

MEMORIAL DE CÁLCULO E MEMORIAL DESCRITIVO

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Obra: CISCOM (Complexo Industrial de Serviços do Seridó)

Local: Rodovia RN – 118 / Caicó - RN

Proprietário: Prefeitura Municipal de Caicó

Engenheira Responsável: Raniere da Nóbrega Veras | CREA PB 2116035082

OBJETIVO

Este Memorial de Cálculo e Descritivo visa esclarecer o serviço de Projeto Hidráulico a ser executado na construção do CISCOM – Complexo Industrial de Serviços do Seridó, localizado na Rodovia RN – 118 / Caicó – RN.

NORMAS UTILIZADAS

A execução dos serviços e o uso de equipamentos devem estar em conformidade com o disposto nas normativas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) concomitante ao Projeto Hidráulico que fora elaborado seguindo as mesmas normativas.

As normas e padrões a serem obedecidos são as seguintes:

- > NBR 5626:2020 – Sistemas Prediais Água Fria e Água Quente;
- > NBR 5648:2010 – Tubo de PVC rígido para instalações prediais de água fria – Especificações;
- > NBR 7372:1982 – Execução de tubulações de pressão de PVC rígido com junta soldada, rosqueada, ou com anéis de borracha – Procedimento;
- > CONCESSIONÁRIA: Padrões da Concessionária de água.

A empresa responsável pela execução deverá dar prioridade a materiais e/ou serviços que apresentem certificado de homologação das normas ISO 9000.

INSTALAÇÃO DO SISTEMA HIDRÁULICO

Para o perfeito funcionamento de todo o sistema é imprescindível que todo o conjunto seja executado em conformidade com o Projeto Hidráulico, via Prancha de Projeto Hidráulico em anexo.

Caso seja realizada alguma alteração *in loco*, que destoe do Projeto Hidráulico que fora elaborado, é indispensável a avaliação do profissional técnico habilitado para analisar a alteração no funcionamento do sistema como um todo.

Quando houver interferência dos elementos estruturais ao longo do encaminhamento previsto das tubulações para a execução, deve dar prioridade a criação de paredes “falsas” ou “shafts” para que se passe a tubulação. Em casos onde sejam necessários furo em vigas e/ou lajes, o mesmo só deve ser realizado com a inspeção e aprovação do Engenheiro especialista na área de Estruturas.

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial de cálculo e descritivo refere-se ao Projeto Hidráulico a ser executado na construção do CISCOM – Complexo Industrial de Serviços do Seridó, incluindo: dimensionamento, representação gráfica, especificações técnicas e detalhes que completam o perfeito entendimento para execução (ver Prancha de Projeto Hidráulico anexada).

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO HIDRÁULICO

O Projeto Hidráulico em questão abrange o seguinte sistema.

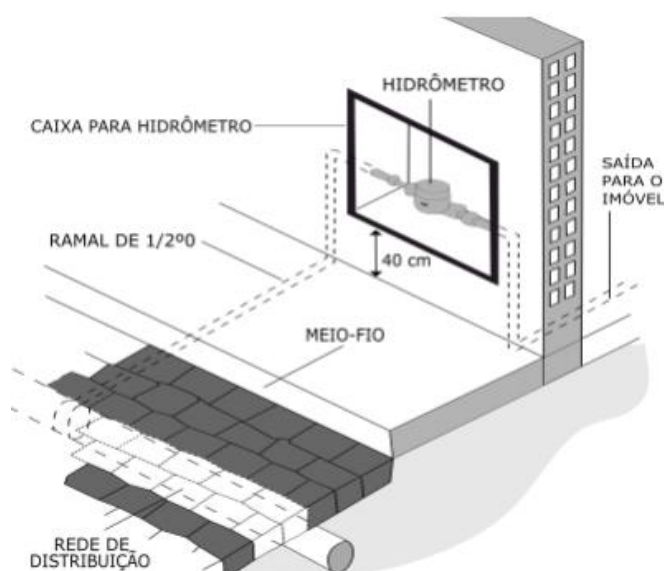
2.1. ÁGUA FRIA

O Projeto de Instalações de Água Fria foi elaborado de modo a garantir o fornecimento de água de forma contínua em quantidade suficiente, mantendo a qualidade, com pressões e velocidades adequadas ao perfeito funcionamento do sistema de tubulações, incluindo, também, as limitações dos níveis de ruído.

2.1.1. Alimentação

A alimentação da água potável na edificação será feita pela concessionária local – a CAERN. Para tal, deve ser instalado o medidor de água conforme ilustrado na figura a seguir.

Figura 1: Procedimento para instalação do hidrômetro.



Fonte: CAERN.

É importante frisar que a tubulação que interliga a rede de distribuição ao hidrômetro deve ser executada até a calçada.

2.1.2. Sistema de distribuição

O sistema de distribuição utilizado para abastecer os pontos de consumo será do tipo indireto com bombeamento, em que contará com um reservatório inferior e outro reservatório superior, do tipo castelo d'água.

A água que abastece a edificação, provinda da CAERN, abastece o reservatório inferior e este, por meio de uma bomba hidráulica, recalca a água para o reservatório superior. É através deste reservatório superior que toda a edificação é abastecida.

2.1.3. Ramal Predial

O ramal predial compreende o ramal que vai desde o hidrômetro até o reservatório inferior. Para efeito de cálculo do diâmetro da tubulação, temos o seguinte:

$$\text{Eq. (1)} \quad D_{\text{interno}} = \frac{\sqrt{4Q}}{\pi v}$$

D interno = diâmetro interno, do tubo;

Q (m³/h) = vazão;

v = velocidade; considerar 0,6m/s a 1,0m/s

Onde:

$$\text{Eq. (2)} \quad Q = \frac{C}{86400}$$

C (m³) = consumo predial

O consumo predial é de 147,98 m³ - ver Eq. (3), logo a vazão é de 1,71 l/s.

Dessa forma, temos que o valor do diâmetro interno deve ser de 60,32mm. Considerando que o diâmetro nominal de 75mm tem 66,60mm de diâmetro interno, adotamos o mesmo para o ramal predial. Logo, o **diâmetro nominal do ramal predial é de 75mm.**

2.1.4. Reservatórios

Como já mencionado, o sistema de distribuição é do tipo indireto, assim, o abastecimento se dar através de um reservatório inferior e um reservatório superior.

Para dimensionar os reservatórios é necessário saber o consumo predial que, normalmente, é obtido através da quantidade de pessoas que irão utilizar a edificação e o consumo, em litros, destas mesmas pessoas por dia.

Como a edificação em questão é classificada como mista – em que são exercidas várias atividades: lojas, salas de aulas, lanchonetes, auditórios, dentre outros – o cálculo do consumo foi feito por partes:

➤ Lojas

- Área, em média, por loja = $33,75\text{m}^2$

- Quantidade de lojas = 916 unidades

- Pessoas = $33,75 / 5 = 6$ pessoas em cada loja (levando em consideração que é 1 pessoa por m^2)

Para cálculo do consumo consideramos que destas 6 pessoas, 2 são funcionários e 4 visitantes, logo para o total de pessoas, temos: $(2 \times 916) + (4 \times 916) = 1832 + 3664$

- Consumo = $1832 \times 30 \text{ litros/dia/pessoa (funcionários)} + 3664 \times 20 \text{ litros/dia/pessoa (visitantes)} = 128\text{m}^3/\text{s}$

➤ Auditório/Cinema

- Poltronas = 255 unidades

- Consumo = $255 \times 2 = 0,51\text{m}^3$

➤ Salas de aula

- Cadeiras = 490 unidades

- Consumo = $490 \times 30 = 14,7\text{m}^3$

➤ Atendimento

- Cadeiras = 159 unidades

- Consumo = $159 \times 30 = 4,77\text{m}^3$

Assim, temos:

$$\text{Eq. (3)} \quad \text{Consumo total} = \text{Lojas} + \text{Auditório} + \text{Salas de aula} + \text{Atendimento}$$

Logo, o consumo total é igual a $147,98\text{m}^3$.

Somado a reserva técnica (70m^3), e aos dias de reserva (um dia e meio), caso falte o abastecimento da concessionária local, precisamos dimensionar ambos os reservatórios para atender um consumo de $217,98\text{m}^3$.

De acordo com a NBR 5626:2020 – Sistemas Prediais Água Fria e Água Quente, 60% do volume total deve ser destinado ao reservatório inferior enquanto que 40% ao reservatório superior somado a reserva técnica de incêndio.

Sendo assim, temos: reservatório inferior com $133,18\text{m}^3$ e reservatório superior com $158,79\text{m}^3$, sendo 70m^3 da reserva técnica de incêndio. Logo, para atender a este volume o dimensionamento de ambos os reservatórios são:

➤ Reservatório inferior: $7,80 \times 7,80 \times 2,85\text{m}$

➤ Reservatório superior: $6,80 \times 6,95 \times 14,35\text{m}$

Os reservatórios serão em forma retangular e de concreto, apresentando tampas removíveis para inspeção com dimensionamento mínimo de 60x60cm, conforme a NBR 5626:2020 – Sistemas Prediais Água Fria e Água Quente. Estão melhor detalhados na prancha de Projeto Hidráulico, em anexo.

2.1.5. Conjunto motor - bomba

Como o sistema conta com dois reservatórios, o conjunto motor-bomba irá succionar a água do reservatório inferior e recalcar para o reservatório superior. Para dimensionar a bomba é necessário a altura manométrica total, a vazão total e a potência da bomba para o sistema.

Portanto, antes de calcular as três razões determinadas acima, temos que calcular o diâmetro nominal de recalque e de sucção. Para tal calcular o diâmetro do recalque, temos:

$$\text{Eq. (4)} \quad D_{\text{interno}} = 1,3 \times \sqrt{Q} \times \sqrt[4]{X}$$

Ciente dos valores de cada incógnita da Eq. (4), de acordo com a tabela abaixo, temos o valor do diâmetro.

Tabela 1: Cálculo da tubulação de recalque.

TUBULAÇÃO DE RECALQUE	
Volume de consumo (m³)	147,98
H de funcionamento da bomba (6h)	6
Vazão (m³/h)	24,66333333
Vazão (m³/s)	0,006850926
X (horas de funcionamento da bomba/24h)	0,25
D interno (mm)	76,08569121
DN (mm)	85

Fonte: Arquivo Pessoal com base em normativa técnica.

Assim, como o diâmetro da sucção é sempre superior ao do recalque, o diâmetro nominal será de 110mm.

Para calcular a altura manométrica total, temos que ter o somatório da altura manométrica de recalque e de sucção. Calculamos a altura manométrica através da seguinte equação:

$$\text{Eq. (5)} \quad H_s (\text{altura manométrica de recalque}) = H_g + J$$

Altura de recalque (H_g)
Perda de carga distribuída (J):

$$\text{Eq. (6)} \quad J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

Volume para consumo / horas de funcionamento da bomba (Q)
Coeficiente de rugosidade (C)
Diâmetro de recalque (D)
Comprimento total de recalque (L):

Eq. (7)

$L = \text{comprimento de recalque} + \text{comprimento equivalente}$

Preenchendo os dados de acordo com as fórmulas, temos o seguinte resultado para a altura manométrica de recalque:

Tabela 2: Cálculo da altura manométrica de recalque.

Altura (m):	20
Comprimento (m):	25
Peças e conexões - comprimento equivalente	
1 entrada de borda	4
1 válvula de retenção tipo leve	8,4
1 tê de passagem direta	8,3
0 tê saída lateral	0
2 registro de gaveta	1,4
2 joelho 90°	8,3
X	0
X	0
X	0
TOTAL :	30,4
COMPRIMENTO TOTAL DE RECALQUE:	55,4
J (m/m):	0,031689675
Perdas de cargas (hs):	1,755607997
Altura manométrica (Hs) em mca:	21,755608

Fonte: Arquivo Pessoal com base em normativa técnica.

Tratando-se da sucção, basta repetir a Eq. (5), a Eq. (6) e a Eq. (7) adotando os valores referentes a sucção. Dessa forma, temos o seguinte:

Tabela 3: Cálculo da altura manométrica de sucção.

Altura estática (m):	3,5
Comprimento (m):	20
Peças e conexões - comprimento equivalente	
1 entrada de borda	4
2 joelho 90°	8,3
0 tê de passagem direta	8,3
1 registro de gaveta	0,7
X	0
X	0
X	0
X	0
X	0
TOTAL:	21,3
COMPRIMENTO TOTAL DA SUCCÃO:	41,3
J (m/m):	0,007047926
Perdas de cargas (hs):	0,291079347
Altura manométrica (Hs) em mca:	3,791079347

Fonte: Arquivo Pessoal com base em normativa técnica.

Ciente destes dados, conseguimos calcular a altura manométrica, a vazão total e a potência da bomba, como detalhado na tabela a seguir.

Tabela 4: Informações necessárias para escolher a bomba hidráulica.

ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (mca):		25,54668734
VAZÃO TOTAL (m³/h):		24,66333333
POTÊNCIA DA BOMBA (cv):		4,667159004

Fonte: Arquivo Pessoal.

Como sugestão, temos a motor-bomba da marca Schneider com as seguintes características:

Tabela 5: Modelo de motor-bomba sugerido.

Marca	SCHNEIDER
Modelo	MAS - 22R 1 1/4
Potência	5cv
Estágios	MONO
Tensão	380v
Sucção	1.1/2"
Recalque	1.1/4"

Fonte: Arquivo Pessoal.

Todo o traçado do recalque e da sucção, assim como a conexão com a bomba hidráulica estão melhor representados em anexo, na Prancha de Projeto Hidráulico. Sendo, assim, necessário a leitura e a compreensão de todo projeto para a execução do mesmo.

2.1.6. Dimensionamento dos sub-ramais

Os pontos de utilização que fazem parte do projeto hidráulico – lavatórios, pias, vasos sanitários, duchas e mictórios – apresentam o diâmetro nominal mínimo de 25mm, logo, todos os sub-ramais unidos a eles também apresentam diâmetro nominal mínimo de 25mm.

2.1.7. Dimensionamento dos ramais

Os ramais foram dimensionados, inicialmente, obedecendo a velocidade máxima de 3m/s, conforme a NBR 5626:2020 – Sistemas Prediais Água Fria e Água Quente. Para tal, separamos o ramal principal por “baterias” de banheiros, conforme ilustra a tabela abaixo.

Tabela 6: Dimensionamento dos ramais.

RAMAL	PEÇAS	PESO	QTD. DE PEÇAS	PESO TOTAL	PESO ACUMULADO	Q (l/s)	FATOR DE USO	Q corrigido (l/s)	DN (mm) velocidade
do reserv. superior ao wc mas 01	BH	1,00		0	64,4	2,41	1,00	2,41	40
	VD	32,0		0					
	CD	0,30	70	21					
	DC	0,10	70	7					
	LV	0,30	61	18,3					
	CH ELÉTRICO	0,10		0					

	CH MISTURADOR	0,40		0					
	PIA	0,70	17	11,9					
	Mictório	0,30	18	5,4					
	TNQ	0,70	1	0,7					
	MQR	1,00		0					
	BE	0,10	1	0,1					
	TJ	0,40		0					
do wc masc 01 ao dml 02	BH	1,00		0	45,9	2,03	1,00	2,03	40
	VD	32,0		0					
	CD	0,30	47	14,1					
	DC	0,10	47	4,7					
	LV	0,30	41	12,3					
	CH ELÉTRICO	0,10		0					
	CH MISTURADOR	0,40		0					
	PIA	0,70	16	11,2					
	Mictório	0,30	12	3,6					
	TNQ	0,70		0					
	MQR	1,00		0					
	BE	0,10		0					
	TJ	0,40		0					
do dml 02 ao wc fem 03	BH	1,00		0	30,7	1,66	1,00	1,66	40
	VD	32,0		0					
	CD	0,30	27	8,1					
	DC	0,10	27	2,7					
	LV	0,30	23	6,9					
	CH ELÉTRICO	0,10		0					
	CH MISTURADOR	0,40		0					
	PIA	0,70	16	11,2					
	Mictório	0,30	6	1,8					
	TNQ	0,70		0					
	MQR	1,00		0					
	BE	0,10		0					
	TJ	0,40		0					
do wc fem 03 a CM das lanchon.	BH	1,00		0	11,2	1,00	1,00	1,00	32
	VD	32,0		0					
	CD	0,30		0					
	DC	0,10		0					
	LV	0,30		0					
	CH ELÉTRICO	0,10		0					
	CH MISTURADOR	0,40		0					
	PIA	0,70	16	11,2					
	Mictório	0,30		0					
	TNQ	0,70		0					
	MQR	1,00		0					
	BE	0,10		0					

	TJ	0,40		0					
--	----	------	--	---	--	--	--	--	--

Fonte: Arquivo Pessoal.

Dessa forma, conforme ilustrado na tabela acima, percebe-se que o ramal mínimo, pelo cálculo de velocidade, tem que ser com diâmetro nominal de 40mm para abastecer a “bateria” de banheiros e de 32mm até o hidrômetro que computa a vazão das lanchonetes.

Todos os ramais prediais estão melhor representados graficamente em anexo, através da prancha de Projeto Hidráulico.

2.1.8 Verificação de pressão

Além do dimensionamento dos ramais e sub-ramais pela velocidade, também temos que calcular pelo método da verificação de pressão em cada ponto de consumo.

Para efeito de cálculo consideramos o ponto mais crítico, ou seja, o que está mais afastado do reservatório superior e/ou o que tem menor altura em relação a saída de água do reservatório superior. Logo, temos o seguinte:

Tabela 7: Verificação de Pressão.

TRECHO			PESO		DIÂMETROS		VELOC	COMPRIMENTOS			PERDA DE CARGA		ALTURA	PRESSÕES		
INÍCIO	FINAL	REF	SOMAT Admens	VAZÕES l/s	poleg	m	m/s	LR m	LE m	LT m	UNIT m/m	TOTAL m.c.a	m	MONT m.c.a	JUSANT m.c.a	REQUER m.c.a
saida rs	wc masc 01	da rs-wc masc	64,4	2,407488	3"(85mm)	0,075600	0,536327	92,00	32,10	124,10	0,004722	0,586017	9,30		8,7140	Nº
wc masc 01	tê dml 1	masc 01-tê dn	64,4	2,407488	2 1/2"(75mm)	0,066600	0,691074	17,50	23,40	40,90	0,008754	0,358050		8,7140	8,3559	Nº
tê dml 1	tê dml 2	tê dml 1-tê dml	45,9	2,032486	2 1/2"(75mm)	0,066600	0,583429	26,54	15,20	41,74	0,006400	0,267134		8,3559	8,0888	Nº
tê dml 2	wc fem 02	dml 2-wc fem	45,9	2,032486	2"(60mm)	0,053400	0,907516	11,72	15,20	26,92	0,018766	0,505180		8,0888	7,5836	Nº
wc fem 02	wc masc 03	em 02-wc masc	30,7	1,662227	2"(60mm)	0,053400	0,742193	22,53	14,40	36,93	0,012936	0,477723		7,5836	7,1059	Nº
wc masc 03	wc fem 03	nasc 03-wc fem	30,7	1,662227	2"(60mm)	0,053400	0,742193	16,22	15,20	31,42	0,012936	0,406446		7,1059	6,6995	Nº
wc fem 03	hid	wc fem 03-hid	11,2	1,003992	1 1/4"(40mm)	0,035200	1,031701	17,00	17,20	34,20	0,038742	1,324982		6,6995	5,3745	Nº
hid	lanc 16	hid-lanc 16	0,7	0,250998	1"(32mm)	0,027800	0,413514	137,00	7,50	144,50	0,009409	1,359582		5,3745	4,0149	Nº
lanc 16	pia	lanc 16-pia	0,7	0,250998	3/4"(25mm)	0,021600	0,684971	10,00	3,80	13,80	0,032155	0,443736		4,0149	3,5712	Nº

Fonte: Arquivo Pessoal.

Dessa forma, percebe-se que alguns ramais mudarão o seu diâmetro nominal enquanto outros permanecerão com o que fora adotado através do método da velocidade. Todos os ramais se encontram melhor detalhado em anexo, na prancha de Projeto Hidráulico.

Vemos, também, em planilha, que o ponto da última pia da lanchonete está com 3,57 m.c.a. Retira-se deste valor o correspondente a 1,0 m.c.a referente a perda de carga do hidrômetro. Logo, o ponto da pia terá 2,75 m.c.a. A folga foi pensava devido a um futuro acréscimo de pontos dentro da lanchonete.

Para os outros pontos foi utilizado o mesmo critério de cálculo da verificação de pressão e estes estão melhor representados em anexo, na prancha de Projeto Hidráulico.

3. MONTAGEM

As tubulações devem ser instaladas da seguinte maneira: aparente (sobre forros), fixas por braçadeiras ou tirantes, superpostas à alvenaria ou lajes e embutidas nas paredes.

A distância entre apoios deve respeitar as recomendações dos fabricantes, em que mencionam que no sentido vertical a distância é a cada 2,00m enquanto que no sentido horizontal segue a tabela.

Tabela 8: Espaçamento entre dobradiças.

Diâmetro Nominal (mm)	Tubulação – Classe 15 (m)
25	1,00
32	1,10
40	1,30
50	1,50
60	1,70
75	1,90
90	2,10
110	2,50

Quando houverem pesos concentrados, como exemplo da presença de registros, estes devem ser apoiados independentes do sistema de tubos. Como também, os apoios devem estar sempre o mais perto possível das mudanças de direção.

Para facilitar a desmontagem de registros e das válvulas, podem ser instalados com uniões junto aos mesmos, bem como as condições de serviços o exigirem.

Todas as juntas devem ser executadas com adesivo especial, indicado pelo fabricante dos tubos, não devendo ser utilizadas as bolças que já vem nas tubulações pré-fabricadas.

Caso as tubulações seja sob a laje do piso, as mesmas devem ser assentadas numa espécie de “cama de areia” fazendo com que as tubulações sejam acomodadas de forma a evitar fissuras e/ou quebras e/ou amassados futuros.

Durante a construção até o início da montagem dos aparelhos, todas as extremidades livres da tubulação devem ser vedadas com plugs, devidamente apertados, para evitar a entrada de corpos estranhos, não se admitindo o uso de papel, buchas de madeiras e aquecimentos dos tubos para envelopamento dos mesmos.

4. MATERIAIS UTILIZADOS

4.1. TUBOS

Os tubos de água fria são em PVC rígido marrom, com juntas soldável e pressão de serviço de 7,5Kg/cm². Para preservar o padrão, os tubos devem ser de referência TIGRE ou equivalente.

A quantidade e a especificação do diâmetro, utilizado em cada local, se encontra na Prancha de Projeto Hidráulico, em anexo.

4.1.1. Conexões

As conexões de água fria serão em PVC rígido marrom, com juntas soldáveis e pressão de serviço de 7,5Kgf/cm². Para preservar o padrão, os tubos devem ser de referência TIGRE ou equivalente.

Porém, nos pontos de utilização, todas as conexões, joelho e tê, são em PVC azul com rosca de latão, garantindo maior durabilidade.

A quantidade e a especificação do diâmetro, utilizado em cada local, se encontra na Prancha de Projeto Hidráulico, em anexo.

4.1.2. Válvulas e Registros

Os registros de gaveta têm como referência 1509-C50 com canopla, da marca DECA ou equivalente, e são instalados conforme os locais previstos no Projeto Hidráulico, o qual terão como finalidade fechar o fluxo de água para possíveis manutenções das instalações.

A quantidade de registros dentro de um único banheiro é para facilitar a manutenção individual sem prejudicar os outros pontos de utilização, ou seja, caso seja necessário a manutenção em um único ponto de utilização específico todos os outros pontos continuarão funcionando normalmente.

A quantidade e a especificação do diâmetro, utilizado em cada local, se encontra na Prancha de Projeto Hidráulico, em anexo.

4.1.3. Acessórios sanitários

Os lavatórios serão ligados aos respectivos ramais de espera através dos engates flexíveis em PVC.

A quantidade e a especificação não estão definidas em projeto, devendo ser calculado e escolhido pelo responsável técnico que estará acompanhando a obra.

5. PÓS EXECUÇÃO

Após a execução deve ser realizado a limpeza das tubulações e das conexões e posterior ensaio técnico para ver se todos os pontos de utilização estão funcionando perfeitamente.