

ARENA DE SALVADOR
PROJETO BÁSICO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
MEMORIAL DESCRIPTIVO DO SISTEMA DE
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Resp. Técnico: Carlos A. N. Viani

MD-1944/02-HP-001 – Rev. 0

1. OBJETIVO

Este memorial tem o objetivo de apresentar critérios e parâmetros utilizados no desenvolvimento dos projetos básico preliminar de instalações hidráulicas da Arena de Salvador.

São objetos deste memorial os seguintes sistemas:

- ✓ Água Fria, Água Quente e Água de Reuso;
- ✓ Esgoto Sanitário;
- ✓ Esgoto de Águas Servidas;
- ✓ Águas Pluviais;
- ✓ Águas Pluviais de Cobertura; e
- ✓ Combate a Incêndio.

2. NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Para o desenvolvimento dos projetos dos sistemas apresentados, foram observadas as normas e recomendações das entidades relacionadas:

- ✓ ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ✓ FIFA – Fédération Internationale de Football Association.

As especificações técnicas dos materiais e equipamentos foram apresentadas no documento técnico nº. ET-1944/02-HP-001.

3. SISTEMA DE ÁGUA POTÁVEL E ÁGUA DE REUSO

O sistema será dividido em duas partes distintas: sistema de água potável e sistema de água de reuso. Essa divisão objetiva grande economia no volume de água potável a ser consumido no estádio.

As instalações de água potável e de reuso atendem as exigências e recomendações descritas na Norma NBR-5626/98 – Instalação Predial de Água Fria.

3.1. Determinação do Volume Mínimo de Reservação

O volume de reserva de água foi determinado com base nos seguintes parâmetros:

- ✓ Volume total consumido por evento;
- ✓ Volume total consumido para irrigação;
- ✓ A limpeza de arquibancadas não será realizada no mesmo dia do evento.

3.1.1. Volume total consumido por evento

- a) PÚBLICO
 - ✓ Capacidade: 60.000 pessoas ($50.000 + 10.000$ para possível arquibancada temporária)
 - ✓ Consumo per capita: água potável $2 \text{ l/pessoa x evento}$
água de reuso $3 \text{ l/pessoa x evento}$
 - ✓ Coeficiente de pico: 1,20
 - ✓ Volume de água potável: $60.000 \times 2 \times 1,20 = 144.000 \text{ l}$
 - ✓ Volume de água de reuso: $60.000 \times 3 \times 1,20 = 216.000 \text{ l}$
- b) VESTIÁRIOS
 - ✓ Capacidade: 60 pessoas
 - ✓ Consumo per capita: água potável $120 \text{ l/pessoa x evento}$ ($Q_{chuv} = 0,20 \text{ l/s} - 10 \text{ minutos}$)
água de reuso $20 \text{ l/pessoa x evento}$
 - ✓ Coeficiente de pico: 1,20
 - ✓ Volume de água potável: $60 \times 120 \times 1,20 = 8.640 \text{ l}$
 - ✓ Volume de água de reuso: $60 \times 20 \times 1,20 = 1.440 \text{ l}$
- c) RESERVA DE INCÊNDIO
 - ✓ Classe F3
 - ✓ Hidrante com mangueira Tipo 2 – com comprimento máximo de 30 m
 - ✓ Área construída $> 50.000 \text{ m}^2$ - Reserva para sistema de hidrantes: 47 m^3
 - ✓ Reserva do sistema de chuveiros automáticos: 30 m^3 (risco leve)
 - ✓ Volume do sistema de combate a incêndio: 77.000 l (água de reuso)

3.1.2. Volume total consumido para irrigação

- ✓ $A = 7.200 \text{ m}^2$ (campo)
- ✓ Consumo: $1,5 \text{ l/dia x m}^2$
- ✓ Volume reservado para irrigação de campo: 10.800 l (água de reuso)

3.1.3. Volume total de reservação

A partir dos valores obtidos nos itens anteriores determinou-se:

- ✓ Volume de água potável necessário: 152.640 l/evento
- ✓ Volume de água de reuso necessário: 228.240 l/evento

- ✓ Volume de água de reuso para o sistema de combate a incêndio: 77.000 l/célula

3.2. Sistema de Água Potável

O abastecimento de água potável será feito preferencialmente pelos poços artesianos existentes, com utilização da alimentação pela rede pública apenas como complemento. A água proveniente dos poços deverá ser periodicamente analisada e, se necessário, deverá passar por tratamento.

A água recalcada dos poços artesianos deverá alimentar o reservatório existente (nível 62,00), de capacidade total de 400 m³, onde também será feita a reserva do sistema de combate a incêndio. Esse reservatório irá alimentar outro existente de volume total de 200 m³ (nível 58,00), que através de bombas centrífugas (2 x 10 cv) irá elevar a água até o reservatório elevado projetado, com capacidade total de 60 m³ de água potável. Todos os reservatórios serão implantados com duas células, para segurança de abastecimento dos mesmos em casos de manutenção e limpeza.

Os pontos de consumo (lavatórios, chuveiros, bebedouros, pias e tanques) serão alimentados pelo reservatório elevado projetado. Os sanitários e vestiários serão dotados de caixas d'água auxiliares que foram projetadas para o consumo de pico durante os eventos.

Nos vestiários foi previsto sistemas centrais de aquecimento de água. O aquecimento será preferencialmente solar, através de placas solares instaladas sobre a cobertura do estádio, podendo ser complementadas por aquecimento elétrico, regulado através de termostatos.

Todo o efluente gerado será direcionado para a Estação de Tratamento de Esgotos Compacta a ser detalhada nos itens a seguir.

3.2.1. Sistema de aquecimento de água

Para determinação dos volumes dos reservatórios térmicos e dos números de placas solares foram adotados os seguintes critérios:

- a) Chuveiros
 - ✓ Número de chuveiros por vestiários: 28 chuveiros
 - ✓ Vazão: 0,12 l/s x chuveiro
 - ✓ Duração do banho: 600 segundos (10 minutos)
 - ✓ Coeficiente de pico: 1,25
 - ✓ Volume do boiler: $28 \times 0,12 \times 600 \times 1,25 = 2.520 \text{ l}$
 - ✓ Resultando em boiler horizontal de 1000 l + 1500 l (alta pressão e apoio elétrico de 5.000 W / boiler) para vestiários visitante e local.

- b) Banheiras
 - ✓ Número de banheiras por vestiários: 6 banheiras (adotado)
 - ✓ Volume de água quente: 150 litros / banheira
 - ✓ Coeficiente de pico: 1,25
 - ✓ Volume do boiler: $6 \times 150 \times 1,25 = 1.125 \text{ l}$
 - ✓ Resultando em boiler horizontal de 600 l + 600 l (alta pressão e apoio elétrico de 2.500 W / boiler) para vestiários visitante e local.
- c) Placas solares
 - ✓ Área útil de cada placa: 2,60 m² / placa
 - ✓ Área de placas necessárias para boiler de 600 litros: 6 m² / boiler
 - ✓ Área de placas necessárias para boiler de 1000 litros: 9,1 m² / boiler
 - ✓ Área de placas necessárias para boiler de 1500 litros: 15 m² / boiler
 - ✓ Número de boilers de 600 litros: 4 conjuntos
 - ✓ Número de boilers de 1000 litros: 2 conjuntos
 - ✓ Número de boilers de 1500 litros: 2 conjuntos
 - ✓ Área total de placas necessária: $(6 \times 4) + (9,1 \times 2) + (15 \times 2) = 72,20 \text{ m}^2$
 - ✓ Número de placas necessárias: $72,20 / 2,60 = 28 \text{ placas}$

As instalações projetadas atendem as exigências e recomendações descritas na Norma NBR-7198 – Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente.

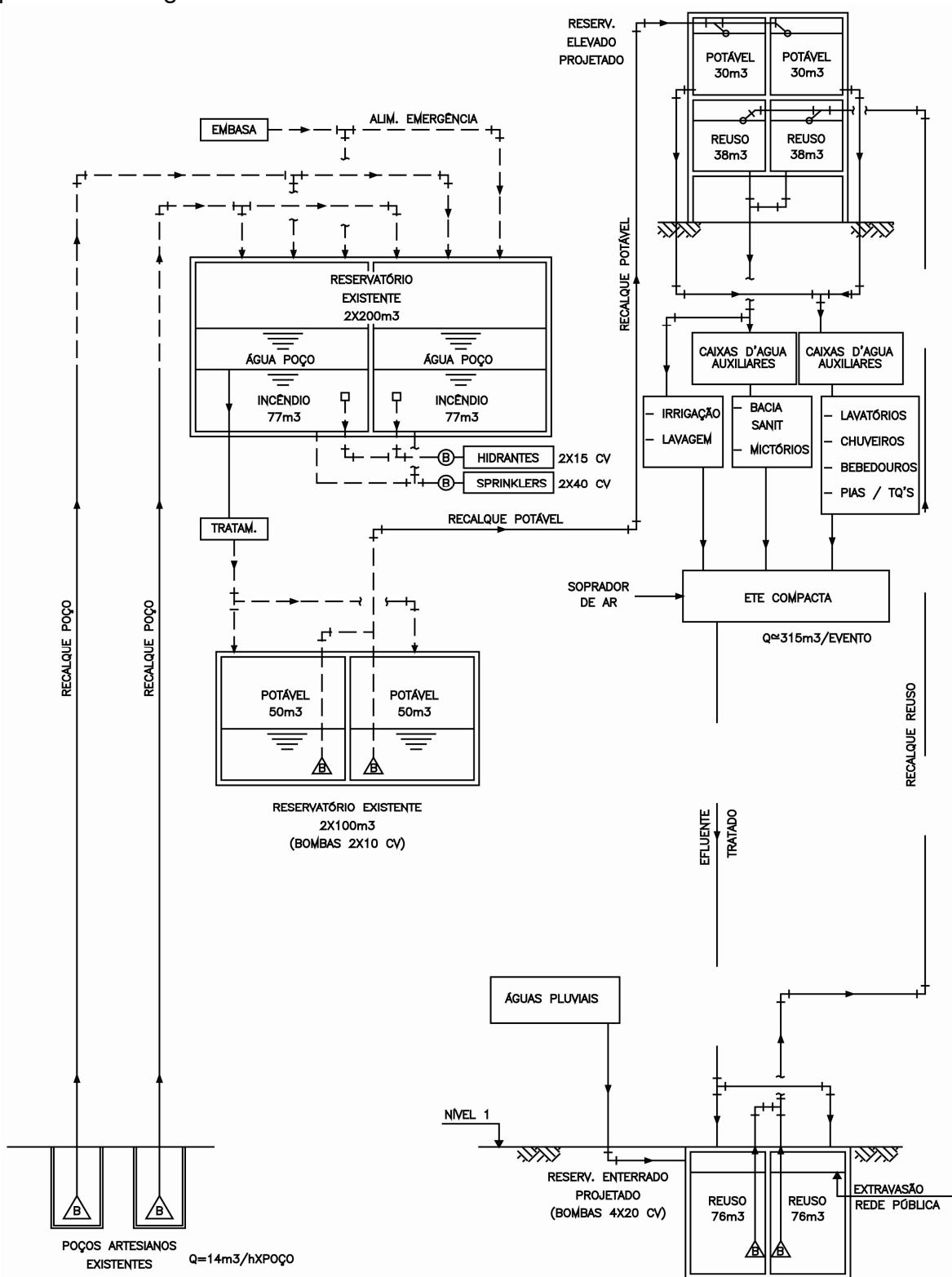
3.3. Sistema de Água de Reuso

A água de reuso deverá vir do tratamento do esgoto sanitário, das águas pluviais de cobertura e das águas da drenagem sub-superficial do gramado. As águas provenientes desses sistemas deverão ser encaminhadas aos reservatórios enterrados de água de reuso, de capacidade de 76 m³ cada, localizados sob o nível 2. Esse reservatório irá alimentar, através de bombas centrífugas (2 x 20 cv), o reservatório elevado projetado, com capacidade total de 76 m³ de água de reuso.

Os pontos de consumo (bacias sanitárias, mictórios, torneiras de lavagem e sistema de irrigação) serão alimentados pelo reservatório elevado projetado. Os sanitários e vestiários serão dotados de caixas d'água auxiliares que foram projetadas para o consumo de pico durante os eventos.

Todo o efluente gerado será direcionado para a Estação de Tratamento de Esgotos Compacta a ser detalhada nos itens a seguir.

A seguir é apresentado o fluxograma de funcionamento do sistema de água potável e de água de reuso.



3.4. Dimensionamento das Caixas d'água Auxiliares

Os sanitários localizados nos níveis 5 ao 8 e os vestiários localizados no nível 3 são dotados de caixas d'água auxiliares que foram dimensionadas para o uso simultâneo de todos os aparelhos de consumo por um período de 10 minutos. Essa medida implica na redução dos diâmetros das redes de distribuição de água potável e de reuso.

A seguir são apresentadas as tabelas com os valores obtidos para os sanitários e os vestiários.

Sanitário					
Aparelhos de consumo	Quantidade	Vazão unitária	Vazão total	Tempo de utilização	Volume
Bacia sanitária com caixa de descarga de embutir	12	0,15 l/s	1,80 l/s	10 minutos	2.070 litros de água de reuso / sanitário
Mictório					
Lavatório	6	0,15 l/s	0,90 l/s	10 minutos	540 litros de água potável / sanitário

Para cada sanitário foi considerado o volume mínimo de reservação auxiliar de 2.000 litros de água de reuso e 1.000 litros de água potável.

Vestiário de Jogadores					
Aparelhos de consumo	Quantidade	Vazão unitária	Vazão total	Tempo de utilização	Volume
Bacia sanitária com caixa de descarga de embutir / Mictório	12	0,15 l/s	1,80 l/s	10 minutos	1.080 litros de água de reuso / sanitário
Lavatório					
Chuveiro	12	0,20 l/s	2,40 l/s	10 minutos	2.250 litros de água potável / sanitário

Para cada vestiário de jogadores foi considerado o volume mínimo de reservação auxiliar de 1.500 litros de água de reuso e 3.000 litros de água potável.

Vestiário de Cheerleader, Gandulas e Seguranças					
Aparelhos de consumo	Quantidade	Vazão unitária	Vazão total	Tempo de utilização	Volume
Bacia sanitária com caixa de descarga de embutir / Mictório	11	0,15 l/s	1,65 l/s	10 minutos	990 litros de água de reuso / sanitário
Lavatório	12	0,15 l/s	1,80 l/s	10 minutos	3.000 litros de água potável / sanitário
Chuveiro	16	0,20 l/s	3,20 l/s	10 minutos	

Para cada vestiário de jogadores foi considerado o volume mínimo de reservação auxiliar de 1.000 litros de água de reuso e 3.000 litros de água potável.

4. SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO E DE ÁGUAS SERVIDAS

O sistema projetado será por gravidade e todo o esgoto gerado será encaminhado e tratado na Estação de Tratamento de Esgotos Compacta.

As instalações projetadas atendem as exigências e recomendações descritas na Norma NBR-8160/99 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução.

4.1. Estação de Tratamento de Esgotos Compacta

O processo de tratamento da ETE compacta será composto por reatores anaeróbios, filtro aeróbio com difusor de ar por bolhas finas e decantador secundário com sistema de air lift para retorno do lodo gerado. O sistema de desinfecção é feito através de pastilhas de cloro, integrado à ETE compacta.

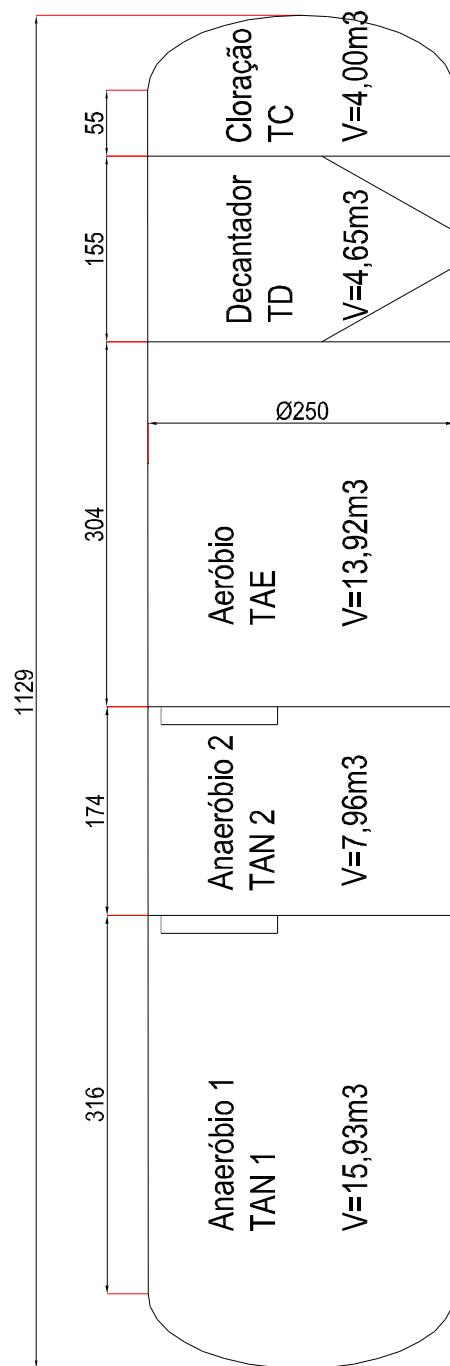
A ETE Compacta atende as exigências e recomendações descritas nas Normas NBR-7229/93 e NBR 13969/97, e tem eficiência acima de 90% de remoção de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) no tratamento biológico do esgoto, o que se traduz em água tratada para utilização em reuso de fins não potáveis.

4.1.1. Dimensionamento da ETE

Considerando 2 jogos por semana com capacidade máxima do estádio (60.000 pessoas por jogo) e considerando a vazão de 2,0 litros/ lugar, chegamos a uma

vazão semanal de 240m³, logo um sistema com capacidade de tratamento de 35 m³/dia.

Para fazer a equalização da vazão de esgoto para alimentar a ETE será necessário um reservatório com capacidade de 120 m³ de volume. Serão utilizados 03 reservatórios de diâmetro 3,2 m por 5,0 m de altura cada que somados possuem capacidade de 120m³. A alimentação do esgoto para a ETE será por dosagem (bombas de recalque) comandadas por sensores. Segue volume e dimensões da ETE proposta.



5. ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema projetado será por gravidade e todas as águas serão encaminhadas ao reservatório enterrado de água de reuso. Serão direcionadas para este sistema, as águas pluviais provenientes das arquibancadas, estacionamentos localizados dentro da arena e do sistema de drenagem do gramado.

As instalações projetadas atendem as exigências e recomendações descritas na Norma NBR-8160/99 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução.

6. ÁGUAS PLUVIAIS DE COBERTURA

O sistema projetado aplica a Teoria de Bernoulli que governa as variações da pressão da água durante o escoamento entre dois pontos do sistema (um ponto mais alto e outro mais baixo). Devido às características dinâmicas do escoamento das águas pluviais, a energia mecânica gerada é absorvida pelo sistema.

O ar é impossibilitado de entrar na tubulação devido a um sistema especial de captadores para cobertura, que é equipado com um mecanismo anti-vórtice, gerando uma pressão negativa induzida e consequentemente um efeito de succão que permite que a tubulação funcione completamente cheia.

Desta forma, para um mesmo índice pluviométrico e superfície de telhado, os diâmetros e o número de colunas são reduzidas, e ainda não será mais necessária à declividade nas tubulações, que trabalharão horizontais, para facilitar o escoamento.

As instalações projetadas atendem as exigências e recomendações descritas nas normas DIN 1986 (Parte 1) e DIN 1986 (Parte 2) e DIN 18460. Os captadores anti-vórtice seguem a norma DIN 19599 / DIN EN 1253.

6.1. Memória de Cálculo

Linha/Coluna: **Típico** 89,0 Vazão: 89,0 l/s DN150 - 4 Captadores DN75

C	n° naissance	Qr	I	w	R	zêta	P.Ch.	px	DN
		l/s	m	m/s	mbar/m	mbar		mbar	
N	1 DN 75 Inox Platine	22.4	0.3	4.8	40.2	1.8	218	-309	75
C B	1	22.4	0.6	2.7	8.6	0.3	16	-187	100 D
C A	1	22.4	12.8	2.7	8.6	0.5	129	-316	100
N	2 DN 75 Inox Platine	22.4	0.3	4.8	40.2	1.8	218	-309	75
C B	2	22.4	0.6	2.7	8.6	1.3	52	-223	100 D
J	Embr./Culotte 45° p->tr1 e->tr2					93	-316		
C A	5	44.8	1.0	2.4	4.3	0.0	4	-314	150 D
C A	5	44.8	11.8	2.4	4.3	1.1	83	-397	150
N	3 DN 75 Inox Platine	21.8	0.3	4.7	38.0	1.8	207	-292	75
C B	3	21.8	0.6	2.6	8.2	0.8	32	-190	100 D

C D	3	21.8	12.8	2.6	8.2	0.5	122	-312	100	D
N	5 DN 75 Inox Platine	22.4	0.3	4.8	40.2	1.8	218	-309	75	
C B	5	22.4	0.6	2.7	8.6	1.8	70	-241	100	
J	Embr./Culotte 45° p->tr3 e->tr5					71	-312			
J	Embr./Culotte 45° p->tr5 e->tr-R					85	-397			
C B	3	89.0	16.5	4.8	17.0	0.3	315	818	150	
C B	3	89.0	6.6	4.8	17.0	0.3	147	1318	150	
C B	3	89.0	0.5	4.8	17.0	0.6	79	1288	150	
C F	3	89.0	23.0	4.8	17.0	0.6	461	827	150	
C F	3	89.0	9.0	4.8	17.0	0.0	153	249	150	
C F	3	89.0	40.0	2.8	3.9	0.0	158	170	200	
C B	3	89.0	10.0	4.8	17.0	0.6	240	832	150	
C F	3	89.0	24.0	4.8	17.0	0.0	408	424	150	
C F	3	89.0	30.0	2.8	3.9	0.0	118	384	200	D
C F	3	89.0	3.0	1.6	1.0	1.8	26	384	250	

ligne ecran 26/ 26 Hgeo: 34.5 m E.Disp: 3378.2 mbar P.Ch.tot: 2981.5 mbar

7. SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIOS

O sistema combate a incêndio é compreendido dos sistemas de hidrantes, do sistema de chuveiros automáticos e do sistema de proteção por extintores de incêndio. A alimentação da rede dos sistemas de hidrantes e de chuveiros automáticos é feita a partir do reservatório existente de 400 m³, localizado na área externa à Arena.

As pressões mínimas necessárias para cada sistema são garantidas pelo sistema de bombas centrífugas dispostas junto ao reservatório. Foram previstas duas bombas de 15 cv cada para o sistema de hidrantes e duas bombas de 40 cv cada para o sistema de chuveiros automáticos.

7.1. Sistema de Hidrantes

A Arena de Salvador será dotada de hidrantes com mangueira de comprimento de 30 m e diâmetro de 40 mm, esguichos de jato sólido com requinte de 13 mm ou regulável.

Os hidrantes estarão localizados nas proximidades das portas externas, escadas e acesso principal, a não mais de 5 m. Também estarão em posições centrais nas áreas protegidas e não comprometerão as rotas de fuga.

As instalações projetadas atendem as exigências e recomendações descritas na norma NBR 13.714/00 – Sistema de Hidrantes e de Mangotinhos para Combate a Incêndio.

7.2. Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio

Toda a área do estádio será protegida, também, por extintores de incêndio com carga de pó ABC e água pressurizada.

Centros esportivos são considerados, em geral, de risco baixo devido sua carga de incêndio também ser baixa. Carga de incêndio é definida como a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos em um espaço.

O dimensionamento e distribuição dos extintores de incêndio seguem os critérios apresentados a seguir.

Risco	Distância máxima a percorrer pelo operador
Baixo	25 m
Médio	20 m
Alto	15 m

As instalações projetadas atendem as exigências e recomendações descritas na norma NBR 12.693 – Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio.

7.3. Sistema de Chuveiros Automáticos

O sistema de chuveiros automáticos tem o objetivo de operar com rapidez de modo a extinguir o incêndio em seus estágios iniciais ou, pelo menos, controla-lo, não permitindo que atinja níveis críticos.

O empreendimento é classificado como ocupação de risco leve, pois a sua carga de incêndio é considerada baixa.

A capacidade efetiva do reservatório está apresentada no item 3.1.1 e foi calculada em função do tempo mínimo de duração de funcionamento do sistema. O tempo mínimo varia de acordo com a classe do risco da ocupação, conforme tabela a seguir.

Requisitos de abastecimento d'água para sistemas de chuveiros automáticos elaborados por tabela ou cálculo hidráulico			
Classificação dos riscos	Pressões e vazões mínimas na válvula de alarme e/ou chave detetora de fluxo d'água (ver notas)		Tempo mínimo de operação para determinar a capacidade efetiva (min)
	Pressões (KPa)	Vazões (L/min)	
Risco leve	110	1000	30
Risco ordinário (Grupo I)	110	1800	60
Risco ordinário (Grupo II)	110	2600	60
Risco ordinário (Grupo III)	250	4500	60
Risco extraordinário	350	6000	60

Notas: a) Nas pressões acima, é adicionada a pressão estática entre a válvula alarme e/ou chave detetora de fluxo d'água e o chuveiro mais elevado.
 b) Nas vazões acima, não estão incluídas vazões de hidrantes ou mangotinhos.
 c) Nos sistemas de chuveiros dimensionados por cálculo hidráulico total, as pressões acima são substituídas pelas pressões resultantes do cálculo.

O dimensionamento do sistema segue as tabelas apresentadas na norma ABNT e reproduzidas a seguir:

DIÂMETRO NOMINAL(mm)	QUANT. MAX. DE CHUVEIROS - TUBO DE AÇO	QUANT. MAX. DE CHUVEIROS - TUBO DE COBRE
25	02	02
32	03	03
40	05	05
50	10	12
65	30	40
80	60	65
100	Nota a)	Nota a)

As instalações projetadas atendem as exigências e recomendações descritas na norma NBR 10.897 – Proteção contra Incêndios por Chuveiros Automáticos.