água

Fonte: UNIFEB, 2008

O município de Icém possui dois córregos que cortam a cidade e que recebem toda a água pluvial escoada pelo sistema de microdrenagem do município. Um dos córregos já está retificado e possui uma área de extravasão nas laterais (Figura 14), o que torna a área com maior segurança para o desenvolvimento de inundações no local.



Figura 14: Canal Retificado

Fonte: UNIFEB, 2008

O outro córrego (“Córrego Água Doce”) ainda permanece nas suas condições naturais, com seu leito em solo original, sem qualquer tipo de modificação (Figura 15). Sendo assim, pelo grande aumento do volume de água escoado pelos sistemas de microdrenagem da cidade e pelo aumento da velocidade deste escoamento, o córrego apresenta alguns pontos de erosão (Figura 16) e consequentemente a deposição deste solo carregado provocando o assoreamento de alguns trechos, conforme observados na Figura 17.

A ocupação urbana está bem próxima dos dois córregos, com grande área impermeabilizada. As unidades residenciais chegam até bem próximo das margens deste córrego, não respeitando os limites impostos pela lei nº 4.771 de 1965 que se refere ao Novo Código Florestal e que dispõe sobre o uso e ocupação das margens dos

córregos, aumentando a possibilidade de inundação dessas residências.



Figura 15: Canal não retificado com condições naturais de escoamento

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 16: Pontos de erosão

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 17: Pontos de assoreamento

Fonte: UNIFEB, 2008

Os córregos ainda possuem alguns pontos de barreiras, como pontes, represamentos, entre outros. Essas barreiras poderão provocar situações de remansos, ocasionando uma sobrelevação do nível da água para a montante (Figura 18) ou ressaltos hidráulicos provocando o desabamento destas barreiras para a jusante (Figura 19).

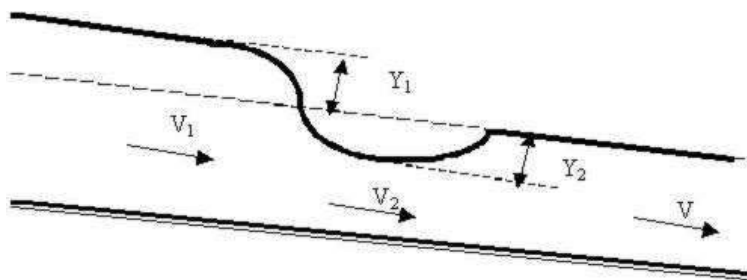


Figura 18: Remanso hidráulico provocando sobrelevação do nível da água à montante
Fonte: UNIFEB,2008



Figura 19: Desabamento de ponte provocada pelo aumento da vazão no leito do córrego
Fonte: UNIFEB, 2008

3.2. CADASTRAMENTO DE PONTOS DE EROSÃO URBANA

Podemos definir erosão do solo “como o processo de remoção e transporte notório das partículas de solo, por ação do vento ou da água em movimento, que determina perda de sua integridade” (Bertoni & Lombardi Neto, 1992).

Obviamente existe um processo erosivo natural ou geológico, responsável pelas feições topográficas do terreno; geralmente é um processo muito lento, porém, quando condições perturbadoras do equilíbrio natural, normalmente provocadas por ação antrópica, esse processo é acelerado. Por exemplo, segundo Bertoni & Lombardi Neto (1992), um solo coberto com mata leva cerca de 440.000 anos para perder 15 cm de solo, enquanto que, num solo coberto com pastagem, a mesma perda ocorre num espaço de 4.000 anos. Já num terreno com um cultivo perene, como café, esse prazo cai para 2.000 anos e numa cultura anual, como algodão, esse prazo pode cair, conforme o manejo adotado, para 70 anos!

Os fenômenos de erosão, transporte e sedimentação são processos ligados à dinâmica geológica e climática do planeta. Dentro dessa dinâmica, podemos distinguir zonas geradoras ou de produção de sedimentos, em que predomina a erosão; zonas de transferência, em que predominam os processos de transporte e depósito e, por último, zonas de sedimentação, em que predominam os processos de acúmulo. Os processos de erosão-transporte-sedimentação se realizam, em maior ou menor intensidade, em todas essas zonas e resultam interdependentes entre si. Dessa maneira podemos concluir que a erosão, consiste em um conjunto de processos, naturais e/ou acelerados, pelos quais os materiais da crosta terrestre são desagregados, dissolvidos ou desgastados e transportados de um ponto a outro pelos sistemas erosivos, tais como: glacial, periglacial, eólico, marinho e litorâneo, hídrico-fluvial, lacustre e cárstico. Sendo que para cada um desses sistemas temos um agente erosivo predominante, gelo, vento e água (superficial e subterrânea) (ROSALEN, 2002).

Nas condições brasileiras, o agente predominante nos processos erosivos é o hídrico. A erosão hídrica tem início devido ao impacto da gota de chuva com o solo exposto. A energia do impacto leva ao desprendimento de partículas do solo e estas são transportadas pelo fluxo de água superficial, isto é, a enxurrada. Dentro desta

dinâmica, a energia da enxurrada leva também ao desprendimento de partículas do solo, intensificando, portanto, o processo. As partículas desprendidas são carregadas pelo fluxo e depositadas em locais em que a topografia é favorável. O fluxo superficial pode gerar a erosão laminar ou a erosão em sulcos (linear), em diferentes graus de intensidade.

Não só o fluxo superficial de água leva aos processos erosivos, mas também, o fluxo de águas subterrâneas ou subsuperficiais, em que se inclui o lençol freático. A atuação das águas subsuperficiais sob condições de gradiente hidráulico crítico, pode levar a abertura progressiva de canais dentro da massa de solo. Esse processo é conhecido como erosão interna regressiva ou simplesmente entubamento (*"piping"*).

Quando o processo erosivo de natureza hídrica torna-se muito intenso pode levar ao surgimento de sulcos muito profundos, denominados de erosão voçorocas ou boçoroca. Nesse caso, tanto o fluxo superficial, como o subsuperficial são bem atuantes. Esse processo atinge horizontes de solo mais profundos, estabilizando somente ao atingir material mais resistente, como o substrato rochoso do solo.

Dentro de todo esse contexto, concluímos que o surgimento de processos erosivos hídricos está intimamente correlacionado com a cobertura do solo, o regime pluviométrico, o sistema de drenagem local, o relevo, o tipo de solo e a natureza do substrato rochoso. Daí a importância, em áreas urbanas, para a prevenção de processos erosivos acelerados, a pavimentação aliada a um sistema de drenagem adequado.

Destacamos que em áreas urbanas localizadas em regiões de bacias sedimentares, como a Bacia do Paraná, em especial, onde ocorrerem os arenitos do Grupo Bauru e arenitos das formações Botucatu e Pirambóia existem uma maior suscetibilidade de ocorrência de voçorocas de grau elevado.

O município de Icém situa-se na Bacia Sedimentar do Paraná, numa região de interface entre o Grupo Bauru e São Bento, com litologia predominante de Arenitos, Lentes de Siltitos e Argilitos (Ross & Moroz, 1997). Pedologicamente situa-se numa área de Latossolo Vermelho de textura média. Desta forma, em termos geológicos e pedológicos, o município de Icém, de forma geral, não se encontra numa típica área

crítica de ocorrência de voçorocas, porém, não está inume a esse tipo de erosão. Lembrando que, praticamente, todo o estado de São Paulo tem ocorrência de chuvas intensas durante o verão que aliada à falta de cobertura do solo, ausência de sistema de drenagem superficial adequado e ainda características geotécnicas locais, poderemos ter a ocorrência de erosão de sulcos mais graves, podendo evoluir para voçorocas.

O enfrentamento de problemas erosivos pode ser realizado em três etapas distintas, na primeira faz-se um mapeamento com intuito de identificar terrenos mais ou menos susceptíveis aos processos erosivos. Na segunda etapa, é realizado um diagnóstico das erosões existentes e esse diagnóstico é feito através do cadastramento das erosões; nesse cadastramento as erosões são localizadas geograficamente e anotadas diversas características como: bacia hidrográfica, geologia, pedologia, geomorfologia, dimensões, área de contribuição, interação com a área urbana, fenomenologia, medidas de controle já realizadas, previsões de evolução, etc. A última etapa é o estabelecimento das medidas de controle de natureza preventiva (para as áreas de maior suscetibilidade) e de natureza corretiva (para as erosões cadastradas).

Nas visitas técnicas ao município de Icém, basicamente, foram vistoriadas três áreas, a malha urbana, o bairro Barreirinho e as nascentes do Córrego da Água Doce, que abastece a cidade e que capta toda a água pluvial da malha urbana.

Nessas visitas foram identificados diversos pontos de erosão, sendo que não foi identificada nenhuma voçoroca de maior gravidade. Basicamente foi identificada erosão laminar em área rural próximas a nascente e ao longo do Córrego da Água Doce e erosão em sulcos de diferentes intensidades nas três áreas. É importante destacar que a erosão laminar desperta menos a atenção do que a erosão em sulcos, pois suas feições são camufladas dentro da paisagem, fato que não ocorre com a erosão em sulcos e principalmente as voçorocas; porém, em termos de perda de solos a magnitude de valores atingidos pela erosão laminar é bem superiores aos obtidos pela erosão em sulcos, isso é bastante óbvio haja vista as dimensões da área de incidência da laminar em relação à erosão em sulcos. Portanto, a erosão laminar é a grande responsável pelo assoreamento de corpos d'água, destacando-se reservatórios, como o reservatório de captação localizado na área urbana de Icém.

Os processos erosivos de maior gravidade foram identificados ao longo do Córrego da Água Doce, dentro da malha urbana, próximo a duas pontes de acesso. De maneira geral, foram observados sulcos e erosão das margens do córrego, devido à falta de cobertura vegetal e a própria força do fluxo de água do córrego, como já destacado no item 2.2 deste relatório.

A seguir são descritos os pontos vistoriados e a respectiva localização geográfica encontra-se no Anexo IV: Mapa de Localização das Feições Erosivas.

1) ÁREA URBANIZADA

Localidades denominadas de EROSÃO 01, EROSÃO 02 e EROSÃO 03

Essas localidades estão situadas ao longo das margens do córrego da Água Doce, dentro do perímetro urbano do município de Icém; notam-se muito poucos remanescentes de matas ciliares, inclusive locais com total ausência desta vegetação. Também foram observados processos erosivos de sulcos rasos e erosão das ribanceiras do córrego (Figuras 20, 21 e 22).



Figura 20: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 21: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 22: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008

Destacamos ainda que a ausência de mata ciliar ao longo do córrego é praticamente constante, como podemos observar pela imagem de satélite da área (Figura 23), onde se observa total ausência ou fragmentos muito esparsos. Também, nessa imagem observam-se sulcos de erosão, fato que leva a crer a também ocorrência da erosão laminar que em conjunto com a em sulco e a ausência de mata ciliar, levam ao processo de assoreamento do córrego, agravando os problemas de enchentes.



Figura 23: Imagem orbital de parte da área urbana e rural do Município de Icém-SP
 Fonte: Cobertura Digital Globe 2008

Localidade denominada de EROSÃO 04

Nessa localidade temos sérios problemas de erosão nas ribanceiras, destacando-se processos erosivos acentuados próximos a ponte de acesso ao conjunto habitacional (Figuras 24 e 25), fato que pode gerar futuros acidentes geotécnicos, como ocorreu na localidade EROSÃO 05, descrita a seguir. Essa localidade seria indicada para investigação geotécnica prevista na próxima etapa do projeto.



Figura 24: Aspectos das margens do Córrego Água Doce próximos a ponte de acesso ao conjunto habitacional Icém

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 25: Aspectos das margens do Córrego Água Doce próximos a ponte de acesso ao conjunto habitacional Icém

Fonte: UNIFEB, 2008

Localidade denominada de EROSÃO 05

Novamente, nessa localidade encontramos ocorrência de erosões nas ribanceiras e total ausência de mata ciliar. Os processos erosivos estabelecidos acabaram exigindo escoramento em caráter emergencial de conduto (Figuras 26, 27 e 28).



Figura 26: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 27: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 28: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008

Nessa localidade temos em destaque um ponto crítico, que é o deságüe do canal retificado no córrego Água Doce, que ocorre de forma quase perpendicular, fato que leva a intensificação de processos erosivos e na deposição de sedimentos (Figura 29). Toda essa localidade seria indicada para investigação geotécnica prevista na próxima etapa do projeto.



Figura 29: Ponto de deságüe do canal retificado no córrego Água Doce, área urbana do Município de Icém-SP.

Fonte: UNIFEB, 2008

Localidade denominada de EROSÃO 06

Localidade com ausência total de mata ciliar com algumas ocorrências de erosão em sulco (Figuras 30, 31 e 32).



Figura 30: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 31: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP. Notam-se poços de visitas.

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 32: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP.

Fonte: UNIFEB, 2008

Localidade denominada de EROSÃO 07

Localidade com ocorrência de processos erosivos graves, gerando instabilidade de taludes e acúmulo de sedimentos. Destaca-se acidente geotécnico com queda de ponte de acesso a bairro rural, devido à gravidade da situação (Figuras 33, 34 e 35). Toda essa localidade seria indicada para investigação geotécnica prevista na próxima etapa do projeto.



Figura 33: Acidente geotécnico com queda de ponte de acesso, Córrego Água Doce, Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 34: Acidente geotécnico com queda de ponte de acesso, Córrego Água Doce, Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 35: Acidente geotécnico com queda de ponte de acesso, Córrego Água Doce, Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008

Outra localidade com total ausência de mata ciliar e apresentando processos erosivos acelerados (Figuras 36 e 37).



Figura 36: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 37: Aspectos das margens do Córrego Água Doce dentro da área urbana do Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008

Localidades denominadas de EROSÃO 08, EROSÃO 09 e EROSÃO 10

Essas localidades situam-se num conjunto habitacional em fase de implantação na região noroeste da área urbana. Com a remoção da cobertura natural do solo e movimentação de solo para fins de terraplanagem, a ocorrência de processos erosivos é certa. A recomendação nesses casos seria realizar a pavimentação e respectivo sistema de drenagem o mais rapidamente possível. Dessa forma, notam-se processos erosivos em sulcos acentuados em diversos pontos (Figuras 38, 39, 40, 41 e 42).



Figura 38: Feições erosivas em loteamento em fase de implantação, Município de Icém-SP
Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 39: Feições erosivas em loteamento em fase de implantação, Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 40: Feições erosivas em loteamento em fase de implantação, Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 41: Feições erosivas em loteamento em fase de implantação, Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 42: Feições erosivas em loteamento em fase de implantação, Município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008

Localidades denominadas de CAPTAÇÃO 01 e CAPTAÇÃO 02

A Figura 43 exibe uma imagem orbital do reservatório junto à captação de água; nota-se a ausência de mata ciliar para evitar, principalmente, o assoreamento deste devido à ocorrência de processos erosivos laminares nas áreas agrícolas situadas nas proximidades.

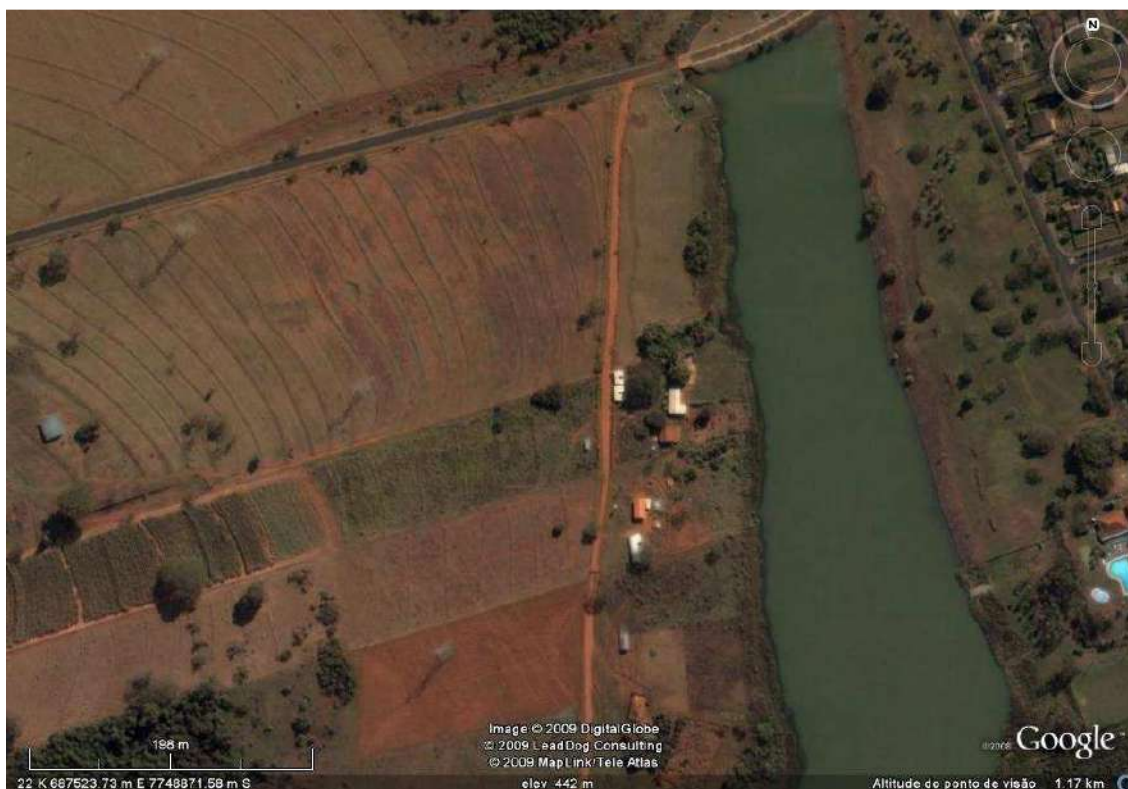


Figura 43: Reservatório, captação de água; área urbana do Município de Icém-SP

Fonte: Cobertura Digital Globe 2008

Nas Figuras 44 e 45 temos alguns aspectos do reservatório e casa de bombas.



Figura 44: Reservatório, captação de água; área urbana do Município de Icém-SP
Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 45: Reservatório, captação de água; área urbana do Município de Icém-SP.
Fonte: UNIFEB, 2008. Nota-se a ausência de mata ciliar

2) BAIRRO BARREIRINHO

Nesse bairro temos a ocorrência de erosão em sulcos, de superficiais à profundos em via não pavimentada; essa ocorrência também está ligada a inexistência de pavimentação e respectivo sistema de drenagem (Figuras 48, 49, 50 e 51). Destacamos que todo o solo perdido nessa localidade acaba por atingir o reservatório da UHE de Marimbondo, conforme pode ser observado em imagens orbitais (Figuras 46 e 47).



Figura 46: Imagem orbital de Icém, a oeste temos o Bairro Barreirinho e reservatório da UHE de Marimbondo, Município de Icém-SP

Fonte: Cobertura Digital Globe 2008



Figura 47: Imagem orbital do Bairro Barreirinho e reservatório da UHE de Marimbondo, Município de Icém-SP

Fonte: Cobertura Digital Globe 2008



Figura 48: Bairro Barreirinho, Município de Icém - SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 49: Bairro Barreirinho, Município de Icém - SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 50: Bairro Barreirinho, Município de Icém - SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 51: Bairro Barreirinho, Município de Icém – SP, ao fundo reservatório da UHE de Marimbondo

Fonte: UNIFEB, 2008

3) NASCENTES DO CÓRREGO ÁGUA DOCE:

As Figuras 52 e 53 exibem imagens orbitais das nascentes do Córrego Água Doce, que corta a área urbana de Icém. Essas nascentes encontram-se desprotegidas com pouca vegetação e são observadas tanto erosão laminar como em sulcos superficiais, em suas proximidades. Recomenda-se uma recomposição florestal adequada (Figuras 54, 55, 56 e 57)



Figura 52: Imagem orbital da cidade de Icém-SP, ao sul, nascentes do Córrego Água Doce
Fonte: Cobertura Digital Globe 2008



Figura 53: Imagem orbital das nascentes do Córrego Água Doce, nota-se processos erosivos laminares e em sulcos nas áreas agrícolas próximas, também a pouca proteção vegetal; município de Icém-SP
Fonte: Cobertura Digital Globe 2008



Figura 54: Remanescentes de vegetação nativa nas nascentes do Córrego Água Doce; município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 55: Remanescentes de vegetação nativa nas nascentes do Córrego Água Doce e cultura de cana-de-açúcar situada nas proximidades, notam-se processos erosivos laminares; município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 56: Ausência de proteção vegetal adequada nas do Córrego Água Doce; município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008



Figura 57: Ausência de proteção vegetal adequada nas do Córrego Água Doce; município de Icém-SP

Fonte: UNIFEB, 2008

4. TOPOGRAFIA

O item “Topografia” foi executado em duas etapas distintas. Na primeira etapa foram estabelecidas estações geodésicas planimétricas para apoio ao levantamento planialtimétrico cadastral. A segunda etapa foi o próprio levantamento planialtimétrico. A finalidade do estabelecimento destas estações de apoio é conectar todo o levantamento ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGS, isto é, promover o seu georreferenciamento.

O Sistema de Referência adotado em todo levantamento foi o SIRGAS2000, equivalente ao WGS84, pois esse sistema de referência é o novo Datum Planimétrico brasileiro, adotado em 2005, em substituição ao Datum Topocêntrico SAD69. Também, em todo o levantamento, foram adotadas como padrão as altitudes elipsoidais.

As estações planimétricas implantadas foram a estação PMICEM e a estação RN 2976V. Como estação controle no transporte de coordenadas geodésicas e altitude elipsoidal a estação SAT 91790. Destacamos que a estação RN 2976V é também uma estação homologada pelo IBGE, como o SAT 91790, porém altimétrica.

Após o transporte das coordenadas geodésicas da estação controle para as estações implantadas, as três estações foram ajustadas em rede, formando uma pequena rede geodésica local. O ajustamento em rede é fundamental no controle dos erros num processo de transporte de coordenadas.

Desta forma, no estabelecimento da rede geodésica foi utilizada uma estação controle (Figura 58) e implantadas duas estações planimétricas, sendo que uma delas foi a estação altimétrica já implantada e homologada (Figura 59) e a outra estação, implantada no interior do pátio da Prefeitura Municipal, possibilitando um fácil acesso para esse trabalho e a outros trabalhos que necessitem de georreferenciamento (Figuras 60 e 61).



Figura 58: Estação geodésica SAT 91790 localizada na UHE de Marimbondo (Fronteira-MG), utilizada para a conexão do levantamento ao Sistema Geodésico Brasileiro.

Fonte: Rosalen, 2008



Figura 59: Estação geodésica altimétrica na UHE de Marimbondo (Icém-SP), também georreferenciada.

Fonte: Rosalen, 2008



Figura 60: Implantação da estação geodésica no pátio da Prefeitura Municipal de Icém (Estação PMICEM)

Fonte: Rosalen, 2008



Figura 61: Estação PMICEM implantada

Fonte: Rosalen, 2008

A estação PMICEM foi a estação base para todo o levantamento cadastral realizado. A Figura 62 exibe uma imagem orbital das estações planimétricas envolvidas.

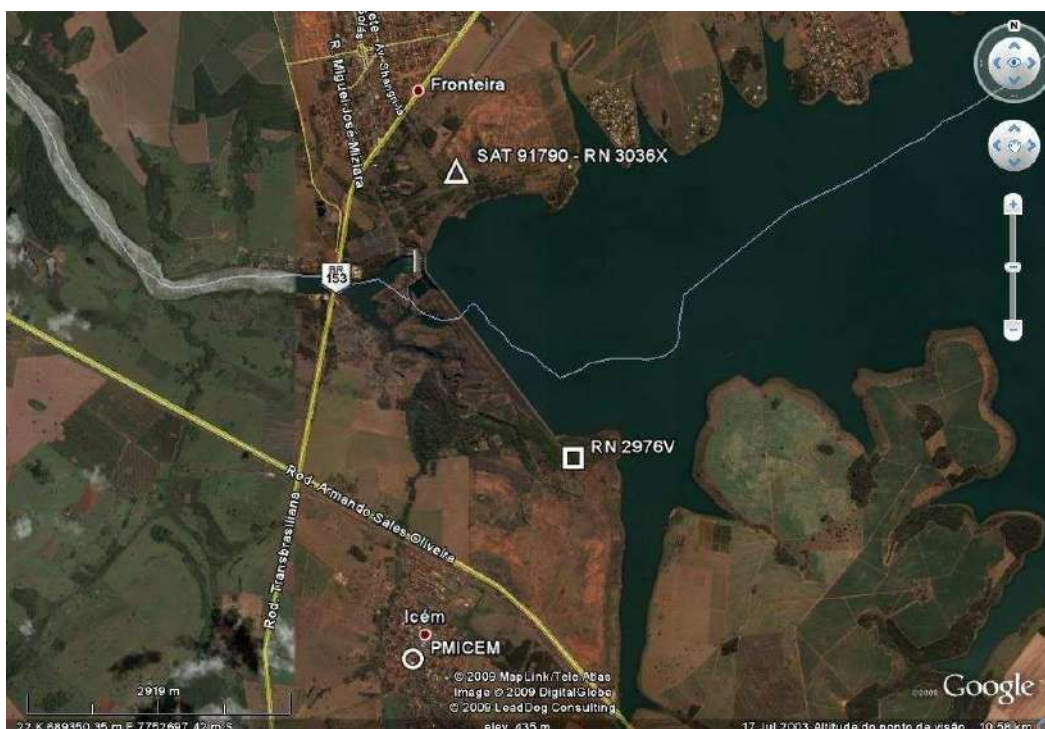


Figura 62: Rede Geodésica Local implantada

Fonte: Cobertura Digital Globe 2008

Tanto o transporte de coordenadas, como o levantamento cadastral foram realizados com receptor GPS L1 Trimble 4600LSA. Na implantação da rede geodésica de apoio foi utilizado o método estático de observação e no levantamento cadastral o método rápido estático. As Figuras, 63, 64 e 65 exibem a coleta de dados para o levantamento planialtimétrico cadastral com receptor GPS geodésico.



Figura 63: Coleta de coordenadas geodésicas durante o levantamento planialtimétrico cadastral

Fonte: Rosalen, 2008



Figura 64: Coleta de coordenadas geodésicas durante o levantamento planialtimétrico cadastral

Fonte: Rosalen, 2008



Figura 65: Coleta de coordenadas geodésicas durante o levantamento planialtimétrico cadastral

Fonte: Rosalen, 2008

No levantamento cadastral em áreas sob cobertura vegetal ou outras obstruções foi utilizada estação total Topcon GTS 701. Abaixo encontramos as características técnicas dos equipamentos utilizados no trabalho.

1) Receptor GPS Geodésico L1

Marca: Trimble

Modelo: 4600LS

Precisão no Modo Estático:

- a) Horizontal: $\pm 5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ ($\leq 10 \text{ km}$)
- b) Vertical: $\pm 10 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ ($\leq 10 \text{ km}$)
- c) Azimute: $\pm 1'' + 5/\text{linha base em km}$

2) Estação Total

Marca: Topcon

Modelo: GTS 701

Precisão Angular: $\pm 2''$

Precisão Linear: $\pm 2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$

Classificação pela NBR 13.133: PRECISÃO ALTA

Os resultados obtidos no transporte de coordenadas encontram-se nas monografias das estações planimétricas implantadas em anexo. O resultado do levantamento cadastral encontra-se, também em anexo. Foram geradas três cartas:

1) MAPA PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL DA MALHA URBANA

Mapa elaborado a partir das observações de campo e base cartográfica digital fornecida pela Prefeitura Municipal de Icém. Abrange as quadras, rede de drenagem e curvas de nível numa eqüidistância vertical de 1 m. Também abrange seções de controle para medidas de vazão a serem utilizadas nas próximas etapas do projeto.

2) MAPA DE FLUXO DA DRENAGEM URBANA

Mapa elaborado a partir das observações de campo e base cartográfica digital fornecida pela Prefeitura Municipal de Icém. Abrange as quadras, rede de drenagem e vetores indicativos do fluxo da drenagem de águas pluviais. Também abrange seções de controle para medidas de vazão a serem utilizadas nas próximas etapas do projeto.

3) MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE FEIÇÕES EROSIVAS

Mapa elaborado a partir das observações de campo e base cartográfica digital fornecida pela Prefeitura Municipal de Icém. Abrange a localização das principais feições erosivas presentes na área urbana do município de Icém, Bairro Barreirinho e Nascentes do Córrego Água Doce.

5. SONDAGEM

Foram realizadas sondagens em oito pontos ao longo do córrego Água Doce e uma sondagem no canal retificado, totalizando cerca de 95,99 m lineares de perfuração. A Figura 66 indica a localização geográfica dos pontos de sondagens.

Para a determinação do SPT, a sondagem adotou o método de percussão e lavagem, utilizando-se tubo de revestimento de 2,5" e amostrador Terzaghi-Peck com diâmetro de 13/8" e 2" (interno e externo, respectivamente). Foram retiradas amostras a cada metro, mediante cravação deste amostrador, anotando-se a resistência oferecida ao material amostrado. Para a paralisação dos furos de sondagem a percussão, considerou-se a norma da ABNT NBR 6484, obedecendo critérios preestabelecidos.

No Anexo V encontram-se os perfis individuais dos pontos de sondagem.

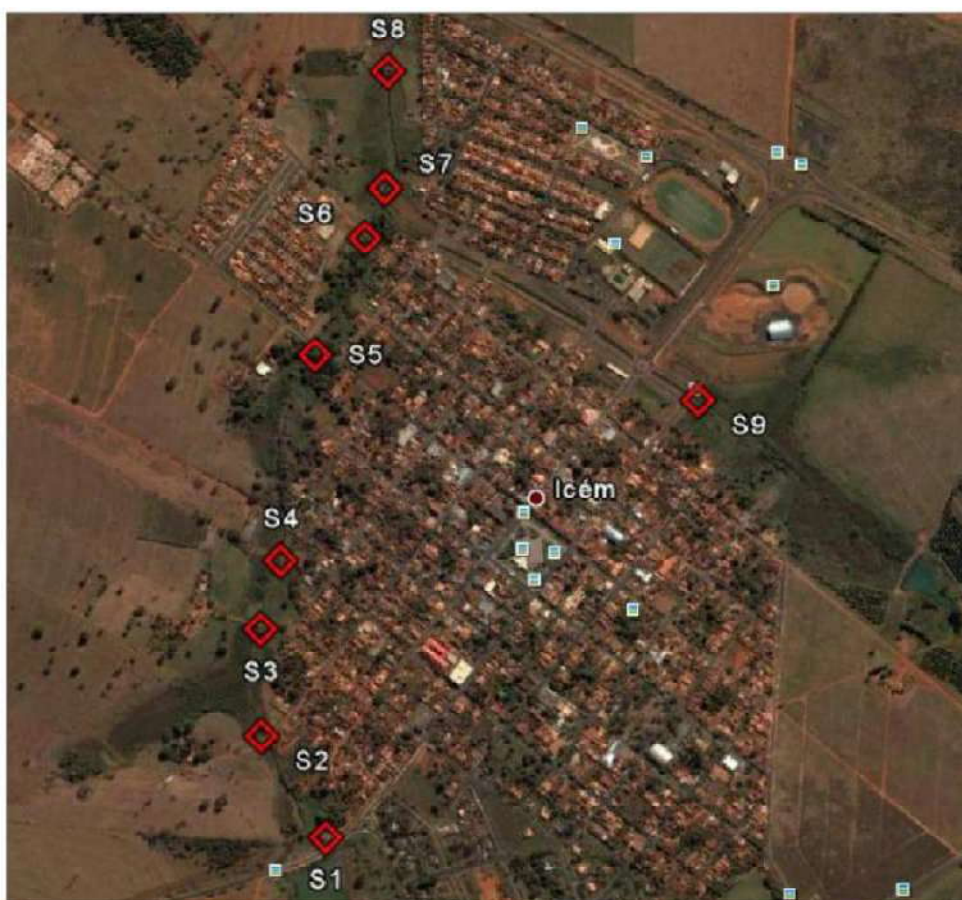


Figura 66: Localização dos pontos de sondagem realizadas na área de estudo

6. CARACTERIZAÇÃO

6.1. DELIMITAÇÃO DE BACIAS E SUB-BACIAS

A delimitação da bacia e das sub-bacias deste estudo se deu considerando primeiramente a Bacia de contribuição da malha urbana, causadora das áreas de inundação à jusante do córrego Água Doce. A área impermeabilizada da área urbanizada traz conseqüências de inundações e por isso a preocupação em focar as áreas urbanizadas e seus vetores de expansão.

Considerada tal bacia, fez-se necessário delimitar três sub-bacias que contribuem em diferentes etapas para os córregos que cortam a área urbanizada. Para tanto, considerou-se uma área já consolidada que contribui para o córrego Água Doce e duas outras áreas, que são vetores de expansão que contribuem para o córrego Água Doce e o córrego Retificado. O aumento de tais contribuições são motivos de preocupação para a macrodrenagem da cidade e sua eficiência.

A expansão urbana destas áreas somadas poderá ocasionar problemas à macrodrenagem local, principalmente em pontos à jusante do córrego Água Doce, que já possui uma população consolidada nesta área.

Desta forma, atendendo-se a tais preocupações e para que o dimensionamento da macrodrenagem fosse elaborado, dividiu-se a bacia em três sub-bacias como pode ser observado na Figura 67, de acordo com o levantamento topográfico realizado.

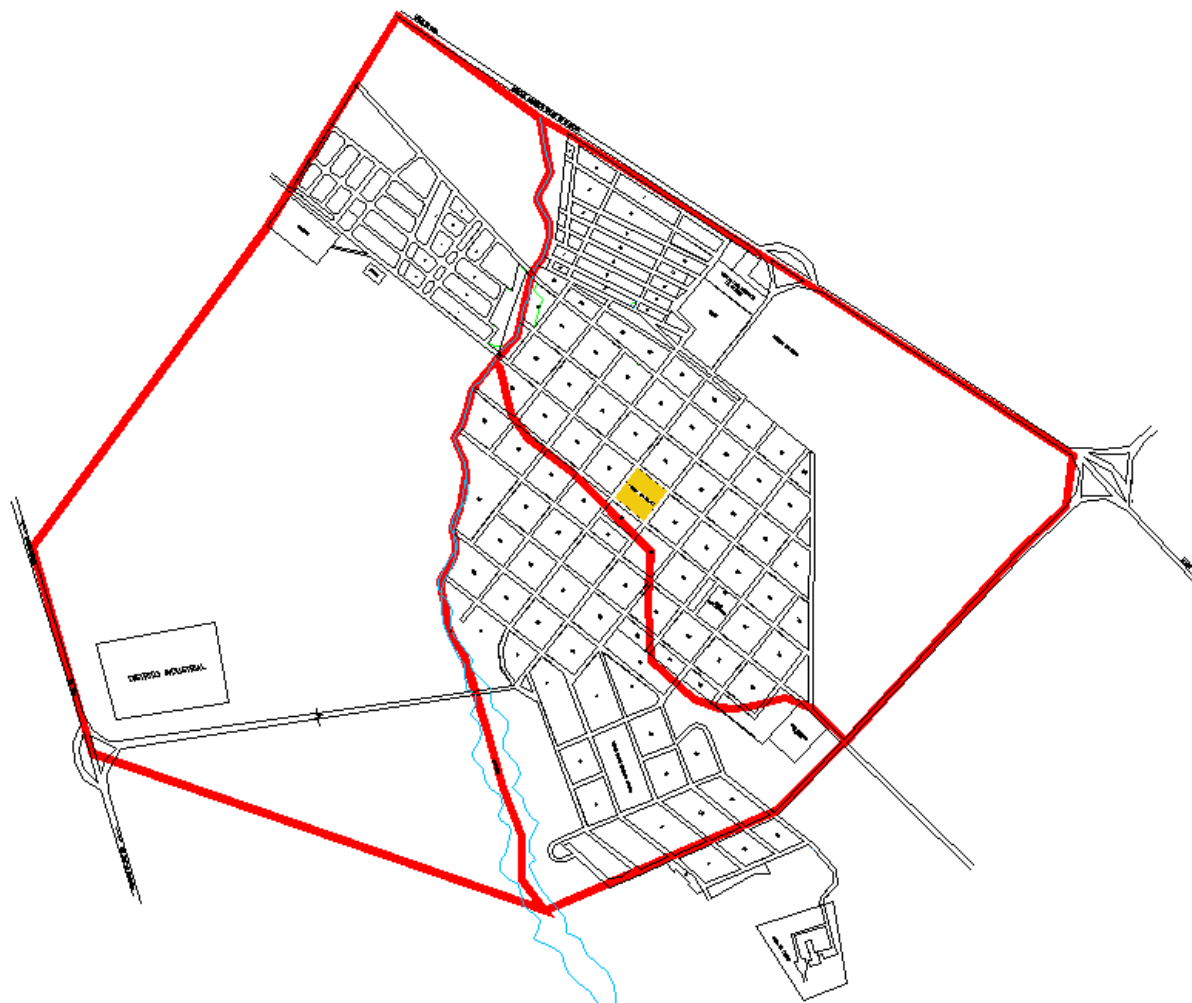


Figura 67: Representação gráfica das sub-bacias que compõem a área de estudo.

6.2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

6.2.1.Contexto Histórico

De acordo com o IBGE (2000), o povoado de "Água Doce", nasceu da doação do patrimônio ao Bispado de São Carlos, pelo Coronel Domiciano Alves Ferreira. Posteriormente, essas mesmas terras foram vendidas ao capitão Jonas Francisco Alves que reservou três quarteirões, vendendo o restante da gleba para o Major Salustiano Custódio da Silveira que, por sua vez, doou parte para um novo patrimônio e o restante vendeu em lotes para novos moradores.

Durante a formação político-administrativa, "Água Doce", esteve primeiramente subordinada a Barretos até dezembro de 1917, passando a Município de Olímpia até novembro de 1944, quando foi incorporado a Guaraci.

Em dezembro de 1914, foi criado em Água Doce o Distrito de Paz, já com o nome de Icém, que em tupi "y-ce", tem o significado do primitivo topônimo (água doce).

Foram inúmeras pessoas que trabalharam pela emancipação política, citando: Ovídio Custódio Moreira, Isidro Alves Rosa, Jerônimo Machado Silveira e Clarindo Neves. A Lei nº 2.456 de 30 de dezembro de 1953 elevou Icém a categoria de município. Ovídio Custódio Moreira, candidato único para o cargo de Prefeito Municipal nas eleições de 3 de outubro de 1954, empossado em 1 de janeiro de 1955, foi o primeiro prefeito e que muito trabalhou pela sua emancipação.

6.2.2.Clima

Segundo MIRANDA et al. (2010), as regiões noroeste do Estado de São Paulo, nas quais situa-se o município de Icém, pertencem ao tipo Aw (classificação climática de Köppen), caracterizado como tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. O mês mais seco tem precipitação inferior a 60 mm e com período chuvoso que se atrasa para o outono.

6.2.3.Geologia

O município de Icém situa-se na Bacia Sedimentar do Paraná, numa região de interface entre o Grupo Bauru e São Bento, com litologia predominante de Arenitos, Lentes de Siltitos e Argilitos (ROSS & MOROZ, 1997). Destaca-se que o município localiza-se dentro do aquífero Bauru (DAEE et al., 2005).

6.2.4.Pedologia

A Figura 68 exibe a pedologia da região de Icém e de seu entorno. Encontra-se nessa região solos classificados como Latossolos, Argissolos e Gleissolos.

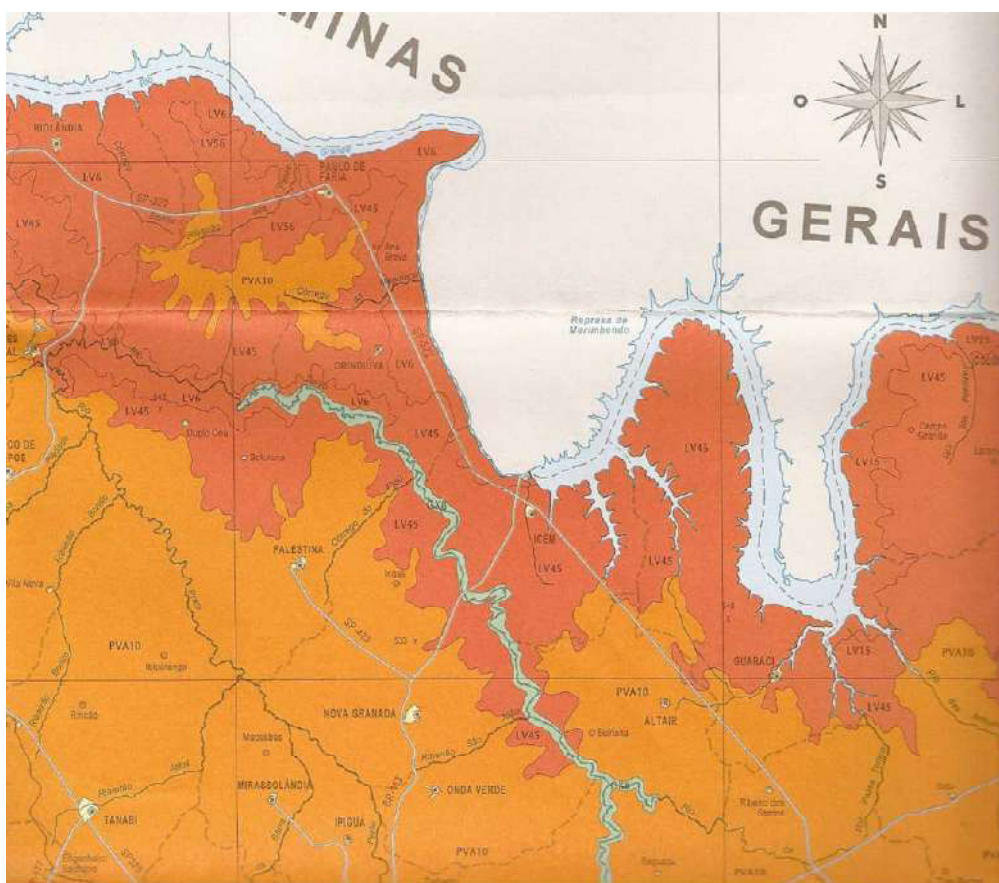
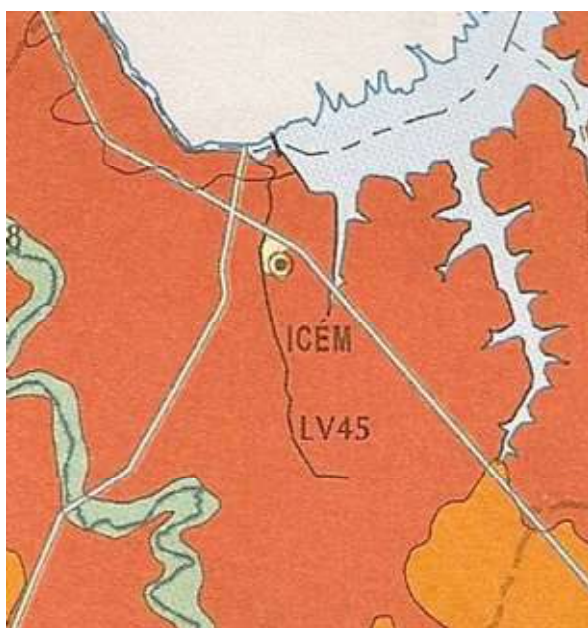


Figura 68: Mapa pedológico da região de Icém. Cor vermelha indica Latossolos, amarela Argissolos e em azul, Gleissolos.

Fonte: OLIVEIRA et al. (1999)

A Figura 69 exibe o mapa pedológico no município de Icém, na qual observa-se que no município encontram-se na unidade de mapeamento LV45, conforme OLIVEIRA et al. (1999). A unidade LV45 caracteriza-se pela presença, predominante, de Latossolo Vermelho, Distrófico, Horizonte A moderado, Textura Média e Relevo Plano a Suave Ondulados.

Desta forma, em termos geológicos e pedológicos, o município de Icém, de forma geral, não se encontra numa típica área crítica de ocorrência de voçorocas, porém, não está inune a esse tipo de erosão. Lembrando que, praticamente, todo o estado de São Paulo tem ocorrência de chuvas intensas durante o verão que aliada à falta de cobertura do solo, ausência de sistema de drenagem superficial adequado e ainda características geotécnicas locais, poderemos ter a ocorrência de erosão de sulcos mais graves, podendo evoluir para voçorocas.



Unidade de Mapeamento LV45

LATOSSOLO VERMELHO - LV

- Distrófico
- Horizonte A moderado
- Textura Média
- Relevo Plano a Suave Ondulados

Figura 69: Unidade de mapeamento pedológico do município de Icém e respectiva legenda

Fonte: OLIVEIRA et al. (1999)

6.2.5. Geomorfologia

O município de Icém, localiza-se na Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, Planalto Ocidental Paulista, Planalto Centro Ocidental. O modelado dominante é de colinas amplas e baixas, altitudes entre 300 a 600 m, declividades de 10 a 20% (ROSS & MOROZ, 1997).

Ainda conforme os autores acima citados, essa região caracteriza-se, de forma geral, por um nível de fragilidade potencial baixo, formas de dissecação baixa, vales pouco entalhados, densidade de drenagem baixa e potencial erosivo baixo. A Figura 70 exhibe o mapa geomorfológico da região.

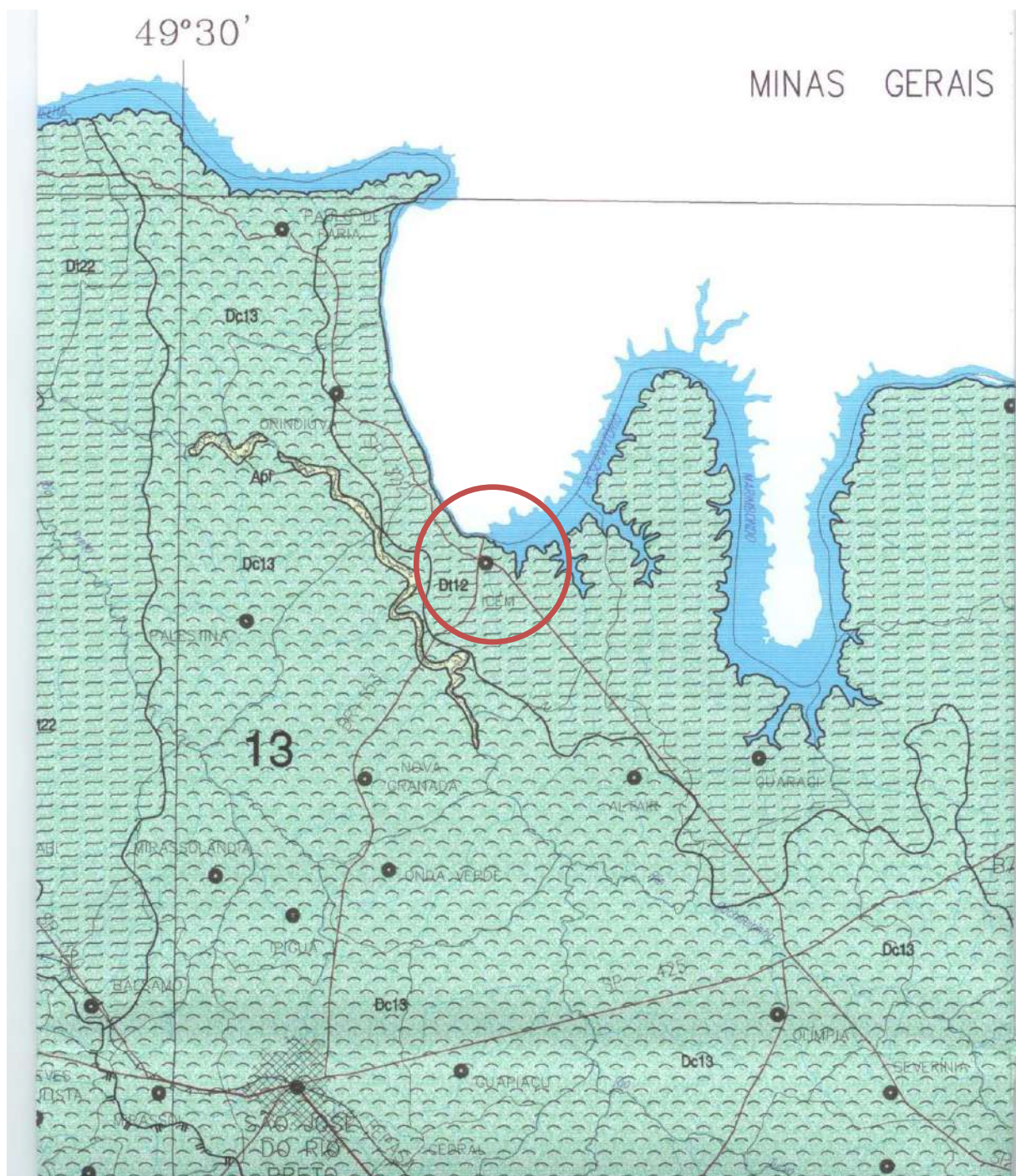


Figura 70: Mapa geomorfológico do município de Icém. A cor azul indica a Bacia Sedimentar do Paraná, pontos pretos às cidades e em destaque, Icém.

Fonte: ROSS & MOROZ (1997)

6.2.6. Hidrografia

Com a criação da Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado de São Paulo, por

meio da Lei Estadual nº 7663/91, estabeleceu-se a adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos; dividindo o Estado de São Paulo em 22 UGRHIs, denominadas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Conforme exibe a Figura 71, a sede do município de Icém localiza-se na UGRHI 12 - Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande (293 km²), além de seus afluentes serem contribuintes dessa unidade. Dessa forma, em termos administrativos, o município pertence a essa UGRHI, porém, também possui área na UGRHI 15 - Bacia Hidrográfica Turvo/Grande (70 km²).

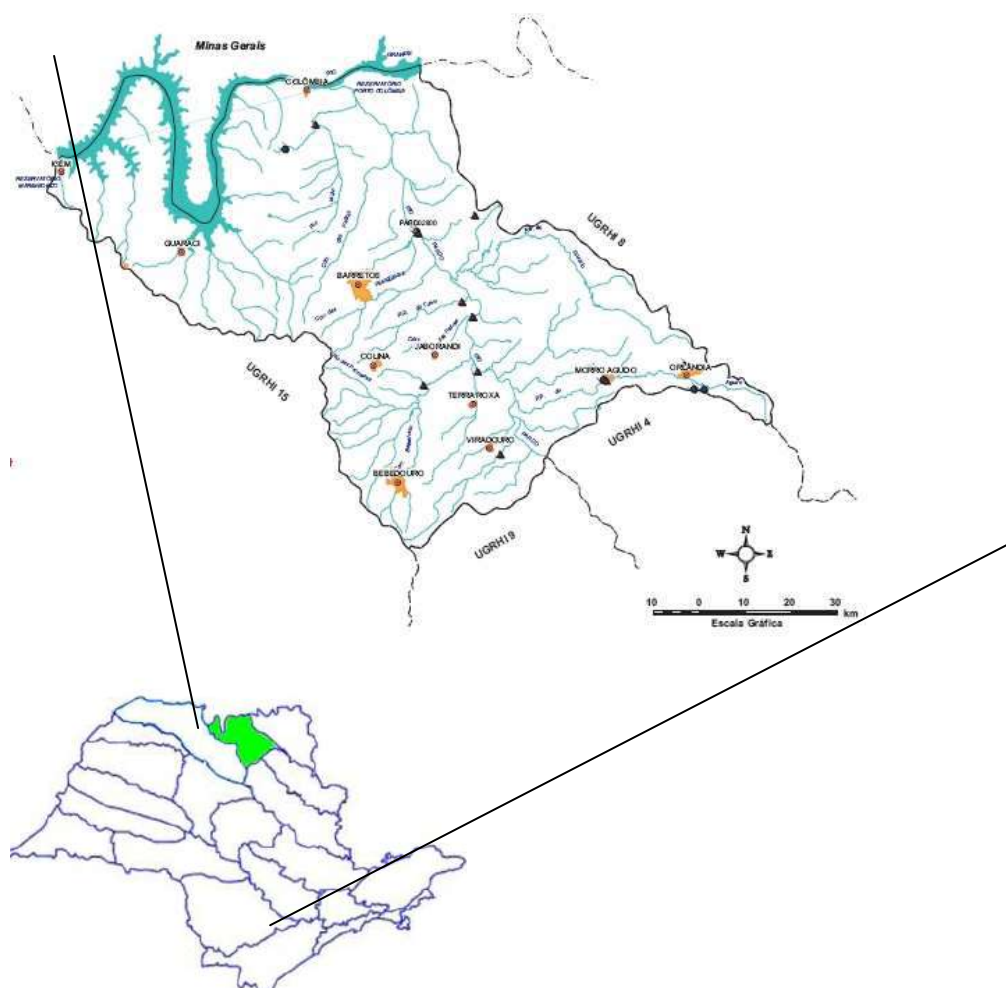


Figura 71: Localização das 22 UGRHIs do Estado de São Paulo e em destaque mapa da UGRHI 12 - Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande.

Na UGRHI 12, o município encontra-se na sub-bacia 10 (Ribeirão Santana/Ribeirão das Anhumas/Rio das Perdizes e outros Afluentes do Rio Grande) e na UGRHI 15 na sub-bacia 6 (Bonito/Patos/Mandioca), conforme IPT (2008a) e IPT (2008b).

Os córregos que cortam o município não recebem afluentes, sendo considerados de ordem 1, e portanto não sofrem interferências de poluição ou sedimentação trazidas por outros contribuintes.

O município ainda apresenta reservatórios dentro de sua área, formados pela Usina Hidrelétrica de Marimbondo. Tais reservatórios podem influenciar na qualidade da água se não forem monitorados adequadamente.

A malha hídrica da área urbana é constituída por dois córregos que cortam a cidade, sendo o principal deles denominado de Córrego Água Doce (Figura 72).



Figura 72: Córregos que cortam a malha urbana de Içem, em destaque Córrego Água Doce no sentido Norte Sul.

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2009

6.2.7. Ocupação Urbana e Saneamento Ambiental

O termo *uso e ocupação do solo* refere-se às diferentes maneiras em que o meio físico é utilizado e ocupado, envolvendo as situações referentes aos processos naturais (lagos, lagoas, cursos d'água, vegetação, dentre outros), e as intervenções antrópicas

(cidades, agricultura, mineração, dentre outros), em que o ambiente é apropriado pelo homem para atender as suas diversas demandas em prol de uma boa qualidade de vida e desenvolvimento econômico.

No município de Icem, além da ocupação urbana, predominam as atividades agrícolas, de pastagens e campos antrópicos, destacando-se a criação de gado de corte, e principalmente o cultivo de cana-de-açúcar, laranja e alguns grãos como soja e milho.

Tais cultivos podem deixar a superfície do solo bastante exposta, podendo ocasionar o arraste das partículas finas para os córregos, quando estes não possuem áreas de preservação permanente, resultando em processos de assoreamento no fundo dos canais.

A ocupação de áreas de preservação permanente ao longo dos córregos que cortam a malha urbana é um dos fatores a serem considerados no crescimento desordenado na cidade, ocasionando a inundação de áreas de várzea e consequentemente, as residências dos moradores do local.

O planejamento da cidade se faz premente, priorizando neste momento vetores que possam contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, com a diminuição de áreas impermeáveis e a construção de galerias que contribuam para o escoamento da água superficial adequadamente.

Os vetores de crescimento e expansão urbana estão localizados em áreas ainda permeáveis, e sua impermeabilização poderá contribuir para o aumento da vazão dos córregos, acarretando inundações principalmente à jusante dos mesmos. A Figura 73 nos mostra os principais vetores de expansão urbana.



Figura 73: Vetores de expansão urbana

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2009.

Os Sistemas de abastecimento público de água e esgotamento sanitário do município de Icém são operados pela SABESP.

De acordo com IBGE, 2000, o abastecimento de água do município é 91,3 % realizado por captação superficial no córrego Água Doce que possui boa qualidade de água para o consumo humano, responsável por atender praticamente 100% da população consumidora. O restante da população (8,7%) é abastecida por poços ou nascentes em suas propriedades. O abastecimento na área urbana é de 100% da população.

As águas são encaminhadas à população através de redes de abastecimento até às ligações prediais, por uma rede de 20 km, sendo 2.161 ligações residenciais, 159 ligações comerciais, 12 ligações industriais e 45 ligações em imóveis públicos.

O município possui rede coletora de esgoto em 100% da área urbana do município e realiza o tratamento deste total de efluente por sistema de lagoa facultativa, contribuindo assim para a diminuição da poluição nos córregos. As áreas rurais são atendidas basicamente por fossas sépticas ou valas, que resulta em 7% da população

total do município.

A coleta de resíduos é realizada pelo serviço municipal, que coleta 100% dos resíduos gerados na área urbana com destinação final à Aterro Sanitário

6.3. CADASTRAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM

6.3.1. Córrego Água Doce – Não Retificado

O córrego Água Doce (não retificado) ainda preserva as condições naturais, sendo que suas margens e seu fundo são de terra, cobertas com vegetação rasteira. As margens do córrego não possuem área de preservação permanente delimitada, sendo que a ocupação da malha urbana se dá até bem próximo do leito em algumas áreas. (Figura 74).



Figura 74: Córrego Água Doce e suas margens

Fonte: UNIFEB, 2008

Após o encontro com o córrego retificado, seu leito ainda permanece nas condições

naturais, porém, sem a ocupação da malha urbana, mas sim por sítios e chácaras que estão próximos ao leito do córrego.

À montante da malha urbana encontra-se um reservatório (Figura 75) utilizado para a captação e abastecimento de água do município. Este reservatório colabora na retenção das águas, podendo ser de grande interesse para a drenagem urbana.



Figura 75: Córrego Água Doce – barramento do reservatório

Fonte: UNIFEB, 2008

O córrego ainda apresenta pontos de sedimentação de resíduos (Figura 76), principalmente, de parte das pontes derrubadas na última inundação. Tais resíduos podem ocasionar o aumento do nível da água e o acúmulo de vetores e doenças.



Figura 76: Córrego Água Doce – acúmulo de resíduos

Fonte: UNIFEB, 2008

Além da sedimentação, existem pontos de erosão das margens do córrego provocadas pela velocidade das águas e pelo represamento provocado pelo encontro dos dois córregos (Figura 77).



Figura 77: Córrego Água Doce – erosão das margens e depósito de sedimentos

Fonte: UNIFEB, 2008

Sua nascente está desprotegida o que poderá ocasionar prejuízos à quantidade e qualidade das águas, sendo este fator importante, já que este córrego é o suprimento de água do município.

6.3.1.1. Aspectos Hidráulicos Restritivos

Este córrego apresenta alguns pontos onde foram constatados pontos de impedimento da passagem da água ou de retenção da mesma. O primeiro a se destacar é travessia do córrego, que se utiliza de pontes, com vãos estreitos que estrangulam sua passagem e causam ondas de remanso à sua montante, ocasionando pontos de alagamento ou pontos de erosão às margens do córrego, podendo danificar também a estrutura da ponte.

Na Figura 78, podemos observar os pontos de travessia neste córrego que causam alagamentos, inundações ou erodibilidade das margens.



Figura 78: Pontos de travessia com prejuízos a passagem das águas do córregos Água Doce

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2009

Nas Figuras 79 e 80, podemos identificar os prejuízos causados pela inundação de áreas e conseqüente erodibilidade das margens do córrego causadas pelas ondas de remanso ocasionadas pelo estrangulamento da seção.



Figura 79: Erosão às margens do córrego com prejuízos a estrutura da ponte de travessia

Fonte: Unifeb, 2009



Figura 80: Erosão às margens do córrego

Fonte: Unifeb, 2009

Após o encontro dos dois córregos, o córrego Água Doce recebe as águas do córrego retificado, aumentando assim sua vazão. Quando acontece este encontro, o córrego por ser retificado e possuir maior velocidade, trabalha como uma barreira natural, impedindo a passagem das águas do córrego Água Doce que cria uma onda de remanso à montante deste encontro, causando inundações e alagamentos anteriores a este encontro.

O encontro dos córregos se dá a mais ou menos de 60 a 70 graus de angulação, provocando um embate entre as águas dos dois córregos (Figura 81). A diferença de velocidades também colabora para frear a água do córrego Água Doce, causando além dos alagamentos, novos pontos de erosão de suas margens, como mostrado na Figura 82.



Figura 81: Encontro dos córregos Água Doce e Retificado

Fonte: Google Earth, 2009



Figura 82: Pontos de erosão às margens do córrego Água Doce

Fonte: Unifeb, 2009

6.3.1.2. Identificação das Áreas de Inundação

As áreas de inundação são identificadas principalmente em uma travessia, onde a ponte não possui largura suficiente para a passagem da água e após o encontro dos dois córregos como é mostrado na Figura 83.

Em eventos ocorridos em 2008, após o encontro dos dois córregos, foi possível observar em uma residência situada às margens do córrego Água Doce, uma inundação de aproximadamente 1,15 m de altura, trazendo prejuízos e desconfortos à população que reside às margens deste córrego, em área de preservação permanente, como observado na Figura 84.



Figura 83: pontos de identificação de alagamento

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2009



Figura 84: Altura da água marcada na parede de uma residência

Fonte: Unifeb, 2009.

6.3.2.Córrego Retificado

O córrego retificado tem suas laterais e fundo em concreto, o que aumenta a velocidade das águas. Em suas laterais há a ocupação pela malha urbana, porém, esta ocupação é feita por vias marginais (Figura 85).



Figura 85: Córrego Retificado

Fonte: UNIFEB, 2008

O córrego apresenta uma área de gramado nas laterais, anteriormente às vias marginais, sendo que a construção mais próxima fica a aproximadamente 200 metros do eixo do córrego.

Sua nascente está desprotegida e pode prejudicar a qualidade e quantidade das águas. Apesar de haver uma área para preservação das margens do córrego, esta não apresenta qualquer tipo de vegetação que possa formar a mata ciliar.

Este córrego encontra-se à jusante com o córrego Água Doce, porém, este encontro

se dá a aproximadamente, 74 graus de inclinação, o que ocasiona o represamento das águas do córrego Água Doce.

Como suas margens são protegidas pelo concreto, não existem pontos de erosão, e por sua velocidade ser maior, não há pontos de sedimentação também.

6.3.2.1. Aspectos Hidráulicos Restritivos

Este córrego apresenta alguns pontos onde foram constatados pontos de impedimento da passagem da água ou de retenção da mesma. Como no córrego Água Doce, as travessias que se utilizam de pontes, com vãos estreitos que estrangulam a passagem da água podem causar ondas de remanso à sua montante, ocasionando pontos de alagamento, podendo danificar também a estrutura da ponte.

Na Figura 86, podemos observar os pontos de travessia neste córrego que podem causar alagamentos ou inundações. Como este canal é retificado, a erodibilidade de suas margens se torna mais difícil. Não foram encontrados pontos de erosão, nem pontos de alagamentos neste córrego.



Figura 86: Pontos de travessia do córrego por pontes

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2009

6.3.2.2. Identificação das Áreas de Inundação

Neste córrego não foram identificadas áreas com alagamentos ou inundações. Também não existe uma ocupação de áreas de preservação permanente, o que proporciona um eventual extravasamento do córrego caso se faça necessário. As áreas ocupadas às margens do córrego são compostas por vias de trânsito rápido, que poderá ser inundada caso aconteça um evento de grande magnitude.

No entanto, a ocupação de áreas ainda não habitadas e a impermeabilização do solo, seguindo um dos vetores de crescimento, poderão contribuir para um aumento de vazão e consequentemente o acontecimento de inundações no futuro.

6.3.3. Sistema de Microdrenagem

O sistema de microdrenagem da malha urbana de Icem é composto por sarjetas e sarjetões, bocas de lobo e galerias. As bocas de lobo e galerias estão situadas, principalmente na parte baixa da cidade, próxima aos córregos. Desta forma, a coleta de água pluvial é feita superficialmente através das ruas, sarjetas e sarjetões, que servem para direcionar a água das chuvas até a boca de lobo.

Como a cidade possui uma frota de veículos ainda pequena e o trânsito flui normalmente, a inundação de ruas até o nível das calçadas não é prejudicial. Porém, este acúmulo de água nas partes baixas da cidade faz com que as bocas de lobo sejam dimensionadas fora dos padrões normativos, com grandes dimensões, podendo ocasionar acidentes.

Outro fator importante é que a cidade possui uma declividade que permite o escoamento das águas pluviais até as galerias, impossibilitando o acúmulo dessas águas em pontos determinados.

Ainda não se fazem necessários estudos para adequação da microdrenagem do local, porém, com a expansão da cidade e de sua malha urbana tal estudo possa ser fundamental para a melhoria das condições de drenagem e da qualidade de vida da população.

7. ESTUDOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS

7.1. CRITÉRIOS DE PROJETO

Para a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana, inicialmente foram definidos os horizontes de projeto ao qual deveria contemplar. Para isso, foram definidas três sub-bacias dentro da área urbana do município de Icém, prevendo sua expansão, conforme apresentado na Figura 67.

Não serão consideradas as bacias totalmente impermeabilizadas, visto que existem áreas como praças, parques, entre outros que serão permeáveis, e por isso, o limite de impermeabilização será de 90% da área da sub-bacia em questão.

7.1.1. Chuvas Consideradas

Para o desenvolvimento deste estudo será considerada a equação de intensidade de chuva elaborada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) para o município de São José do Rio preto, devido a proximidade dos municípios e características semelhantes (DAEE, 1999).

Nome da estação: São José do Rio Preto – B6-020R

Coordenadas geográficas: Lat. 20°48'S; Long. 49°23'W

Altitude: 470 m

Período de dados utilizados: 1971-97 (27 anos)

Equação:

$$i_{t,T} = 57,6545 (t+30)^{-0,9480} + 13,1313 (t+30)^{-0,9485} \cdot [-0,4754 - 0,8917 \ln \ln(T/T-1)]$$

para $10 \leq t \leq 1440$

com:

i: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

Para o desenvolvimento dos cálculos de intensidade de chuva deste Plano Diretor,

foram calculados os tempos de concentração de cada canal, observando o ponto mais distante até a exultória, resultando em:

a) Cálculo de tempo de concentração do canal Retificado

$$tc = 57 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

$$tc = 23 \text{ minutos}$$

b) Cálculo de tempo de concentração do canal Não-Retificado

$$tc = 57 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

$$tc = 43 \text{ minutos}$$

Serão considerados, portanto, os tempos de duração de chuva, igual ao tempo de concentração calculado, e para períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Cálculo da intensidade de precipitação

	T 25 (anos)	T50 (anos)	T100 (anos)
tc (min)	i (mm/min)	i (mm/min)	i (mm/min)
20	130,6	142,7	154,7
23	124,4	135,9	147,3
30	109,9	120,0	130,1
43	94,7	103,4	112,1
60	74,8	81,7	88,6

7.1.2. Condições de Ocupação das Sub-Bacias

A Sub-bacia-1 possui hoje, 10% de sua área impermeabilizada. No entanto, é nela em que se encontram os vetores de expansão da malha urbana do município. Esta sub-bacia contribui com vazões que serão incorporadas ao córrego Não-Retificado. Desta forma, foram propostos três cenários de expansão:

- Sub-bacia 1 – Atual – 10 % área impermeabilizada
- Sub-bacia 1 – daqui 20 anos – 50% impermeabilizada
- Sub-bacia 1 – daqui 40 anos – 90% impermeabilizada

A Sub-bacia-2 possui hoje, 90% de sua área impermeabilizada. É uma área bastante urbanizada e com pouca possibilidade de expansão. Esta sub-bacia contribui com vazões que serão incorporadas ao córrego Não-Retificado. Para esta sub-bacia será considerado apenas a situação atual.

- Sub-bacia 2 – Atual – 90 % área impermeabilizada

A Sub-bacia-3 possui hoje, 60% de sua área impermeabilizada. Existe ainda a possibilidade de expansão nesta área, ao qual contribuirá para o aumento das vazões do córrego retificado. Neste caso, foram propostos dois cenários de expansão:

- Sub-bacia 3 – Atual – 60 % área impermeabilizada
- Sub-bacia 3 – daqui 20 anos – 90% impermeabilizada

7.1.3.Avaliação do Coeficiente de Escoamento Superficial

Considerando as condições de ocupação das Sub-Bacias apresentadas no item 6.2.7., e observando que em áreas impermeabilizadas urbanas o coeficiente de escoamento superficial é de 0,60 e em áreas permeáveis urbanas o coeficiente é de 0,20, calculou-se o coeficiente de escoamento superficial ponderado, de acordo com cada área estipulada, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Coeficiente de escoamento superficial ponderado

Sub Bacia	C	Área Total (km²)	imperm. (%)	Área (km²)	C ponderado
Sub-Bacia 1	0,6	2.338.754	10	237.448	0,24
(atual)	0,2		90	2.101.306	
Sub-Bacia 1	0,6	2.338.754	50	1.169.377	0,40
(20 anos)	0,2		50	1.169.377	
Sub-Bacia 1	0,6	2.338.754	90	2.101.306	0,56
(40 anos)	0,2		10	237.448	
Sub-Bacia 2	0,6	876.246	90	788.621	0,56
(atual)	0,2		10	87.625	
Sub-Bacia 3	0,6	1.649.538	60	989.722	0,44
(atual)	0,2		40	659.816	
Sub-Bacia 3	0,6	1.649.538	90	1.484.584	0,56
(20 anos)	0,2		10	164.954	

7.1.4. Seções Transversais Consideradas

Para fazer as medições necessárias, foram selecionados 5 pontos de controle, sendo 1 ponto no córrego retificado (mesma seção durante toda sua extensão) e 4 pontos no córrego não retificado (Córrego Água Doce), por possuir maior variabilidade entre as seções. Tais pontos são mostrados na Figura 87.



Figura 87: Localização das seções de controle para fins de determinação da vazão.

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2010

Foram realizadas medições de profundidade a cada 40 cm, considerando a seção transversal, bem como o nível da água ao qual se apresentava no momento da medição, sendo que tais córregos se encontravam em época de estiagem.

A partir das medições realizadas em campo, foram obtidas as seções dos dois córregos. Também foi possível calcular as áreas das seções e seus respectivos perímetros, bem como o raio hidráulico correspondente a cada seção, considerando a seção com o nível de água apresentado no momento e a seção completamente preenchida de água. Abaixo segue tabela com medições e cálculos considerados das seções transversais.

Tabela 3: Cálculo de área, perímetro e raio hidráulico de cada seção

Áreas e perímetros Nível Máximo			Áreas e Perímetros Nível Água		
Ponto 1	Medidas	Unid	Ponto 1	Medidas	Unid
Área	4,49	m ²	Área	0,07	m ²
Perímetro	6,05	m	Perímetro	5,19	m
RH	0,74	m	RH	0,01	m
Ponto 2			Ponto 2		
Área	9,79	m ²	Área	1,19	m ²
Perímetro	17,85	m	Perímetro	6,74	m
RH	0,55	m	RH	0,18	m
Ponto 3			Ponto 3		
Área	13,61	m ²	Área	0,74	m ²
Perímetro	23,85	m	Perímetro	7,51	m
RH	0,57	m	RH	0,10	m
Ponto 4			Ponto 4		
Área	1,27	m ²	Área	0,84	m ²
Perímetro	5,86	m	Perímetro	5,48	m
RH	0,22	m	RH	0,15	m
Ponto 5			Ponto 5		
Área	6,18	m ²	Área	0,81	m ²
Perímetro	16,32	m	Perímetro	4,85	m
RH	0,38	m	RH	0,17	m

7.1.5.Vazões de Projeto Consideradas

Para o estudo das vazões de contribuição de cada sub-bacia, foi considerado o Método Racional, já que cada sub-bacia apresenta em média 2 km² de área, sendo esta medida limite para uso de tal método.

$$Q = c \times i \times A$$

7.2. DIMENSIONAMENTO DA MACRODRENAGEM

Abaixo segue memória de cálculo do dimensionamento da macrodrenagem.

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais				
1. Identificação do Ponto em Estudo				
Córrego		Retificado		
Município	Icém	Área Urbana		
Cenário	60 % impermeável	Sub-Bacia A		
	40 % permeável			
Ponto de Observação		1		
2. Referência Cartográfica do Local de Estudo				
Coordenadas UTM do local de estudo				
Sistema de Referência SIRGAS 2000				
Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22				
Ponto 1				
Norte:	7750144,30	Este:	688275,54	
3. Informação Básicas da Sub-Bacia				
Sub-Bacia	A	Área	1660639	m ²
Comprimento do Leito Principal				m
Tipo de Solo predominante				
Tempo de Concentração		23		min
Coeficiente de Escoamento Superficial				
Coeficiente Ponderado (Cp)		0,44		
Coeficiente Adotado	C = Cp x Cf			
Cf adotado (T=100 anos) = 1,25		C=	0,55	
Cf adotado (T=50 anos) = 1,20		C=	0,53	
Cf adotado (T=25 anos) = 1,10		C=	0,48	
4. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto				
Vazão Máxima de projeto		$Q = (10-6/3,6) c \times i \times A$		
Tempo de Retorno	25 anos	50 anos	100 anos	
C		0,48	0,53	0,55
i	(mm/h)	124,4	135,9	147,3

A	(m ²)	1660639		
Q (max)	(m ³ /s)	25,15	27,48	29,79

5. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 1	
Rugosidade (n)	0,015	
Área Seção	4,49	m ²
Declividade	0,01339	m/m
Raio Hidráulico	0,74	m
Vazão de Suporte	28,43	m ³ /s

$$Q = (A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}) / n$$

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais

1. Identificação do Ponto em Estudo

Córrego	Retificado		
Município	Icém	Área Urbana	
Cenário	90	% impermeável	Sub-Bacia A
	10	% permeável	
Ponto de Observação	1		

2. Referência Cartográfica do Local de Estudo

Coordenadas UTM do local de estudo

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22

Ponto 1

Norte:	7750144,30	Este:	688275,54
--------	------------	-------	-----------

3. Informação Básicas da Sub-Bacia

Sub-Bacia	A	Área	1660639	m ²
Comprimento do Leito Principal				
Tipo de Solo predominante				
Tempo de Concentração	23 min			
Coeficiente de Escoamento Superficial				
Coeficiente Ponderado (Cp)	0,56			
Coeficiente Adotado	C= Cp x Cf			
Cf adotado (T=100 anos) = 1,25	C= 0,70			
Cf adotado (T=50 anos) = 1,20	C= 0,67			
Cf adotado (T=25 anos) = 1,10	C= 0,62			

4. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

Vazão Máxima de projeto

$$Q = (10-6/3,6) c \times i \times A$$

Tempo de Retorno		25 anos	50 anos	100 anos
C		0,62	0,67	0,7
i	(mm/h)	124,4	135,9	147,3
A	(m ²)	1660639		
Q (max)	(m ³ /s)	32,13	35,10	38,06

5. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 1	
Rugosidade (n)	0,015	
Área Seção	4,49	m ²
Declividade	0,01339	m/m
Raio Hidráulico	0,74	m
Vazão de Suporte	28,43	m ³ /s

$$Q = (A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}) / n$$

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais

1. Identificação do Ponto em Estudo

Córrego	Água Doce	Não-Retificado
Município	Icém	Área Urbana
Cenário	10	% impermeável
	90	% permeável
	90	% impermeável
	10	% permeável
Ponto de Observação		4 e 5

2. Referência Cartográfica do Local de Estudo

Coordenadas UTM do local de estudo

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22

Ponto 4

Norte: 7749207,57 Este: 687658,42

Ponto 5

Norte: 7749423,53 Este: 687587,27

3. Informação Básicas da Sub-Bacia B

Sub-Bacia	B	Área	2338755	m ²
Comprimento do Leito Principal				m
Tipo de Solo predominante				
Tempo de Concentração		43		min
Coeficiente de Escoamento Superficial				
Coeficiente Ponderado (Cp)		0,24		
Coeficiente Adotado	C= Cp x Cf			
Cf adotado (T=100 anos) = 1,25		C=	0,30	
Cf adotado (T=50 anos) = 1,20		C=	0,29	
Cf adotado (T=25 anos) = 1,10		C=	0,26	

4. Informação Básicas da Sub-Bacia C

Sub-Bacia	C	Área	876247	m ²
Comprimento do Leito Principal				m
Tipo de Solo predominante				
Tempo de Concentração		43		min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp)

0,56

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25

C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20

C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10

C= 0,62

5. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

Vazão Máxima de projeto

$$Q = (10 - 6/3,6)^c \times i \times A$$

Tempo de Retorno		Sub-Bacia B			Sub-Bacia C		
		25 anos	50 anos	100 anos	25 anos	50 anos	100 anos
C		0,26	0,29	0,30	0,62	0,67	0,70
i	(mm/h)	94,7	103,4	112,1	94,7	103,4	112,1
A	(m²)	2338755			876247		
Q (max)	(m³/s)	16,28	19,4	21,91	14,2	16,91	19,1

	25 anos	50 anos	100 anos
Q (max) Total	30,48	36,31	41,01

6. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 4	Ponto 5	
Rugosidade (n)	0,025	0,025	
Área Seção	1,27	6,18	m²
Declividade	0,007	0,007	m/m
Raio Hidráulico	0,22	0,38	m

Vazão de Suporte

2,04 11,11

m³/s

$$Q = (A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}) / n$$

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais

1. Identificação do Ponto em Estudo

Córrego	Água Doce	Não-Retificado
Município	Icém	Área Urbana
Cenário	50 % impermeável	Sub-Bacia B
	50 % permeável	
	90 % impermeável	Sub-Bacia C
	10 % permeável	
Ponto de Observação	4 e 5	

2. Referência Cartográfica do Local de Estudo

Coordenadas UTM do local de estudo

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22

Ponto 4

Norte: 7749207,57 Este: 687658,42

Ponto 5

Norte: 7749423,53 Este: 687587,27

3. Informação Básicas da Sub-Bacia B

Sub-Bacia	B	Área	2338755	m ²
Comprimento do Leito Principal				m
Tipo de Solo predominante				
Tempo de Concentração		43		min
Coeficiente de Escoamento Superficial				
Coeficiente Ponderado (Cp)		0,24		
Coeficiente Adotado	$C = C_p \times C_f$			
Cf adotado (T=100 anos) = 1,25		C=	0,50	
Cf adotado (T=50 anos) = 1,20		C=	0,48	
Cf adotado (T=25 anos) = 1,10		C=	0,44	

4. Informação Básicas da Sub-Bacia C

Sub-Bacia	C	Área	876247	m ²
Comprimento do Leito Principal				m
Tipo de Solo predominante				
Tempo de Concentração		43		min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp)

0,56

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25

C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20

C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10

C= 0,62

5. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

Vazão Máxima de projeto

$$Q = (10 - 6/3,6) \times C \times i \times A$$

Tempo de Retorno		Sub-Bacia B			Sub-Bacia C		
		25 anos	50 anos	100 anos	25 anos	50 anos	100 anos
C		0,44	0,48	0,50	0,62	0,67	0,70
i	(mm/h)	94,7	103,4	112,1	94,7	103,4	112,1
A	(m²)	2338755			876247		
Q (max)	(m³/s)	27,07	32,24	36,42	14,2	16,91	19,1

Q (max) Total	25 anos	50 anos	100 anos
	41,27	49,15	55,52

6. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 4	Ponto 5	
Rugosidade (n)	0,025	0,025	
Área Seção	1,27	6,18	m²
Declividade	0,007	0,007	m/m
Raio Hidráulico	0,22	0,38	m

Vazão de Suporte

2,04

11,11

m³/s

$$Q = (A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}) / n$$

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais

1. Identificação do Ponto em Estudo

Córrego	Água Doce	Não-Retificado
Município	Icém	Área Urbana
Cenário	90 % impermeável	Sub-Bacia B
	10 % permeável	
	90 % impermeável	Sub-Bacia C
	10 % permeável	
Ponto de Observação	4 e 5	

2. Referência Cartográfica do Local de Estudo

Coordenadas UTM do local de estudo

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22

Ponto 4

Norte: 7749207,57 Este: 687658,42

Ponto 5

Norte: 7749423,53 Este: 687587,27

3. Informação Básicas da Sub-Bacia B

Sub-Bacia	B	Área	2338755	m ²
Comprimento do Leito Principal				m
Tipo de Solo predominante				
Tempo de Concentração		43		min
Coeficiente de Escoamento Superficial				
Coeficiente Ponderado (Cp)		0,24		
Coeficiente Adotado	$C = C_p \times C_f$			
Cf adotado (T=100 anos) = 1,25		C=	0,70	
Cf adotado (T=50 anos) = 1,20		C=	0,67	
Cf adotado (T=25 anos) = 1,10		C=	0,62	

4. Informação Básicas da Sub-Bacia C

Sub-Bacia	C	Área	876247	m ²
Comprimento do Leito Principal				m
Tipo de Solo predominante				
Tempo de Concentração		43		min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp)

0,56

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25

C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20

C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10

C= 0,62

5. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

Vazão Máxima de projeto

$$Q = (10 - 6/3,6) c \times i \times A$$

Tempo de Retorno		Sub-Bacia B			Sub-Bacia C		
		25 anos	50 anos	100 anos	25 anos	50 anos	100 anos
C		0,62	0,67	0,70	0,62	0,67	0,70
i	(mm/h)	94,7	103,4	112,1	94,7	103,4	112,1
A	(m²)	2338755			876247		
Q (max)	(m³/s)	37,89	45,14	50,99	14,2	16,91	19,1

Q (max) Total	25 anos	50 anos	100 anos
	52,09	62,05	70,09

6. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 4	Ponto 5	
Rugosidade (n)	0,025	0,025	
Área Seção	1,27	6,18	m²
Declividade	0,007	0,007	m/m
Raio Hidráulico	0,22	0,38	m

Vazão de Suporte

2,04

11,11

m³/s

$$Q = (A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}) / n$$

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais

1. Identificação do Ponto em Estudo

Córrego Após Encontro dos Córregos Agua Doce e

Município Icém Área Urbana

Cenário	60	% impermeável	Sub-Bacia A
	40	% permeável	
	10	% impermeável	Sub-Bacia B
	90	% permeável	
	90	% impermeável	Sub-Bacia C
	10	% permeável	

Ponto de Observação 2 e 3

2. Referência Cartográfica do Local de Estudo

Coordenadas UTM do local de estudo

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22

Ponto 2

Norte: 7750590,01 Este: 687840,25

Ponto 3

Norte: 7750397,83 Este: 687816,92

3. Informação Básicas da Sub-Bacia A

Sub-Bacia A Área 1660639 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 23 min

Coefficiente de Escoamento Superficial

Coefficiente Ponderado (Cp) 0,44

Coefficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,55

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,53

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,48

4. Informação Básicas da Sub-Bacia B

Sub-Bacia B Área 2338755 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,24

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,30

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,29

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,26

5. Informação Básicas da Sub-Bacia C

Sub-Bacia C Área 876247 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,56

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

6. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

Utilizou-se as somatórias das vazões máximas observadas nos cenários das Sub Bacias A, B e C, nos reesultados apresentados anteriormente

	25 anos	50 anos	100 anos
Q (max) Total	55,63	63,79	70,8

7. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 2	Ponto 3	
Rugosidade (n)	0,025	0,025	
Área Seção	9,79	13,61	m ²
Declividade	0,013	0,002	m/m
Raio Hidráulico	0,55	0,57	m

Vazão de Suporte

34,45

49,17

m³/s

$$Q = (A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}) / n$$

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais

1. Identificação do Ponto em Estudo

Córrego Após Encontro dos Córregos Agua Doce e

Município Icém Área Urbana

Cenário	90	% impermeável	Sub-Bacia A
	10	% permeável	
	10	% impermeável	Sub-Bacia B
	90	% permeável	
	90	% impermeável	Sub-Bacia C
	10	% permeável	

Ponto de Observação 2 e 3

2. Referência Cartográfica do Local de Estudo

Coordenadas UTM do local de estudo

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22

Ponto 2

Norte: 7750590,01 Este: 687840,25

Ponto 3

Norte: 7750397,83 Este: 687816,92

3. Informação Básicas da Sub-Bacia A

Sub-Bacia A Área 1660639 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 23 min

Coefficiente de Escoamento Superficial

Coefficiente Ponderado (Cp) 0,56

Coefficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

4. Informação Básicas da Sub-Bacia B

Sub-Bacia B Área 2338755 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,24

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,30

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,29

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,26

5. Informação Básicas da Sub-Bacia C

Sub-Bacia C Área 876247 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,56

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

6. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

Utilizou-se as somatórias das vazões máximas observadas nos cenários das Sub Bacias A, B e C, nos reesultados apresentados anteriormente

	25 anos	50 anos	100 anos
Q (max) Total	62,61	71,41	79,07

7. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 2	Ponto 3	
Rugosidade (n)	0,025	0,025	
Área Seção	9,79	13,61	m ²
Declividade	0,013	0,002	m/m
Raio Hidráulico	0,55	0,57	m

Vazão de Suporte

34,45

49,17

m³/s

$$Q = (A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}) / n$$

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais

1. Identificação do Ponto em Estudo

Córrego Após Encontro dos Córregos Agua Doce e

Município Icém Área Urbana

Cenário	60	% impermeável	Sub-Bacia A
	40	% permeável	
	50	% impermeável	Sub-Bacia B
	50	% permeável	
	90	% impermeável	Sub-Bacia C
	10	% permeável	

Ponto de Observação 2 e 3

2. Referência Cartográfica do Local de Estudo

Coordenadas UTM do local de estudo

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22

Ponto 2

Norte: 7750590,01 Este: 687840,25

Ponto 3

Norte: 7750397,83 Este: 687816,92

3. Informação Básicas da Sub-Bacia A

Sub-Bacia A Área 1660639 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 23 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,44

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,55

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,53

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,48

4. Informação Básicas da Sub-Bacia B

Sub-Bacia B Área 2338755 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,24

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,50

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,48

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,44

5. Informação Básicas da Sub-Bacia C

Sub-Bacia C Área 876247 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,56

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

6. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

Utilizou-se as somatórias das vazões máximas observadas nos cenários das Sub Bacias A, B e C, nos reesultados apresentados anteriormente

	25 anos	50 anos	100 anos
Q (max) Total	66,42	76,64	85,31

7. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 2	Ponto 3	
Rugosidade (n)	0,025	0,025	
Área Seção	9,79	13,61	m ²
Declividade	0,013	0,002	m/m
Raio Hidráulico	0,55	0,57	m

Vazão de Suporte

34,45	49,17
-------	-------

m³/s

$Q = (A \times Rh^{2/3} \times I^{1/2})/n$

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais

1. Identificação do Ponto em Estudo

Córrego Após Encontro dos Córregos Agua Doce e

Município Icém Área Urbana

Cenário	90	% impermeável	Sub-Bacia A
	10	% permeável	
	50	% impermeável	Sub-Bacia B
	50	% permeável	
	90	% impermeável	Sub-Bacia C
	10	% permeável	

Ponto de Observação 2 e 3

2. Referência Cartográfica do Local de Estudo

Coordenadas UTM do local de estudo

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22

Ponto 2

Norte: 7750590,01 Este: 687840,25

Ponto 3

Norte: 7750397,83 Este: 687816,92

3. Informação Básicas da Sub-Bacia A

Sub-Bacia A Área 1660639 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 23 min

Coefficiente de Escoamento Superficial

Coefficiente Ponderado (Cp) 0,56

Coefficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

4. Informação Básicas da Sub-Bacia B

Sub-Bacia B Área 2338755 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,24

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,50

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,48

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,44

5. Informação Básicas da Sub-Bacia C

Sub-Bacia C Área 876247 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,56

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

6. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

Utilizou-se as somatórias das vazões máximas observadas nos cenários das Sub Bacias A, B e C, nos reesultados apresentados anteriormente

	25 anos	50 anos	100 anos
Q (max) Total	73,4	84,26	93,58

7. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 2	Ponto 3	
Rugosidade (n)	0,025	0,025	
Área Seção	9,79	13,61	m ²
Declividade	0,013	0,002	m/m
Raio Hidráulico	0,55	0,57	m

Vazão de Suporte

34,45

49,17

m³/s

$$Q = (A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}) / n$$

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais

1. Identificação do Ponto em Estudo

Córrego Após Encontro dos Córregos Agua Doce e

Município Icém Área Urbana

Cenário	60	% impermeável	Sub-Bacia A
	40	% permeável	
	90	% impermeável	Sub-Bacia B
	10	% permeável	
	90	% impermeável	Sub-Bacia C
	10	% permeável	

Ponto de Observação 2 e 3

2. Referência Cartográfica do Local de Estudo

Coordenadas UTM do local de estudo

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22

Ponto 2

Norte: 7750590,01 Este: 687840,25

Ponto 3

Norte: 7750397,83 Este: 687816,92

3. Informação Básicas da Sub-Bacia A

Sub-Bacia A Área 1660639 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 23 min

Coefficiente de Escoamento Superficial

Coefficiente Ponderado (Cp) 0,44

Coefficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,55

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,53

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,48

4. Informação Básicas da Sub-Bacia B

Sub-Bacia B Área 2338755 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,24

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

5. Informação Básicas da Sub-Bacia C

Sub-Bacia C Área 876247 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,56

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

6. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

Utilizou-se as somatórias das vazões máximas observadas nos cenários das Sub Bacias A, B e C, nos reesultados apresentados anteriormente

	25 anos	50 anos	100 anos
Q (max) Total	77,25	89,54	99,88

7. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 2	Ponto 3	
Rugosidade (n)	0,025	0,025	
Área Seção	9,79	13,61	m ²
Declividade	0,013	0,002	m/m
Raio Hidráulico	0,55	0,57	m

Vazão de Suporte	34,45	49,17	m³/s	$Q = (A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}) / n$
------------------	-------	-------	------	---

Estudo Hidráulico e Hidrológico dos Canais

1. Identificação do Ponto em Estudo

Córrego Após Encontro dos Córregos Agua Doce e

Município Icém Área Urbana

Cenário	90	% impermeável	Sub-Bacia A
	10	% permeável	
	90	% impermeável	Sub-Bacia B
	10	% permeável	
	90	% impermeável	Sub-Bacia C
	10	% permeável	

Ponto de Observação 2 e 3

2. Referência Cartográfica do Local de Estudo

Coordenadas UTM do local de estudo

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Sistema de Projeção: UTM, Fuso 22

Ponto 2

Norte: 7750590,01 Este: 687840,25

Ponto 3

Norte: 7750397,83 Este: 687816,92

3. Informação Básicas da Sub-Bacia A

Sub-Bacia A Área 1660639 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 23 min

Coefficiente de Escoamento Superficial

Coefficiente Ponderado (Cp) 0,56

Coefficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

4. Informação Básicas da Sub-Bacia B

Sub-Bacia B Área 2338755 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,24

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

5. Informação Básicas da Sub-Bacia C

Sub-Bacia C Área 876247 m²

Comprimento do Leito Principal m

Tipo de Solo predominante

Tempo de Concentração 43 min

Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente Ponderado (Cp) 0,56

Coeficiente Adotado $C = C_p \times C_f$

Cf adotado (T=100 anos) = 1,25 C= 0,70

Cf adotado (T=50 anos) = 1,20 C= 0,67

Cf adotado (T=25 anos) = 1,10 C= 0,62

6. Cálculo da Vazão Máxima de Projeto

Utilizou-se as somatórias das vazões máximas observadas nos cenários das Sub Bacias A, B e C, nos reesultados apresentados anteriormente

	25 anos	50 anos	100 anos
Q (max) Total	84,22	97,16	108,14

7. Capacidade de Escoamento da Vazão

Adotado a equação de Manning, utilizando as seções transversais

	Ponto 2	Ponto 3	
Rugosidade (n)	0,025	0,025	
Área Seção	9,79	13,61	m ²
Declividade	0,013	0,002	m/m
Raio Hidráulico	0,55	0,57	m

Vazão de Suporte

34,45

49,17

m³/s

$$Q = (A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}) / n$$

8. MEDIDAS DE CONTROLE DAS INUNDAÇÕES

Considerando os estudos apresentados relacionados à microdrenagem e macrodrenagem da malha urbana do município de Icém, foi possível detectar problemas de inundações em diferentes pontos da cidade. Tal problema é agravado quando realizada a projeção de crescimento urbano.

Para a mitigação ou resolução definitiva das inundações dentro do município de Icém, serão adotadas algumas diretrizes relacionadas neste item, subdivididas em medidas estruturais e medidas não estruturais.

Entende-se por medidas estruturais as obras de engenharia que são implementadas para reduzir os riscos de inundações. Será adotado ainda a subdivisão em medidas extensivas, que são aquelas que agem na bacia, modificando as relações precipitação e vazão, e medidas intensivas, que agem na calha do rio, acelerando, retardando ou desviando o escoamento.

As medidas não estruturais agem de forma preventiva, diminuindo os custos com os prejuízos causados pela inundação. Tratam de medidas de manutenção, zoneamento, sistemas de alerta, que configuram modificações no sistema atual, prevenindo catastrofes.

A seguir serão listados os programas que servirão de diretrizes para este Plano.

PROGRAMA: CONSTRUÇÃO DE BACIA DE DETENÇÃO
MEDIDA ESTRUTURAL
PRAZO PARA EXECUÇÃO: MÉDIO A LONGO PRAZO (ACIMA DE 10 ANOS)
JUSTIFICATIVA Conforme cálculos hidrológicos realizados para a calha do rio não retificado, com o crescimento da impermeabilização do solo mostrada no cenário da sub bacia 1, o aumento de vazão de escoamento superficial ficará superior à capacidade de escoamento da calha do rio, ocasionando inundações em ponto à montante do encontro dos dois córregos que atravessam a malha urbana do município. Com a expansão urbana, o córrego retificado também poderá sofrer com novos pontos de inundação e ainda contribuir para o agravamento do problema pós junção.
OBJETIVO Conter parte do escoamento superficial das sub bacias, ocasionado pelo solo impermeabilizado devido a expansão urbana, diminuindo os prejuízos com as inundações à jusante.
METODOLOGIA A Prefeitura Municipal poderá agir de duas maneiras: 1 – Estabelecer junto a Camara dos vereadores legislação que obriga o novo empresário / loteador de novas áreas ser responsabilizado não só pelas redes de drenagem a serem construídas, mas também à destinação das águas pluviais coletadas, sem causar o aumento de inundações a jusante, sendo tal projeto parte fundamental para a aprovação do empreendimento. 2 – Delimitar área e construir bacia de retenção, podendo ser de uso múltiplo, de acordo com projetos de expansão das áreas ainda não ocupadas. 
RESULTADOS ESPERADOS Diminuição de vazão do escoamento superficial no córrego não retificado, evitando o aumento de pontos de inundação e erosão das margens do mesmo.

PROGRAMA: PROTEÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
MEDIDA ESTRUTURAL
PRAZO PARA EXECUÇÃO: MÉDIO PRAZO (05 A 10 ANOS)
JUSTIFICATIVA O córrego não retificado ainda possui suas margens naturais, sem a intervenção de medidas que acelerem a velocidade das águas (canalizações). As margens sofrem com o aumento da velocidade ocasionada pelo aumento da vazão do escoamento superficial, formando os pontos de erosão detectados neste projeto. Considerando o extravazamento das águas do córrego, configurando o leito maior da calha, as áreas de preservação permanente garantem o aumento da quantidade de escoamento, sem causar prejuízos aos moradores circunvizinhos, além de proteger as margens quanto aos processos erosivos.
OBJETIVO Conter a erosão das margens do córrego não retificado, preservando suas características naturais e permitir o extravazamento do leito do córrego, ocupando a área de preservação permanente.
METODOLOGIA A Prefeitura Municipal deverá agir de duas maneiras: 1 – Desapropriar as áreas laterais às margens do córrego não retificado, de no mínimo 20 metros, conforme lei federal, durante todo o percurso do córrego dentro da área urbanizada. 2 – Estabelecer projeto de recuperação destas margens, realizando plantios de árvores nativas, reestabelecendo as funções desta área de preservação permanente, a ser executado por biólogos ou engenheiros florestais, preservando as características intrínsecas ao município.
RESULTADOS ESPERADOS Diminuição de pontos de erosão das margens do córrego não retificado e consequente diminuição do assoreamento, além de garantir o extravasamento do leito menor para o leito maior, sem causar prejuízos à população local.

PROGRAMA: MELHORIAS NAS PONTES DE TRAVESSIA

MEDIDA ESTRUTURAL

PRAZO PARA EXECUÇÃO: MÉDIO PRAZO (05 A 10 ANOS)

JUSTIFICATIVA

O córrego não retificado possui pontes construídas com aduelas de concreto, o que configuram um bloqueio da passagem das águas do escoamento superficial e um acúmulo de resíduos, ocasionando uma diminuição da velocidade do escoamento, provocando inundações em alguns pontos causado pela mudança do tipo de escoamento, provocando o acúmulo de água à montante da ponte.

OBJETIVO

Promover o livre escoamento das águas do córrego não retificado e evitar a proliferação de vetores que possam aumentar com o acúmulo de resíduos provocados pela diminuição de velocidade do escoamento superficial.

METODOLOGIA

Reconstrução de pontes construídas com aduelas de concreto, substituindo por pontes com fundações nas margens laterais, aumentando o vão livre e propiciando o aumento da velocidade do escoamento superficial na calha do córrego.

Tal programa necessita de projeto estrutural específico que deverá ser estabelecido posteriormente por engenheiros estruturais.



RESULTADOS ESPERADOS

Diminuição de pontos de erosão das margens do córrego não retificado e consequente diminuição do assoreamento.

Aumento da velocidade de escoamento das águas superficiais, ocasionados pela desobstrução do local.

PROGRAMA: CONSTRUÇÃO DE PARQUE LINEAR
MEDIDA ESTRUTURAL
PRAZO PARA EXECUÇÃO: MÉDIO PRAZO (05 A 10 ANOS)
JUSTIFICATIVA Nas áreas de recuperação das APPs, nas margens do córrego não retificado, como forma de apropriação destas áreas pela população, evitando o lançamento de resíduos e proporcionando um auxílio à manutenção de tais áreas pela comunidade, contribuindo para o lazer e turismo do município, a implantação de um parque linear mostra-se como uma melhoria da qualidade do ambiente.
OBJETIVO Promover a apropriação das áreas de preservação permanente por parte da comunidade circunvizinha, contribuindo para a limpeza e manutenção local, para o lazer da comunidade e aumento do turismo.
METODOLOGIA Quando da construção do Programa de Proteção das Áreas de Preservação Permanente prever área onde possa ser construído um parque linear, contendo infra estrutura para o lazer e turismo local, como árvores frutíferas, pista de caminhada, academia ao ar livre, áreas de descanso e leitura, entre outras atividades que propiciem a apropriação desta área por parte da comunidade local. Tal medida deve ter projeto específico executado por biólogos e arquitetos que consigam promover o bem estar em conjunto com as características intrínsecas do local.
RESULTADOS ESPERADOS Diminuição de pontos de lançamento de entulhos e resíduos, propiciando uma correta manutenção da área. Aumento de pontos de lazer e turismo local, propiciando o aumento da qualidade do ambiente.

PROGRAMA: LIMPEZA DA CALHA DO CÓRREGO NÃO RETIFICADO
MEDIDA ESTRUTURAL
PRAZO PARA EXECUÇÃO: CURTO PRAZO (MENOR QUE 05 ANOS)
JUSTIFICATIVA O córrego não retificado possui alguns pontos de assoreamento provocados pela erosão de suas margens e pontos de lançamento de resíduos ou entulhos (ponte rompida). O entulho e o assoreamento contribuem para a diminuição da velocidade do escoamento das águas da calha do córrego, aumentando o volume a montante destes pontos, provocando a inundação destes locais.
OBJETIVO Fazer a manutenção e limpeza da calha do córrego, propiciando o aumento do escoamento das águas superficiais.
METODOLOGIA Obter as licenças necessárias junto aos órgãos estaduais para que se faça a correta remoção dos sedimentos depositados no fundo da calha do córrego, bem como a retirada dos resíduos de construção depositados na calha. A manutenção das margens e da área de preservação permanente deve ser constante, entrando no programa de limpeza urbana já estabelecido no município, evitando o acúmulo destes resíduos no córrego.
RESULTADOS ESPERADOS Diminuição de pontos de acúmulo de resíduos e aumento da velocidade do escoamento superficial na calha do córrego não retificado.

PROGRAMA: ZONEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO
MEDIDA NÃO ESTRUTURAL
PRAZO PARA EXECUÇÃO: CURTO PRAZO (MENOR QUE 05 ANOS)
JUSTIFICATIVA O zoneamento de áreas de risco de inundação e erosão referentes à drenagem urbana colaboram ao determinar que os novos loteamentos, construções e habitações garantam a observância de uma legislação, regulamentando a área de várzea de inundação, permitindo um controle efetivo por parte do poder municipal.
OBJETIVO Estabelecer legislação municipal que determine as áreas de zoneamento da cidade com base em mapa de riscos, regulamentando as ocupações, permitindo ou não o uso destas áreas.
METODOLOGIA Estabelecer junto à Câmara Municipal uma legislação que estabeleça o zoneamento da cidade de acordo com Mapa de Risco apresentado neste Plano Diretor, trabalhando como medida preventiva, orientando a população à correta ocupação das áreas que possam sofrer com os processos de inundação e erosivos..
RESULTADOS ESPERADOS Diminuição dos prejuízos causados pelos processos de inundação e erosivos, promovendo a prevenção da construção em locais inadequados.

PROGRAMA: EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
MEDIDA NÃO ESTRUTURAL	
PRAZO PARA EXECUÇÃO: CURTO PRAZO (MENOR QUE 05 ANOS)	
JUSTIFICATIVA	
Para que as medidas adotadas neste Plano Diretor sejam adotadas pela comunidade local e por seus dirigentes, a adoção de programa de educação ambiental junto aos programas de ensino das escolas do município e junto aos meios de comunicação local são ferramentas que podem contribuir no processo de adequação das áreas que sofrem com os problemas de inundação e erosão, além de contribuir para novos programas e projetos que poderão ser abordados dentro do município.	
OBJETIVO	
Estabelecer programas de educação ambiental junto às escolas e à comunidade local para promover as medidas ambientais adotadas no município.	
METODOLOGIA	
Estabelecer junto à Secretaria de Educação do município um programa de educação ambiental que promova a importância do ambiente junto à qualidade de vida da população, incluindo a divulgação deste Plano Diretor e das medidas adotadas. Divulgação junto à comunidade local a partir de canais de comunicação do município (jornal, internet, rádio, etc) sobre este Plano Diretor e as implicações das medidas aqui adotadas, bem como outras medidas que promovam a melhoria da qualidade do ambiente e da vida da população deste município.	
RESULTADOS ESPERADOS	
Diminuição dos prejuízos causados por processos de falta de manutenção, acúmulo de resíduos, entre outros. Entendimento das medidas adotadas neste Plano Diretor por parte da população, configurando uma parceria para sua correta implantação e seu funcionamento.	

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. *Conservação do Solo*. São Paulo: Ícone Editora, 1992. 395p.

Campana, N. A.; Tucci, C. E. M. *Estimativa de Áreas Impermeável de MacroBacias Urbanas*. Revista Brasileira de Engenharia. Caderno de Recursos Hídricos, vol.12, n. 2, dez/ 1994.

CETESB/DAEE. *Drenagem Urbana: Manual de Projeto*. Editora da CETESB. São Paulo, SP, 1978.

DAEE-DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DE SÃO PAULO; IG-INSTITUTO GEOLÓGICO; IPT-INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SÃO PAULO, SP). *Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo*. São Paulo: CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICO, 2005. Escala 1:1.000.000.

DAEE / USP. *Equação de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo*. São Paulo, SP, 1999.

Digital Globe. *Cobertura*. Acesso Google Earth. 2008.

Genz, F; Tucci, C. E. M. *Infiltração em Superfícies Urbanas*. Revista Brasileira de Engenharia. Caderno de Recursos Hídricos, vol. 13, n. 1, jun. 1995.

IBGE. Censo Demográfico de 1996. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Contagem_da_Populacao_1996/Populacao_Residente> Acesso em: 27 de mai. 2008.

IBGE. Censo Demográfico de 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>> Acessado em: 27 de maio. 2008.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Baixo Pardo/Grande (UGRHI 12)*: Em atendimento à Deliberação CRH 62. São Paulo: IPT, 2008a. (Relatório Técnico CPTI n. 396/08).

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Bacia do Turvo/Grande (UGRHI 15)*: Em atendimento à Deliberação CRH 62. São Paulo, 2008b. (Relatório Técnico CPTI n. 397/08).

MIRANDA, M. J.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; FAGUNES, R. M.; FONSECHI, D. B.; CALVE, L.; PELLEGRINO, G. Q. *A classificação climática de Köeppen para o estado de São Paulo*. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 10 de jan. 2010.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida*. Campinas: IAC, 1999. Escala 1:500.000.

Prefeitura do Município de Icém. Fotos do município de Icém. Disponível em: <<http://www.icem.sp.gov.br/galeria.asp?secao=C>> Acessado em: 27 de maio. 2008.

Rosalen, D. L. *Utilização de um Sistema de Informações Geográficas Associado à Equação Universal de Perda de Solo no Planejamento do Ecoturismo no Município de Santo Antônio do Pinhal – SP*. São Carlos: UFSCAR, 2002. 292p. Tese de Doutorado.

Rosalen, D. L. *Fotos da implantação de rede geodésica no município de Icém*. 2008.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT, 1997. Escala 1:500.000.

Tucci, C. E. M. *Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 2, n. 2, jul./dez. 1997.

Tucci, C. E. M.; Collischonn, W. *Drenagem Urbana e Controle de Erosão*. Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1998.

Tucci, C. E. M.; Genz, F. *Controle do impacto da urbanização* In: Drenagem urbana. Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L.; Barros, M. T. ABRH 428 p. 1995.

UNIFEB. *Fotos do município de Icém*. 2008.

ANEXO I - ESTAÇÕES PLANIMÉTRICAS

 PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM ESTAÇÃO PLANIMÉTRICA			
Estação:	PMICEM		
Município:	Icém	UF:	SP
Dados Planimétricos		Dados Altimétricos	
SIRGAS2000 (WGS84)			
Latitude:	-20° 20' 34,1255"	Altitude Ortométrica (m):	447,15
Longitude:	-49° 11' 57,7719"	Altitude Geométrica (m):	439,05
Fonte:	GPS Geodésico L1	Fonte:	GPS Geodésico L1
Data Medição:	Maio, 2008	Data Medição:	Maio, 2008
Data Cálculo:	Fevereiro, 2009	Data Cálculo:	Fevereiro, 2009
Sigma Latitude (m):	0,005	Sigma Altitude Geométrica (m):	0,013
Sigma Longitude (m):	0,005	Modelo Geoidal:	MAPGEO
UTM (N):	7.749.555,296		
UTM (E):	687.966,662		
MC:	-51°		
SAD69			
Latitude:	-20° 20' 32,4422"	Altitude Ortométrica (m):	-
Longitude:	-49° 11' 56,1018"	Altitude Geométrica (m):	446,85
Fonte:	GPS Geodésico L1	Fonte:	GPS Geodésico L1
Data Medição:	Maio, 2008	Data Medição:	Maio, 2008
Data Cálculo:	Fevereiro, 2009	Data Cálculo:	Fevereiro, 2009
Sigma Latitude (m):	-	Sigma Altitude Geométrica (m):	-
Sigma Longitude (m):	-	Modelo Geoidal:	-
UTM (N):	7.749.598,760		
UTM (E):	688.016,351		
MC:	-51°		
Localização			
Propriedade:	Prefeitura Municipal	Localiza-se dentro do pátio da Prefeitura Municipal de Icém	
Matrícula:	-		
Descrição			
Marco de Concreto, aflorando cerca de 10 cm do solo e em seu topo pino metálico para centragem			
Itinerário			
Rua Evangelista V. Lima, 120			
Observações			
Devido à inexistência de mais de uma estação de referência no raio de 20 km, somente foi utilizada a estação planimétrica de referência SAT 91790. A estação PMICEM foi ajustada em rede com a estação SAT 91790 (considerada controle) e a estação RN 2979V, também georreferenciada. Sigmas obtidos após ajustamento considerando sigmas iguais a zero para a estação de controle.			
Foto (s)			
 			

 PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM ESTAÇÃO PLANIMÉTRICA			
Estação:	RN 2979V GEORREFERENCIADA		
Município:	Icém	UF:	SP
Dados Planimétricos		Dados Altimétricos	
SIRGAS2000 (WGS84)			
Latitude:	-20° 19' 22,2223"	(*) Altitude Ortométrica (m):	451,1274
Longitude:	-49° 10' 56,3083"	Altitude Geométrica (m):	443,61
Fonte:	GPS Geodésico L1	Fonte:	GPS Geodésico L1
Data Medição:	Maio, 2008	Data Medição:	Maio, 2008
Data Cálculo:	Fevereiro, 2009	Data Cálculo:	Fevereiro, 2009
Sigma Latitude (m):	0,004	Sigma Altitude Geométrica (m):	0,010
Sigma Longitude (m):	0,004	Modelo Geoidal:	-
UTM (N):	7.751.746,879		
UTM (E):	689.773,776		
MC:	-51°		
SAD69			
Latitude:	-20° 19' 20,5392"	(*) Altitude Ortométrica (m):	451,1274
Longitude:	-49° 10' 54,6388"	Altitude Geométrica (m):	451,45
Fonte:	GPS Geodésico L1	Fonte:	GPS Geodésico L1
Data Medição:	Maio, 2008	Data Medição:	Maio, 2008
Data Cálculo:	Fevereiro, 2009	Data Cálculo:	Fevereiro, 2009
Sigma Latitude (m):	-	Sigma Altitude Geométrica (m):	-
Sigma Longitude (m):	-	Modelo Geoidal:	-
UTM (N):	7.751.790,341		
UTM (E):	689.823,462		
MC:	-51°		
Localização			
Propriedade:	Usina de Marimbondo	Entroncamento de estrada - Usina de Marimbondo	
Matrícula:	-		
Descrição			
Marco / Chapa padrão RN IBGE			
Itinerário			
Localiza-se no canteiro do entroncamento da estrada de acesso a usina marimbondo com a estrada de acesso ao horto florestal, 50 m a nordeste da guarita; 2,33 km aquém da barragem da Usina de Marimbondo.			
Observações			
Devido à inexistência de mais de uma estação de referência no raio de 20 km, somente foi utilizada a estação planimétrica de referência SAT 91790. A estação RN 2979V foi ajustada em rede com a estação SAT 91790 (considerada controle) e a estação PMICEM, também georreferenciada. A Altitude Ortométrica acima citada (*) foi retirada da monografia oficial da estação RN 2979V, portanto, é de responsabilidade do IBGE. Sigmas obtidos após ajustamento considerando sigmas iguais a zero para a estação de controle.			
Foto (s)			
  			

ANEXO II - PERFIS INDIVIDUAIS DOS PONTOS DE SONDAGEM

ANEXO III - MAPAS



LEGENDA

◇ S-1
Ponto de Sondagem
(Tipo SPT)



LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SONDAAGEM

INTERESSADO: PREF. MUNICIPAL DE ICÉM

PROJETO: DRENAGEM URBANA

LOCAL: ICÉM (SP)

DATA	TRABALHO Nº
27/08/2010	OK 228/10
ESCALA	DRENAJAMENTO
INDICADA	Raquel Reis



OKM
GEOLOGIA, GEOTECNIA E MEIO AMBIENTE

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE ICÉM

LOCAL: DRENAGEM URBANA - ICÉM (SP)

RELAT.: OK 229/10

DESENHO: Raquel R. DES.: 01

COTA: -

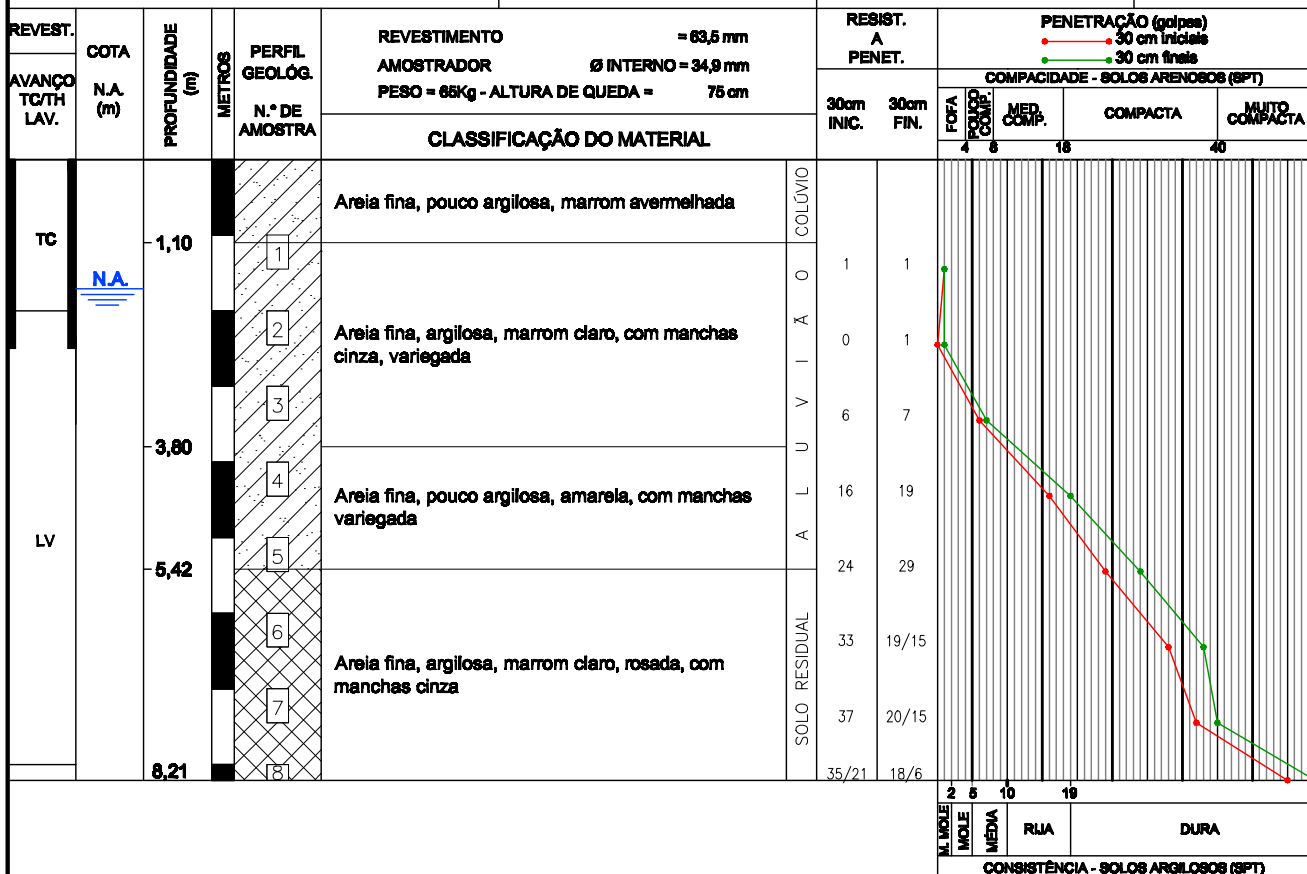
ESCALA: 1:100 FL.: 01

INÍCIO: 27/08/2010

TÉRMINO: 27/08/2010

SONDAGEM

SP-01



OBS.:
_ SONDAÇÃO EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE.

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0,00	2,00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	-	-
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2,00	8,00
REVESTIMENTO	2 1/2"	0,00	2,50
SPT	2"	08	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA		
DATA	HORA	N.A.(m)
27/08/10	08:34	1,94
27/08/10	08:44	1,86
27/08/10	08:54	1,71

COORDENADAS: N=
E=

GEÓLOGO - OTÁVIO TOBIAS
SOARES MANDRÁ

VERIFICADO

APROVADO