

TERMINAL CENTRAL DE ARAUCÁRIA

PEDRO RAPHAEL FRANCESCHI

MEMORIAL DESCRITIVO



ESTE DOCUMENTO FOI ASSIMILADO EM 27/03/2025 POR: BDO/ARAUCA-PR/1102114/1619



ARAUCÁRIA-PR
FEVEREIRO / 2026

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 INFORMAÇÕES GERAIS / LOCALIZAÇÃO.....	8
1.2 RESPONSÁVEIS TÉCNICOS.....	9
1.3 OBJETIVO.....	10
2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA.....	11
2.1 OBJETO.....	11
2.2 SOLUÇÃO PROJETUAL.....	11
2.3 ACESSIBILIDADE.....	12
2.4 CONFORTO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE.....	13
3 CANTEIRO DE OBRAS.....	16
3.1 PLACA DE OBRA.....	16
3.2 MÁQUINAS E FERRAMENTAS.....	16
3.3 PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO.....	16
3.3.1 Estratégia Geral de Execução.....	16
3.3.2 Matriz de fases e Cronogramas Auxiliares.....	20
3.3.3 Fases críticas.....	20
3.3.4 Condicionantes construtivas.....	20
3.3.5 Controle ambiental.....	24
3.3.6 Fluxo do trânsito no entorno.....	25
3.3.7 Instalações provisórias.....	25
3.4 SEGURANÇA DO TRABALHO.....	25
3.5 SERVIÇOS PRELIMINARES.....	27
3.5.1 Limpeza de obra.....	27
3.5.3 Demolições e retiradas.....	27
3.5.4 Vistoria Cautelar.....	30
3.5.5 Comunicação com a vizinhança.....	30
4 PROJETO.....	32
4.1 SISTEMA ESTRUTURAL.....	32
4.1.1 Diretrizes gerais do projeto estrutural.....	32
4.1.2 Estruturas em concreto armado.....	38
4.1.3 Fundações.....	53
4.1.4 Estruturas Metálicas.....	62
4.2 SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO E EXAUSTÃO.....	73
4.2.1 Dimensionamento e instalação.....	73
4.2.2 Premissas do projeto.....	74
4.2.3 Conforto térmico do 1º pavimento térreo.....	76
4.2.4 Conforto térmico do 2º pavimento.....	77
4.2.5 Dimensionamento das cargas térmicas.....	80
4.2.6 Taxa de Renovação de Ar (ABNT NBR 16401-1).....	82



4.2.7	Fatores Adicionais no dimensionamento.....	82
4.2.8	Normas Técnicas Referenciais.....	83
4.2.9	Materiais.....	84
4.2.10	Teste de pressão.....	85
4.2.11	Procedimento de vácuo.....	85
4.2.12	Gás Refrigerante R-32 das unidades condensadoras.....	85
4.2.13	Tubulação de dreno das unidades evaporadoras e condensadoras.....	86
4.2.14	Plano de manutenção (PMBOC) do sistema de climatização.....	88
4.2.15	Entrega da instalação.....	89
4.2.16	Compatibilização e refinamento das soluções.....	89
4.2.17	Normas, regulamentações e eficiência operacional.....	90
4.3	INSTALAÇÕES DE GÁS COMBUSTÍVEL.....	90
4.3.1	Normas utilizadas.....	91
4.3.2	Dimensionamento da rede de GLP.....	91
4.3.3	Dimensionamento das tubulações da rede de GLP.....	92
4.3.4	Dados do sistema de GLP.....	92
4.3.5	Pressão de trabalho e perda de carga.....	93
4.3.6	Teste de estanqueidade.....	93
4.3.7	Central de gás.....	94
4.3.8	Rede de distribuição.....	95
4.3.9	Manutenção e inspeções periódicas.....	96
4.4	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE REDE (ALARME E CFTV).....	96
4.4.1	Entidades de referência de instalações elétricas.....	96
4.4.2	Normas técnicas consultadas de instalações elétricas.....	97
4.4.3	Alimentação de energia elétrica.....	97
4.4.4	Critérios de dimensionamento do projeto elétrico.....	98
4.4.5	Cálculo da demanda.....	98
4.4.6	Sistema de distribuição de energia elétrica.....	99
4.4.7	Iluminação, tomadas e força.....	101
4.4.8	Especificações técnicas de equipamentos e materiais elétricos.....	102
4.4.9	Sistema de eletrodutos e caixas de instalações elétricas.....	107
4.4.10	Dispositivo de corrente de fuga – DR.....	108
4.4.11	Execução dos serviços de instalações elétricas.....	108
4.4.12	Testes de aceitação das instalações elétricas.....	111
4.4.13	Normativas – CFTV, alarme e controle de acesso.....	112
4.4.14	Sistema de CFTV, alarme e controle de acesso.....	113
4.4.15	Sistema de eletrodutos e caixas – tubulações de rede.....	114
4.4.16	Instalação da infraestrutura de CFTV e alarme.....	114
4.4.17	Diretrizes para rede (CFTV, alarme e controle de acesso).....	115
4.4.18	Materiais das Instalações de CFTV e alarme.....	116



4.4.19 Responsabilidades pelas instalações de CFTV e alarme.....	116
4.5 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	117
4.5.1 Normas técnicas utilizadas.....	117
4.5.2 Projeto.....	118
4.5.3 Entrada de serviço.....	118
4.6 INSTALAÇÕES DE REDE LÓGICA – CABEAMENTO ESTRUTURADO.....	121
4.6.1 Generalidades.....	121
4.6.2 Normas técnicas consultadas.....	121
4.6.3 Projeto.....	121
4.6.4 Fibra óptica.....	122
4.6.5 Caixas de passagem.....	122
4.6.6 Pontos de rede lógica.....	123
4.6.7 Distribuição dos racks de dados.....	123
4.6.8 Equipamentos.....	125
4.6.9 Cabos e acessórios de cabeamento.....	125
4.6.10 Condutos.....	126
4.7 SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....	127
4.7.1 Normas técnicas.....	127
4.7.2 Generalidades do SPDA.....	128
4.7.3 Diretrizes de projeto do SPDA.....	128
4.7.4 Gerenciamento de risco.....	129
4.7.5 Subsistema de captação.....	130
4.7.6 Subsistema de descida.....	130
4.7.7 Subsistema de Aterramento.....	131
4.7.8 Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS).....	131
4.7.9 Equipotencialização.....	132
4.7.10 Manutenção do SPDA.....	133
4.8 SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE.....	134
4.8.1 Normas utilizadas.....	135
4.8.2 Generalidades do sistema fotovoltaico (SFVCR).....	135
4.8.3 Especificações do projeto.....	136
4.8.4 Módulos fotovoltaicos.....	137
4.8.5 Inversores.....	138
4.8.6 Cabeamento CC.....	139
4.8.7 Cabeamento CA.....	139
4.8.8 Condutos.....	139
4.8.9 Proteções.....	140
4.8.10 Caixas de junção - string box (QSFV).....	140
4.8.11 Conexão com a rede.....	140
4.8.12 Subsistemas.....	140



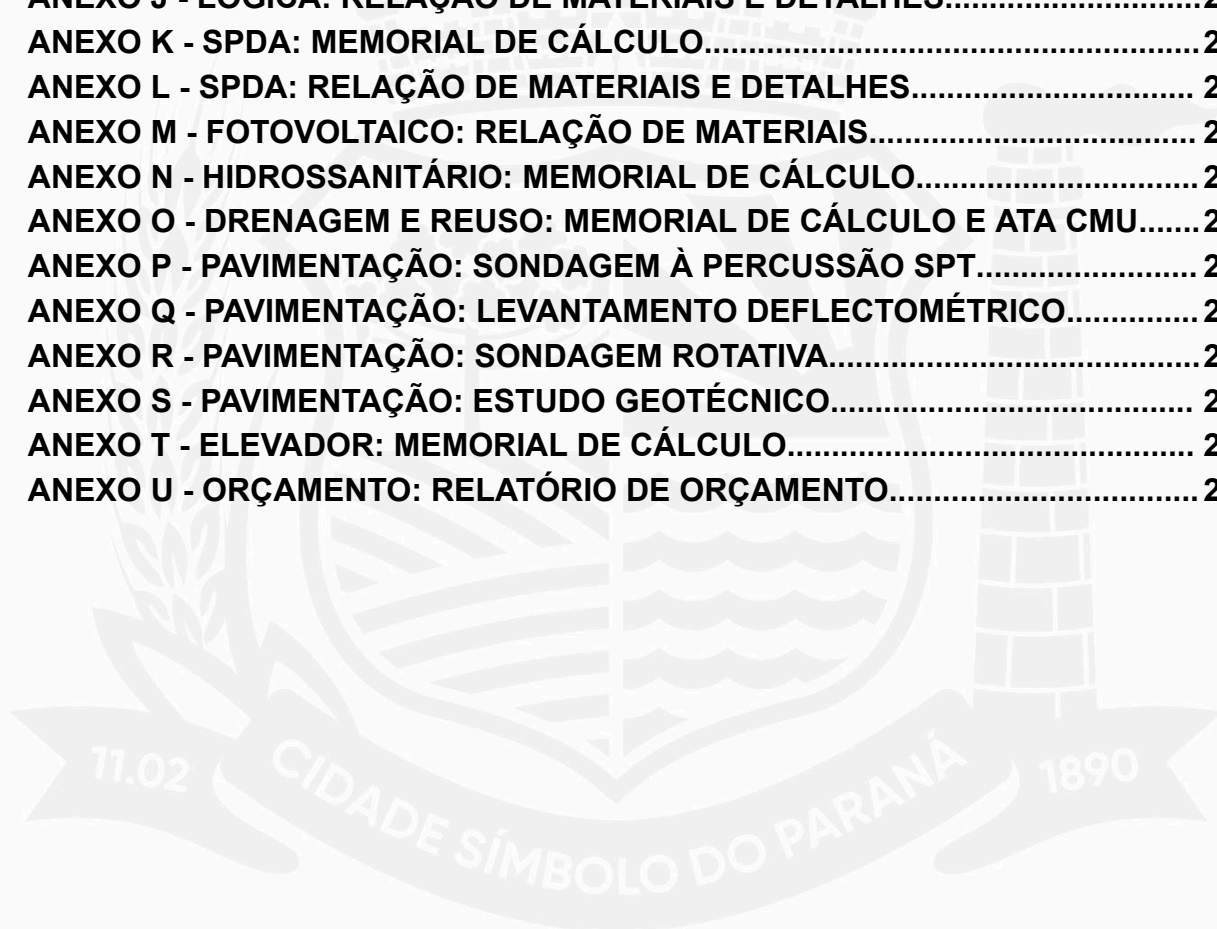
4.9	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS.....	141
4.9.1	Instalações de água fria.....	141
4.9.2	Instalações de esgotos sanitários.....	142
4.10	INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	146
4.10.1	Instalações do de drenagem Interna.....	147
4.10.2	Dimensionamento de vazões e escoamento das águas pluviais.....	154
4.10.3	Drenagem profunda e condições geotécnicas.....	157
4.10.4	Conclusão.....	159
4.10.5	Inspeção e ensaios.....	159
4.11	PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO, PÂNICO E DESASTRES.....	159
4.11.1	Dados do prédio.....	160
4.11.2	Medidas adotadas conforme CSCIP.....	160
4.11.3	Projeto.....	160
4.11.4	Dimensionamento.....	161
4.11.5	Referências.....	164
4.12	ESPECIFICAÇÃO BÁSICA DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS.....	164
4.12.1	Fechamentos.....	164
4.12.2	Cobertura.....	169
4.12.3	Mobiliário urbano.....	170
4.12.4	Rampas e escadas.....	173
4.12.5	Sinalização horizontal.....	175
4.12.6	Sinalização vertical.....	176
4.12.7	Via interna.....	177
4.12.8	Caixa d'água.....	178
4.13	ESPECIFICAÇÃO BÁSICA DE MATERIAIS E ACABAMENTOS.....	178
4.13.1	Pisos internos.....	178
4.13.2	Pisos externos.....	180
4.13.3	Paredes.....	182
4.13.4	Teto.....	185
4.13.5	Esquadrias.....	187
4.13.6	Elementos vazados.....	190
4.13.7	Divisórias.....	191
4.13.8	Bancadas, balcões e prateleiras.....	191
4.13.9	Peitoris.....	192
4.13.10	Louças, metais e acessórios.....	192
4.14	ILUMINAÇÃO.....	194
4.14.1	Iluminação interna.....	194
4.14.2	Iluminação externa.....	194
4.15	PAISAGISMO.....	195
4.15.1	Preparo do solo e entorno.....	196



4.15.2 Áreas ajardinadas.....	196
4.15.3 Plantio de mudas.....	197
4.16 COMUNICAÇÃO VISUAL.....	199
4.16.1 Letreiros.....	199
4.16.2 Placa de inauguração.....	199
4.17 TERRAPLANAGEM.....	199
4.18 INFRAESTRUTURA.....	203
4.19 PAVIMENTO VIÁRIO DO TERMINAL.....	203
4.20.1 Plano de ataque executivo.....	204
4.20.2 Estudo de tráfego.....	205
4.20.3 Capacidade de suporte do solo de fundação.....	207
4.20.4 Substituição de material inservível.....	210
4.20.5 Características dos materiais de pavimentação.....	212
4.20.6 Dimensionamento - área de circulação de ônibus.....	214
4.20.7 Dimensionamento - estacionamento veículo leve.....	220
4.20.8 Critérios para liberação das camadas.....	228
4.20.9 Memória de cálculo de quantidades - pavimentação.....	230
4.20.10 Resumo das quantidades de pavimentação.....	239
4.20.11 Especificações de serviço.....	240
4.20.12 Referências bibliográficas.....	241
4.20 SISTEMA DE ELEVADOR.....	242
4.20.1 Normas Utilizadas.....	242
4.20.2 Especificações Técnicas Do Elevador De Carga.....	242
4.20.3 Acessibilidade e segurança.....	246
4.20.4 Estrutura e fundação do Elevador de Carga.....	246
5 SERVIÇOS COMPLEMENTARES.....	247
5.1 LIMPEZA DE OBRA.....	247
5.1.1 Pisos.....	247
5.1.2 Metais e esquadrias.....	248
5.1.3 Louças.....	248
5.1.4 Vidros.....	248
5.1.5 Entulhos.....	248
5.2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL.....	248
5.2.1 Autorização Ambiental e/ou Licença Ambiental.....	248
5.2.2 Autorização Florestal.....	249
5.2.3 Plano de recuperação e/ou restauração de áreas degradadas.....	249
6 ORÇAMENTO.....	249
6.1 DISPOSIÇÕES GERAIS E MEMORIAIS DE CÁLCULO.....	249
ANEXO A - ESTRUTURA DE CONCRETO: MEMORIAL DE CÁLCULO.....	252
ANEXO B - ESTRUTURA METÁLICA: MEMORIAL DE CÁLCULO.....	252



ANEXO C - CLIMATIZAÇÃO: MEMORIAL DE CÁLCULO.....	252
ANEXO D - GLP: MEMORIAL DE CÁLCULO.....	252
ANEXO E - CFTV E ALARME: RELAÇÃO DE MATERIAIS.....	252
ANEXO F - ELÉTRICA: TABELA DE CARGAS.....	252
ANEXO G - ELÉTRICA: TABELA DE DEMANDAS E RELAÇÃO DE MATERIAIS.....	252
ANEXO H - ENTRADA DE ENERGIA: MEMORIAL DA CÁLCULO.....	252
ANEXO I - ENTRADA DE ENERGIA: CARGAS E RELAÇÃO DE MATERIAIS.....	252
ANEXO J - LÓGICA: RELAÇÃO DE MATERIAIS E DETALHES.....	252
ANEXO K - SPDA: MEMORIAL DE CÁLCULO.....	252
ANEXO L - SPDA: RELAÇÃO DE MATERIAIS E DETALHES.....	252
ANEXO M - FOTOVOLTAICO: RELAÇÃO DE MATERIAIS.....	252
ANEXO N - HIDROSSANITÁRIO: MEMORIAL DE CÁLCULO.....	252
ANEXO O - DRENAGEM E REUSO: MEMORIAL DE CÁLCULO E ATA CMU.....	252
ANEXO P - PAVIMENTAÇÃO: SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT.....	252
ANEXO Q - PAVIMENTAÇÃO: LEVANTAMENTO DEFLECTOMÉTRICO.....	252
ANEXO R - PAVIMENTAÇÃO: SONDAGEM ROTATIVA.....	252
ANEXO S - PAVIMENTAÇÃO: ESTUDO GEOTÉCNICO.....	252
ANEXO T - ELEVADOR: MEMORIAL DE CÁLCULO.....	252
ANEXO U - ORÇAMENTO: RELATÓRIO DE ORÇAMENTO.....	252



1 INTRODUÇÃO

Nesta seção são apresentadas as informações gerais e de localização do empreendimento, os responsáveis técnicos por cada projeto e o objetivo deste documento.

1.1 INFORMAÇÕES GERAIS / LOCALIZAÇÃO

Endereço do Imóvel	Rua Coronel João Antônio Xavier, 1.065				Indicação Fiscal
					01.01.00.025.0340
Loteamento	Centro	Lote / Quadra	000	000	Matrícula
Bairro	Centro	Zoneamento	ZC - Zona Central		-



1.2 RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

PROJETO	RESPONSÁVEL
Arquitetônico	Arq. Filipe Ribeiro Rigotti
Estrutural	Eng. Civil André Luiz de Oliveira Paganini Eng. Civil Guilherme Slivinski Engº Mecânico Roberto Lima Silveira da Rosa Junior
Elétrico	Eng. Civil Rômulo Yurk Da Rocha
CFTV / Alarme	Eng. Civil Rômulo Yurk Da Rocha
Hidráulico	Eng. Civil Ronaldo de Melo Junior
Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	Eng. Eletricista Rafael de Lima Gabardo
Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFVCR)	Eng. Eletricista Rafael de Lima Gabardo
Entrada de energia	Eng. Eletricista Rafael de Lima Gabardo
Cabeamento estruturado	Eng. Eletricista Rafael de Lima Gabardo
Drenagem de águas Pluviais	Eng. Civil Pedro Paulo Novacka
Elevador	Engº Mecânico Roberto Lima Silveira da Rosa Junior
GLP	Engº Mecânico Roberto Lima Silveira da Rosa Junior
Climatização	Engº Mecânico Roberto Lima Silveira da Rosa Junior
Pavimentação	Eng. Civil Paulo Roberto Ramos
Terraplanagem	Eng. Civil Jansen Ferreira da Silva
Orçamento	Eng. Civil Renan Wunderlich Portella
Projeto Contra Incêndio	Eng. Civil Herdman Soares Almeida
Planejamento de execução	Eng. Civil Herdman Soares Almeida Eng. Civil Luiz Ancelmo Lemes Filho
Licenciamento Ambiental	Eng. Florestal Suyane Alves Pereira



1.3 OBJETIVO

O Memorial Descritivo, como parte integrante do projeto executivo, tem a finalidade de caracterizar criteriosamente todos os materiais e componentes envolvidos, bem como a sistemática construtiva utilizada. Tal documento relata e define o empreendimento e suas particularidades.

O presente memorial contém definições dos elementos constituintes do projeto arquitetônico e dos projetos complementares para a revitalização do **Terminal Central de Araucária Pedro Raphael Franceschi**, com suas respectivas sequências executivas e especificações.

Todos os materiais empregados e serviços obedecerão rigorosamente aos desenhos de projetos e respectivos detalhes, às exigências e prescrições contidas neste memorial, às normas e especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, bem como, às prescrições e recomendações dos fabricantes. Não é permitida nenhuma alteração nos projetos sem o consentimento e/ou autorização por escrito do contratante e do responsável técnico pelo projeto.

Os materiais utilizados na obra, de equivalência com as referências indicadas neste memorial, subentendem-se que se tratam de produtos com qualidade, custo, aparência, textura, formato, dimensões, cor, peso e funcionamento similares ou equivalentes ao produto indicado, cabendo a fiscalização a aceitação ou a rejeição do produto que se pretende aplicar em substituição. Desta forma, deverão ser submetidos à aprovação prévia da fiscalização, que para isto, analisará as amostras e protótipos comerciais apresentados pela Contratada, para que se comprove a qualidade deles. Nestas especificações de caracterização de materiais ou equipamentos, por determinada marca, denominação ou fabricação, fica subentendida a alternativa a juízo da Contratante. Todas as modificações de projeto ou troca de materiais especificados deverão ser solicitadas por escrito à Prefeitura Municipal através da Fiscalização, com antecedência necessária para a análise, sem a qual os serviços não poderão ser executados.



2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

Esta seção inclui os tópicos objeto, solução projetual, acessibilidade, conforto ambiental, segurança e manutenção.

2.1 OBJETO

O projeto de revitalização do **Terminal Central de Araucária Pedro Raphael Franceschi** visa a ampliação das plataformas de ônibus, a instalação do Serviço de Atendimento à Saúde com a Farmácia Central no piso superior, assim como a requalificação de todo o entorno do equipamento, a fim de melhorar a estrutura e segurança no atendimento aos usuários do município de Araucária e região.

Todos os itens da revitalização atendem às demandas e aos critérios estabelecidos tanto pela Superintendência de Transporte Coletivo quanto pela Secretaria Municipal de Saúde para o funcionamento das atividades. No projeto, os espaços e ambientes foram idealizados e dimensionados atendendo as exigências do Código de Obras Municipal, Legislações Sanitárias, Ambientais, Rodoviárias e demais normatizações pertinentes a topologia do projeto.

A revitalização do Terminal Central contará com a ampliação das plataformas de ônibus, troca dos pisos e da pavimentação, reforma e requalificação da Sede Administrativa, nova estrutura e cobertura metálica, readequação dos fechamentos, construção de uma nova caixa d'água, requalificação da praça de entrada, readequação da via de acesso e estacionamento, reforma de banheiros públicos, readequação do piso superior para atendimento à Secretaria Municipal de Saúde, adequação da acessibilidade, da iluminação interna e externa, do mobiliário urbano e do paisagismo.

2.2 SOLUÇÃO PROJETUAL

O Terminal Central é um equipamento público que encontra-se integrado à malha urbana do município. Desta forma, optou-se por uma intervenção do tipo reforma e ampliação visando revitalizar o entorno imediato, atender as previsões de crescimento populacional e reorganizar os fluxos de pedestres e veículos.

A estrutura existente é composta por plataformas para embarque/desembarque de passageiros e uma edificação com dois pavimentos que atualmente abriga os setores de atendimento ao público e administrativo da Superintendência de Transporte Coletivo.



As plataformas existentes são constituídas por estrutura metálica coberta com telhas metálicas do tipo simples. Estes elementos serão completamente removidos para dar lugar às novas plataformas que receberão cobertura com telhas termoacústicas apoiadas sobre nova estrutura metálica.

O edifício existente, composto por estrutura em concreto pré-fabricado, fechamento em alvenaria e esquadrias de ferro, será mantido e passará por uma ampla reforma para readequação do layout a fim de incluir espaços destinados para Farmácia Central e a Assessoria de Atendimento ao Cidadão, além de áreas de apoio aos funcionários e aos usuários do transporte público, como bilhetagem, banheiros, loja de conveniências, lanchonete, sala dos motoristas, sala do cofre, depósitos e um ponto da filial da biblioteca pública. A estrutura em concreto pré-fabricado será mantida, a maior parte das paredes internas será demolida e novas divisórias serão feitas em drywall com isolamento térmico e acústico, externamente as esquadrias de ferro serão substituídas por peitoril em alvenaria ou drywall e esquadrias em alumínio, haverá ainda, a troca das telhas seguindo a mesma especificação do material existente.

Observa-se que as soluções projetuais foram pautadas na manutenção das estruturas existentes que encontram-se em boas condições e na substituição dos elementos que já atingiram o limite de sua vida útil por materiais semelhantes ou de melhor desempenho. É o caso da opção pelas paredes leves em drywall visando evitar a sobrecarga da estrutura. Assim como, a substituição das telhas metálicas simples pela telha metálica termoacústica com o objetivo de garantir melhor conforto para o usuário do terminal.

2.3 ACESSIBILIDADE

Os projetos de arquitetura e complementares referentes à reforma e ampliação do Terminal Central atendem aos requisitos de acessibilidade contidos na legislação vigente, considerando principalmente o Decreto Federal nº 5296/2004 e as normas NBR 14718/2019, NBR 9050/2020, NBR 16537/2024, NBR 9077/2025 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Também foi aplicado o conceito de desenho universal entendendo a importância de proporcionar ao usuário condições de uso equitativo, flexível, simples e intuitivo; acesso fácil à informação; tolerância ao erro; baixo esforço físico; e



dimensionamento adequado para o uso e aproximação dos equipamentos e mobiliários.

Para o atendimento aos critérios de acessibilidade indicados na legislação e normas acima citadas foram previstos no projeto arquitetônico os seguintes elementos:

- Guias rebaixadas em concreto moldado in loco;
- Travessias elevadas para pedestres;
- Rampas e escadas de acesso ao terminal e à edificação dotadas de guarda-corpo e corrimão duplo;
- Piso podotátil de alerta e direcional em concreto nas áreas externas para orientação dos pedestres quanto a presença de obstáculos, transição de níveis e orientação aos acessos às plataformas, às bilheterias e à edificação;
- Piso podotátil de alerta emborrachado nas áreas internas da edificação para sinalização de circulações verticais;
- Sanitários públicos acessíveis com raios de giro para cadeirantes, suportes metálicos e dimensões de aberturas, metais e louças sanitárias apropriadas para pessoas com deficiência ou dificuldades motoras.

2.4 CONFORTO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

Diversas das soluções projetuais consideraram a aplicação do conceito de sustentabilidade buscando reduzir os impactos ambientais e o consumo de recursos naturais, além de contribuir para aumentar o nível de conforto dos usuários.

Em relação ao partido arquitetônico, a opção por manter o traçado original das áreas externas e reformar parte da estrutura interna colabora para a redução do volume de demolição, assim como, a escolha de sistemas construtivos a seco - estrutura metálica e paredes em drywall - que geram menos resíduos.

Outros materiais construtivos também foram selecionados considerando ganhos em conforto, tais como, as telhas termoacústicas das plataformas e as esquadrias em alumínio da edificação que possuem melhor desempenho em relação aos elementos existentes.

Visando a economia de energia foi considerada a ampla utilização de iluminação e ventilação natural, a instalação de luminárias com lâmpadas LED e a implantação de módulos para geração de energia fotovoltaica na cobertura.



Quanto à economia de água, foram empregadas torneiras com fechamento automático, além da coleta e reserva de água pluvial para utilização em atividades como manutenção e limpeza.

2.5 SEGURANÇA E MANUTENÇÃO

Os projetos do Terminal Central atendem aos requisitos de segurança definidos pelas normas pertinentes a cada disciplina, os quais serão descritos nos próximos tópicos. A escolha dos sistemas construtivos e dos materiais de acabamento considerou a adequação às condições climáticas da região, a disponibilidade de fornecedores e a facilidade de manutenção dos elementos construtivos. Os fabricantes dos materiais a serem utilizados na obra deverão obedecer às normas da ABNT para a garantia da segurança dos usuários e a sustentabilidade econômica a ser realizada no local.

No projeto arquitetônico e complementares foram previstos elementos construtivos e dispositivos de segurança especificados e detalhados nas respectivas disciplinas técnicas, como por exemplo:

- Guarda-corpos instalados nas escadas, rampas e plataformas para prevenir quedas;
- Sinalizações horizontais e verticais;
- Catracas para controle de acesso;
- Extintores de incêndio conforme normativas dos bombeiros;
- Alarmes e detectores de fumaça/calor para alertar focos de incêndio;
- Sinalização de segurança de rodas de fuga, saídas de emergência, equipamentos e riscos;
- Sistema CFTV para segurança patrimonial e operacional.

Para a segurança no processo de execução da obra, observar o item 'Segurança do Trabalho' neste memorial.

As atividades de manutenção do terminal poderão ser realizadas conforme manual do proprietário a ser fornecido pela contratada.

O manual do proprietário é um guia com informações sobre a construção, como realizar manutenções, os períodos de garantia e os direitos e deveres do proprietário. Este, deve estar em conformidade com as normas da Associação



Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como a NBR 14.037, e o código de defesa do consumidor, devendo contemplar os seguintes itens:

- Instruções detalhadas de uso, operação e manutenção dos sistemas e componentes;
- Medidas para prevenir acidentes e preservar a integridade da edificação, dos elementos construtivos escopo da reforma e a segurança dos usuários do terminal;
- Informações sobre garantias e prazos;
- Diagramas e ícones que facilitem a compreensão do manual.

Este manual funcionará como um guia de uso para que os responsáveis pela conservação e manutenção do terminal garantam sua durabilidade e vida útil.

Referência:

- ABNT NBR 14.037 - Diretrizes para elaboração de manual de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.



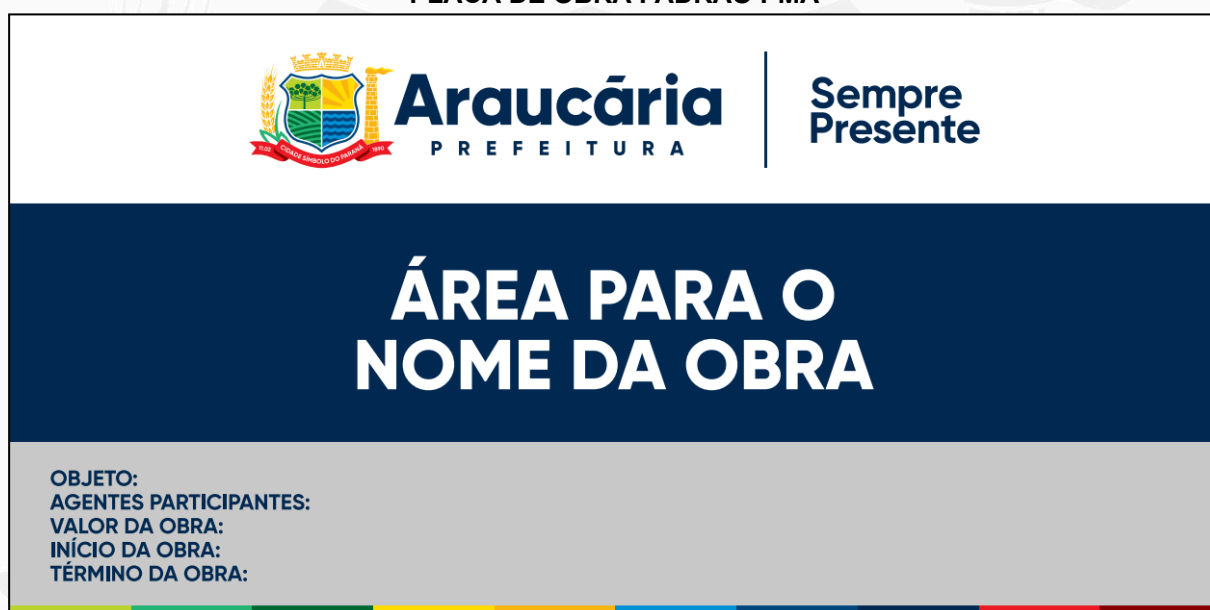
3 CANTEIRO DE OBRAS

Nesta seção constam informações sobre placa de obra, máquinas e ferramentas, planejamento da obra, segurança do trabalho e serviços preliminares.

3.1 PLACA DE OBRA

A placa de obra, medindo 4,00 x 2,00m conforme padrão da Prefeitura Municipal de Araucária (PMA) ilustrado abaixo, deverá ser fixada em local frontal à obra e em posição de destaque.

PLACA DE OBRA PADRÃO PMA



3.2 MÁQUINAS E FERRAMENTAS

A Contratada deverá providenciar todos os equipamentos e ferramentas necessários para a execução dos serviços previstos, garantindo assim o bom desempenho da obra.

3.3 PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO

3.3.1 Estratégia Geral de Execução

A obra deve ser executada de forma a permitir a **continuidade plena das operações** do terminal, sem causar qualquer paralisação total dos serviços de transporte coletivo.

Para tanto, foi considerada a **execução em etapas e fases setorizadas**, com entregas parciais e liberação de áreas para uso temporário, permitindo a realocação



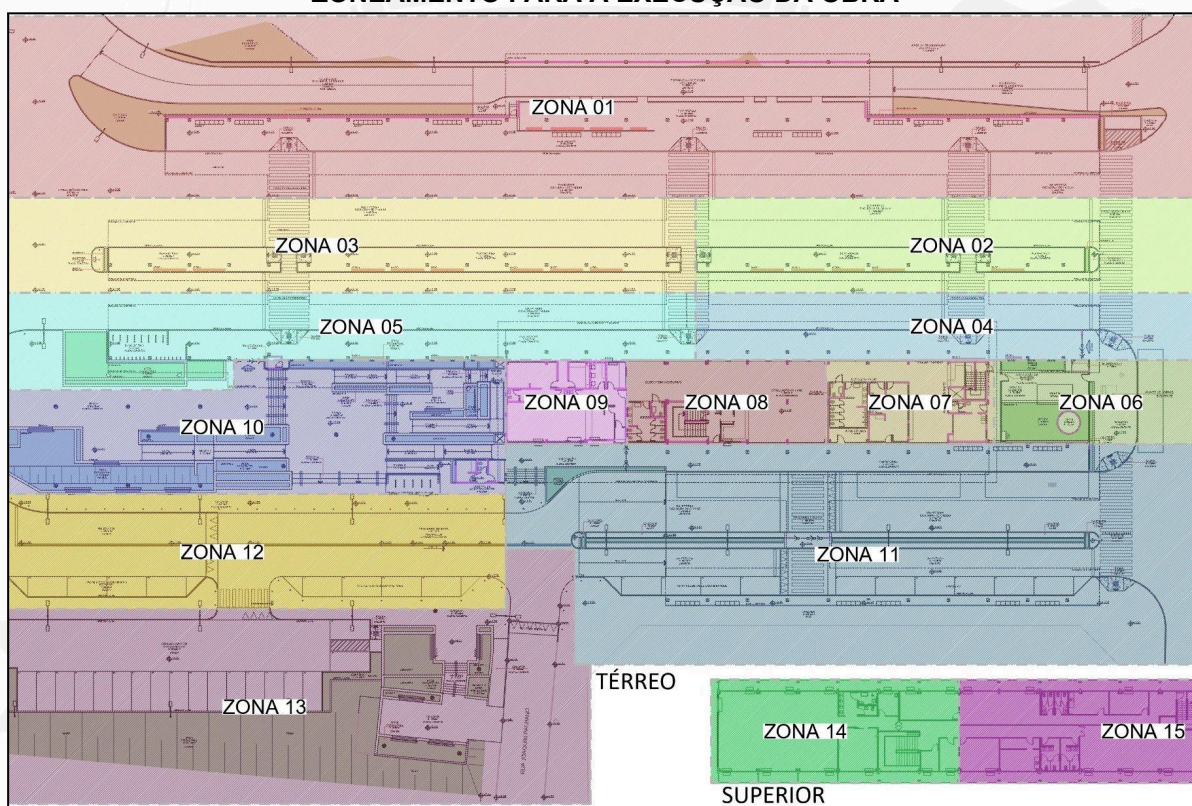
das plataformas de embarque e desembarque, bem como das equipes operacionais, conforme a necessidade e o avanço dos trabalhos.

Essa divisão permite ordenar a execução, reduzir os impactos sobre o funcionamento do terminal e assegurar entregas parciais sucessivas.

A execução da obra foi organizada em duas partes:

- Lado A → subdividida em zonas **Z1 a Z5**.
- Lado B → subdividida em zonas **Z6 a Z15**.

ZONEAMENTO PARA A EXECUÇÃO DA OBRA



A execução dos serviços de cada zona foi disposta em **10 fases** (1 a 10), conforme detalhamento do planejamento e ilustração de referência.



ROTEIRO PARA A EXECUÇÃO DA OBRA

LADO	FASE	ZONA	ENTREGA		
Início			TIPO C	TIPO B	TIPO A
LADO A	FASE 1	Z1	X		
		Z13	(canteiro)		
	FASE 2	Z2	X		
		Z6	X		
		Z7	X		
	FASE 3	Z4	X		
		Z6	-	X	
		Z7	-	X	
		Z15	-	XX	
	FASE 4	Z3	X		
		Z8	X		
		Z9	X		
	FASE 5	Z5	X		
		Z8	-	X	
		Z9	-	X	
		Z14	X		
	FASE 6	Z1	-	X	
		Z2	-	X	
		Z3	-	X	
		Z14	-	X	
	FASE 7	Z4	-	X	
		Z5	-	X	
		Z10	-	XX	
Entrega Lado A					
LADO B	FASE 8	Z11	X		
		Z13	X		
	FASE 9	Z11	-	X	
		Z12	-	XX	
		Z13	-	X	
Entrega Lado B					
LADOS A e B	FASE 10	TODAS	-	-	X
Recebimento Provisório da Obra (Lados A e B)					

LEGENDA: TIPO DE ENTREGA

TIPO A: Limpeza final e entrega total da obra

TIPO B: Entrega parcial com todos os serviços da respectiva zona concluídos

TIPO C: Entrega parcial com elementos necessários para funcionamento provisório

XX: Zona sem entrega Tipo C



A execução simultânea de fases será permitida quando comprovada a não interferência entre frentes de trabalho e operação do terminal.

Alterações na sequência de execução poderão ser admitidas, desde que formalmente justificadas e submetidas à aprovação da fiscalização, respeitando sempre os critérios de segurança e continuidade operacional.

Ocorrências imprevistas que comprometam a operação do terminal deverão ser imediatamente comunicadas à fiscalização, com apresentação de plano de ação corretivo.

Os serviços em cada zona devem ser planejados e executados pela contratada, de acordo com a previsão do tipo de entrega correspondente. O início e/ou término das atividades em cada zona deve ser comunicado à fiscalização com, no mínimo, 2 dias de antecedência.

A última fase dos serviços é destinada à revisão geral dos serviços executados para recebimento provisório da obra pela contratante.

Durante a execução da obra, a contratada poderá, de forma formal e devidamente justificada, desde que dentro do critério de não impactar a operação do terminal e segurança dos usuários, propor alterações no roteiro de execução. Essas alterações serão analisadas e aprovadas — ou não — pela fiscalização responsável. Poderá ainda, desde que respeitado o critério citado anteriormente, executar mais de uma fase simultaneamente.

Se houverem serviços que demandam a interdição de vias ou de faixas de operação, a execução poderá ser programada para dias e/ou horários alternativos, desde que devidamente autorizado pela Administração Municipal.

A sinalização provisória e o controle de acesso às áreas restritas são de responsabilidade exclusiva da contratada, em conjunto com o responsável técnico de segurança. Nesse sentido, a cada fase de execução, a contratada deverá apresentar à fiscalização o respectivo Plano de Segurança, contendo a locação da sinalização de alerta, orientação provisória e emergência, para análise e aprovação.

A contratada é responsável pela gestão integrada da obra, contemplando as diretrizes de qualidade, segurança do trabalho, meio ambiente e controle de prazos. O sistema adotado para essa gestão deverá permitir a geração de relatórios que



possibilitem o acompanhamento do andamento dos serviços pelos gestores da obra e a conferência pela fiscalização.

O prazo para conclusão das fases será o mesmo prazo de execução do contrato.

3.3.2 Matriz de fases e Cronogramas Auxiliares

A matriz de fases com a respectiva distribuição de desembolsos, bem como os cronogramas auxiliares, encontram-se apresentados no **Anexo U (Relatório de Orçamento)** e no **Apêndice 06 (Cronogramas Auxiliares)**.

3.3.3 Fases críticas

As Fases 6 e 7 são consideradas críticas, em razão do fechamento de grande parte das plataformas pelo período necessário ao içamento da estrutura da cobertura no respectivo trecho.

Na Fase 8, será necessária a conclusão da via adjacente ao estabelecimento MiniPreço, de modo a viabilizar a inversão do tráfego da Rua Joaquim Palhano na Fase 9.

3.3.4 Condicionantes construtivas

A execução da obra está condicionada ao atendimento de diretrizes executivas de cada projeto, visando garantir o conforto dos usuários, trabalhadores e integridade do patrimônio público, bem como a continuidade dos serviços do terminal. Entre os quais, destacam-se:

As frentes de serviço deverão ser previamente isoladas com tapumes, devendo ser complementadas com a devida sinalização de segurança e orientação do trânsito do entorno e dos usuários, quando aplicável, conforme o plano de segurança. Quando houver necessidade, poderá ser utilizado cerquite laranja como forma de isolamento, desde que possua altura e resistência adequadas e haja autorização prévia da fiscalização.

A fiscalização deverá ser informada com antecedência mínima de 48 horas sobre o início e o término das atividades em cada zona.

Durante a execução dos serviços, serão instaladas estruturas provisórias, como coberturas de ponto de ônibus do tipo piramidal e banheiros químicos,



posicionados tanto nas frentes de obra quanto em locais estratégicos para atender aos usuários do transporte coletivo.

As zonas devem ser liberadas para operação imediatamente após a conclusão dos trabalhos, visando reduzir ao máximo os impactos para os usuários e garantir a continuidade do fluxo de ônibus e passageiros no terminal. É essencial que cada etapa seja finalizada com total segurança e eficiência.

3.3.4.1 Instalações elétricas

A reforma do Terminal de Ônibus será executada em fases distintas e sequenciais, conforme roteiro para execução apresentado, permanecendo o Terminal em funcionamento durante todo o período de execução. Em razão disso, deverão ser adotados procedimentos específicos para a implantação da nova infraestrutura elétrica, garantindo a continuidade operacional, a segurança dos usuários e a adequada transição entre as instalações existentes e as novas.

A execução da infraestrutura em etapas e pontos de espera, considerando que a infraestrutura elétrica projetada poderá interligar áreas pertencentes a diferentes etapas de execução, toda tubulação elétrica (eletrodutos, caixas de passagem e elementos correlatos) que avançar para setor cuja execução ocorrerá apenas em etapa subsequente deverá ser finalizada provisoriamente como ponto de espera técnico.

Os pontos de espera deverão:

- Permanecer devidamente tamponados e vedados contra umidade, detritos e danos mecânicos;
- Conter guia interno para posterior lançamento de condutores, quando aplicável;
- Estar corretamente fixados e identificados em campo;
- Ser registrados e submetidos à verificação da Fiscalização antes do encerramento da etapa correspondente.

A conclusão da interligação e o lançamento de condutores nesses trechos somente ocorrerão durante a execução da etapa subsequente. A responsabilidade pela correta execução, proteção e integridade dos pontos de espera será integral e exclusiva da Contratada, sujeitando-se às sanções contratuais cabíveis em caso de não conformidade.

A transição entre instalações existentes e novas da reforma contemplará a substituição integral das instalações elétricas existentes. Entretanto, durante a



execução de cada etapa, as áreas ainda não reformadas permanecerão alimentadas pelas instalações elétricas existentes, desde que mantidas em condições seguras de operação.

Nas áreas em reforma serão implantadas as novas instalações elétricas, conforme projeto executivo aprovado. Concluída cada etapa, e após a realização de inspeções, ensaios e testes necessários, as novas instalações serão energizadas somente mediante emissão de Termo de Liberação Técnica, expedido pela Fiscalização da Obra.

Após a liberação formal:

- As novas instalações passarão a atender integralmente o setor reformado;
- As instalações elétricas antigas correspondentes àquela área deverão ser desenergizadas, isoladas e removidas pela contratada.

Esse procedimento será repetido sucessivamente até a conclusão integral da reforma.

As instalações provisórias e iluminação complementar durante a execução das etapas, deverá ser garantida a continuidade do fornecimento de energia às áreas em funcionamento, especialmente quanto à iluminação e demais sistemas essenciais ao atendimento da população.

Caso, em decorrência das intervenções executadas, os níveis de iluminação das áreas em operação se tornem insuficientes, ou haja necessidade técnica de adequação temporária, a contratada deverá implantar instalações elétricas provisórias complementares, incluindo pontos adicionais de iluminação, quadros, circuitos, dispositivos de proteção e demais componentes necessários.

As instalações provisórias deverão:

- Atender às normas técnicas vigentes, especialmente à ABNT NBR 5410 e à NR 10;
- Garantir segurança contra choques elétricos, curtos-circuitos e contatos acidentais;
- Estar devidamente protegidas, identificadas e não interferir na circulação dos usuários;
- Ser previamente submetidas à análise e aprovação da Fiscalização antes da energização.



O fornecimento, instalação, manutenção, monitoramento e posterior retirada das instalações provisórias serão de responsabilidade integral e exclusiva da contratada.

A contratada será responsável pelo planejamento completo da transição entre sistemas (existente e novo), pela execução das interligações provisórias, pela realização dos testes técnicos necessários e pela preservação da segurança operacional do Terminal durante toda a obra.

O descumprimento deste item poderá impedir a energização da etapa e exigir a correção dos serviços pela contratada.

3.3.4.2 Instalações hidrossanitárias

Considerando que a execução da reforma e ampliação ocorrerá de forma setorial e cronológica, as instalações de água fria e esgoto que transponham os limites físicos entre as etapas deverão seguir rigorosamente as seguintes diretrizes:

- **Continuidade e Esperas:** Toda tubulação iniciada em uma zona, cujo traçado se prolongue para a área de abrangência de outra zona, não deverá ser interrompida de forma definitiva. O executor deverá prever pontos de espera (esperas técnicas) exatamente no limite de transição entre as fases, ou na impossibilidade, na caixa de inspeção mais próxima para o caso do esgotamento sanitário.
- **Selagem e Proteção:** As extremidades das tubulações (esperas) deverão ser devidamente tamponadas com CAPs ou plugues compatíveis, garantindo a estanqueidade e impedindo a entrada de detritos, restos de obra ou águas pluviais que possam obstruir a rede antes da conexão final.
- **Níveis e Caimentos:** É imperativo que as cotas de nível e declividades estabelecidas em projeto sejam rigorosamente respeitadas durante a execução de uma determinada zona, garantindo que o acoplamento na etapa subsequente ocorra sem a necessidade de correções estruturais ou ajustes de recalque.
- **Teste de Estanqueidade:** é recomendado que o trecho seja testado antes do fechamento do piso/parede, mesmo que a rede ainda não esteja em funcionamento definitivo.



3.3.4.3 Instalações de drenagem

Considerando que a reforma do Terminal de Ônibus será executada em etapas distintas e sucessivas, fica estabelecido que as tubulações do sistema de drenagem de águas pluviais que transpassam a área correspondente a fase da obra, deverão ser executadas parcialmente, permanecendo como pontos de espera até a execução da etapa subsequente.

As extremidades das tubulações implantadas deverão permanecer devidamente alinhadas, niveladas e posicionadas conforme projeto executivo, sendo obrigatória a vedação provisória, tamponamento adequado e proteção mecânica contra danos, obstruções ou infiltrações, de modo a assegurar sua integridade física e funcional até a conclusão definitiva do sistema.

A interligação e a continuidade das redes somente poderão ser executadas quando do início da etapa correspondente, devendo ser garantida plena compatibilização técnica e geométrica entre as fases construtivas.

Compete exclusivamente à Contratada a responsabilidade pela execução, proteção, identificação, preservação e manutenção das tubulações deixadas em ponto de espera, inclusive quanto à prevenção de danos, deslocamentos, deformações ou contaminações internas.

Eventuais retrabalhos decorrentes de execução inadequada, falhas de proteção ou perda de integridade das tubulações serão de inteira responsabilidade da Contratada, sem ônus adicional à Administração.

3.3.5 Controle ambiental

Deverão ser adotadas medidas para mitigação de poeira tais como a umidificação frequente com baldes e/ou mangueiras, nas áreas de intervenção.

As atividades que produzem níveis elevados de ruído devem ser cuidadosamente agendadas em horários apropriados, visando reduzir ao máximo o desconforto sonoro para os usuários do terminal.

Os resíduos sólidos gerados deverão ser segregados, armazenados em local adequado e destinados conforme leis de postura do Município.

Óleos, combustíveis e produtos químicos deverão ser armazenados com recipientes adequados, em áreas impermeabilizadas, evitando contaminação do solo e das redes de drenagem.



3.3.6 Fluxo do trânsito no entorno

O abastecimento de insumos deverá ser programado em horários de menor movimento, evitando o conflito com os fluxos operacionais do terminal.

Conforme proposto na prancha específica, o fluxo de trânsito será parcialmente afetado nas ruas Carlos Cavalcanti, Joaquim Palhano e na via transversal que conecta ambas. Na Fase 9, essa rua transversal terá o tráfego totalmente bloqueado. Durante esse período, o sentido de circulação da rua Joaquim Palhano será invertido para permitir o acesso à rua Cel. João Antônio Xavier, utilizando o trecho já concluído em frente ao estabelecimento comercial Mini Preço.

A indicação do aproveitamento de plataformas e melhor fluxo interno de ônibus e usuários, ficará a cargo da Superintendência do Transporte Coletivo, conforme demanda identificada no período.

3.3.7 Instalações provisórias

As instalações provisórias devem garantir o funcionamento do canteiro de serviço e dotá-lo de funcionalidade, organização, segurança e higiene durante todo o período em que se desenvolverá a obra em obediência à Norma NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho da indústria da construção.

As instalações elétricas e hidrossanitárias da central de táxi existente serão aproveitadas como área de apoio até o momento de sua demolição. Observar a folha 09 do projeto de implantação do canteiro de obras.

Todas as instalações provisórias deverão ser construídas de acordo com os padrões do município, previamente aprovados pelos órgãos responsáveis pela fiscalização da obra.

3.4 SEGURANÇA DO TRABALHO

Caso seja aplicável, deverá ser implementado pela contratada o PCMAT - Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e o PGR - Programa de Gestão de Riscos.

A Contratada deverá providenciar todos os equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva necessários para garantir a segurança e a higiene dos operários, visitantes e usuários do equipamento durante a realização da obra. Na execução dos serviços de obra também devem ser observadas a norma ABNT NBR



7678, as Normas Regulamentadoras (NR's), o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), o Programa de Gestão de Riscos (PGR) e demais protocolos quando aplicáveis.

Ao longo de toda a execução, a contratada deverá manter um Técnico de Segurança do Trabalho exclusivamente dedicado ao canteiro. Este técnico deverá estar sempre presente durante as seguintes atividades:

- Demolições;
- Concretagens;
- Montagem e desmontagem de andaimes;
- Trabalho em altura;
- Movimentação de cargas e operação de guias, guindastes e equipamentos de içamento;
- Serviços com produtos químicos ou inflamáveis (ex: impermeabilização, pintura, solventes);
- Execução de instalações elétricas;
- Instalação do elevador;
- Operação de máquinas e equipamentos pesados;
- Trabalho em espaços confinados;
- E demais serviços.

Todas as unidades provisórias do canteiro de obras deverão possuir extintores de incêndio portáteis como previsto em projeto. Tais locais deverão ser mantidos desobstruídos e identificados.

Os extintores podem ser posicionados em suporte no chão ou pendurados, a base não deve ficar a menos de 15 cm do chão e sua parte superior não pode estar acima de 1,60m do piso, não devendo ser encobertos ou utilizados como cabides. Os extintores previstos no projeto do canteiro de obras podem ser reutilizados no terminal ao final da obra, desde que estejam em boas condições de uso e dentro da validade da carga.

Todo trabalhador da obra, ao ser admitido, deverá receber instruções quanto à utilização dos extintores.

Durante o decorrer da obra ficarão sob responsabilidade da Contratada, quando aplicável:



- A limpeza das instalações dos escritórios de obra, bem como o fornecimento de móveis e utensílios de consumo, água e energia elétrica, necessários às atividades de gestão e execução da obra;
- A manutenção das instalações sanitárias de obra em perfeito estado de conservação e higiene, bem como o fornecimento constante e contínuo de papel higiênico, papel toalha e sabonete líquido aos trabalhadores da obra;
- A remoção de lixo após as refeições quando realizadas em refeitório local;
- A exigência de que as refeições sejam consumidas apenas no refeitório.

Caso haja necessidade de instalação de outros ambientes de apoio, como cozinha, alojamento, laboratórios, etc, devem ser atendidas as normas cabíveis.

3.5 SERVIÇOS PRELIMINARES

3.5.1 Limpeza de obra

A limpeza da obra compreende serviços de limpeza e remoção de entulhos que possam vir a atrapalhar a execução dos trabalhos.

Durante as obras será feita a remoção periódica de todo entulho e detritos que venham a se acumular no local, preferencialmente a serem removidos de forma manual ou com equipamentos não ofensivos.

O carregamento do material descartável deverá ser realizado por caminhão e os entulhos deverão ser devidamente separados, destinados para reciclagem e/ou deposição em áreas apropriadas, conforme indicado pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) a ser elaborado pela Contratada incluindo as devidas aprovações junto aos órgãos competentes.

3.5.2 Isolamentos

Os locais da obra em que estiverem em execução deverão ser cercados com tapumes com altura mínima de 2,20 com chapas de telha metálica com rigidez suficiente para impedir o acesso de pessoas estranhas no perímetro da obra.

3.5.3 Demolições e retiradas

Considera-se demolição o ato de desfazer qualquer serviço existente, cujos materiais empregados não tenham condições de reaproveitamento, resultando



portanto em entulho de obra que poderá ser removido ou não logo após a demolição para os locais autorizados pela fiscalização.

Considera-se retirada o ato de desfazer cuidadosamente qualquer serviço existente, tendo em vista a possibilidade de reaproveitamento dos materiais, os quais serão selecionados e guardados em local autorizado pela fiscalização, constituindo propriedade do município.

As demolições e retiradas deverão ser executadas de forma a não causarem danos a terceiros e às estruturas que não sejam o escopo dos serviços. As remoções serão efetuadas em veículos apropriados ao tipo e volume do material demolido. O carregamento poderá ser feito manualmente ou mecanicamente. Os materiais a serem demolidos e removidos deverão ser previamente umedecidos para reduzir a formação de poeira, quando aplicável.

Antes de ser iniciada a demolição ou retirada de qualquer serviço, as linhas de abastecimento de energia elétrica, água e gás, e as canalizações de esgoto e de escoamento de água deverão ser retiradas, protegidas ou isoladas, respeitando-se as recomendações da Copel e da Sanepar e demais órgãos competentes.

Previamente à execução dos serviços de retiradas e demolições, deverão ser removidos vidros, ripados e outros elementos frágeis.

As escadas da edificação e os demais acessos da edificação deverão ser mantidos desimpedidos e livres para circulação de emergência durante os serviços de retiradas e demolição.

Cada estrutura a ser demolida deve ser avaliada pela equipe técnica quanto a necessidade do escoramento, uma vez que muitas estruturas serão desmontadas ou removidas de forma que não apresentam risco de desmoronamento, podendo, nesse caso, dispensar o escoramento, sempre garantindo a segurança dos trabalhadores e das edificações remanescentes.

Ao realizar a demolição, recomenda-se conduzir a tarefa de cima para baixo e das bordas para o meio. Dessa forma, onera-se menos a estrutura e reduz-se os efeitos das vibrações sobre a edificação.

Em edificações com estrutura de concreto armado mais antigas, com 30 anos ou mais, deve-se levar em consideração os efeitos da fluência no caso de uma demolição. Isso porque, ao remover uma parede que eventualmente recebia parte do carregamento da estrutura, esta última tenderá a se acomodar, ocasionando



movimentações. Essas movimentações podem levar ao surgimento de fissuras nas unidades imediatamente acima, ou abaixo, daquela que está sendo reformada.

Quando se remove uma parede, naturalmente acontece uma reação de “alívio” sobre os elementos que estavam imediatamente abaixo. Da mesma forma, e no sentido oposto, aparece uma “sobrecarga” dos elementos que estavam acima. Nessas reações também há efeito da fluência. Na maior parte dos casos, esse conjunto de forças atuando sobre a de demolição pode levar à fissuração dos elementos construtivos existentes. Porém, em situações nas quais a estrutura já apresenta algum tipo de comprometimento, os resultados podem ser mais sérios, dando origem a anomalias graves.

As demolições e retiradas indicadas nos projetos ou descritas neste documento deverão ser executadas de forma cuidadosa, a fim de evitar acidentes e preservar a estrutura que será mantida, utilizando martelos ou ferramentas adequadas quando necessário.

Após concluída a demolição, as escoras devem ser removidas aos poucos, sempre de fora para dentro, de forma a permitir a acomodação da estrutura aos poucos, evitando choques.

Os elementos construtivos a serem demolidos não devem ser abandonados em posição que torne possível o seu desabamento devido a ações eventuais.

O armazenamento do material demolido ou retirado, mesmo que provisório, não deverá obstruir o trânsito das pessoas ou veículos ou o escoamento natural das águas pluviais.

Os destroços de demolição não poderão ser drenados para a rede de drenagem urbana por meio de ação de chuvas ou de limpeza do local com água.

O pó resultante do acúmulo do entulho de demolições deverá ser eliminado por varrição para evitar poeira no local da obra.

Os itens a serem demolidos referentes às plataformas existentes à edificação existente estão indicados nas Plantas de Demolição do Projeto Arquitetônico (folhas 03, 04, 30 e 31), no qual consta a indicação de demolição de paredes em alvenaria, muros e muretas, estrutura e cobertura metálica, calçadas e meios-fios, gradis, guarda-corpos, corrimãos e esquadrias, além dos itens a serem removidos, como equipamentos, postes de iluminação, árvores e demais vegetações, sinalização horizontal e vertical.



Deverá ser elaborado pela contratada plano de demolição, a ser aprovado previamente pela fiscalização, em conformidade com a NR-18, contemplando os riscos ocupacionais potencialmente existente em todas as etapas da demolição, as medidas de prevenção a serem adotadas para preservar a segurança e a saúde dos trabalhadores, a análise e acompanhamento da construções vizinhas e o desligamento de serviços públicos, quando necessário.

Referências:

- ABNT NR-18 - Obras de construção, demolição e reparos;
- ABNT NBR-5682 - Contratação, execução e supervisão de demolições.

3.5.4 Vistoria Cautelar

Antes do início das atividades da obra, a contratada deverá realizar um Laudo Técnico de Vistoria Cautelar nos imóveis do entorno imediato do Terminal Central de Araucária. Será realizado por profissionais habilitados com recolhimento de ART/RRT para avaliação e identificação de danos construtivos preexistentes e riscos futuros nos imóveis vizinhos com o objetivo de garantir a segurança e evitar possíveis litígios.

Referências:

- ABNT NBR 12.722 - Discriminação de serviços para construção de edifícios;
- ABNT NBR 13.752 - Perícias de engenharia na construção civil.

3.5.5 Comunicação com a vizinhança

Durante a execução da obra, a Contratada deverá manter uma comunicação cordial com os comerciantes e residentes do entorno imediato do Terminal Central para alinhamento das seguintes informações:

- Data de início e término previsto da obra;
- Escopo da intervenção a impactar o entorno quanto a circulação de pedestres e veículos no local;
- Andamento das atividades;
- Estratégias para evitar interdições dos acessos ao comércio no entorno e proposição para acessos provisórios.





4 PROJETO

4.1 SISTEMA ESTRUTURAL

Levando-se em conta fatores de agilidade, custo, durabilidade e facilidade na execução da obra, o sistema construtivo adotado alia técnicas convencionais à aplicação de componentes industrializados amplamente difundidos, a saber:

- Estrutura de concreto armado *in loco* (lajes, vigas, pilares, sapatas, blocos e estacas)
- Estrutura de concreto armado pré-moldado (castelo d'água)
- Estrutura metálica (cobertura e pilares)
- Alvenaria de blocos cerâmicos (vedação e muretas)

4.1.1 Diretrizes gerais do projeto estrutural

O projeto de reforma do terminal rodoviário contempla diversas intervenções estruturais, com diferentes soluções para fundação, superestrutura e cobertura, dependendo das características de cada setor.

No Setor Ampliação, a fundação será composta por blocos sobre micro-estacas injetadas, que garantirão a estabilidade necessária para o novo volume de construção. A superestrutura será em concreto armado, proporcionando a rigidez necessária para suportar as cargas da ampliação. A cobertura será também em concreto armado, mantendo a consistência estrutural do restante do setor. Soluções similares serão adotadas para o Setor Bilheteira 02 e Setor Bilheteira 03, onde as fundações serão executadas com sapatas, adequadas ao tipo de carga e geometria de cada edificação. A superestrutura de ambos os setores será em concreto armado, com pilares, vigas e lajes, assegurando a segurança e estabilidade. A cobertura, também em concreto armado, proporcionará robustez e durabilidade a essas áreas.

No Setor Escadas 1 a 6, as fundações serão realizadas com estacas escavadas, proporcionando uma base sólida e estável para as escadas. A superestrutura será em concreto armado, garantindo a segurança necessária para a circulação vertical. Como as escadas não demandam uma cobertura independente, não há necessidade de proteção superior. Para o Setor Rampas, a fundação também será executada com estacas escavadas, assegurando a estabilidade do local. A superestrutura será em concreto armado, suficiente para garantir a resistência e segurança necessárias para a circulação. A cobertura será compatível com o restante



da edificação e poderá ser de concreto armado ou metálica, conforme as definições do projeto.

A Base da Caixa D'Água, no Setor Reforço de Fundação, contará com uma fundação do tipo radier estaqueado, utilizando estacas hélice contínua para suportar as grandes cargas. A superestrutura será em concreto armado, proporcionando resistência e impermeabilidade. Solução semelhante será aplicada no Setor Sala de Monitoramento, onde as fundações serão realizadas com estacas hélice contínua. A superestrutura será em concreto armado, garantindo estabilidade e segurança para a operação da sala, enquanto a cobertura será também em concreto armado, proporcionando resistência e conforto térmico.

No Setor Plataforma, a fundação será composta por blocos sobre estacas hélice contínua, garantindo estabilidade e resistência para suportar as cargas da plataforma. A superestrutura será em concreto armado, adequado para esse tipo de estrutura.

Por fim, no Setor Estrutura Metálica, as fundações serão compostas por blocos sobre estacas hélice contínua e micro-estacas injetadas, proporcionando uma base sólida e adequada para as exigências do setor. A superestrutura será metálica, utilizando perfis metálicos para suportar grandes vãos com flexibilidade e resistência. A cobertura será metálica, utilizando telhas ou chapas metálicas, garantindo leveza, resistência e eficiência no sistema de drenagem pluvial.

4.1.1.1 Diretrizes para o desenvolvimento do projeto e ações adotadas

As diretrizes técnicas estabelecidas para a requalificação e ampliação do Terminal Municipal de Araucária – PR orientam todas as decisões projetuais, construtivas e operacionais adotadas. O objetivo é garantir um empreendimento funcional, seguro, eficiente e alinhado às premissas de sustentabilidade e modernização da infraestrutura urbana de transporte coletivo.

As principais diretrizes técnicas do projeto são:

- Preservação da edificação existente em alvenaria, com readequação funcional dos espaços internos para melhoria do desempenho operacional e atendimento às novas demandas de uso.



- Implantação de novas estruturas metálicas externas, com sistemas modulares e industrializados, visando à otimização dos processos executivos e à racionalização de materiais e recursos.
- Ampliação das plataformas de embarque e desembarque, com inclusão de coberturas metálicas, abrigos e passagens cobertas, promovendo proteção climática e conforto dos usuários.
- Requalificação arquitetônica e funcional do terminal, com reorganização dos fluxos operacionais, áreas técnicas, acessos e interfaces com o transporte público.
- Integração visual, volumétrica e técnica entre a edificação original e as novas estruturas implantadas, garantindo unidade formal e coerência entre os elementos construtivos.
- Utilização de estrutura metálica leve e racionalizada, adequada à tipologia da intervenção, promovendo agilidade na montagem e redução do impacto no entorno durante a execução.
- Adoção de sistemas construtivos sustentáveis, com menor impacto ambiental, incluindo o uso de telhas termoacústicas tipo sanduíche e painéis fotovoltaicos para geração de energia.
- Incorporação de soluções de sombreamento, ventilação e conforto ambiental passivo, especialmente nas áreas de circulação e permanência.
- Execução otimizada, com foco em precisão dimensional, industrialização, controle de qualidade e redução de prazos e custos.
- Adequação plena às normas técnicas vigentes, com destaque para os critérios de segurança, acessibilidade universal (NBR 9050) e desempenho técnico das edificações (NBR 15575).
- Melhoria da acessibilidade e da operação funcional do terminal, assegurando fluidez nos deslocamentos, eficiência nos embarques e desembarques e conforto aos usuários do sistema de transporte coletivo.

4.1.1.2 Critérios de modelo estrutural

Neste projeto foram adotados dois tipos de modelos estruturais, modelo de grelha para pavimentos e modelo de pórtico espacial para a análise global, sendo as cargas de grelha transferidas para o pórtico espacial.



No modelo de grelha para os pavimentos, as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos pilares, para a análise das deformações, obtenção dos carregamentos verticais que atuarão no pórtico espacial e dimensionamento das armaduras das lajes.

O pórtico espacial é um modelo composto por barras que simulam as vigas e pilares da estrutura, com o efeito de diafragma rígido das lajes devidamente incorporado. Através deste modelo é possível analisar os efeitos das ações horizontais e das redistribuições de esforços nas estruturas provenientes dos carregamentos verticais.

As ligações entre pilares e vigas no modelo de pórtico foram flexibilizadas considerando, principalmente no caso de pilares-parede, as vigas associadas aos trechos localizados dos pilares em que se apoiam, e não aos pilares com a sua inércia total, resultando em esforços e deslocamentos mais próximos da realidade.

Para a análise de ELU, conforme item 15.7.3 da ABNT NBR 6118:2023, a não linearidade física pode ser considerada de forma aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores abaixo, definida por meio da redução da rigidez bruta $E_c I_c$ de acordo com o tipo de elemento estrutural.

4.1.1.3 Ações atuantes na estrutura

Conforme a NBR-8800, anexo B, as ações atuantes consideradas na estrutura projetada são:

- Carga permanente: foram considerados o peso próprio da estrutura, cobertura em telha metálica e equipamentos apoiados ou ligados a estrutura;
- Ação do vento: a ação do vento sobre a estrutura foi calculada de acordo com a NBR 6123:1988, incluindo a avaliação da pressão dinâmica e estática do vento sobre as superfícies da edificação, a determinação dos coeficientes de forma e exposição, e a verificação da estabilidade estrutural e esforços internos resultantes, garantindo que a estrutura atenda aos requisitos de segurança e serviço previstos no projeto.

As peças estruturais, arcos treliçados, vigas de rigidez, terças, contraventamento e outras deverão ter tratamento superficial com jato de granalha de granulometria 2.5, devendo ser feita a execução de um fundo preparador à base de epóxi com espessura de 80 micra na sua fabricação.



Caso haja danos no transporte ou descarga das peças, deverão ser realizados retoques de danos mecânicos ocorridos, fazendo o lixamento das áreas atingidas e efetuando os reparos, reconstituindo todo o sistema exigido.

Após as montagens e instalação definitiva da estrutura de cobertura conforme projeto, com sua devida fixação e solda definitiva, onde houver pontos de solda, fixação ou danos mecânicos, novamente deverá ser retocado o fundo preparador procedendo na sequência com a pintura definitiva com Tinta intermediária Epoxídica 160 micra, base seca, e acabamento de Tinta de acabamento de Poliuretano acrílico alifático de base seca de 80 micra.

A espessura total da película protetora será de 320 micra (80+160+80). Conforme Tabela VIII do Manual de Princípios da proteção de estruturas metálicas publicado pela CBCA.

4.1.1.4 Deslocamentos admissíveis

Os limites de deslocamento foram avaliados e atendem aos valores estabelecidos na Tabela 13.3 da ABNT NBR 6118:2023 – Projeto de Estruturas de Concreto, com verificação realizada por cálculo estrutural e análise de deformações previstas, garantindo que o projeto respeite as tolerâncias normativas para desempenho e durabilidade dos elementos estruturais.

4.1.1.5 Normas técnicas de referência

a) Normas Essenciais

TABELA 01 - RELAÇÃO DAS PRINCIPAIS NORMAS ADOTADAS NO PROJETO

CÓDIGO	TÍTULO
ABNT NBR 5674	Manutenção de Edificações
ABNT NBR 6118	Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
ABNT NBR 6120	Ações para o cálculo de estruturas de edificações
ABNT NBR 6123	Forças devidas ao vento em edificações
ABNT NBR 8681	Ações e segurança nas estruturas – Procedimento
ABNT NBR 14432	Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento
ABNT NBR 15200	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio



ABNT NBR 15421	Projeto de estruturas resistentes a sismos – Procedimento
ABNT NBR 15575	Coletânea de normas técnicas – edificações habitacionais – desempenho
IT08	Segurança estrutural nas edificações – Resistência ao fogo dos elementos de construção, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo

FONTE: AUTOR.

b) Normas complementares

TABELA 02 - RELAÇÃO DAS NORMAS COMPLEMENTARES

CÓDIGO	TÍTULO
ABNT NBR 7680	Concreto – Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Parte 1 – Resistência à compressão axial
ABNT NBR 12655	Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento
ABNT NBR 14037	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
ABNT NBR 14931	Execução de estruturas de concreto – Procedimento
ABNT NBR 15696	Formas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
ABNT NBR 16280	Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos

FONTE: AUTOR.

c) Normas específicas

TABELA 03 - RELAÇÃO DE NORMAS ESPECÍFICAS

CÓDIGO	TÍTULO
ABNT NBR 8800	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
ABNT NBR 9062	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
ABNT NBR 9607	Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido – Procedimento
ABNT NBR 14323	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio
ABNT NBR 15961	Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1 e 2



ABNT NBR 15812	Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 1 e 2
ABNT NBR 16055	Parede de concreto moldado no local para a construção de edificações
ABNT NBR 16239	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares

Fonte: Autor.

d) Recomendações

TABELA 04 - RECOMENDAÇÕES ABECE

CÓDIGO	TÍTULO
ABECE 001	Análise de casos de não conformidade do concreto
ABECE 002	Avaliação técnica do projeto
ABECE 003	Memorial descritivo do projeto estrutural

Fonte: Autor.

4.1.2 Estruturas em concreto armado

Neste item estão expostas considerações sobre o sistema estrutural adotado, composto por elementos estruturais em concreto armado. Para mais informações sobre materiais empregados, dimensionamento e especificações, deverá ser consultado o projeto executivo de estruturas.

4.1.2.1 Materiais e Propriedades

Quanto à resistência do concreto adotada:

- Estacas - FCK 20 MPa, 25 MPa e 30 MPa
- Blocos de Coroamento - FCK 25 MPa
- Sapatas - FCK 25 MPa
- Vigas, Pilares, Lajes - FCK 25MPa

4.1.2.1.1 Concreto

O concreto utilizado na execução dos elementos estruturais deverá ser dosado de forma a garantir uma resistência característica à compressão (Fck) conforme especificado no projeto, para idades de 28 dias. A resistência mínima deverá ser de 20 MPa, 25 MPa ou 30 MPa, conforme as necessidades do projeto estrutural, atendendo às normas técnicas vigentes da ABNT, especialmente a NBR



6118/2023 – Projeto de Estruturas de Concreto, NBR 12655/2023 – Concreto de Cimento Portland – Preparo, Controle e Recebimento. O controle da consistência será feito por ensaio de slump, com dosagem precisa dos materiais, homogeneização da mistura e moldagem de corpos de prova para ensaio de resistência à compressão.

Devem ser seguidos todos os procedimentos de recebimento, aceitação e controle tecnológico do concreto previstos nas normas correlatas, garantindo a conformidade com o projeto, a durabilidade e a segurança da estrutura. O concreto poderá ser fornecido usinado por empresa especializada, devidamente licenciada e com controle tecnológico, ou preparado em obra, desde que atendidos todos os requisitos normativos de dosagem, controle e qualidade.

Características mínimas do concreto:

- **Fck:** A resistência característica à compressão deverá ser de 20 MPa, 25 MPa ou 30 MPa aos 28 dias, conforme ensaios de compressão axial realizados em corpos de prova cilíndricos moldados e rompidos conforme procedimentos padronizados em laboratório;
- **Slump (abatimento):** 80 ± 20 mm, salvo especificação diferente do projeto estrutural ou condições de lançamento;
- **Tipo de cimento:** Conforme disponibilidade local, devendo atender à ABNT NBR 16697 – Cimento Portland, com controle de procedência, certificação e comprovação de classe de resistência (32, 40 ou 50 MPa);
- **Consumo mínimo de cimento:** ≥ 280 kg/m³ (orientativo, verificar projeto);
- **Relação água/cimento:** Definida pela dosagem experimental e verificada por controle tecnológico de produção, visando garantir a resistência e trabalhabilidade especificadas;
- **Agregados:** Devem atender à ABNT NBR 7211 - Agregados para concreto - Especificação, com controle de umidade, granulometria e impurezas realizado periodicamente por peneiramento e ensaio de lavagem, assegurando conformidade ao traço aprovado;
- **Adições e aditivos:** Permitido o uso, desde que compatíveis e com comprovação de desempenho conforme a ABNT NBR 11768 – aditivos químicos destinados a concretos de cimento Portland, com controle por ensaios de finura, perda ao fogo e atividade pozzolânica. O emprego de



quaisquer adições ou aditivos deverá ter prévia aprovação da fiscalização.

- Condições de lançamento, adensamento e cura:
- O lançamento deverá ocorrer dentro do tempo de trabalhabilidade, evitando-se segregação.
- O adensamento será feito preferencialmente com vibradores de imersão, evitando-se vazios e falhas de concretagem.
- A cura deverá ser executada imediatamente após o lançamento, por métodos apropriados (mantas úmidas, película plástica, cura química ou água constante), visando garantir o desenvolvimento das propriedades do concreto.
- Controle tecnológico:
- Deverá ser realizado controle tecnológico do concreto, incluindo ensaio de slump a cada betonada para verificação da consistência e moldagem de corpos de prova cilíndricos para ensaios de resistência à compressão axial aos 7, 14 e 28 dias, com frequência e procedimentos definidos na ABNT NBR 12655:2023, garantindo a conformidade do concreto com o traço aprovado e os requisitos do projeto estrutural.
- O controle será de responsabilidade da contratada, sob supervisão da fiscalização da obra.

4.1.2.1.2 Módulo de elasticidade do concreto

Os valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerando o uso de granito como agregado graúdo) (NBR 6118:2023), foi adotado conforme a tabela 10.

TABELA 10: MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO

	α_i	E_{cs} (GPa)	E_{ci} (GPa)
C25	0,86	24	28
C30	0,88	27	31

FONTE: AUTOR.

4.1.2.1.3 Aço para armadura

As armaduras deverão ser executadas em barras de aço nervurado, tipo CA-50 e CA-60, com limite de escoamento característico de 500 MPa e 600 MPa



respectivamente, conforme as normas ABNT NBR 6118, NBR 7480 – Aço destinado a armaduras para concreto armado e demais normas aplicáveis. O aço deverá ser fornecido em barras retas ou dobradas, conforme projeto executivo, isento de ferrugens, óleo, tintas ou qualquer material que prejudique a aderência ao concreto. As dobras, cortes e armações deverão ser realizados de acordo com o projeto estrutural, respeitando os comprimentos de ancoragem e emendas, conforme prescrição normativa. A montagem deverá garantir o correto posicionamento das armaduras, utilizando espaçadores e suportes adequados, assegurando o cobrimento mínimo especificado no projeto. Todo o material deverá apresentar certificado de qualidade do fabricante e estar sujeito à inspeção e à aprovação da fiscalização da obra.

4.1.2.1.4 Agregado

Para a produção do concreto será utilizado agregado graúdo de origem granítica, conforme previsto em projeto, adotado especialmente em função de suas propriedades mecânicas e do módulo de elasticidade requerido para o dimensionamento estrutural. O diâmetro máximo característico do agregado graúdo destinado ao concreto armado é de 9,5 mm, conforme as recomendações da ABNT NBR 7211 – Agregados para concreto.

Nos elementos de fundação, serão utilizados diâmetros diferenciados conforme o tipo de estaca:

- Estaca escavada: agregado graúdo com diâmetro variando entre 9,5 mm e 25 mm;
- Estaca hélice contínua monitorada: agregado graúdo com diâmetro variando entre 4,75 mm e 12,5 mm.

Todos os agregados deverão estar isentos de impurezas, materiais orgânicos, partículas friáveis ou contaminantes que possam comprometer a resistência ou a durabilidade do concreto, sendo exigido controle granulométrico e de limpeza antes do uso, conforme ensaios estabelecidos na ABNT NBR 7211.



4.1.2.1.5 Cimento

Para a produção do concreto, será utilizado cimento do tipo CP-II Z ou equivalente, atendendo às especificações necessárias para garantir a qualidade e a durabilidade do concreto, conforme as normas técnicas vigentes.

4.1.2.1.6 Tela de aço

A colocação da Tela de Aço Soldada conforme especificada no projeto é obrigatória.

4.1.2.2 Exigências de durabilidade

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas de concreto, o atual estágio do conhecimento no momento da elaboração do mesmo, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança desta edificação, no momento das definições dos critérios de projeto.

Dimensões mínimas ou limites de deslocamento mais rigorosos que os constam da NBR 6118, para os elementos do sistema estrutural, deverão ser fornecidas pelos responsáveis das outras especialidades envolvidas no projeto da edificação, sendo estes responsáveis por suas definições.

Para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

O executor de obras deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atende às especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registro que possibilitem a rastreabilidade destes insumo.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo à fiscalização para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução das obras, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.



A construtora ou incorporadora deverá incluir no Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, a ser entregue ao usuário do imóvel, instruções referentes à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida.

Desde que haja um bom controle e execução correta da estrutura, que seja dado o uso adequado à edificação e que seja cumprida a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, a Vida Útil de Projeto do sistema estrutural terá condições de ser atingida e até mesmo superada.

A Vida Útil de Projeto é uma estimativa e não deve ser confundida com a vida útil efetiva ou com prazo de garantia. Ela pode ou não ser confirmada em função da qualidade de execução da estrutura, da eficiência e correção das atividades de manutenção periódicas, de alterações no entorno da edificação, ou de alterações ambientais e climáticas.

De acordo com a NBR 15575-2 edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para sistemas estruturais, a vida útil dos sistemas estruturais tem sua previsão estabelecida no projeto conforme os valores abaixo.

4.1.2.2.1 Valores adotados

- Vida útil prevista: 50 anos
- Umidade relativa do ar: 85%
- Início do carregamento: 28 dias
- Execução das paredes: 28 dias
- Início da retração: 3 dias

Para que a vida útil de projeto tenha condições de ser atingida, faz-se necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.



4.1.2.2.2 Classes de agressividade

TABELA 05 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (CAA)

CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL	AGRESSIVIDADE	CLASSIFICAÇÃO GERAL DO TIPO DE AMBIENTE PARA EFEITO DE PROJETO	RISCO DE DETERIORAÇÃO DA ESTRUTURA
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana ^{a,b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a Industrial ^{a,b}	Grande
IV	Muito forte	Industrial ^{a,c} Respingos de maré	Elevado

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: NBR 6118:2023

TABELA 06 - CORRESPONDÊNCIA ENTRE CLASSE DE AGRESSIVIDADE E QUALIDADE DO CONCRETO

CONCRETO ^a	TIPO ^{bc}	CLASSE DE AGRESSIVIDADE (TABELA 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118:2023

Para obter economia na taxa de armadura bem como melhorar algumas propriedades do concreto, foi adotado a classe de agressividade tipo II, pois encontra-se acima da mínima.



4.1.2.2.3 Cobrimentos

Os cobrimentos mínimos adotados, de acordo com a análise apresentada acima, foram:

TABELA 08 - COBRIMENTO NOMINAL DO CONCRETO

TIPO DE ESTRUTURA	COMPONENTE OU ELEMENTO	CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (TABELA 6.1)			
		I	II	III	IV
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

FONTE: NBR 6118:2023.

4.1.2.2.4 Observação importante quanto à durabilidade

Deve ser garantida a resistência do concreto correspondente à Classe de Agressividade, independente da capacidade de a estrutura absorver valores menores, quando da verificação de concreto não conforme.

Na análise de concreto não conforme deve ser justificada, por profissional habilitado, a manutenção da durabilidade da estrutura.

A formação de fissuras nas peças de concreto armado e protendido, está prevista de acordo com a NBR 6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Que estabelece o valor máximo de abertura conforme a classe de agressividade ambiental.

Os valores adotados neste projeto encontram-se conforme a tabela a seguir.



TABELA 09 - EXIGÊNCIAS À FISSURAÇÃO E À PROTEÇÃO DA ARMADURA

TIPO DE CONCRETO ESTRUTURAL	CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (CAA) E TIPO DE PROTENSÃO	EXIGÊNCIAS RELATIVAS À FISSURAÇÃO	COMBINAÇÃO DE AÇÕES EM SERVIÇO A UTILIZAR
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	-
Concreto armado	CAA I	ELS-W wk $\leq$ 0,4 mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W wk $\leq$ 0,3 mm	
	CAA IV	ELS-W wk $\leq$ 0,2 mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W wk $\leq$ 0,2 mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação frequente
		ELS-D a	Combinação quase permanente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D a	Combinação frequente

a A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com $a_p = 50$ mm (Figura 3.1).ambiental

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

3 No projeto de lajes lisas e cogumelos protendidos, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

FONTE: NBR 6118:2023

4.1.2.2.5 Recomendação importante

Para o bom desempenho da estrutura de concreto, e também redução de custo da mesma, recomenda-se a contratação de tecnologia de concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como orientar sobre os procedimentos de cura e desforma.

4.1.2.3 Diretrizes de Dimensionamento e Execução

O projeto das estruturas em concreto armado do Terminal Municipal de Araucária – PR foi desenvolvido em conformidade com as diretrizes do Termo de Referência, com as normas técnicas da ABNT e considerando as condições de fundação, uso e durabilidade previstas para o empreendimento.



As soluções estruturais foram definidas com base em critérios de desempenho, economia, facilidade construtiva e integração com os demais sistemas da edificação.

Como diretrizes e premissas adotadas, destacam-se:

- Emprego do concreto armado moldado in loco, visando flexibilidade na execução e integração com os sistemas de fundação e de vedação;
- Definição de elementos estruturais (pilares, vigas e lajes) conforme as solicitações obtidas das análises estruturais lineares e de segunda ordem, realizadas em conformidade com a ABNT NBR 6118:2023 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- Dimensionamento das seções estruturais considerando os estados limites últimos e de serviço, com verificação das deformações, fissuração e estabilidade global;
- Definição dos cobrimentos e detalhamento das armaduras de acordo com a classe de agressividade ambiental, conforme as NBR 6118 e NBR 14931 – Execução de Estruturas de Concreto;
- Verificação das ligações entre blocos de coroamento e pilares, assegurando transferência adequada de esforços e comportamento monolítico do conjunto fundação–superestrutura;
- Adoção de lajes maciças em concreto armado, em função dos vãos e da integração com o sistema metálico de cobertura, garantindo rigidez e simplicidade executiva;
- Dimensionamento da escada em concreto armado, considerando as ações permanentes e variáveis, conforme ABNT NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações e ABNT NBR 9077 – Saídas de emergência em edificações;
- Adoção de elementos estruturais com geometria racionalizada, reduzindo a complexidade de fôrmas e otimizando o consumo de materiais;
- Previsão de juntas de concretagem e detalhamento de armaduras de ancoragem, garantindo continuidade e desempenho estrutural adequado;
- Compatibilização tridimensional do modelo estrutural, assegurando integração entre os projetos estrutural, arquitetônico, hidráulico e elétrico.



As soluções estruturais adotadas resultam de uma avaliação técnica criteriosa entre desempenho, segurança, durabilidade e viabilidade construtiva, garantindo atendimento integral às normas ABNT NBR 6118:2023, NBR 6120, NBR 14931, NBR 7480 e NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas.

4.1.2.3.1 Lajes treliçadas

Lajes Pré-Moldadas Treliçadas com alturas variáveis conforme projeto e blocos de enchimento em EPS. A armadura complementar mínima está indicada no projeto.

4.1.2.3.2 Vergas, contravergas e cintas de amarração

Vergas e Contra Vergas devem ser executadas em todas as aberturas de portas e janelas conforme orientações previstas no Caderno Técnico de Composição para Verga, Contraverga, Fixação de Alvenaria de Vedação e Cinta de Amarração de Alvenaria

4.1.2.3.3 Aberturas em elementos estruturais

As aberturas em elementos como lajes e vigas devem seguir o detalhamento apresentado em projeto, onde especifica o distanciamento e dimensões das aberturas, o qual segue as especificações da norma.

4.1.2.3.4 Encunhamento da alvenaria

A ligação alvenaria-estrutura, também conhecida como encunhamento, deve ser executada em todas alvenarias em contato com a estrutura. Há diversas opções de materiais que podem ser utilizados no encunhamento.

Dentre eles, destacam-se os seguintes sistemas:

- Argamassa com expensor;
- Argamassa com baixo consumo de cimento e alto consumo de cal hidratada;
- Argamassa industrializada (desde que tenha baixo módulo de deformação).

O preenchimento da folga entre alvenaria e viga deve estabelecer uma aderência entre os materiais, sendo recomendável que se respeite um intervalo de 60 dias entre a execução da estrutura e a execução das paredes.



A execução do encunhamento deve ser feita sobre local limpo e com as paredes umedecidas.

Em construções com mais de um pavimento, a execução deve sempre começar pelo nível mais baixo.

4.1.2.4 Orientações Construtivas

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto. A substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

O projetista não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificações sem o seu conhecimento.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

4.1.2.4.1 Tolerâncias

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme NBR 14931:2023 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento, com controle dimensional, verificação de alinhamento, prumo, nivelamento e posição das armaduras, bem como a conformidade do concreto lançado, garantindo que todos os elementos estruturais atendam às especificações de projeto e normas vigentes.

4.1.2.4.2 Tecnologia do concreto

O Desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdo, cimento e aditivos, poderá levar à redução no custo do concreto, além da melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

Deverá ser confirmado o agregado graúdo especificado no projeto.

O desenvolvimento do traço do concreto e a avaliação de seu desempenho estão fora do escopo deste projeto.



4.1.2.4.3 Cura

O período de cura do concreto refere-se à duração das reações iniciais de hidratação do cimento, o que resulta em perda de água livre por meio de evaporação e difusão interna. Geralmente, a perda de água por evaporação é muito maior do que por difusão interna. Logo, uma das soluções é manter a superfície exposta ao ar em condições saturadas, reduzindo assim a quantidade de água evaporada.

Outros processos também podem ser usados de forma a reduzir essa perda de água.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento.

4.1.2.4.4 Controle tecnológico do concreto

O controle tecnológico do concreto tem por objetivo assegurar que o material empregado atenda às exigências de resistência, durabilidade e trabalhabilidade estabelecidas em projeto estrutural, em conformidade com as normas técnicas vigentes da ABNT, especialmente a NBR 12655:2023 – Concreto de Cimento Portland – Preparo, Controle, Recebimento e Aceitação e a NBR 5738:2016 – Moldagem e Cura de Corpos de Prova de Concreto.

O concreto utilizado deverá ser dosado em central dosadora ou usina de concreto com controle tecnológico certificado, garantindo uniformidade e rastreabilidade. A resistência característica especificada em projeto (f_{ck}) deverá ser atendida mediante ensaios de compressão axial de corpos de prova cilíndricos moldados em campo.

1. Controle na Produção e Lançamento

- O abatimento do tronco de cone (slump test) será verificado em campo conforme NBR NM 67, garantindo a consistência adequada para o tipo de elemento e método de lançamento.
- Serão rejeitados concretos com abatimentos fora dos limites especificados ou tempo excessivo de transporte (> 90 minutos) sem uso de aditivos plastificantes/retardadores compatíveis.



- Os equipamentos de mistura, transporte e lançamento deverão estar em perfeitas condições de funcionamento e limpeza, evitando segregação ou perda de água.

2. Moldagem e Cura dos Corpos de Prova

- Para cada betonada, deverão ser moldados corpos de prova , em quantidade mínima de unidades, sendo:
 - 1 unidade para ruptura aos 7 dias;
 - 2 unidades para ruptura aos 28 dias.
 - 1 unidades para contraprova.
- Os corpos de prova deverão ser identificados e registrados com data, local, lote, caminhão e responsável técnico, permanecendo em cura úmida até o envio ao laboratório.

3. Ensaio e Aceitação

- Os ensaios de resistência à compressão serão executados conforme NBR 5739:2018 em laboratório de ensaios acreditado.
- O concreto será considerado aceito se a resistência média e individual atenderem aos critérios da NBR 12655, respeitando os limites de desvio padrão e f_{ck} especificado.
- Em caso de não conformidade, será realizada análise técnica conjunta entre projetista, executor e fornecedor, podendo ser exigida extração de testemunhos (NBR 7680) ou reforço estrutural, conforme a gravidade do resultado.

4. Registro e Rastreabilidade

Todos os resultados de ensaios deverão ser arquivados e vinculados aos respectivos lotes de concretagem, compondo o dossiê técnico da obra. O controle tecnológico é de responsabilidade da empresa executora, sob supervisão do engenheiro responsável técnico pela estrutura.

4.1.2.4.5 Proteção das armaduras

Devem ser adotados pela construtora, pós-execução da estrutura, cuidados para que não se tenha perda de durabilidade por corrosão da armadura:



- Evitar escoamento de água pluvial pelo concreto, através da execução de pingadeiras ou outras proteções adequadas;
- Impermeabilizar as faces de concreto expostas ao tempo ou em contato permanente com água;
- Colmatar fissuras visíveis que ultrapassem os limites normativos estabelecidos na ABNT NBR 6118:2023 – Projeto de Estruturas de concreto, mediante inspeção visual e medição da largura das fissuras, garantindo que as armaduras fiquem protegidas contra processos corrosivos e assegurando a durabilidade do elemento estrutural.

4.1.2.4.6 Formas e desmoldantes

O uso de desmoldante é imprescindível para garantir a reutilização das formas, preservando sua integridade e assegurando a qualidade do acabamento superficial do concreto. O produto deve ser compatível com o material das fôrmas (madeira, compensado plastificado, metálica ou plástica) e não reagir quimicamente com o concreto, de modo a não manchar, enfraquecer ou comprometer a aderência de revestimentos posteriores. A aplicação deve ser realizada de forma uniforme e em fina camada, evitando acúmulo em pontos isolados. Recomenda-se a limpeza das fôrmas antes de cada nova utilização e a verificação da eficiência do desmoldante durante a execução, conforme orientações do fabricante e boas práticas de concretagem.

4.1.2.4.7 Espaçadores

O uso de espaçadores na colocação da armadura em todos os elementos é obrigatório. Recomenda-se a utilização dos apresentados na prancha de detalhamento de elementos de concreto armado.

4.1.2.4.8 Lajes impermeabilizadas

A impermeabilização das lajes que ficarão expostas deve ser feita através de emulsão acrílica, aplicadas em várias camadas até atingir a espessura indicada pelo fabricante ou por outro sistema equivalente.

Especial atenção nas lajes dos terraços, telhados verdes e áreas com vasos preenchidos com terra.



O contrapiso deverá ser executado de maneira a garantir o escoamento para o sistema de drenagem previsto. A declividade mínima prevista no projeto de águas pluviais, onde não for especificado, deve ser de no mínimo 0,5%.

4.1.2.4.9 Escoramento

O projeto e o dimensionamento do escoramento não fazem parte do escopo de nossos serviços.

A sugestão do Plano de Cimbramento abaixo visa a proteção das várias lajes contra carregamentos excessivos durante a fase de crescimento de sua resistência.

Esta sugestão considera o plano de execução de uma laje por semana e desenvolvimento da resistência do concreto atendendo as expectativas de valores a 7, 14, 21 e 28 dias.

Observações:

- 1) Deve ser previsto o espaçamento máximo entre escoras de 2,0 m;
- 2) Deve ser garantida a verticalidade e o prumo das escoras;
- 3) No caso do ciclo de concretagem não ser o especificado no esquema e/ou existirem outras condições poderá ser estabelecido outro plano de cimbramento a ser definido pela Engenharia da Obra e o Projetista de Estruturas;
- 4) A retirada do escoramento deverá ser cuidadosamente estudada, tendo em vista o módulo de elasticidade do concreto (E_{ci}) no momento da desforma. Há uma maior probabilidade de grande deformação quando o concreto é exigido com pouca idade;
- 5) A retirada do escoramento deverá ser feita:
 - Nos vãos; do meio para os apoios;
 - Nos balanços; do extremo para o apoio;

4.1.3 Fundações

O dimensionamento e a definição dos tipos de fundações — sapatas isoladas, estacas escavadas com bloco de coroamento, estacas hélice contínua monitoradas e micro estacas injetadas — foram estabelecidos considerando as características geotécnicas locais, as cargas estruturais atuantes e as condições de execução.



As soluções adotadas garantem estabilidade, segurança e compatibilidade com os sistemas estruturais superiores, conforme os procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 6122:2022 – Projeto e Execução de Fundações.

4.1.3.1 Diretrizes gerais e justificativa das soluções adotadas

De acordo com o projeto, foram definidos os seguintes tipos de fundação para os elementos da obra:

- **Edificação principal:** Composta por reforço da estrutura, onde há limitação de altura para a execução das estacas, além do nível do lençol freático, necessitando assim, realizar o uso de micro estaca injetada, com diâmetro de 25 cm e profundidade de 7 metros, atingindo uma carga admissível prevista de 106 kN, devendo-se seguir o anexo M da norma NBR 6122:2022. Para a área a ser ampliada, o tipo e o diâmetro da estaca se mantiveram iguais às de reforço, requerendo uma profundidade de 9 metros. Foram utilizadas também para reforço estrutural no pavimento inferior, vigas baldrame 15x30 e 15x40 apoiadas em blocos sobre estacas broca de diâmetro 20cm e profundidade de 3,00m, escavadas manualmente e/ou mecanicamente.
- **Coberturas metálicas:** A utilização de estaca cravada foi excluída com o intuito de não gerar manifestações patológicas na obra já existente, assim, optou por realizar na fundação, estacas tipo hélice contínua monitorada de diâmetro de 30 cm e 10 metros de profundidade, possibilitando um maior controle da escavação. Ainda, em blocos que terão como função reforçar as fundações já existentes, e que se encontram muito próximos da obra, foi atribuído micro estacas injetadas de 25 cm com 9 metros de profundidade.
- **Central de GLP e Abrigo de resíduos:** fundação rasa tipo sapata.
- **Escadas, rampas e floreiras:** Para travamento e impedimento de possíveis manifestações patológicas com o tempo, foram utilizadas em suas extremidades, estacas escavadas com 20 cm de diâmetro e com profundidade de 2 metros, salvo versões especificadas em projeto.
- **Plataforma e bilheterias:** A solução de fundação para esses elementos, foi a fundação rasa tipo sapata, a fim de haver um custo/benefício e facilidade no momento da execução.
- **Sala de monitoramento:** optou-se por estaca hélice contínua com diâmetro de 30 cm e profundidade de 5 metros por conter um muro de arrimo, fazendo com



que esta desempenhe a função de contenção juntamente com a sua utilização inicial.

- Banheiro Padrão: Fundação profunda, tipo estaca escavada com 7 metros de profundidade e diâmetro de 25 cm, carga admissível de 89 kN.

4.1.3.2 Orientações para execução e controle

a) Estaca escavada

O procedimento executivo para a realização de estacas escavadas, deverá seguir as recomendações apresentadas na NBR 6122 - 2022 – Projeto e execução de fundações, incluindo o controle dimensional da estaca, verificação do diâmetro e profundidade de escavação, ensaio de consistência do solo escavado, e ensaio ou registro de resistência do concreto lançado, garantindo a conformidade com o projeto estrutural e a segurança da fundação.

É recomendado, durante a execução, que alguns documentos estejam disponíveis na obra, como o projeto executivo de fundação, relatório de sondagens, boletins de controle da execução, relatório diário de obra (RDO).

Itens de atenção são ressaltados a seguir.

A perfuração deve ser realizada até a profundidade especificada em projeto, confirmando as características do solo através da comparação do laudo de sondagem, garantindo assim a carga necessária calculada em projeto.

A concretagem deve ser feita no mesmo dia da perfuração, através de um funil que tenha comprimento mínimo de 1,5 m, que tem como finalidade, orientar o fluxo de concreto.

Não se deve executar estacas com espaçamento inferior a três diâmetros em intervalo inferior a 12 horas. Pelo menos 1% das estacas, e no mínimo uma por obra, deve ser exposta abaixo da cota de arrasamento para verificação da sua integridade e qualidade do fuste.

Para ligação da estaca com o bloco de coroamento devem ser observadas a cota de arrasamento e o comprimento das esperas (arranques) definidos em projeto.

O trecho da estaca acima da cota de arrasamento deve ser demolido. A seção resultante deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deve ser executada de modo a não causar danos.

Na demolição podem ser utilizados ponteiros ou martelos leves (potência < 1 000 W) para seções de até 900 cm². O uso de martelos maiores fica limitado a



estacas cuja área de concreto seja superior a 900 cm². O acerto final do topo das estacas demolidas deve ser sempre efetuado com o uso de ponteiros ou ferramentas de corte apropriadas.

Caso haja concreto inadequado abaixo da cota de arrasamento, o trecho deve ser demolido e recomposto. O material a ser utilizado na recomposição deve apresentar resistência não inferior à do concreto da estaca.

No caso de comprimento de arranque inferior ao de projeto, deve-se executar emenda por traspasse ou traspasse e solda, conforme a ABNT NBR 6118, garantindo que a resistência e continuidade das armaduras atendam aos requisitos do projeto. Caso necessário, a estaca pode ser demolida e recomposta para que o comprimento da emenda seja respeitado.

Os concretos destinados à fundação devem seguir a condição A de preparo estabelecida na ABNT NBR 12655, que define a preparação do concreto em central ou caminhão-betoneira, garantindo homogeneidade, trabalhabilidade adequada e ausência de segregação. Os procedimentos incluem: pesagem e dosagem dos materiais, adição da água e dos aditivos de forma controlada, mistura mecânica suficiente para uniformização completa dos componentes, verificação da consistência do concreto por ensaio de slump e inspeção visual para identificar segregação ou excesso de água. Todo o processo deve ser realizado de acordo com o disposto na ABNT NBR 7212. Os materiais utilizados na fabricação do concreto, como cimento Portland, agregados, água (gelo) e aditivos, devem obedecer às respectivas normas brasileiras específicas, garantindo a qualidade e conformidade do traço e a resistência e durabilidade previstas em projeto.

O controle de recebimento deverá seguir conforme a ABNT NM 67, e o controle de aceitação de acordo com as normas ABNT NBR 5738 e NBR 5739, que tratam do procedimento para moldagem de corpos de prova e ensaios de compressão dos mesmos, respectivamente.

E o controle de aceitação deve ser feito por meio de ensaio de resistência à compressão em corpos de prova moldados e ensaiados conforme a ABNT NBR 5738:2015 e ABNT NBR 5739:2018, garantindo que os valores de resistência atendam aos critérios do projeto. A amostragem e o controle estatístico para aceitação do concreto devem ser realizados de acordo com a ABNT NBR 12655, assegurando a confiabilidade do controle tecnológico em todas as etapas da fundação.



Alguns procedimentos para verificação e avaliação dos serviços estão resumidos na tabela:

ITEM DE VERIFICAÇÃO	AValiação DOS SERVIÇOS
• Verticalidade da torre e do trado; • Desvio de locação; • Profundidade da estaca.	• Verificar e remover obstáculos que possam impedir o livre percurso ou movimentação do equipamento; • Verificar linhas de alta tensão; • Verificar a verticalidade da torre e do trado através de nível de bolha ou outro sistema de nivelamento de maior precisão • Medir desvios com o fio de prumo, ou outro processo mais preciso, admitindo-se valor de, no máximo 1% com relação ao comprimento • Medir o comprimento efetivo e registrar no boletim de execução.
• Características do solo escavado;	• Verificar se o solo escavado corresponde ao da sondagem; • Verificar se a perfuração se mostra estável durante o intervalo de tempo entre o término da escavação e o início de concretagem; • Verificar se a perfuração executada está isenta de água;
• Limpeza	• Cuidar para que o solo escavado não retorne ao furo; • Observar se a escavação foi feita de maneira que não tenha formado uma placa de solo apenas aderida ao fuste da estaca. Se isso for constatado, significa que as ferramentas de corte (facas) que ficam na ponta do trado estão cortando com diâmetro excessivamente maior que o diâmetro no trado na região da hélice e, nesse caso as ferramentas devem ser reparadas para que o diâmetro efetivamente escavado fique apenas um pouco maior (aproximadamente 10 mm) que o diâmetro da hélice, evitando a referida placa de solo solto que pode diminuir a resistência por atrito lateral.
• Início da concretagem	• Especial atenção deve ser dedicada à existência de solo solto na ponta da estaca, pois este pode diminuir a capacidade de carga do elemento isolado de fundação, resultado na necessidade de se contar apenas com a resistência por atrito lateral
• Posição da armadura	• Centralização da ferragem e seu posicionamento em relação à cota de arrasamento; • Evidenciar o uso de espaçadores e cobrimento adequado da armadura; • Bitolas e tipo(s) de aço(s) conforme projeto.
• Limpeza	• Cuidar para que não ocorra a contaminação do concreto por solo, lama ou outro agente nocivo ao concreto
• Resistência e abatimento do concreto	• Verificar a resistência, o slump e o traço do concreto, a cada 15 a 20 estacas.

b) Estaca Hélice Contínua

O procedimento executivo para a realização de estacas hélice contínua monitorada, deverá seguir as recomendações apresentadas na NBR 6122 - 2022 – Projeto e execução de fundações, anexo N, incluindo o monitoramento contínuo da rotação e torque da hélice durante a perfuração, registro do volume e tipo de solo removido, verificação da profundidade e diâmetro da estaca, bem como o controle da dosagem, lançamento e adensamento do concreto. Todos os parâmetros devem ser



registrados em relatórios de execução, permitindo a verificação da conformidade da estaca com o projeto estrutural e garantindo a segurança e a capacidade de carga previstas.

É recomendado, durante a execução, que alguns documentos estejam disponíveis na obra, como o projeto executivo de fundação, relatório de sondagens, boletins de controle da execução, relatório diário de obra (RDO).

O equipamento utilizado para execução deste tipo de estaca, deve assegurar que seja atingida a profundidade especificada no projeto, com torque e força de arranque compatíveis com o diâmetro da estaca e com a resistência do solo a ser perfurado, visando minimizar o desconfinamento do solo durante a perfuração, assegurando assim a resistência geotécnica prevista em projeto para a estaca.

A perfuratriz deve ser posicionada e nivelada para assegurar a centralização e verticalidade da estaca. O diâmetro do trado deve ser verificado para assegurar as premissas de projeto. A haste é dotada de ponta fechada por uma tampa metálica recuperável.

Deve-se garantir que a tubulação da concretagem, entre o cocho e o trado da hélice contínua, esteja totalmente cheia de concreto. A monitoração eletrônica, que é parte inerente ao processo e indispensável, deve registrar ao menos a profundidade, a velocidade de rotação do trado, a velocidade de avanço e a pressão do torque.

Na etapa de concreto, é realizado o levantamento do trado da hélice contínua para a expulsão da tampa. Procura-se garantir o contato efetivo do concreto da ponta da estaca com o solo competente. Não se permite subir o trado da hélice contínua, para possibilitar a expulsão da tampa antes do início do lançamento do concreto. A pressão do concreto deve ser sempre positiva para evitar a interrupção do fuste e é controlada pelo operador durante toda a concretagem.

Na etapa de concretagem a monitoração eletrônica deve registrar ao menos a velocidade de subida do trado, a pressão de injeção do concreto e o volume bombeado. A concretagem é executada até a superfície do terreno.

Se a concretagem da estaca for feita com o trado girando, este deve girar no sentido da perfuração.

A colocação da armadura em forma de gaiola deve ser feita imediatamente após a concretagem e limpeza das impurezas do topo da estaca. Sua descida pode ser auxiliada por peso ou vibrador. A armadura deve ser enrijecida para facilitar a sua



colocação. Os centralizadores, caso utilizado, devem ser colocados aproximadamente 1,0 m do topo e 1,0 m da ponta da armação.

Não se devem executar estacas com espaçamento inferior a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12 h. Esta distância se refere à estaca de maior diâmetro.

O trecho da estaca acima da cota de arrasamento deve ser demolido. A seção resultante deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deve ser executada de modo a não causar danos.

Na demolição podem ser utilizados ponteiros ou marteletes leves (potência < 1000 W) para seções de até 900 cm². O uso de marteletes maiores fica limitado a estacas cuja área de concreto seja superior a 900 cm². O acerto final do topo das estacas demolidas deve ser sempre efetuado com o uso de ponteiros ou ferramenta de corte apropriada.

O concreto para estacas hélice contínua monitorada, deve atender ao disposto na ABNT NBR 6122:2022 – Projeto e Execução de Fundações, anexo N, incluindo controle da dosagem e trabalhabilidade, verificação da consistência por ensaio de slump, monitoramento da uniformidade durante o transporte e lançamento, e moldagem de corpos de prova para ensaios de resistência à compressão axial, garantindo que o concreto atenda aos requisitos de resistência, durabilidade e integridade estrutural previstos em projeto.

Caso haja concreto inadequado abaixo da cota de arrasamento, o trecho deve ser demolido e recomposto. O material a ser utilizado na recomposição deve apresentar resistência não inferior à do concreto da estaca.

Deve ser realizado o controle do concreto conforme especificações da norma de fundações, assim como o controle de aceitação, recebimento e processo executivo.



ITEM DE VERIFICAÇÃO	AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS
• Prumo da torre; • Cota da ponta do trado; • Subida do concreto; • Lançamento do concreto.	• Observar se todos os itens de verificação estão sendo apresentados no visor do computador, instalado na cabine da perfuratriz e à frente do operador, observa-se: - O prumo da torre com tolerância de 1°; - Manutenção da pressão positiva da subida do trado; - Volume de concreto a cada 8 cm de subida do trado (CP) e acumulado (CT).
• Armadura*	• Cobrimentos, estribos, tipos e diâmetros dos aços empregados, conferindo com o projeto.
• Instalação	• No máximo, 2 horas após a chegada do concreto do caminhão betoneira.
* Cabe à empresa executante da estaca verificar e aprovar as condições de concretagem das estacas em face do tipo de armação solicitada.	

c) Microestaca Injetada

O procedimento executivo para a realização de microestaca injetada, deverá seguir as recomendações apresentadas na NBR 6122 - 2022 – Projeto e execução de fundações, anexo M, incluindo o controle do diâmetro e profundidade da perfuração, verificação da pressão e volume do material injetado, monitoramento da resistência do solo injetado, bem como o registro do processo executivo. Todos os parâmetros devem ser documentados em relatórios de execução, garantindo que a microestaca atenda aos requisitos de capacidade de carga, integridade estrutural e durabilidade previstos no projeto.

A microestaca é uma estaca moldada in loco, executada através de perfuração rotativa com tubos metálicos (revestimento). Este tipo de estaca comporta duas variantes com relação à armadura: na primeira delas introduz-se um tubo metálico com função estrutural, dotado de manchetes para a injeção e na segunda, a armadura é constituída de barras (ou gaiola) e a injeção é feita através de um tubo de PVC, de matéria prima virgem não reciclado, também dotado de manchetes.

Antes da colocação da armadura, limpa-se internamente o furo através de lavagem. Posteriormente, é descida a armadura constituída de tubo metálico manchettato ou gaiola que é apoiada no fundo do furo. Quando em gaiola, as barras são montadas com um tubo de PVC manchettato. As válvulas manchete devem ser espaçadas no máximo 1,0 m.

A calda de cimento é aplicada por meio de bomba de injeção, através de hastes dotadas de obturadores duplos. A primeira injeção, chamada injeção da bainha



ou preenchimento, deve ser feita a partir da extremidade inferior do tubo e deve preencher o espaço anelar entre o tubo e o furo.

O revestimento é retirado após a injeção da bainha. As injeções posteriores (primária, secundária etc.) são feitas de baixo para cima em cada manchete, verificando-se os volumes, as pressões e critérios de injeção previstos em projeto.

Deve ser respeitado o espaçamento entre estacas no intervalo de 12 h no valor de cinco diâmetros, referente à de maior valor.

Na demolição podem ser utilizados ponteiros ou marteletes leves (potência < 1000 W). O acerto final do topo das estacas demolidas deve ser sempre efetuado com o uso de ponteiros ou ferramenta de corte apropriada.

Caso haja calda de cimento inadequada abaixo da cota de arrasamento, o trecho deve ser demolido e recomposto. O material a ser utilizado na recomposição deve apresentar resistência não inferior à da calda de cimento da estaca.

Deve ser realizado o controle da calda de cimento conforme especificações da norma de fundações, assim como o controle de aceitação.

d) Sapata

O procedimento executivo para a realização de fundações rasas, deverá seguir as recomendações apresentadas na NBR 6122 - 2022 – Projeto e execução de fundações, anexo A, incluindo a verificação da profundidade e largura das sapatas, controle da compactação do solo, confirmação das dimensões e nivelamento do concreto lançado, bem como o registro do processo executivo e dos ensaios de controle de qualidade. Todos os parâmetros devem ser documentados para garantir a conformidade com o projeto estrutural e os critérios de capacidade de carga, durabilidade e segurança.

Para escavação em solo, caso se utilizem equipamentos mecânicos, a profundidade de escavação com esses equipamentos deve ser paralisada a no mínimo 30 cm acima da cota de assentamento prevista, sendo a parcela final removida manualmente.

Para a concretagem, primeiramente é necessário realizar uma vistoria do solo a ser apoio das sapatas, por profissional habilitado, a fim de se verificar a capacidade de suporte do material, realizando inspeção com ensaios de campo.

O fundo da cava deve ser regularizado com lastro de concreto não estrutural, em espessura mínima de 5 cm. A superfície final deve resultar plana e horizontal.



Após cura do concreto, deve ser procedido o reaterro compactado da cava.

4.1.3.3 Impermeabilização

Elementos de fundação em contato com o solo como vigas baldrames e blocos de coroamento devem ser impermeabilizados com emulsão asfáltica moldada in loco em toda a área em contato com solo e faces superiores.

No fundo de todos os blocos deverá ser executado lastro de concreto magro conforme projeto.

4.1.4 Estruturas Metálicas

O presente memorial descreve o sistema estrutural metálico projetado para a requalificação e ampliação do Terminal Municipal de Araucária – PR, integrante do programa de modernização dos equipamentos públicos de mobilidade urbana do município.

O projeto tem como diretriz principal a modernização integral do Terminal Municipal de Araucária – PR, com a preservação da edificação original em alvenaria, a qual será readequada internamente para otimizar seu desempenho funcional e operacional. Paralelamente, serão implantadas novas estruturas metálicas externas, destinadas à ampliação e qualificação das áreas de embarque e desembarque, passagens cobertas, áreas técnicas e espaços de apoio ao terminal.

As intervenções externas compreendem a execução de estruturas metálicas modulares, que irão compor plataformas ampliadas, sistemas de cobertura e sombreamento, além de instalações para captação de energia solar, contribuindo para a eficiência energética da edificação. Essas estruturas foram concebidas para se integrar de forma harmônica ao edifício existente, respeitando sua volumetria, características arquitetônicas e o contexto urbano no qual se insere.

A proposta arquitetônica e estrutural foi desenvolvida com base em critérios de sustentabilidade, durabilidade, desempenho técnico e integração urbana. Para isso, foram adotados sistemas construtivos industrializados, que possibilitam maior precisão dimensional, rapidez na execução, facilidade de manutenção e reduzido impacto ambiental durante a implantação e ao longo da vida útil do empreendimento.

Além disso, o projeto prevê a incorporação de soluções passivas de conforto ambiental, como o sombreamento das áreas de circulação e espera, bem como



sistemas ativos de geração de energia fotovoltaica, alinhando-se às diretrizes contemporâneas de construções sustentáveis e de baixo consumo energético.

Todas as soluções projetuais e especificações técnicas foram desenvolvidas em conformidade com as normas técnicas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), incluindo, mas não se limitando a:

- ABNT NBR 9050:2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;
- ABNT NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais;
- ABNT NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto;
- ABNT NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;
- ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto armado;
- ABNT NBR 6122 – Projeto e execução de fundações;
- ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 16690 – Sistemas fotovoltaicos;

Além da legislação urbanística, do código de obras municipal e demais dispositivos normativos aplicáveis à infraestrutura pública do município de Araucária – PR.

4.1.4.1 Diretrizes técnicas do projeto

O desenvolvimento do Projeto Executivo da estrutura metálica da cobertura do Terminal Municipal de Araucária – PR foi norteado pelas diretrizes estabelecidas no Termo de Referência, pelas normativas técnicas aplicáveis e pelas condicionantes operacionais levantadas durante as etapas preliminares do contrato. Como premissas fundamentais para a elaboração do projeto executivo, destacam-se:

- Elaboração dos cálculos das ligações aparafusadas e soldadas, assegurando a segurança estrutural durante a montagem e a vida útil da cobertura;
- Definição dos procedimentos de proteção das peças metálicas, conforme a classe de agressividade ambiental local, visando a durabilidade e a manutenção da estrutura;
- Detalhamento da sequência de montagem, incluindo a utilização de escoramentos temporários e o posicionamento correto das peças no canteiro de obras;



- Compatibilização com as estruturas adjacentes, especialmente as estruturas de concreto que servirão de apoio às bases metálicas;
- Consideração rigorosa das reações de apoio da estrutura, abrangendo todas as ações que possam atuar sobre a cobertura;
- Atendimento às normas técnicas específicas para estruturas metálicas, destacando-se a ABNT NBR 8800:2024, ABNT NBR 14762:2010, entre outras normas correlatas;
- Inclusão de dispositivos para segurança coletiva e individual em manutenção, como pontos de ancoragem e sistemas de linhas de vida, conforme a NR 35 (trabalho em altura);
- Levantamento de dados técnicos complementares, incluindo topográficos e arquitetônicos, para garantir precisão e viabilidade construtiva.

4.1.4.1.1 Concepção estrutural adotada: treliças quadradas modulares para cobertura e ampliação da plataforma

A concepção estrutural adotada para a Plataforma de Embarque e Desembarque do Terminal Municipal de Araucária – PR prioriza o uso de treliças quadradas modulares em aço estrutural, solução que alia robustez, eficiência e agilidade na execução. Essa abordagem foi selecionada após criteriosa análise das alternativas disponíveis, considerando critérios técnicos, econômicos e operacionais.

As treliças quadradas modulares permitem vencer grandes vãos com segurança e desempenho adequado, facilitando a pré-fabricação, transporte e montagem das peças, o que otimiza o cronograma da obra e minimiza interferências nas operações do terminal durante a execução.

O sistema estrutural metálico é composto pelos seguintes elementos, cuidadosamente especificados para atender às demandas funcionais e de durabilidade:

- **Pilares (HP 250 x 62):** responsáveis pela transmissão das cargas da cobertura para as fundações, garantindo estabilidade vertical. Fabricados em **aço ASTM A572 Grau 50**, apresentam elevada resistência mecânica, com tensão de escoamento característica de 345 MPa;
- **Vigas de travamento (W 150 x 22,5):** elementos que asseguram a rigidez lateral e estabilidade da estrutura, também especificados em **ASTM A572 Gr.50**;



- **Banzo inferior (W 150 x 22,5):** componente inferior da treliça, atuando predominantemente em tração;
- **Banzo superior (U 152,4 x 5,1):** componente superior da treliça, suportando esforços de compressão, executado em perfis de aço **ASTM A36**;
- **Montantes (U 152,4 x 5,1):** perfis verticais internos que conectam os banzos superior e inferior da treliça;
- **Vigas de cobertura (Ue 127 x 50 x 17 x 2,65):** suportam as telhas metálicas e painéis fotovoltaicos;
- **Terças (Ue 100 x 50 x 17 x 2,65):** perfis que sustentam as telhas e distribuem as cargas para as vigas de cobertura;
- **Contraventamentos (U 101,6 x 4,67):** garantem a estabilidade contra esforços horizontais;
- **Apoios para calhas (L 3" x 3/8"):** elementos de suporte e alinhamento para o sistema de drenagem pluvial.

Todos os perfis não especificados como ASTM A572 são definidos como perfis conformados ou laminados em aço estrutural **ASTM A36**, com limite de escoamento de 250 MPa, amplamente empregado em estruturas metálicas convencionais.

4.1.4.1.2 Fixação e Métodos de União

As conexões estruturais serão executadas por meio de técnicas que asseguram a integridade e segurança da estrutura, conforme as normas técnicas aplicáveis:

- **Soldagem:** será aplicada soldagem por arco elétrico com eletrodos revestidos E7018, conforme especificado nos projetos executivos. Trata-se de um eletrodo de baixa hidrogênio, com alta resistência à tração e excelente desempenho para união de aços estruturais como ASTM A36 e A572 Gr. 50;
- **Parafusos:** Serão utilizados parafusos de alta resistência ASTM A325 ou equivalente, para ligações parafusadas. Essas conexões seguem os critérios definidos pela ABNT NBR 8800 e ABNT NBR 15535, garantindo segurança e precisão na montagem;
- **Chumbadores:** nas ligações entre estruturas metálicas e elementos de concreto, serão utilizados chumbadores mecânicos ou químicos de alta resistência, com profundidade mínima de 1,5 m, conforme detalhamento executivo. A seleção do tipo de ancoragem levará em conta os esforços atuantes (tração, cisalhamento, combinação) e será feita em conformidade com



a ABNT NBR 9452 (ancoragens mecânicas) ou NBR 9062 (estruturas pré-moldadas);

- **Controle de qualidade:** todas as soldas serão submetidas à inspeção visual e ensaios não destrutivos (END), como líquido penetrante e ultrassom, conforme necessidade técnica, assegurando a integridade das conexões;
- **Proteção anticorrosiva:** as peças metálicas serão galvanizadas a quente, conforme ABNT NBR 6323, assegurando maior durabilidade, resistência à corrosão e redução de custos com manutenção ao longo da vida útil da estrutura.

4.1.4.1.3 Detalhamento das conexões e materiais específicos

A estrutura metálica da cobertura foi dimensionada utilizando perfis metálicos em aço ASTM A36, com ligações mistas: soldadas com eletrodo E7018 e parafusadas com elementos de alta resistência. As ligações foram projetadas de modo a permitir montagem simplificada e segura, mantendo a estabilidade global da estrutura.

Elementos de fechamento da caixa d'água

Executados em perfis de aço ASTM A36, com ligações por soldagem utilizando E7018. A fixação à base será realizada com chumbadores, conforme as condições de carga e detalhamentos estruturais.

Escada marinho

Também projetada com perfis metálicos ASTM A36, utilizando solda com E7018 nas conexões e chumbadores químicos para fixação à estrutura base.

Interação com estruturas existentes

Visando a segurança e confiabilidade da obra, evitou-se o engastamento direto entre os novos elementos metálicos e a estrutura de concreto armado existente, devido à ausência de dados técnicos completos sobre as propriedades do concreto atual. Optou-se por soluções de base independente com chumbadores dimensionados.



4.1.4.2 Materiais e controle de qualidade

4.1.4.2.1 Rastreabilidade e certificação dos materiais empregados

Para garantir a qualidade, segurança e conformidade técnica da estrutura metálica da Plataforma de Embarque e Desembarque do Terminal Municipal de Araucária – PR, todos os materiais empregados deverão atender às especificações estabelecidas no projeto executivo e às normas técnicas vigentes, com rastreabilidade completa desde o recebimento até a montagem final.

4.1.4.2.2 Materiais e documentação técnica obrigatória

Os materiais deverão ser fornecidos acompanhados dos respectivos certificados de qualidade, incluindo:

- **Perfis metálicos estruturais:** (ASTM A36 e ASTM A572 Grau 50): certificados de origem, contendo composição química, propriedades mecânicas (tensão de escoamento, resistência à ruptura e alongamento) e norma de fabricação;
- **Eletrodos para soldagem:** (E7018 ou equivalente): certificados de conformidade conforme AWS A5.1, com controle de validade e condições de armazenamento;
- **Parafusos estruturais de alta resistência:** (ASTM A325): acompanhados de laudo técnico e conformidade com ABNT NBR 15535;
- **Chumbadores mecânicos ou químicos:** documentação técnica com ficha técnica, ensaios de tração e cisalhamento, além de registro no INMETRO quando aplicável;
- **Revestimentos anticorrosivos** (galvanização a quente): certificados conforme ABNT NBR 6323, especificando a espessura da camada de zinco.

4.1.4.2.3 Normas técnicas de referência

A rastreabilidade e certificação dos materiais serão atendidas conforme as seguintes normas, entre outras aplicáveis:

- ABNT NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto;
- ABNT NBR 15535:2007 – Conexões para estruturas de aço – Parafusos de alta resistência;
- ABNT NBR 14762:2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;



- NBR 8681, NBR 6120, NBR 6123 tratam das ações e cargas que devem ser consideradas, garantindo a segurança estrutural e a conformidade com exigências técnicas.
- ABNT NBR 6120:2019 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;
- ABNT NBR 6123:2023 – Forças devidas ao vento em edificações;
- ABNT NBR 6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 15535:2007 – Conexões para estruturas de aço – Parafusos de alta resistência;
- AWS D1.1 – Structural Welding Code – Steel – Código de soldagem para estruturas de aço;
- ABNT NBR ISO 9001:2015 – Sistemas de gestão da qualidade;
- ABNT NBR 15575:2013 – Desempenho de edificações habitacionais.
- AWS D1.1 – Structural Welding Code – Steel;
- ABNT NBR ISO 9001:2015 – Sistemas de gestão da qualidade;
- ABNT NBR 6323 – Revestimento de zinco por imersão a quente.

4.1.4.2.4 Controle de qualidade e procedimentos

- **Entrega de certificados:** todos os documentos comprobatórios deverão ser entregues à fiscalização antes do início da montagem ou instalação dos elementos estruturais;
- **Associação documental:** certificados e relatórios deverão estar vinculados por lote, número de peça e fornecedor ao memorial descritivo e projeto executivo;
- **Ensaio não destrutivo (END):** inspeção visual, líquido penetrante e ultrassom deverão ser realizados conforme plano de inspeção e controle (PIC);
- **Recusa de materiais:** materiais sem documentação ou com divergências técnicas serão recusados e deverão ser substituídos sem custo adicional para a contratante.

4.1.4.2.5 Aplicações em obras públicas

Para garantir a precisão na modelagem, análise estrutural e dimensionamento dos elementos metálicos da cobertura e demais estruturas do Terminal Municipal de Araucária – PR, foram considerados os valores característicos do aço estrutural



especificado no projeto. As propriedades mecânicas do material são fundamentais para avaliar a resposta da estrutura às solicitações de carga, garantindo a segurança, estabilidade e durabilidade do sistema.

Os principais parâmetros adotados para os perfis metálicos são:

Aço ASTM A36

- Tensão de escoamento (f_{yk}) = 250 MPa
- Tensão de ruptura (f_{tk}) = 400 MPa

Aço ASTM A572 Grau 50

- Tensão de escoamento (f_{yk}) = 345 MPa
- Tensão de ruptura (f_{tk}) = 448 MPa
- Outros parâmetros mecânicos do aço estrutural
- Módulo de Elasticidade (E_s) = 200 GPa
- Coeficiente de dilatação térmica (α_s) = $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

Em atendimento à Lei nº 14.133/2021 (Nova Lei de Licitações e Contratos), o projeto executivo deve assegurar a conformidade técnica dos materiais empregados, conforme disposto no Artigo 42, garantindo a qualidade e segurança da obra.

Observação: todos os materiais utilizados na estrutura metálica deverão ser devidamente certificados, com garantia de rastreabilidade e qualidade conforme as normas técnicas e exigências do edital de licitação, mantendo os documentos disponíveis para auditoria e fiscalização durante toda a execução da obra.

4.1.4.3 Procedimentos construtivos

4.1.4.3.1 Pintura e proteção anticorrosiva

De acordo com a classe de agressividade do ambiente, as especificações de pintura dos elementos metálicos, devem ser mais severas.

O ambiente em que a obra está localizada apresenta uma grande taxa de gás carbônico, por ter como finalidade, a função de um terminal de ônibus, além disso, a cidade tem indústrias que acabam tornando a atmosfera mais agressiva.



Recomenda-se que a tinta de fundo seja epoxídica 80 µm, base seca. Tinta intermediária e acabamento epoxídica 160 µm, base seca poliuretano acrílico alifático 80 µm, base seca, totalizando uma espessura de película seca de 320 µm.

Considerando para todos os sistemas de pintura descritos acima, limpeza de superfície mínima padrão Sa 2 ½. O sistema apresentado é de alta durabilidade (>15 anos antes da primeira repintura).

A durabilidade de um sistema de pintura é fundamentalmente dependente do preparo prévio da superfície do aço. Ele é realizado tendo em vista dois objetivos principais:

Limpeza superficial: Trata-se da remoção da superfície de materiais que possam impedir o contato direto da tinta com o aço, como pós (diversos), gordura, óleos, combustíveis, graxa, ferrugem, carepa de laminação, resíduos de tintas, etc. O nível requerido de limpeza superficial variará de acordo com as restrições operacionais existentes, do tempo e dos métodos disponíveis para a limpeza, do tipo de superfície presente e do sistema de pintura escolhido, uma vez que diferentes tintas possuem diferentes graus de aderência sobre as superfícies metálicas.

Ancoragem mecânica: O aumento da rugosidade superficial proporciona um aumento da superfície de contato entre o metal e a tinta, contribuindo, desse modo, para o aumento da aderência. O perfil de rugosidade especificado está ligado à espessura (total) da camada seca de tinta.

Sistema de pintura em atendimento à Norma ISO 12944-5.

4.1.4.4 Movimentação das estruturas de aço da obra

A movimentação das estruturas de aço na obra deverá ser feita de modo a obedecer aos seguintes requisitos gerais:

As tesouras e arcos devem ser transportados, de preferência, na posição vertical, e suspensa por dispositivos colocados em posições tais que evitaria inversão de esforços a tração e compressão nos banzos inferior e superior, respectivamente.

Deverão ser tomados cuidados especiais para os casos de peças esbeltas e que devam ser devidamente contraventadas provisoriamente, para a movimentação. A carga e descarga da estrutura deverão ser feitas com todos os cuidados necessários para evitar deformações que as inutilizem parcial ou totalmente e que resultem em custos adicionais.



Todas as peças metálicas devem ser cuidadosamente alojadas sobre madeirame espesso disposto de forma a evitar que a peça sofra efeito de corrosão. As peças deverão ser estocadas em locais que possuem drenagem de águas pluviais adequadas evitando-se com isto, o acúmulo de água sobre ou sob as peças.

4.1.4.5 Proteção anticorrosiva de pilares metálicos enterrados

Os elementos estruturais metálicos que permanecerão enterrados até 2,00 metros abaixo do nível do solo deverão ser protegidos por tratamento anticorrosivo específico, adequado para exposição prolongada à umidade, variações de pH e agentes químicos potencialmente agressivos presentes no solo.

O sistema de proteção deverá atender aos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 8800:2008, no que se refere à durabilidade de estruturas metálicas em contato direto com o solo, bem como às diretrizes da ABNT NBR 7480, no tocante à proteção contra corrosão de componentes metálicos.

O revestimento protetivo deverá ser compatível com o tipo de aço utilizado, aplicando-se preferencialmente sistemas com revestimentos betuminosos, epóxi, galvanização por imersão a quente ou outro sistema comprovadamente eficaz, conforme especificações técnicas do fabricante e recomendações normativas.

A escolha e aplicação do sistema anticorrosivo deverão ser realizadas de acordo com as características geotécnicas do local (tipo de solo, umidade, presença de agentes agressivos), com o objetivo de garantir a durabilidade, a integridade estrutural e a vida útil da estrutura, conforme preconizado pelas normas técnicas brasileiras vigentes.

4.1.4.5.1 Preparação da superfície

- As superfícies metálicas deverão ser preparadas por meio de jateamento abrasivo, conforme norma ISO 8501-1, atingindo no mínimo grau de limpeza Sa 2½.
- A rugosidade da superfície deverá ser compatível com o sistema de pintura a ser aplicado, garantindo aderência e desempenho adequados.



4.1.4.5.2 Sistema de pintura e revestimento

O sistema de proteção anticorrosiva deverá compreender as seguintes camadas, aplicadas em ambiente controlado:

- 1ª demão: Primer epóxi anticorrosivo com pigmentação à base de fosfato de zinco, com espessura seca mínima de 60 µm;
- 2ª e 3ª demãos: Tinta epóxi de alta espessura (high build), com espessura seca mínima total de 150 µm;
- Camada final: Revestimento impermeabilizante com tinta asfáltica (betuminosa) ou solução elastomérica compatível, com espessura seca mínima de 200 µm, aplicada nas regiões em contato direto com o solo.

A aplicação das camadas deverá seguir rigorosamente as instruções dos fabricantes, respeitando os intervalos de cura entre demãos e as condições ambientais adequadas (temperatura, umidade, ponto de orvalho).

4.1.4.5.3 Impermeabilização com manta asfáltica - duas camadas

Adicionalmente, os trechos enterrados dos pilares deverão receber impermeabilização com manta asfáltica, aplicada da seguinte forma:

- Aplicação de primer asfáltico base solvente, com consumo aproximado de 0,3 a 0,5 L/m², sobre a superfície já tratada com pintura anticorrosiva;
- Aplicação de duas camadas de manta asfáltica industrializada com base elastomérica ou estruturada com armadura de poliéster, sendo:
 - 1ª camada com espessura de 3 mm
 - 2ª camada com espessura de 4 mm, com sobreposição mínima de 10 cm nas emendas longitudinais e 15 cm nas transversais;
- Aplicação por termofusão (maçarico), com cuidados para evitar bolhas, dobras ou falhas de aderência;
- As mantas deverão envolver toda a porção enterrada dos pilares, incluindo rodapés verticais conforme exigência do projeto.

A execução da impermeabilização deverá ser realizada por empresa especializada, com responsabilidade técnica e acompanhamento de profissional habilitado.



4.1.4.5.4 Considerações técnicas de execução

A escolha e aplicação do sistema anticorrosivo e de impermeabilização deverão considerar as características geotécnicas do local, incluindo:

- Tipo de solo
- Teor de umidade
- Presença de agentes químicos agressivos ou contaminantes

Antes do reaterro, deverá ser realizada inspeção visual e técnica da integridade de todo o sistema. Eventuais falhas, trincas ou descolamentos deverão ser reparados com os mesmos materiais e critérios adotados na aplicação inicial.

4.1.4.5.5 Normas técnicas de referência

- ABNT NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e estruturas mistas aço-concreto
- ABNT NBR 7480 – Aço para armaduras em concreto armado
- ABNT NBR 15300 – Revestimento de proteção anticorrosiva por pintura
- ABNT NBR 9952 – Manta asfáltica para impermeabilização
- ABNT NBR 9574 – Execução de impermeabilização
- ABNT NBR 9575 – Seleção e projeto de impermeabilização
- ISO 8501-1 – Preparação de superfícies de aço para pintura

4.2 SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO E EXAUSTÃO

4.2.1 Dimensionamento e instalação

O presente memorial descritivo tem por objetivo apresentar as informações pertinentes ao dimensionamento, bem como as características técnicas e construtivas do sistema de climatização e exaustão a ser implantado no Terminal de Araucária, visando assegurar o conforto térmico, a adequada renovação e qualidade do ar interior, a preservação dos equipamentos e a eficiência energética da instalação.

As instalações de climatização do terminal serão compostas por equipamentos de ar-condicionado do tipo split hi-wall, dotados de função de esterilização e ciclo quente/frio. Os equipamentos foram dimensionados conforme as cargas térmicas específicas de cada ambiente, considerando a natureza de obra pública, os fatores de ocupação, iluminação, equipamentos internos e as condições climáticas locais.



A renovação de ar será realizada **principalmente por ventilação natural**, por meio de janelas, garantindo a troca mínima de ar com o ambiente externo. O uso de sistemas de ar-condicionado split tem finalidade exclusiva de **conforto térmico**, sem caracterizar sistemas hospitalares complexos de renovação de ar.

O dimensionamento das vazões de insuflação e exaustão foi desenvolvido com base em cálculos técnicos específicos, considerando taxas de ocupação, volume dos ambientes e condições de utilização. Para tal, foram utilizados como referência os parâmetros estabelecidos pelas seguintes normas:

- ABNT NBR 16401:2024 – Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 1: Projetos das Instalações;
- ABNT NBR 16401-2:2024 – Parâmetros de conforto térmico;
- ABNT NBR 16401-3:2024 – Qualidade do ar interior: Utilizada apenas como referência geral de boas práticas de qualidade do ar em ambientes fechados, sem implicar exigência hospitalar.
- ABNT NBR 7256:2005 – Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde: (Citada apenas como referência complementar de boas práticas para renovação do ar, não sendo aplicável como exigência obrigatória, visto que a edificação não se enquadra como estabelecimento de saúde.
- ASHRAE Standard 62.1 – Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality;
- ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão (no que tange à alimentação elétrica dos equipamentos).
- ABNT NBR 17037 - PMOC - Plano de Manutenção, Operação e Controle de Manutenção.

4.2.2 Premissas do projeto

O projeto de climatização do Terminal Municipal de Araucária tem como premissa principal o atendimento às condições de conforto térmico e qualidade do ar interior, conforme definido na ABNT NBR 16401 – Partes 1, 2 e 3.

O dimensionamento da carga térmica foi realizado considerando os seguintes fatores:

- Ocupação média estimada por ambiente, de acordo com sua função (recepção, bilhetagem, farmácia, almoxarifado, salas de distribuição, áreas administrativas);
- Ganhos térmicos internos provenientes de equipamentos eletrônicos em operação (computadores, televisores, impressoras e painéis);



- Carga térmica associada à iluminação artificial;
- Transmissão térmica pela envoltória da edificação (paredes, coberturas e aberturas), considerando a orientação solar local;
- Necessidade de renovação de ar nos ambientes fechados, conforme taxas mínimas da NBR 16401-2, com reforço em áreas de armazenamento de medicamentos;
- Controle de temperatura e umidade em ambientes com exigência sanitária, como farmácia e almoxarifado de medicamentos controlados, com base nas recomendações da RDC 430/2020 (Anvisa) e da ABNT NBR 7256;
- Perdas térmicas por abertura frequente de portas em áreas de acesso público, com mitigação por meio da instalação de cortinas de ar.

Nos sanitários e no DML, foi adotado sistema de exaustão mecânica por meio de exaustores tipo **Ventokit**, dimensionados para atender à vazão mínima de renovação de ar exigida para esses ambientes, garantindo adequada extração de odores e vapores.

Em salas de maior porte ou ambientes conjugados, foram previstas **cortinas de ar** adicionais nas portas de acesso, com o objetivo de reduzir trocas térmicas com o exterior e assegurar a manutenção da temperatura interna, contribuindo para o desempenho eficiente do sistema.

O sistema adotado é composto por unidades de ar-condicionado do tipo **Split Hi-Wall**, com capacidades selecionadas de acordo com as cargas térmicas de cada ambiente. A alimentação elétrica dos equipamentos foi prevista conforme os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5410.

- Condições Externas:

Local: Araucária - PR

Regime Operacional: 24 horas por dia.

TBS - Temp. de Bulbo seco: 16,4 °C (média anual).

TBU - Temp. de Bulbo úmido: 14.1 °C (média anual).

TBS - Temperatura de Bulbo seco: 16,4 °C ± 2°C.

Umidade relativa de < 75% (sem controle).



4.2.3 Conforto térmico do 1º pavimento térreo

Para a sala de bilhetagem, considerou-se uma ocupação de 37 pessoas para o dimensionamento da carga térmica, conforme as diretrizes da norma ABNT NBR 16401-3, que trata das instalações de ar-condicionado para conforto térmico em ambientes ocupados. No cálculo da carga térmica, foram considerados os ganhos térmicos provenientes dos equipamentos eletrônicos, tais como televisão, painel de chamadas de senha, computadores, impressora, além da carga térmica gerada pela iluminação artificial do ambiente.

Para assegurar o conforto térmico, foram dimensionadas duas unidades de ar condicionado Split hi wall com duas condensadoras com capacidade nominal de 36.000 Btu/h cada, atendendo à demanda térmica calculada. Foi instalada, também, uma cortina de ar na porta de acesso, cuja função é criar uma barreira de ar direcionada, reduzindo a troca de ar entre o ambiente condicionado e áreas externas. Essa solução minimiza infiltrações térmicas, melhora a eficiência energética do sistema e mantém a estabilidade da temperatura interna, conforme recomendações técnicas para ambientes com acesso frequente.

Além disso, a sala conta com janelas que promovem a ventilação natural, permitindo a renovação do ar interno. A renovação do ar, fundamental para a manutenção da qualidade do ar e do conforto térmico, dilui contaminantes e controla a umidade relativa, conforme previsto na norma ABNT NBR 16401-2, que aborda a ventilação em ambientes internos. Essa estratégia contribui para o bem-estar dos ocupantes e complementa o sistema mecânico de climatização.

Para a sala do guichê de bilhetagem considerou-se uma ocupação de 6 pessoas, computadores, impressora, e iluminação do ambiente, para o cálculo da carga térmica conforme as diretrizes da norma ABNT NBR 16401-3 para conforto térmico em ambientes ocupados. A sala observada levando em consideração todos os cálculos e procedimento para um equipamento de ar condicionado Split hi wall com condensadora com a capacidade de resfriamento com 36.000 Btu/h. A sala foi distribuída por janelas que promovem a ventilação natural garantindo a renovação de ar do ambiente.

Para a sala de biblioteca considerou-se uma ocupação de 2 pessoas, computadores, impressora, e iluminação do ambiente, para o cálculo da carga térmica conforme as diretrizes da norma ABNT NBR 16401-3 para conforto térmico em ambientes ocupados. A sala observada levando em consideração todos os cálculos e



procedimento para um equipamento de ar condicionado Split hi wall com condensadora com a capacidade de resfriamento com 18.000 Btu/h. A sala foi distribuída por janelas que promovem a ventilação natural garantindo a renovação de ar do ambiente.

Na sala de Operação foi dimensionado um equipamento de ar condicionado Split hi wall com condensadora com a capacidade de resfriamento com 12.000 Btu/h considerando o espaço e a ocupação de 2 pessoas, 1 computador. O sistema de renovação de ar do ambiente levou em consideração o uso de janelas.

Na sala de descanso dos motoristas foi dimensionado um equipamento de ar condicionado Split hi wall com condensadora com a capacidade de resfriamento com 36.000 Btu/h considerando o espaço e a ocupação de 2 pessoas, 1 computador. O sistema de renovação de ar do ambiente levou em consideração o uso de janelas.

Os sanitários femininos do piso térreo do bloco administrativo foram dimensionados para a renovação de ar do ambiente, considerando os cálculos e normas para determinar o e determinado o uso de equipamento de Ventokit para a renovação de ar com capacidade de renovação de 80 m³/h

Os sanitários masculino do piso térreo do bloco administrativo foi calculado e dimensionado o sistema de renovação de ar, considerando os cálculos e normas foi sinalizado e determinado o uso de um sistema de renovação de ar por Ventokit para a renovação de ar com capacidade de 80 m³/h.

A sala do D.M.L do piso térreo foi dimensionada para uso de 1 sistema de ventokit para a renovação de ar com capacidade de 80 m³/h.

Os demais sanitários do piso térreo foram dimensionados e sinalizados o uso de 1 sistema de ventokit para a renovação de ar de cada ambiente com capacidade de renovação de 80 m³/h, totalizando 3 unidades.

4.2.4 Conforto térmico do 2º pavimento

Para a sala de medicamentos controlados, foi considerado uma ocupação reduzida, restrita a profissionais responsáveis pelo manuseio, manipulação e controle dos medicamentos. O cálculo da carga térmica, foram considerados os equipamentos presentes, considerando ganhos internos provenientes da iluminação artificial, procurando atender as necessidade de manter condições ambientais rigorosas para garantir a integridade dos medicamentos conforme orientações da **ANVISA RDC 306/2004** e da **ABNT NBR 16401-3**.



Para garantir o conforto térmico e a preservação dos medicamentos, foi dimensionado um sistema de ar-condicionado do tipo split hi-wall, com capacidade de 18.000 BTU/h, operando exclusivamente no modo frio. O equipamento possui capacidade adequada para manter a temperatura e a umidade controladas dentro da faixa recomendada para armazenamento seguro, assegurando também o conforto térmico dos profissionais. A ventilação, natural ou controlada, deve garantir a renovação do ar exigida, sem comprometer as condições de segurança e o controle ambiental, respeitando os critérios da ABNT NBR 16401-2 para ventilação em ambientes críticos, evitando o acúmulo de contaminantes.

A sala do consultório farmacêutico foi dimensionada considerando a presença do profissional de saúde e a eventual presença do paciente. Para o cálculo da carga térmica, foram considerados e incluídos os ganhos sensíveis provenientes da ocupação, equipamentos eletrônicos e iluminação artificial, em conformidade com os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 16401-3.

Para atender à carga térmica calculada, foi especificado um sistema de climatização composto por uma unidade Split hi-wall com capacidade nominal de 18.000 BTU/h, operando exclusivamente no modo frio. O equipamento garante conforto térmico durante os atendimentos, assegurando também condições adequadas para a prestação dos serviços farmacêuticos. O sistema de ventilação do ambiente por janelas ao qual deve possibilitar a renovação de ar devido a se tratar de uma ambiente salubre, assim conforme a lei ABNT NBR 16401-2.

Para a sala de distribuição da saúde, considerou-se uma população média de 86 pessoas para o dimensionamento da carga térmica, conforme as diretrizes da norma ABNT NBR 16401-3, que trata das instalações de ar-condicionado para conforto térmico em ambientes ocupados. No cálculo da carga térmica, foram considerados os ganhos térmicos provenientes dos equipamentos eletrônicos, tais como televisão, painel de chamadas de senha, computadores, impressora, além da carga térmica gerada pela iluminação artificial do ambiente.

Para assegurar o conforto térmico, foram dimensionadas seis (6) unidades de ar-condicionado do tipo Split hi-wall, com capacidade nominal de 48.000 Btu/h cada, totalizando uma carga térmica de 288.000 Btu/h para o ambiente. Foi instalada, também, uma cortina de ar na porta de acesso, cuja função é criar uma barreira de ar direcionada, reduzindo a troca de ar entre o ambiente condicionado e áreas externas. Essa solução minimiza infiltrações térmicas, melhora a eficiência energética do



sistema e mantém a estabilidade da temperatura interna, conforme recomendações técnicas para ambientes com acesso frequente.

A sala de distribuição foi considerada a população de 1 pessoa, sem computador e impressora, considerando geladeira para armazenamento de medicamentos, foi dimensionado um equipamento de 36.000 Btu/h. A potência necessária não é uma potência usual, devido a falta dessa potência específica no mercado e poderá ser instalado um equipamento de 36.000 Btu/h.

Na sala de atendimento ao cidadão com baixa circulação de pessoas, foi considerada a ocupação de 2 pessoas, para cálculo da carga térmica sem necessidade de aparelhos elétricos e eletrônicos como computadores, impressora e iluminação do ambiente, dimensionado a ser instalado 1 equipamento de 9.000 Btu/h.

Na sala da área técnica do servidor com baixa circulação de pessoas, foi considerada a ocupação de 2 pessoas, para cálculo da carga térmica sem necessidade de aparelhos elétricos e eletrônicos como computadores, impressora e iluminação do ambiente, dimensionado a ser instalado 1 equipamento de 9.000 Btu/h.

A sala de coordenação foi considerada a presença de 6 pessoas, computadores, impressora e iluminação do ambiente, dimensionado um equipamento de 36.000 Btu/h.

Almoxarifado de medicamentos foi considerado a presença de 1 pessoa no ambiente, um computador, 1 impressora e iluminação do ambiente para cálculos térmicos, e dimensionado o uso de 2 equipamentos de 36.000 Btu/h.

Na sala de armazenamento de medicamentos controlados baixa circulação de pessoas, restrito ao condicionamento dos produtos, ao qual a sala deve ser restrita ao acesso de profissionais habilitados o , para cálculo da carga térmica sem necessidade de aparelhos elétricos e eletrônicos como computadores, impressora e iluminação do ambiente, dimensionado a ser instalado 1 equipamento Split Hi wall somente frio de 9.000 Btu/h.

A sala da Superintendência foi considerada uma ocupação de 4 pessoas, computadores, impressora e iluminação do ambiente, dimensionado uma máquina de 24.000 Btu/h.

A sala de apoio e fiscalização foi considerada a presença de 8 pessoas, computador e iluminação do ambiente, foi dimensionado uma potência de 60.000 Btu/h divididos em 2 equipamentos de 30.000 Btu/h.



Para a sala de operação foi considerada a presença de 6 pessoas, computadores, impressora e iluminação ambiente, foi dimensionado uma carga de 48.000 Btu/h, devido ao espaço da sala e posição dos postos de trabalho foi dividido e dimensionado o uso de 2 equipamentos de potência igual ou superior a 24.000Btu/h.

Para os consultórios Farmacêutico foi considerado a presença de 3 pessoas, o uso de computadores, impressora e iluminação do ambiente, foi dimensionado o uso de um equipamento com potência igual ou superior a 18.000 Btu/h.

O banheiro de uso coletivo “Unisex” do piso superior do bloco administrativo foi dimensionado para a renovação de ar do ambiente, determinado o uso de 2 sistemas de Ventokit para a renovação de ar com capacidade de renovação de 80 m³/h.

Ambas as máquinas do térreo e do 1º pavimento devem possuir sistema de luz ultravioleta para melhoria da qualidade do ar climatizado, sistema que elimina bactérias e vírus presentes no ar. As renovações de ar serão de forma natural com entrada por portas e janelas.

4.2.5 Dimensionamento das cargas térmicas

Para o dimensionamento das cargas térmicas do Terminal Municipal de Araucária, foram utilizados métodos baseados em cálculos técnicos complementados pelo software **Hourly**, da Carrier, amplamente reconhecido para análise detalhada de cargas térmicas horárias.

O estudo considerou os seguintes parâmetros:

- Ocupação média e perfil de uso dos ambientes;
- Ganhos térmicos internos provenientes de equipamentos eletrônicos e iluminação;
- Trocas térmicas com o meio externo, levando em conta características construtivas e orientação solar;
- Renovação e qualidade do ar, conforme normas vigentes.

4.2.5.1 Cálculos da carga térmica

O dimensionamento do sistema de climatização foi realizado com base nas normas técnicas brasileiras e internacionais vigentes, garantindo conforto térmico, qualidade do ar interior e eficiência energética.



Foram adotadas as diretrizes da ABNT NBR 16401 (Partes 1, 2 e 3), bem como recomendações do ASHRAE Handbook – Fundamentals e da norma ASHRAE 62.1, relativas à ventilação em ambientes climatizados.

O cálculo considerou as características da edificação, localização geográfica, orientação solar, materiais construtivos, cargas internas (ocupação, iluminação e equipamentos) e necessidade de renovação de ar, conforme as condições internas e externas do projeto.

4.2.5.2 Carga térmica total

A **carga térmica total (Q_{T})** é a soma das cargas térmicas sensível e latente, incluindo os ganhos de calor por:

- Transmissão pelas superfícies (paredes, teto, piso, vidros);
- Infiltração de ar externo;
- Pessoas;
- Equipamentos e iluminação;
- Renovação de ar exigida por norma.

A equação geral é:

$$Q_T = Q_S + Q_L$$

Onde:

- Q_T : Carga térmica total (kW ou TR);
- Q_S : Carga térmica sensível (kW);
- Q_L : Carga térmica latente (kW).

4.2.5.3 Carga térmica sensível

A carga térmica sensível (**Q_S**) representa o ganho de calor que eleva a temperatura do ar. Ela pode ser calculada pela soma dos ganhos por transmissão, ocupação, iluminação, equipamentos e ar de ventilação:

$$Q_S = Q_{\text{transmissão}} + Q_{\text{ocupação}} + Q_{\text{iluminação}} + Q_{\text{equipamentos}} + Q_{\text{ventilação}}$$

Onde:

- A: Área da superfície (m²);
- U: Coeficiente global de transmissão térmica (W/m²·K);
- ΔT: Diferença entre temperatura externa e interna (K).



4.2.5.4 Carga por infiltração ou ventilação

Caso o ar externo seja insuflado ao ambiente (renovação de ar), sua carga deve ser considerada:

Sensível:

$$Q_{vent,S} = 1,21 \cdot V \cdot (T_e - T_i)$$

Latente:

$$Q_{vent,L} = 3,02 \cdot V \cdot (\omega_e - \omega_i)$$

Onde:

- V : Vazão de ar externo (m³/s);
- Te, Ti : Temperaturas externa e interna (°C);
- ω_e, ω_i : Unidades específicas do ar externo e interno (kg água/kg ar seco).

4.2.5.5 Estimativa da capacidade do equipamento (TR ou BTU/h).

A partir do total da carga térmica calculada, convertem-se os valores para as unidades utilizadas pelos fabricantes de sistemas de climatização:

$$1 \text{ TR (Tonelada de Refrigeração)} = 12.000 \text{ BTU/h} = 3,517 \text{ kW}$$

Exemplo:

$$QT = 10,5 \text{ kW} \Rightarrow 10,53 / 3,517 \approx 3,0 \text{ TR.}$$

4.2.6 Taxa de Renovação de Ar (ABNT NBR 16401-1)

Para o processo de renovação de ar por ambiente deve se considerar uma renovação de ar mínima como descrito no exemplo a seguir:

Tipo de ambiente	Renovação mínima (L/s pessoa)
Sala de medicamentos	25,0
Farmácia	30,0
Área de gestão (escritórios)	17,0
Biblioteca	12,0
Obs: esses valores atendem às diretrizes da ABNT NBR 16401-1 e ASHRAE 62.1, considerando as especificidades de cada ambiente, como controle sanitário e ocupação.	

4.2.7 Fatores Adicionais no dimensionamento

- **Localização geográfica** (zonas climáticas);



- **Orientação solar do edifício;**
- **Carga interna variável** (horários de pico);
- **Altura do pé-direito** (influencia volume e vazão);
- **Tipo de sistema a ser utilizado** (Split, VRF, Self, Chiller, etc.);
- **Automação e controle** (influência carga por eficiência);
- **Eficiência energética do equipamento** (EER / COP mínimo segundo o INMETRO e a NBR 5858).

4.2.8 Normas Técnicas Referenciais

- **ABNT NBR 16401-1:2022** – Qualidade do ar interior;
- **ABNT NBR 16401-2:2020** – Parâmetros de conforto térmico;
- **ABNT NBR 16401-3:2022** – Dimensionamento de cargas térmicas;
- **ABNT NBR 15569** – Sistemas de climatização – Procedimentos para projeto e execução;
- **ABNT NBR 15848** – Comissionamento de sistemas de ar-condicionado;
- **ASHRAE Fundamentals Handbook** – Capítulo "Cooling Load Calculations";
- **ASHRAE 62.1** – Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

Para definição da carga térmica total, foram aplicados os seguintes procedimentos e fórmulas técnicas: Com base nos dados inseridos, o software realizou a simulação do comportamento térmico horária, fornecendo resultados precisos para a determinação das cargas térmicas máximas e médias a serem atendidas pelos sistemas de climatização. Os valores obtidos no dimensionamento encontram-se detalhados na tabela a seguir:



AMBIENTES	CARGA TÉRMICA (BTU/h)	POT. kW	FUNÇÃO	COD. COND.	COD. EVAP.	MODELO	QTD
SALA DE DISTRIBUIÇÃO SAÚDE	48.000 BTU/h	2275 Whats	FRIO/ QUENTE	PDFI48C2CA	PDFE48C2CA	Ar-Condicionado Split Piso Teto ELGIN Inverter Plus R-32 OU Equivalente	6 UNI.
SALA DE DISTRIBUIÇÃO	36.000 BTU/h	2895 Whats	FRIO/ QUENTE	S4UW36R43F B.EB2GAM1	S4NW36R43FB.E B2GAM1	Ar-Condicionado LG DUAL Inverter Voice 36.000 ou Equivalente	1 UNI.
SALA ÁREA TÉCNICA SERVIDOR	9.000 BTU/h	2637 Whats	FRIO/ QUENTE	HJQE09C2CC	HJQI09C2WC	Ar-Condicionado Split HW Elgin Eco Inverter II ou Equivalente	1 UNI.
ALMOX. MEDI. CONTROLADOS	18.000 BTU/h	1790 Whats	FRIO	HJQE18C2CC	HJQI18C2WC	Ar-Condicionado Split HW Elgin Eco Inverter II ou Equivalente	1 UNI.
SALA DE COORDENAÇÃO	36.000 BTU/h	2895 Whats	FRIO/ QUENTE	S4UW36R43F B.EB2GAM1	S4NW36R43FB.E B2GAM1	Ar-Condicionado LG DUAL Inverter Voice 36.000 ou Equivalente	1 UNI.
ALMOX. MEDIC.	36.000 BTU/h	3530 Whats	FRIO	PDFE36C2CA	PDFI36C2DA	Ar condicionado Split Piso Teto Inverter Plus R-32 Elgin, somente FRIO ou Equivalente.	2 UNI>
SALA DE SUPERINTENDÊNCIA	24.000 BTU/h	2336 Whats	FRIO/ QUENTE	HJQE24C2CB	HJQI24C2WB	Ar-Condicionado Split HW Elgin Eco Inverter II ou Equivalente	1 UNI.
SALA DE FISCALIZAÇÃO	30.000 BTU/h	2857 Whats	FRIO/ QUENTE	HJQE30C2CB	HJQI30C2WB	Ar-Condicionado Split HW Elgin Eco Inverter II ou Equivalente	2 UNI.
SALA DE OPERAÇÃO	24.000 BTU/h	2336 Whats	FRIO/ QUENTE	HJQE24C2CB	HJQI24C2WB	Ar-Condicionado Split HW Elgin Eco Inverter II ou Equivalente	2 UNI.
CONS. FARMACÊUTICO	18.000 BTU/h	1790 Whats	FRIO/ QUENTE	HJQE18C2CC	HJQI18C2WC	Ar-Condicionado Split HW Elgin Eco Inverter II ou Equivalente	1 UNI.
SALA DE BILHETAGEM	36.000 BTU/h	2895 Whats	FRIO/ QUENTE	S4UW36R43F B.EB2GAM1	S4NW36R43FB.E B2GAM1	Ar-Condicionado LG DUAL Inverter Voice 36.000 ou Equivalente	2 UNI.
GUICHÊ BILHETAGEM	36.000 BTU/h	2895 Whats	FRIO/ QUENTE	S4UW36R43F B.EB2GAM1	S4NW36R43FB.E B2GAM1	Ar-Condicionado LG DUAL Inverter Voice 36.000 ou Equivalente	1 UNI.
BIBLIOTECA	18.000 BTU/h	1790 Whats	FRIO/ QUENTE	HJQE18C2CC	HJQI18C2WC	Ar-Condicionado Split HW Elgin Eco Inverter II ou Equivalente	1 UNI.
SALA DE OPERAÇÕES	12.000 BTU/h	3516 Whats	FRIO/ QUENTE	HJQE12C2CD	HJQI12C2WD	Ar-Condicionado Split HW Elgin Eco Inverter II ou Equivalente	1 UNI.
SALA DOS MOTORISTAS	36.000 BTU/h	2895 Whats	FRIO/ QUENTE	S4UW36R43F B.EB2GAM1	S4NW36R43FB.E B2GAM1	Ar-Condicionado LG DUAL Inverter Voice 36.000 ou Equivalente	1 UNI.

SALA DE DISTRIBUIÇÃO SAÚDE	260 Whats	Cortina de Ar Gallant Pro 150 cm, GCA15MCC-BR220 ou equivalente	061360314200000011	Vazão 3890 m³/h	2 UNI.
Banheiros / DML	22 Whats	VENTOKI COM SENSOR DE PRESENÇA MODELO D80 ou Equivalente		Vazão 80 m³/h	4 UNI.

4.2.9 Materiais

As ligações entre as unidades evaporadoras e unidades condensadoras deverão ser feitas através de tubulação de cobre fosforoso sem costura, desoxidados, recozidos e brilhantes com liga C-122 com 99% de cobre conforme norma NBR 7541.



A tubulação deverá ter especificação para resistir a uma pressão máxima de 4,2 MPa – 42 kg/cm² – 600 PSI.

Os cabos elétricos devem seguir a norma NBR 5410 respeitando capacidade de transmissão de corrente e padrão de cores com cabo terra na cor verde, instalados com terminais de compressão nas ligações.

4.2.10 Teste de pressão

Os testes de pressão devem ser feitos com nitrogênio, inicia se pressurizando o circuito com os pontos devidamente e verificando a pressão no intervalo de 5 em 5 minutos, e conclui-se o teste com avaliação após 24 horas, onde a pressão não pode sofrer queda durante esse intervalo, caso o teste de negativo a executante deve reparar os possíveis vazamentos e iniciar o teste novamente.

Para o teste deve se avaliar a temperatura ambiente no início e final do teste pois a temperatura influenciará na pressão final.

4.2.11 Procedimento de vácuo

Após teste de pressão executado com sucesso deve-se esvaziar a linha de nitrogênio e iniciar o procedimento de vácuo, utilizar bomba de vácuo com válvula de bloqueio contra refluxo, utilizar medidores de pressão absoluta para garantir a leitura correta, garantir a ausência de umidade no sistema.

4.2.12 Gás Refrigerante R-32 das unidades condensadoras.

As unidades condensadoras instaladas utilizam como fluido refrigerante o R-32 (Difluorometano), classificado como HFC (Hidrofluorcarbono), isento de Clorofluorcarbonos (CFCs) e de Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), o que garante **Potencial de Destruição da Camada de Ozônio (ODP)** igual a zero, conforme estabelecido pelo **Protocolo de Montreal** e pelas diretrizes da **ABNT NBR 16069:2022**.

O R-32 apresenta **baixo Potencial de Aquecimento Global (GWP)** em comparação com outros HFCs, como o R-410A, reduzindo significativamente o impacto ambiental da operação dos sistemas de climatização. Trata-se de um fluido de **eficiência energética elevada**, com melhores propriedades termodinâmicas, o que permite o uso de menores cargas de fluido e aumento da eficiência do sistema.



Todas as unidades são fornecidas de fábrica com carga de fluido refrigerante adequada para tubulações frigorígenas com até **7,5 metros lineares de comprimento**. Quando o comprimento da tubulação exceder esse valor, é necessário realizar a **complementação da carga de gás**, de acordo com as recomendações do fabricante e seguindo os critérios de segurança da norma **ABNT NBR 14518 (Sistemas de Refrigeração e Condicionamento de Ar - Instalação)**. A necessidade de carga adicional deverá ser informada ao responsável técnico da obra ou ao fiscal designado.

A tubulação frigorígena deverá ser instalada com isolamento térmico conforme especificações técnicas vigentes, garantindo a minimização de perdas térmicas e evitando condensação externa. O dimensionamento correto e o isolamento adequado da tubulação são fundamentais para assegurar a eficiência energética e a durabilidade do sistema.

A complementação da carga de fluido refrigerante, quando necessária, deverá ser realizada por profissional habilitado, e informada ao responsável técnico da obra ou ao fiscal designado para acompanhamento.

A escolha do R-32 está alinhada com os requisitos de sustentabilidade estabelecidos por certificações ambientais como **LEED, AQUA**, e com os critérios de etiquetagem do **INMETRO/Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)**.

4.2.13 Tubulação de dreno das unidades evaporadoras e condensadoras

As tubulações de drenagem deverão ser dimensionadas em conformidade com as normas técnicas vigentes e as especificações dos fabricantes, sendo recomendada a utilização de tubos em PVC rígido, por sua resistência e durabilidade. É imprescindível que as tubulações apresentem uma inclinação mínima de 1% em direção ao ponto de escoamento para garantir o adequado escoamento do condensado.

Quando instaladas em ambientes horizontais sujeitos a condições de umidade ou temperatura elevadas, as tubulações deverão ser devidamente isoladas termicamente, com material de espessura mínima de $\varnothing 1/2"$ (12,50 mm), a fim de evitar a formação de condensação e possíveis danos ao forro ou estruturas adjacentes.

No caso de sistemas equipados com bomba de dreno, o ponto mais alto da rede de drenagem deverá estar posicionado próximo ao evaporador, respeitando uma



distância máxima de 15 cm. A tubulação deverá apresentar uma inclinação contínua de, no mínimo, 10 cm em direção ao tubo coletor geral para garantir o correto fluxo do condensado. Em sistemas com múltiplos evaporadores conectados à mesma rede de drenagem, é obrigatório que a tubulação não apresente elevações ao longo do percurso, evitando a formação de bolsões de água ("barrigas") que comprometem o escoamento.

O diâmetro mínimo individual das tubulações de drenagem para cada evaporador deverá ser de 32 mm, enquanto o tubo coletor geral deverá possuir diâmetro mínimo de 40 mm, garantindo capacidade suficiente para o escoamento simultâneo do condensado produzido.

Importante ressaltar que, conforme a norma ABNT NBR 5626:2020 (Instalações prediais de água fria), bem como orientações da ABNT NBR 8160:1999 (Sistemas prediais de esgoto sanitário — Projeto e execução), as tubulações de drenagem de condensado não devem ser conectadas diretamente ao sistema de esgoto sanitário. Essa medida evita o retorno de gases, mau cheiro, entupimentos e contaminação cruzada, garantindo a integridade do sistema e a segurança sanitária do ambiente.

A recomendação técnica é que o escoamento do condensado seja direcionado para um ponto apropriado, como ralos pluviais, caixas de gordura ou dispositivos de coleta específicos para condensados, sempre respeitando a legislação local e normas ambientais.

A canaleta destinada aos dutos de climatização tem como principal função organizar, proteger e conduzir adequadamente as linhas do sistema, garantindo segurança, estética e facilidade de manutenção. Essa canaleta será responsável por direcionar as tubulações desde os equipamentos internos até a unidade condensadora, atendendo tanto o térreo quanto o segundo pavimento da edificação.

Dentro da canaleta serão acomodados os seguintes materiais:

Tubulação frigorífica (linha de cobre): composta por linha de sucção e linha de líquido, devidamente isoladas com material elastomérico para evitar perdas térmicas e condensação externa.

Isolamento térmico: aplicado nas tubulações para garantir eficiência energética do sistema e prevenir formação de umidade.



Tubulação de dreno: responsável pela condução da água proveniente da condensação dos evaporadores, direcionando-a para ponto adequado de descarte.

Cabeamento elétrico: incluindo alimentação elétrica e cabos de comunicação entre evaporadora e condensadora, devidamente protegidos conforme normas técnicas.

Fixações e suportes internos: elementos que mantêm as tubulações organizadas, evitando vibração e atrito entre os materiais.

A canaleta poderá ser executada em PVC rígido, alumínio ou chapa galvanizada, conforme especificação de projeto, garantindo resistência mecânica, durabilidade e acabamento adequado ao ambiente. Deve-se prever tampas removíveis para inspeção e manutenção, além de correta vedação para evitar infiltrações ou entrada de agentes externos.

O dimensionamento da canaleta deverá considerar a quantidade de linhas, o diâmetro das tubulações e a necessidade de futuras ampliações, assegurando que tanto no térreo quanto no segundo pavimento o sistema opere com eficiência, organização e conformidade com as normas técnicas vigentes.

4.2.14 Plano de manutenção (PMBOC) do sistema de climatização.

O Plano de Manutenção, Operação, Beneficiamento e Controle (PMBOC) do sistema de climatização será implementado em conformidade com as normas técnicas vigentes, incluindo as diretrizes da ABNT NBR 16401 e ASHRAE Standards, assegurando o desempenho eficiente, a confiabilidade operacional e a durabilidade dos equipamentos.

A manutenção preventiva será realizada periodicamente, abrangendo inspeções visuais mensais para verificação das condições gerais, limpeza e troca de filtros a cada três meses, além de revisões semestrais nos componentes mecânicos e elétricos, como motores, ventiladores, correias e conexões. A carga e estanqueidade do fluido refrigerante deverão ser avaliadas anualmente, garantindo a integridade do sistema e a eficiência energética. A manutenção corretiva será executada conforme demanda técnica, com diagnóstico preciso e reparo imediato de eventuais falhas elétricas, mecânicas ou hidráulicas, minimizando paradas e assegurando a continuidade da operação.

A manutenção preditiva e as ações de beneficiamento englobarão monitoramento constante dos parâmetros operacionais, por meio de sistemas de



automação e análise técnica, com execução anual de balanceamento hidráulico e aerodinâmico, calibração de sensores, ajustes nos controles e atualizações de software. Essas medidas visam otimizar o desempenho do sistema, reduzir o consumo energético e prolongar a vida útil dos equipamentos.

A operação será realizada por pessoal devidamente capacitado, seguindo procedimentos técnicos rigorosos para controle dos parâmetros ambientais, como temperatura, umidade relativa e qualidade do ar, assegurando o conforto e a segurança dos usuários. O monitoramento contínuo será realizado por meio de sistemas de controle e análise de dados operacionais, permitindo a emissão de relatórios periódicos que subsidiarão decisões para manutenção preventiva e corretiva.

O PMBOC será executado com base nas especificações dos fabricantes e nas melhores práticas da engenharia, garantindo conformidade com requisitos legais, sustentabilidade ambiental e segurança, assegurando a eficiência e confiabilidade do sistema de climatização ao longo de seu ciclo de vida.

4.2.15 Entrega da instalação

Deverá ser montado um laudo de cada equipamento, contendo as informações de teste de vazamento, teste de pressão, quantidade de microns em vácuo, pressão de fluido com equipamento desligado, pressão de fluido em funcionamento, corrente do compressor em funcionamento e temperatura de saída do ar frio na evaporadora. Estes dados devem ser validados e assinados pelo técnico responsável da empresa instaladora.

4.2.16 Compatibilização e refinamento das soluções

O desenvolvimento do Projeto Executivo de Climatização deverá assegurar a total compatibilização entre disciplinas, integrando definições arquitetônicas, estruturais, elétricas, hidráulicas e de automação. Durante essa etapa, serão revistas as soluções preliminares de dimensionamento de equipamentos, distribuição de dutos, shafts e demais componentes, garantindo a coerência com o conceito original do empreendimento.

As especificações dos equipamentos e sistemas de distribuição deverão ser verificadas quanto à disponibilidade no mercado, considerando atualizações de fornecedores e eventuais substituições. Tais ajustes deverão preservar as



características técnicas e o desempenho previstos, sem prejuízo para a eficiência, a segurança e a qualidade operacional.

Os sistemas de climatização e exaustão serão detalhados minuciosamente, contemplando pontos de ligação, métodos de instalação, acessos para manutenção, juntas de dilatação e interfaces com demais sistemas da edificação. Medidas de proteção, como impermeabilização e prevenção contra contaminação, deverão ser aplicadas em áreas críticas, assegurando desempenho adequado e evitando retrabalhos durante a execução.

4.2.17 Normas, regulamentações e eficiência operacional

O Projeto Executivo deverá atender integralmente às normas técnicas e regulamentações aplicáveis aos sistemas de climatização (HVAC), incluindo requisitos de desempenho, segurança, eficiência energética e sustentabilidade. Serão observadas as diretrizes da ABNT, Corpo de Bombeiros, legislações municipais e parâmetros das concessionárias de serviços públicos, assegurando a obtenção das licenças necessárias e evitando revisões posteriores.

As soluções adotadas deverão priorizar a eficiência construtiva e operacional, considerando prazos, custos e qualidade de execução. Sempre que possível, serão empregadas soluções modulares e pré-fabricadas, reduzindo desperdícios e impactos durante a obra. A seleção de equipamentos e dispositivos levará em conta não apenas as demandas térmicas dos ambientes, mas também a integração com os demais sistemas da edificação, garantindo compatibilidade e desempenho energético adequado.

Por fim, o projeto contemplará estratégias de manutenção e acessibilidade às áreas técnicas, permitindo intervenções rápidas e seguras sem comprometer a operação. Dessa forma, assegura-se a sustentabilidade, a eficiência operacional e o conforto dos usuários ao longo da vida útil da edificação.

4.3 INSTALAÇÕES DE GÁS COMBUSTÍVEL

O presente projeto refere-se à instalação de um sistema de fornecimento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) destinado à alimentação de equipamentos de cocção (fogão, forno, chapa) em cozinha de lanchonete localizada no Terminal Rodoviário Municipal. O sistema foi dimensionado para operação com dois botijões do



tipo P13 (13 kg cada), instalados em área externa, distante aproximadamente 1,8 metros do ponto de consumo.

A proposta contempla uma rede de distribuição de gás de baixa pressão, com regulador de estágio único e tubulação em tubos de cobre sem costura de $\varnothing 1/2"$, conforme exigido pela norma ABNT NBR 16821. Os equipamentos a gás serão interligados por tubos flexíveis metálicos conforme ABNT NBR 14177:2018, com válvulas de bloqueio individuais por ponto.

4.3.1 Normas utilizadas

- ABNT NBR 13523:2019-Central de gás liquefeito de petróleo- GLP
- ABNT NBR 15358:2020-Rede de distribuição interna para gás combustível em instalações de uso não residencial de até 400 kPa – Projeto e execução
- ABNT NBR 15526:2016-Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais – Projeto e execução
- ABNT NBR 16821-1:2020-Sistema de tubulação multicamada para a condução de gases combustíveis. Parte 1: Requisitos gerais
- ABNT NBR 13103:2024-Instalação de aparelho a gás – Requisitos
- ABNT NBR 14177:2018-Tubo flexível metálico para instalações de gás combustível de baixa pressão.

4.3.2 Dimensionamento da rede de GLP

Cálculo de Demanda de Gás (Q)

Para definir o dimensionamento da tubulação e dos reguladores, deve-se calcular a demanda total de gás em m^3/h , com base no consumo dos aparelhos instalados..

A demanda de gás é determinada pela relação entre a potência térmica dos aparelhos e o poder calorífico inferior (PCI) do GLP, conforme a expressão:

$$Q = (P_{\text{gás}} / \text{PCI}) \times F$$

Onde:

- Q = demanda volumétrica de gás em m^3/h ;
- $P_{\text{gás}}$ = Potência térmica do aparelho em Watts (W) ou Kw;
- PCI do GLP = valor típico informado pelo fornecedor (kWh/m^3);



- F = Fator de simultaneidade ou fator de uso (normalmente 1,0 para sistemas simples).

4.3.3 Dimensionamento das tubulações da rede de GLP

O dimensionamento das tubulações é feito com base na demanda volumétrica Q, no comprimento total da rede L, e na queda de pressão admissível ΔP , utilizando a fórmula da perda de carga para tubulações, que pode ser simplificada pela fórmula de Darcy-Weisbach para fluxo compressível, seguindo os critérios da **ABNT NBR 15526..** Fórmula para perda de carga (em Pa ou kPa):

$$\Delta P = f \times \frac{L}{D} \times \frac{\rho v^2}{2}$$

Onde:

- ΔP = perda de pressão na tubulação (Pa);
- f = fator de atrito (adimensional);
- L = comprimento da tubulação (m);
- D = diâmetro interno da tubulação (m);
- ρ = densidade do gás (kg/m^3);
- v = velocidade do gás na tubulação (m/s).

1. Definir Q (m^3/s) e converter para velocidade v na tubulação:

$$v = \frac{Q}{A}$$

onde $A = \pi * D^2 / 4$ é a área da seção transversal.

2. Selecionar velocidade recomendada para GLP: normalmente até 15 m/s para evitar ruídos e vibrações.
3. Calcular perda de carga e garantir que ela não ultrapasse 2 a 5% da pressão de trabalho.
4. Escolher o diâmetro comercial padrão mais próximo que atenda os critérios.

4.3.4 Dados do sistema de GLP

- Tipo de gás: GLP (Gás Liquefeito de Petróleo);
- Capacidade da central: 02 cilindros P13 (13 kg cada);



- Distância da ventilação até a lanchonete: 1,80 metros (rede curta);
- Consumo previsto: de baixa a média demanda (fogão, forno, chapa);

4.3.5 Pressão de trabalho e perda de carga

Parâmetros de Projeto

- Pressão do regulador: 2,8 kPa (pressão nominal de GLP de baixa pressão);
- Comprimento da rede: 1,8 m (linear);
- Perda admissível: $\leq 10\%$ da pressão nominal $\rightarrow$ máx. 0,28 kPa;
- Material (cobre sem costura $\varnothing 1/2"$) apresenta perda de carga inferior a 0,1 kPa neste comprimento e vazão.

Obs: A linha em **cobre $\varnothing 1/2"$** atende com ampla margem de segurança, sem necessidade de aumento de diâmetro.

“Em caso de uso de PEX/multicamada, devem-se aplicar os mesmos critérios de dimensionamento, observando:

- diâmetro interno efetivo do sistema;
- rugosidade característica do material;
- Certificação do fabricante para uso com GLP.

4.3.6 Teste de estanqueidade

Conforme determina a norma ABNT NBR 15526 - Instalações Internas de GLP, deverão ser realizados dois ensaios obrigatórios de estanqueidade com o objetivo de garantir a integridade da rede de distribuição de GLP e a segurança da instalação antes do seu comissionamento.

O primeiro ensaio será realizado após a montagem da rede ainda aparente, abrangendo toda a extensão da tubulação. Esse teste deverá ser feito utilizando ar comprimido ou gás inerte, preferencialmente nitrogênio, aplicando-se uma pressão de ensaio correspondente a, no mínimo, duas vezes a pressão máxima de trabalho do sistema. Para instalações de baixa pressão, adota-se como padrão o valor de 15 kPa. A rede deverá permanecer submetida a essa pressão por um período mínimo de 60 minutos, sem apresentar qualquer variação de pressão ou indícios de vazamentos. O manômetro utilizado deve possuir escala compatível com o valor da pressão de ensaio, preferencialmente com amplitude de pelo menos 1,5 vezes o valor aplicado, e



resolução mínima de 0,1 kPa. Durante este teste, é expressamente proibida a utilização de chamas ou métodos que possam representar risco de ignição.

Após a conclusão da instalação dos aparelhos a gás e imediatamente antes da liberação para o abastecimento com GLP, será realizado um segundo ensaio. Esta etapa consiste na verificação da estanqueidade das conexões e válvulas por meio de solução espumante, visando detectar eventuais vazamentos residuais. Em seguida, será realizada a purga completa da tubulação para eliminação do ar ou gás inerte, permitindo a admissão segura do GLP. Todo o procedimento deverá ser feito com os ambientes devidamente ventilados, sem a presença de pessoas não autorizadas ou fontes de ignição.

Esse processo garante que a instalação esteja segura e em conformidade com os parâmetros técnicos exigidos pelas normas aplicáveis antes do início da operação com gás combustível.

4.3.7 Central de gás

A edificação da central deverá ser construída com parede e cobertura resistente ao fogo, com tempo de resistência ao fogo mínimo de 2 horas.

As instalações elétricas dentro da área da central de gás deverão obedecer às normas às normas vigentes para atmosferas explosivas, substituindo as antigas NBR 5363, NBR 5418 e NBR 8447. Os equipamentos e sistemas elétricos deverão ser projetados, selecionados, instalados e inspecionados conforme as seguintes normas da série ABNT NBR IEC 60079:

- **ABNT NBR IEC 60079-10-1** – Classificação de áreas (definição das zonas com presença de GLP);
- **ABNT NBR IEC 60079-14** – Projeto, seleção e montagem das instalações elétricas em áreas classificadas;
- **ABNT NBR IEC 60079-1** – Equipamentos com proteção por invólucro “à prova de explosão” (Ex d), quando aplicável;
- **ABNT NBR IEC 60079-11** – Equipamentos e circuitos com segurança intrínseca (Ex i), quando aplicável;
- **ABNT NBR IEC 60079-17** – Inspeção e manutenção das instalações elétricas em áreas classificadas;
- **ABNT NBR IEC 60079-19** – Reparo e recuperação de equipamentos “Ex”.



O sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramento deverá atender à ABNT NBR 5419.

Os recipientes de GLP utilizados deverão ser equipados com indicador de pressão, dispositivos de segurança e demais instrumentos necessários, adequados para operar com pressão de 0,8 MPa, conforme especificado nas normas pertinentes da ABNT.

As válvulas de bloqueio deverão ser fabricadas em material compatível com GLP e dimensionadas para as condições de projeto. As válvulas de bloqueio devem ser instaladas o mais próximo possível das aberturas dos recipientes, conforme a ABNT NBR 13523. devem ser instaladas o mais perto possível da abertura dos recipientes.

Na central de gás deverão ser colocados avisos de segurança com altura mínima de 50 mm, visíveis de qualquer direção de acesso, contendo os dizeres exigidos pela legislação e normas vigentes.

**PERIGO
INFLAMÁVEL
PROIBIDO FUMAR**

A central de gás deverá conter um extintor de incêndio de 6 kg de pó químico, em local de fácil acesso.

4.3.8 Rede de distribuição

A rede de distribuição será executada com tubulação de cobre rígido sem costura de $\varnothing 1/2"$, conectada com um regulador de estágio único, o ambiente contará com uma válvula de esfera tipo borboleta para bloqueio em cada ponto de utilização. Na montagem da rede de distribuição de GLP, devem-se observar os afastamentos mínimos de condutores de energia elétrica, em caso de superposição de tubulações a tubulação de GLP, deve ser montada abaixo das demais.

A tubulação da rede de distribuição deve ser totalmente estanque. O acoplamento de tubos e conexões será por prensagem mecânica e nos pontos com conexões roscáveis deverá ser usado fita teflon veda rosca.

A conexão entre pontos de utilização será feita com tubo flexível para gás conforme norma ABNT NBR 14177:2018.



4.3.9 Manutenção e inspeções periódicas

Em conformidade com as normas **ABNT NBR 15526, NBR 13523, NBR 15358** e demais legislações aplicáveis, à instalação de GLP deverá passar por inspeções e manutenções preventivas periódicas, com o objetivo de assegurar o perfeito funcionamento do sistema, evitar vazamentos e garantir a segurança dos usuários e da edificação.

As inspeções das instalações também deverão atender às exigências do Corpo de Bombeiros, incluindo os procedimentos necessários para a **renovação anual do Certificado de Licença do Corpo de Bombeiros (CLCB)**, conforme legislação estadual vigente. A vistoria realizada pelo Corpo de Bombeiros tem por finalidade verificar as condições gerais da central de GLP, assegurando o cumprimento das normas de segurança contra incêndio e pânico, especialmente as prescritas pela **ABNT NBR 15526 (Instalações de GLP em Edificações)** e pelas **Instruções Técnicas específicas do Corpo de Bombeiros**.

Todas as intervenções, manutenções e inspeções deverão ser executadas por profissional legalmente habilitado, com emissão de relatório técnico ou laudo de inspeção, conforme exigência dos órgãos de fiscalização e normas vigentes.

4.4 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE REDE (ALARME E CFTV)

O memorial descritivo de Instalações Elétricas e de Tubulações de Rede (CFTV e Alarme) visa apresentar os critérios adotados para a elaboração do projeto elétrico, seu dimensionamento e suas especificações técnicas, que complementam a documentação necessária ao desenvolvimento dos serviços na obra.

4.4.1 Entidades de referência de instalações elétricas

Para o desenvolvimento das soluções apresentadas, foram observados as normas, códigos e recomendações das entidades a seguir relacionadas:

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- SA – American Standard Association;
- NEC – National Electric Code;
- NEMA – National Electrical Manufacturers Association;
- COPEL – Companhia Paranaense de Energia Elétrica.



4.4.2 Normas técnicas consultadas de instalações elétricas

- NBR 5410:2008 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 14565:2019 – Cabeamento estruturado para edifícios comerciais;
- NBR 15465:2020 – Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos de desempenho;
- NBR 14039:2021 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2KV;
- NBR 14136:2012 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20A/250V em corrente alternada – Padronização;
- NBR 13570:2021 – Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos;
- NBR 13248:2014 – Cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1 kV – Requisitos de desempenho;
- NTC 901100 COPEL – Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição.

4.4.3 Alimentação de energia elétrica

O ramal alimentador de energia elétrica deverá ser em tensão secundária, sistema trifásico com neutro, em 220/127 V – 60 Hz. Os alimentadores foram projetados com base no critério de queda de tensão máxima admissível, considerando a distância do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) até o padrão de entrada.

Cada eletroduto abrigará um circuito completo, composto por três condutores de fase, um neutro e um de proteção (terra).

Por sua vez, os ramais derivados do QGBT aos quadros de distribuição QDCAN (Cantina), QDGSMPL (Secretaria de Municipal de Planejamento) e QDGMSMA (Secretaria Municipal de Saúde) serão de, respectivamente:

- Cabos de cobre unipolares de 10 mm² (3 fases+neutro+terra) com isolamento de Borracha Etileno Propileno (EPR) ou Polietileno Reticulado (XLPE), temperatura máxima de operação de 90°C, divididos em dois eletrodutos de PVC rígido de classe B, rosqueável, de Ø2”.
- Cabos de cobre unipolares de 95 mm² para as três fases e neutro e 50 mm² para o aterramento, com isolamento de Borracha Etileno Propileno (EPR) ou



Polietileno Reticulado (XLPE), temperatura máxima de operação de 90°C, divididos em dois eletrodutos de PVC rígido de classe B, rosqueável, de Ø2”.

- Cabos de cobre unipolares de 70 mm² para as três fases e neutro e 35 mm² para o aterramento, com isolamento de Borracha Etileno Propileno (EPR) ou Polietileno Reticulado (XLPE), temperatura máxima de operação de 90°C, divididos em dois eletrodutos de PVC rígido de classe B, rosqueável, de Ø1.1/2”.

Os condutores deverão ser do tipo antichama e livres de halogênio, devendo seguir os padrões das normas NBR 13570/2021 e NBR 13248/2014.

4.4.4 Critérios de dimensionamento do projeto elétrico

O dimensionamento do sistema elétrico deu-se a partir de um levantamento geral de cargas, considerando as demandas dos quadros elétricos:

- QGBT, QDGSMPL, QDGMSA, QDCAN, QDGUA1, QDSMPL1, QDSMPL2, QDSMSA1, QDSMSA-AR2, QDTRIAR1, QDCOM, QDCOMEC, QDSMPL-AR, QDSMSA2, QDSMSA 2.1, QDTRIAR 2, QDG, QM1 e QDBAN, em conformidade com as normas da ABNT e com os padrões de norma da COPEL.

Para o dimensionamento dos condutores, foram calculadas as quedas de tensão dos circuitos críticos, ou seja, dos circuitos que atendam às cargas mais distantes do quadro de distribuição ou com maior potência.

4.4.5 Cálculo da demanda

A potência total instalada no Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) foi obtida a partir do quadro de cargas, totalizando 201,13 kVA.

Com base no quadro de demanda, que considera os fatores de utilização e de demanda aplicáveis a cada grupo de carga — tais como iluminação, motores, tomadas de uso geral (TUGs), iluminação, bombas de recalque e equipamentos de climatização (Anexo A) — obteve-se uma potência demandada total de 128,12 kVA.

Dessa forma, o fator de demanda global do QGBT foi determinado pela relação entre a potência demandada e potência total instalada: $fd = (128,12/201,13) \approx 0,64$.

Adota-se, portanto, o fator de demanda global de 64%, valor utilizado para o dimensionamento dos alimentadores principais e da entrada de energia, em conformidade com a NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão e com as diretrizes de projeto da concessionária local (COPEL).



Para o cálculo da potência total de entrada e da demanda máxima da edificação, foi também considerado o fator de simultaneidade entre quadros derivados do QGBT, representando a probabilidade de operação simultânea das diversas cargas setoriais (iluminação, ar-condicionado, sistemas de bombeamento, tomadas e áreas técnicas). Esse fator foi aplicado de forma ponderada sobre as potências demandadas de cada quadro, refletindo o uso real da edificação e assegurando um dimensionamento econômico e seguro dos condutores e dispositivos de proteção principais.

Os valores determinados de potência instalada, demanda total, fator de demanda e fator de simultaneidade constituem a base de cálculo para o dimensionamento dos alimentadores principais, condutores de entrada, transformador de potência e dispositivos de proteção geral da instalação.

Esses parâmetros garantem o atendimento adequado às condições operacionais previstas, otimizando o uso de materiais e assegurando a conformidade com os critérios estabelecidos pela NBR 5410, NBR 14039, e pelos padrões técnicos da concessionária local — COPEL.

Os fatores de demanda específicos e as potências demandadas para cada grupo de carga e para cada quadro de distribuição podem ser encontrados nos anexos.

4.4.6 Sistema de distribuição de energia elétrica

A distribuição geral de energia elétrica será realizada por meio de circuitos na tensão de 220/127 V, alimentados a partir do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT). Os condutores, com isolamento para 0,75 kV, serão instalados em eletrodutos de PVC, conforme indicado nos desenhos do projeto.

Nenhum componente das instalações elétricas – como luminárias, soquetes, tomadas e interruptores – pode ser fixado sobre material combustível. Se necessário, o material deve ser revestido com chapa metálica devidamente aterrada.

Será implantado novo Centro de Medição para a Farmácia Central, composto por disjuntor de 400 A, instalado em poste padrão COPEL, associado a transformador de 150 kVA, dimensionado para atender à demanda calculada de 128,30 kVA. O Centro de Medição será do tipo agrupado, destinado ao atendimento de três unidades consumidoras distintas: SMSA (Secretaria Municipal de Saúde), localizada no pavimento superior, com disjuntor trifásico de 200 A; Cantina, situada no pavimento



térreo, com disjuntor trifásico de 50 A; e SMPL (Secretaria Municipal de Planejamento), instalada no pavimento térreo e plataformas, com disjuntor trifásico de 250 A.

A partir do Centro de Medição, estarão interligados o QDGSMSA e o QDGSMPPL, ambos instalados em mureta frontal, além do QDCAN, localizado no interior da cantina. O QDGSMSA (mureta) alimentará o QDSMSA1 (pavimento térreo), equipado com disjuntor trifásico de 200 A. A partir do QDSMSA1, derivarão os seguintes quadros de distribuição: QDSMSA-AR2 (pavimento térreo), com disjuntor trifásico de 100 A; QDSMSA2 (pavimento superior), com disjuntor trifásico de 80 A; e QDSMSA2.1 (pavimento superior), com disjuntor trifásico de 50 A.

O QDGSMPPL (mureta) alimentará seis quadros de distribuição, sendo: QDCOM (pavimento térreo), com disjuntor trifásico de 25 A; QDCOMECA (pavimento térreo – Bilheteria 3), com disjuntor trifásico de 50 A; QDSMPPL1 (pavimento térreo – Bloco de Apoio), com disjuntor trifásico de 125 A; QDSMPPL2 (pavimento térreo – Bloco Administrativo), com disjuntor trifásico de 63 A; QDTRIAR1 (pavimento térreo – Bilheteria 4), com disjuntor trifásico de 63 A; e QDTRIAR2 (pavimento térreo – Bilheteria 2), com disjuntor trifásico de 50 A.

Do QDSMPPL1, derivarão dois outros quadros: QDGUA1 (pavimento térreo – Central de Monitoramento), com disjuntor trifásico de 25 A, e QDSMPPL-AR (pavimento térreo), com disjuntor trifásico de 50 A.

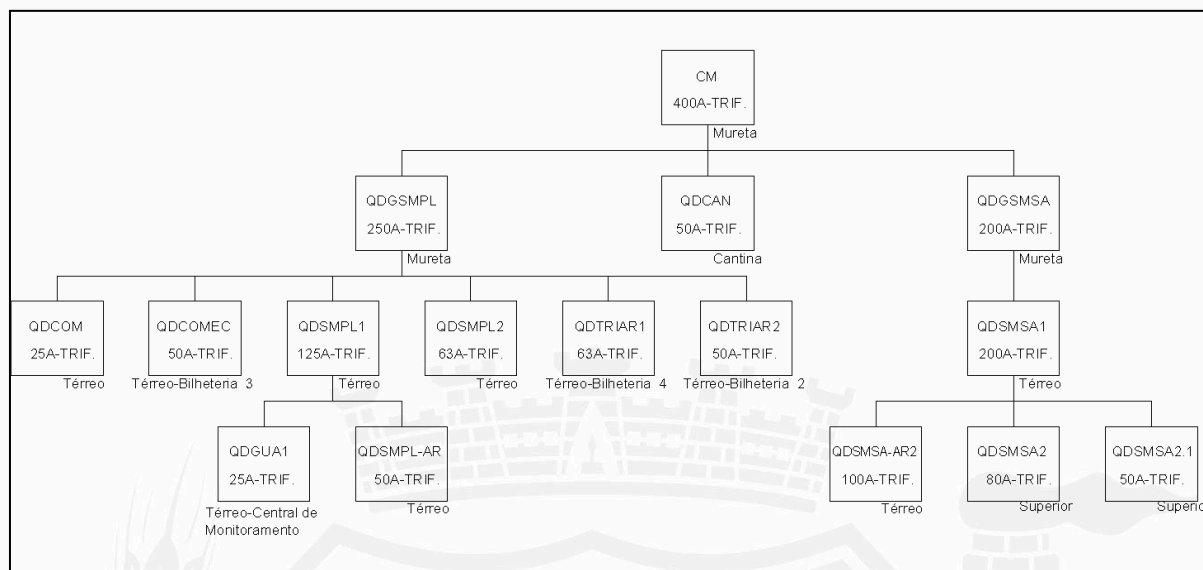
Para a iluminação pública da praça, estacionamento, banheiro público e ponto de táxi, será implantado Centro de Medição em baixa tensão independente do Terminal Central, com disjuntor trifásico de 63 A. A partir desse Centro de Medição, será instalado Quadro Geral em mureta destinado à alimentação dos postes ornamentais, balizadores de escadas e rampas, refletores, tomadas de serviço no ponto de táxi e postes de iluminação pública.

Do Quadro Geral, derivará o QDBAN, localizado no interior do banheiro público, com disjuntor trifásico de 32 A, responsável pela alimentação das instalações de iluminação e tomadas do referido ambiente.

O esquema a seguir demonstra tal organização:

FIGURA 04 – QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO





FONTE: AUTOR.

4.4.7 Iluminação, tomadas e força

As iluminâncias adotadas seguiram as recomendações da NBR-5413/921 da ABNT, Iluminância de Interiores, ao passo que a distribuição de tomadas de corrente, pontos de força e o dimensionamento das instalações elétricas foram executados em consonância com as recomendações da NBR 5410 da ABNT.

Para os circuitos de iluminação e tomadas de uso geral, o condutor mínimo projetado é de 1,5 mm² e 2,5 mm², respectivamente. Para os circuitos que alimentam equipamentos específicos (tomadas de uso específico) foram especificados condutores de acordo com as respectivas cargas. Para o dimensionamento dos circuitos foram utilizados os critérios de capacidade de condução de corrente, máxima queda de tensão e coordenação de dispositivos de proteção.

A cablagem destinada à alimentação dos circuitos terminais de iluminação, força e tomadas de corrente será do tipo PIRASTIC ANTIFLAM, isolada com composto termoplástico de cloreto de polivinila, classe 750 V e resistente à umidade e à chama, instalada em eletrodutos de PVC rígido, conforme indicado nos desenhos do projeto.

A tubulação de teto deverá ser embutida na laje, atendendo ao layout e marcação de luminárias, de modo a não interferir com as instalações hidráulicas e ar-condicionado.

O roteamento dos eletrodutos deverá ser executado em conformidade com o determinado em projeto.



Nas emendas dos eletrodutos deverão ser empregadas luvas de PVC pré-fabricadas, enquanto nas junções dos eletrodutos com os quadros deverão ser utilizadas buchas e arruelas em alumínio injetado.

Todo o sistema de eletrodutos será embutido, tanto em pisos quanto em paredes, abrangendo as redes de distribuição de iluminação e força para os pontos de consumo, bem como os trechos de alimentação dos quadros e equipamentos a partir dos quadros de distribuição.

As emendas dos eletrodutos deverão ser executadas com luvas de PVC pré-fabricadas, e as junções entre os eletrodutos e os quadros deverão contar com buchas e arruelas em alumínio injetado.

Todo o sistema de eletrodutos será embutido, tanto em pisos quanto em paredes, abrangendo tanto a distribuição de iluminação e força para os pontos de consumo quanto a alimentação dos quadros e equipamentos a partir dos respectivos quadros de distribuição.

Deverão ser evitadas emendas nos cabos. Apenas em casos de absoluta necessidade as emendas deverão ser realizadas por meio de soldagem. A soldagem deve ser realizada de acordo com as especificações recomendadas pelo fabricante dos condutores e com a utilização de materiais adequados para aplicação. É necessário que as emendas sejam feitas de forma a garantir a continuidade do isolamento e a proteção contra curtos-circuitos.

4.4.8 Especificações técnicas de equipamentos e materiais elétricos

Todos os equipamentos e materiais elétricos deverão ser novos, de primeira utilização. Será vedado o uso de materiais recuperados ou reconicionados.

Deverão proceder de fornecedores tradicionais, constituídos de materiais de primeira linha, com boa qualidade e acabamento esmerado, seguindo as normas técnicas.

Todo o equipamento deverá receber tratamento adequado às condições atmosféricas do local onde será instalado, principalmente, no tocante à proteção contra corrosão.

Caberá ao fornecedor a entrega do certificado de teste junto com o equipamento.

4.4.8.1 Eletrodutos



a) Caracterização: Deverão ser de PVC, fabricados em conformidade com a norma técnica NBR 15465 da ABNT;

b) Aplicação: Proteção de cabos elétricos conforme projeto;

c) Fabricantes:

- PVC: Tigre, Fortilit ou Cardinal.

4.4.8.2 Luvas e curvas

a) Caracterização: As curvas e luvas se utilizadas deverão ser construídas de PVC, da melhor qualidade, permitindo a perfeita interligação com os eletrodutos, devendo ser fornecidas pelo mesmo fabricante do eletroduto;

b) Aplicação: Emendas de tubulações da rede elétrica.

4.4.8.3 Buchas, arruelas e boxes

a) Caracterização: ligas metálicas em Al, Cu, ZN ou Mg;

b) Aplicação: Terminações de eletrodutos metálicos ou flexíveis.

4.4.8.4 Acessórios para fixação de eletrodutos

a) Caracterização: abraçadeiras (tipo cunha);

b) Aplicação: fixação de eletrodutos em paredes e forros.

4.4.8.5 Acessórios de fixação

a) Caracterização: Tirantes, vergalhões, perfilados, abraçadeiras e suspensões;

b) Aplicação: Suporte de eletrodutos e calhas.

4.4.8.6 Perfilados, eletrocalhas, conexões e acessórios

a) Caracterização: Em chapa de aço nº 14, lisa, linha semipesada, galvanização eletrolítica, com tampa, acessórios de caixas de derivação, emendas internas, derivação lateral para eletroduto etc.;

b) Aplicação: proteção de cabos elétricos conforme projeto;

c) Fabricantes: Mopa, Sisa ou Marvitec.



4.4.8.7 Curva horizontal 90°, curva vertical interna 90°, curva vertical externa 90°, “T” horizontal de derivação, “T” vertical de derivação, terminal de fechamento, junção dupla (emenda interna), saída horizontal para eletroduto e outros acessórios

a) Caracterização: compatíveis e com as mesmas características da eletrocalha selecionada;

b) Aplicação: proteção de cabos elétricos;

c) Fabricantes: Mopa, Sisa ou Marvitec.

4.4.8.8 Tomada 2P+T

a) Padrão ABNT NBR 14136 para utilização em 220 V;

b) Aplicação: Tomadas de energia para uso geral;

c) Fabricantes: Siemens, Pial, Steck ou similar.

4.4.8.9 Interruptores

a) Dotados de contatos em prata e elevada resistência de isolamento entre suas partes e o restante da instalação (como caixa de embutir e parede), os interruptores deverão suportar funcionamento mínimo de 50.000 manobras sob tensão de 250 V, assegurando a abertura e o fechamento do circuito sem danos ao produto, com conexão à carga realizada por meio de bornes;

b) Caracterização: Interruptor com acessórios para fixação em placa para instalação em caixa de 4” x 2”;

c) Aplicação: Para acionamento dos circuitos de iluminação;

d) Fabricantes: Siemens, Pial ou similar.

4.4.8.10 Quadros de distribuição de circuitos

O quadro de distribuição deverá ficar em local de fácil e livre acesso, será de sobrepor, tipo painel, estruturados em chapas de aço-carbono de boa qualidade, 16 BWG, conforme o aço ABNT/SAE 1020.

As portas dos quadros deverão ser em chapa 14 BWG, com espaço reserva conforme indicado no diagrama unifilar, providas com fechaduras tipo “T” com chave Yale ou equivalente.

Uma cópia do diagrama unifilar geral deverá ser plastificada e deixada junto ao quadro, no receptáculo interno destinado a essa função. A aresta inferior deverá estar a 1,20 m do piso acabado.



Os quadros deverão ser compostos de:

a) Barramento trifásico para barras de cobre de seções transversais adequadas para suportarem as correntes indicadas nos diagramas unifilares e de cargas dos desenhos dos projetos elétricos. Os barramentos deverão conter isoladores de modo a isolá-los das partes metálicas;

b) Barramentos de derivações para circuitos, dimensionados por intermédio das correntes nominais indicadas nos diagramas unifilares e de cargas dos referidos quadros, existentes dos desenhos do projeto elétrico;

c) Barramentos que deverão ser pintados no seguinte padrão de cores: fase A = amarelo, fase B = branco, fase C = vermelho, neutro = azul-claro e, por fim, terra (PE) = verde ou verde-amarelo;

d) Disjuntores de alimentação e de circuitos, nas quantidades especificadas nos diagramas unifilares e de cargas dos respectivos quadros, que deverão ser instalados em trilhos DIN de fixação rápida, conforme indicado nos diagramas do projeto;

e) Espelho frontal de proteção dos circuitos energizados, fabricado em acrílico;

f) Porta-documentos para acomodação do unifilar geral na parte interna da porta frontal;

g) Canaletas para alojamento de condutores, de dimensões adequadas para a quantidade de cabos e fios para os circuitos do quadro;

h) Aterramento sólido das portas;

i) Circuitos do quadro que deverão ser identificados por meio de plaquetas em acrílico, com fundo preto e inscrições em branco. As plaquetas deverão ser fixadas na subtampa, seguindo as denominações dos circuitos indicadas nos diagramas unifilares e nos quadros de cargas correspondentes, conforme os desenhos do projeto.

j) Cabos dos circuitos identificados por anilhas;

k) Quadro que deverá, segundo a NBR 5410, possuir as advertências abaixo citadas (itens 10.1 e 10.2), que poderão vir de fábrica ou providas no local antes da instalação ser entregue. Essas advertências não poderão ser facilmente removíveis;

k.1. “Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito. Desligamentos frequentes são sinal de sobrecarga. Por isso, NUNCA troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem)



simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola).”;

k.2. “Da mesma forma, NUNCA desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (dispositivo DR), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem frequentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa que, muito provavelmente, a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO”;

Os quadros deverão ter as seguintes características técnicas:

- a) Tensão nominal, conforme indicada nos desenhos de projeto, 60 Hz;
- b) Correntes nominais, conforme indicadas nos desenhos de projeto;
- c) A capacidade de interrupção mínima dos disjuntores deverá ser de 10 kA para os disjuntores trifásicos gerais, 10 kA para os disjuntores trifásicos dos circuitos e 5 kA para os disjuntores monofásicos dos circuitos.

4.4.8.11 Iluminação de emergência

- a) Caracterização: modelo Blokito D-9, com duas lâmpadas fluorescentes, 9 W, 220 V, chassi em alumínio, pintura epóxi na cor branca, difusor em policarbonato transparente, com carregador/flutuador automático, luz piloto de LED, bateria selada com tempo máximo de recarga de 24 h, autonomia para no mínimo 150 min;
- b) Aplicação: iluminação de emergência;
- c) Fabricantes: Aureon ou similar.

4.4.8.12 Materiais diversos

Estão relacionados na lista de materiais do projeto elétrico nos anexos. As especificações indicadas neste devem ser seguidas.



4.4.8.13 Caixas de passagem

As caixas de passagem deverão ser metálicas, esmaltadas interna e externamente, com tampa parafusada, em chapa nº 16. Quando aparentes, deverão ser tipo condutele de alumínio fundido.

4.4.8.14 Fiação e cablagem de baixa tensão

A fiação e cablagem de baixa tensão serão executadas em conformidade com as bitolas e tipos indicados no memorial descritivo e nos respectivos desenhos.

As conexões e ligações deverão ser feitas sob critérios rigorosos para assegurar durabilidade, perfeita isolamento e ótima condutividade elétrica.

Todas as conexões em cabos serão executadas com conectores do tipo pressão (sem solda) e deverão ser previamente aprovadas pelo executor.

Todos os materiais e conectores serão de cobre de alta condutividade, estanhados com espessura especificada no NEC2.

Caso os condutores sejam instalados por meio de tração mecânica, não deverão ser submetidos a esforços superiores aos limites especificados pelo fabricante do cabo, ficando o executor responsável por quaisquer danos às características físicas e/ou elétricas dos condutores.

4.4.9 Sistema de eletrodutos e caixas de instalações elétricas

As caixas de passagem deverão ser instaladas nos pontos indicados nos desenhos do projeto e em demais locais que se façam necessários para assegurar a adequada passagem da fiação.

As caixas de passagem deverão ser instaladas nos pontos indicados nos desenhos e nos locais necessários à correta passagem da fiação.

Cada linha de eletroduto entre caixas e/ou equipamentos deverá ser eletricamente contínua.

Todas as terminações de eletrodutos em caixas de chapa deverão conter buchas e arruelas galvanizadas.

Os eletrodutos vazios (secos) deverão ser cuidadosamente vedados quando da construção e posteriormente limpos e soprados, comprovando se estão totalmente desobstruídos e isentos de umidade e detritos. Deve-se deixar fio-guia para facilitar a futura passagem dos condutores.



Os eletrodutos que se projetam de pisos ou paredes deverão estar em ângulo reto em relação à superfície.

Toda perfuração em laje, parede ou viga deverá ser previamente aprovada pelo projetista estrutural.

4.4.10 Dispositivo de corrente de fuga – DR

Conforme a NBR 5410 da ABNT, foram previstas proteções contra choques elétricos em pessoas e animais, por meio da instalação de dispositivos DR com corrente diferencial residual de 30 mA nos quadros de distribuição.

A proteção DR é obrigatória em tomadas de áreas úmidas (copas, cozinhas, lavanderias, banheiros e áreas de serviço), iluminações externas e tomadas externas.

Após a conclusão das instalações, principalmente nos circuitos protegidos por DR, deverão ser testados as isolações com o instrumento Megger, conforme descrito na especificação técnica.

4.4.11 Execução dos serviços de instalações elétricas

4.4.11.1 Generalidades

Os serviços deverão ser executados de acordo com os desenhos do projeto, relação de materiais e as indicações e especificações do presente memorial.

As especificações e os desenhos destinam-se à descrição e à execução de uma obra concluída. Eles devem ser considerados complementares entre si e o que constar de um dos documentos é tão obrigatório como se constasse em ambos.

O executor aceita e concorda que os serviços objeto dos documentos contratuais deverão ser complementados em todos os seus detalhes, ainda que cada item necessariamente envolvido não seja especificamente mencionado.

O executor não se deve prevalecer de qualquer erro involuntário, ou de qualquer omissão eventualmente existente para eximir-se de suas responsabilidades.

O executor obriga-se a satisfazer a todos os requisitos constantes dos desenhos e das especificações.

No caso de erros e discrepâncias, as especificações deverão prevalecer sobre os desenhos, devendo o fato de qualquer forma ser comunicado ao projetista.

As cotas que constam nos desenhos deverão predominar caso houver discrepâncias entre as escalas e as dimensões. O executor deverá efetuar todas as



correções e interpretações que forem necessárias para o término da obra de maneira satisfatória.

Se do contrato constarem condições especiais e especificações gerais, as condições deverão prevalecer sobre as plantas e especificações gerais, quando existirem discrepâncias entre as mesmas.

Todos os adornos, melhoramentos etc. indicados nos desenhos ou nos detalhes ou parcialmente desenhados para qualquer área ou local em particular deverão ser considerados para áreas ou locais semelhantes, a não ser que haja clara indicação ou anotação em contrário.

Igualmente, se com relação a quaisquer outras partes dos serviços, apenas uma parte estiver desenhada, todo o serviço deverá estar de acordo com a parte assim desenhada ou detalhada, e assim deverá ser considerada, para continuar através de todas as áreas ou locais semelhantes a menos que indicado ou anotado diferentemente.

4.4.11.2 Projeto elétrico

O projeto elétrico compõe-se basicamente do conjunto de desenhos e memoriais descritivos, referentes a cada uma das áreas componentes da obra geral.

Quaisquer outros detalhes e esclarecimentos necessários serão julgados e decididos de comum acordo entre o executor e o projetista.

A lista de circuitos, quadro-resumo de cargas, materiais, pontos, quadro de cargas e demanda com potência instalada e prevista, fator de demanda e de simultaneidade, corrente nominal por circuito, condutores e dispositivos de proteção podem ser consultados nos anexos.

4.4.11.3 Alterações do projeto elétrico

O projeto poderá ser modificado e/ou acrescido, a qualquer tempo, a critério exclusivo da Prefeitura Municipal de Araucária e do projetista, que de acordo com o executor, fixará as implicações e acertos decorrentes, visando a boa continuidade da obra. Fica, contudo, expressamente estabelecido que quaisquer alterações no projeto somente serão admitidas em situações excepcionais, devidamente justificadas por razões técnicas e legais, devendo ser analisadas e formalmente aprovadas pelas partes envolvidas.



4.4.11.4 Premissas básicas de execução das instalações elétricas

Para os serviços de execução das instalações, constantes no projeto e descritos nos respectivos memoriais, ao executor se obriga a seguir as normas oficiais vigentes, bem como as práticas usuais consagradas para uma perfeita execução dos serviços.

Os serviços deverão ser executados em perfeito sincronismo com o andamento das obras civis, devendo ser observadas as seguintes condições:

1. Todas as instalações deverão ser executadas com condutores, condutos e equipamentos, cuidadosamente instalados, e firmemente ligados à estrutura de suportes e aos respectivos pertences, formando um conjunto mecânico e eletricamente satisfatório e de boa aparência;

2. Deverão ser empregadas ferramentas apropriadas a cada uso durante a concretagem, sendo que todas as pontas de tubos expostas, bem como as caixas, deverão ser vedadas por meio de “caps” galvanizados. Deverão ser empregadas, nos serviços, somente ferramentas apropriadas a cada tipo de trabalho;

3. Os serviços deverão ser executados por operários especializados;

4. Nas passagens tomar as seguintes precauções:

4.1. Nas passagens em ângulos quando existirem vigas e pilares – deixar previamente instaladas as tubulações projetadas;

4.2. Nas passagens retas em vigas e pilares – deixar um tubo-camisa de ferro galvanizado ou PVC, com bitola acima da projetada;

4.3. Nas passagens das lajes – deixar caixas de madeira com dimensões apropriadas com a tubulação projetada.

5. Quando conveniente, as tubulações embutidas serão montadas antes do assentamento da alvenaria;

6. As interligações entre materiais diferentes deverão ser feitas usando-se somente peças especiais para este fim;

7. Não serão aceitas curvas forçadas nas tubulações sendo que nas mudanças de direções deverão ser usadas somente peças apropriadas do mesmo material, de forma a se conseguir ângulos perfeitos;

8. Durante a construção, as extremidades livres das canalizações serão vedadas a fim de se evitar futuras obstruções.

Os serviços, equipamentos e todos os materiais deverão atender e serem cobertos pelas seguintes normas:



- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- SA – American Standard Association;
- NEC – National Electric Code;
- NEMA – National Electrical Manufacturers Association.

4.4.12 Testes de aceitação das instalações elétricas

Os testes de aceitação serão definidos como testes de inspeção, requeridos para determinar quando as instalações podem ser energizadas para os testes operacionais finais.

A aceitação final dependerá das características de desempenho determinadas por estes testes, além dos operacionais, para indicar que as instalações executarão as funções para as quais foram projetadas.

4.4.12.1 Testes

Os equipamentos utilizados deverão ser submetidos, no mínimo, aos seguintes testes de fábrica e deverão ser testemunhados pelo fiscal responsável pela obra:

1. Inspeção visual de acabamento;
2. Verificação de isolamento e tensão aplicada;
3. Teste de continuidade de circuitos;
4. Teste de funcionamento;
5. Teste de atuação da proteção.

Tais testes têm como objetivo verificar se a mão de obra, os métodos e os materiais utilizados na instalação dos equipamentos estão em conformidade com as normas NBR 5410/08 – Item 7, IEE, LPCEA e com a NEC (National Electric Code), bem como:

1. Especificações de serviços elétricos do projeto;
2. Instruções do fabricante;
3. Exigências do executor.

4.4.12.2 Responsabilidades

A empresa instaladora será responsável por todos os testes, os quais deverão ser executados por sua conta e realizados somente por pessoas qualificadas e com experiência no tipo de teste.



Todos os materiais dos testes de inspeção, com completa informação de todas as leituras tomadas deverão ser incluídos num relatório para cada equipamento testado.

Todos os relatórios de testes deverão ser preparados pela empresa instaladora, assinados por pessoa acompanhante, além de autorizados e aprovados pelo engenheiro responsável pela obra. Ainda, deverão ser fornecidas à fiscalização no mínimo 02 (duas) cópias dos relatórios de testes, no máximo em 05 (cinco) dias após o término de cada teste.

A empresa instaladora deverá fornecer todos os equipamentos de testes necessários e será responsável pela inspeção desses equipamentos e qualquer outro trabalho preliminar na preparação para os testes de aceitação.

Todos os testes deverão ser planejados pela empresa instaladora e testemunhados pelo engenheiro responsável pela obra, sendo que nenhum teste deverá ser feito sem a sua presença.

A empresa instaladora será responsável pela limpeza, aspecto e facilidade de acesso ou manuseio dos equipamentos antes dos testes.

A empresa instaladora será responsável pelas lâmpadas e fusíveis queimados durante os testes, devendo entregar todas as lâmpadas e fusíveis em perfeitas condições de utilização.

4.4.12.3 Cabos até 750 V

Todos os cabos deverão ser submetidos a teste de continuidade elétrica por meio da ferramenta Megger. Cada cabo de alimentação deverá ser testado individualmente, mantendo-se a conexão ao barramento do quadro e aos condutores de aterramento, com todas as cargas devidamente desconectadas.

A leitura mínima para cabos não conectados deverá ser de 1.000 megaohms ou de acordo com os valores explícitos, fornecidos pelo respectivo fabricante do cabo.

4.4.13 Normativas – CFTV, alarme e controle de acesso

- EIA/TIA 568-B 2.1 – Cabeamento de telecomunicações “Cat 6” para edifícios comerciais;
- EIA/TIA 569-A – Caminhos e espaços de telecomunicações para rede interna estruturada;
- EIA/TIA 606-A – Administração de infraestrutura de telecomunicações;



- NBR 14565 – Cabeamento estruturado para edifícios comerciais;
- NBR 9311 – Cabos elétricos isolados — Classificação e designação;
- NBR 9511 – Cabos Elétricos – Raios Mínimos de Curvatura;
- NBR 5410:2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 13570 – Instalações elétricas em locais de afluência de público — Requisitos específicos.

4.4.14 Sistema de CFTV, alarme e controle de acesso

O sistema de CFTV e alarme busca monitorar e identificar os usuários nas áreas internas, bem como o fluxo de movimentação, abrangendo também as áreas externas. Além disso, deverá permitir a avaliação de situações de emergência, auxiliando na definição das ações mais adequadas a serem tomadas.

A qualidade do áudio é indispensável para assegurar que as mensagens sejam plenamente compreendidas por todos os usuários, independentemente de sua posição ou do nível de ruído do ambiente. O sistema deve garantir a transmissão de anúncios com som claro e sem distorções, inclusive em locais com grande movimentação de pessoas ou veículos.

O sistema projetado contempla a implantação de infraestrutura destinada à instalação de câmeras de vigilância e sensores de alarme, abrangendo tubulações, pontos de instalação e sua integração com a central de monitoramento do terminal.

O projeto prevê caixas e tubulação seca com arame-guia passado contemplando todos os pontos previstos no projeto.

Todo o sistema de segurança será interligado com o servidor através do cabeamento estruturado.

Caberá à Secretaria Municipal de Segurança Pública (SMSP) a instalação da infraestrutura.

As tubulações de Rede (Alarme e CFTV) atendem às Normas Brasileiras, com distribuição e dimensionamento conforme os projetos. Será instalada somente a infraestrutura de tubulação seca com esperas para pontos de CFTV (Câmeras ou Sensores de presença), de acordo com o projeto apresentado.

O projeto prevê também a interligação dos pontos de CFTV e sensores de alarme à central de monitoramento do terminal, respeitando as rotas de cabeamento e infraestrutura já previstas, garantindo a plena integração operacional.



Nas estruturas metálicas, as tubulações elétricas e de CFTV/Alarme serão metálicas aparentes acompanhando vigas e pilares, por eletrodutos, eletrocalhas ou perfilados conforme especificado em projeto.

4.4.15 Sistema de eletrodutos e caixas – tubulações de rede

As caixas de passagem deverão ser instaladas nos pontos indicados nas pranchas e nos locais necessários à correta passagem da fiação.

Cada linha de eletrocalhas, perfilados e eletrodutos entre caixas e/ou equipamentos deverá ser eletricamente contínua.

Todas as terminações de eletrodutos em caixas de chapa deverão conter buchas e arruelas galvanizadas.

Os eletrodutos vazios (secos) deverão ser cuidadosamente vedados quando da construção e posteriormente limpos e soprados, comprovando se estão totalmente desobstruídos e isentos de umidade e detritos. Deve-se deixar fio-guia para facilitar a futura passagem dos condutores.

Os eletrodutos que se projetam de pisos ou paredes deverão estar em ângulo reto em relação à superfície.

Toda perfuração em laje, parede ou viga deverá ser previamente aprovada pelo projetista estrutural.

4.4.16 Instalação da infraestrutura de CFTV e alarme

4.4.16.1 Relação e especificações técnicas dos equipamentos (CFTV e Alarme)

No projeto, foram indicadas as categorias dos equipamentos a serem empregados (câmeras fixas, sensores de presença, gravadores e cabeamento).

A Guarda Municipal, sob a SMSP, será responsável pela escolha detalhada dos modelos e marcas dos dispositivos, além da instalação da sua infraestrutura. A seleção final das especificações técnicas dependerá da aquisição futura, podendo variar conforme a padronização adotada e a disponibilidade em processo licitatório. Com isso, a definição de tipologia de câmeras (fixas, varifocais, *dome*, *bullet* etc.) será detalhada em função das características de cada ambiente, garantindo ângulo, alcance e funcionalidades adequadas ao objetivo da vigilância.

Para tal, algumas premissas para a definição dos aparelhos podem ser:



1. Sistema primário IP/híbrido IP + analógico de alta qualidade — para escalabilidade, melhor qualidade e funcionalidades inteligentes;
2. Em áreas críticas (portões de embarque, vias de ônibus, rampas, guichês etc.): câmeras IP robustas com lentes varifocais, boa iluminação (IR ou Full Color);
3. Para áreas internas amplas (salas de espera, saguões): domes ou câmeras 360° (internas) para reduzir pontos cegos;
4. Para perímetro e áreas externas: bullet resistentes (IP66/67), com IR de longo alcance, preferencialmente modelos com recurso de inteligência para detectar invasões;
5. Combinação com câmeras *speed dome* / PTZ (movimento controlado, zoom óptico) para áreas maiores ou cobertura de pátios, vias internas do terminal;
6. Manter redundância, gravação local + backup, sistema de monitoramento central com interface intuitiva e planejamento de manutenção.

Entre as marcas possíveis de equipamentos, estão Intelbras, Hikvision, Giga Security etc.

4.4.16.2 Cobertura, posicionamento e ângulos de visão

O posicionamento dos pontos de câmeras foi definido considerando acessos, áreas de circulação, entradas e saídas, com sobreposição mínima entre zonas de cobertura para evitar pontos cegos. Os ângulos foram projetados de acordo com a finalidade de cada área, garantindo campo de visão adequado para monitoramento das atividades e segurança patrimonial.

No entanto, a decisão final quanto à instalação definitiva dos equipamentos, considerando ângulos de varredura e posicionamento exato, fica a cargo da Guarda Municipal de Araucária, por se tratar do órgão com expertise técnica e operacional em segurança pública, detentor do conhecimento necessário para determinar a melhor configuração dos dispositivos, garantindo a eficiência do monitoramento e a cobertura adequada das áreas de interesse.

4.4.17 Diretrizes para rede (CFTV, alarme e controle de acesso)

O projeto traçou as rotas de tubulação e pontos de instalação, prevendo infraestrutura para cabeamento estruturado conforme normas técnicas aplicáveis.



Recomenda-se que, na execução, seja adotado cabeamento certificado (mínimo Cat6) e conectores homologados.

Foram previstas rotas de tubulação e pontos de instalação que devem ser devidamente alimentados em campo. A definição detalhada de cargas elétricas, quadros de alimentação e balanceamento foi compatibilizada com os projetos complementares de elétrica e lógica do terminal.

O manual de operação e operação será elaborado considerando a definição final dos equipamentos fornecidos. Ressalta-se, entretanto, que deverão ser entregues ao contratante os manuais originais dos fabricantes, além de instruções de uso e manutenção preventiva dos sistemas instalados.

Ainda, o projeto foi elaborado em conformidade com as normas da ABNT/NBR aplicáveis aos sistemas de cabeamento estruturado, instalações elétricas de baixa tensão e sistemas de segurança eletrônica, além das instruções normativas vigentes da SEIL/PR.

4.4.18 Materiais das Instalações de CFTV e alarme

A lista de materiais pode ser encontrada nos anexos.

4.4.19 Responsabilidades pelas instalações de CFTV e alarme

A empresa instaladora será integralmente responsável pela execução dos serviços de instalação dos sistemas de CFTV e alarme, devendo observar rigorosamente as especificações técnicas do projeto, as normas da ABNT/NBR aplicáveis, bem como as exigências de segurança e desempenho previstas nos manuais dos fabricantes. Caberá à contratada garantir a correta execução da infraestrutura, o perfeito funcionamento dos equipamentos instalados e a integridade dos componentes durante todo o processo de implantação, zelando pela qualidade, organização e segurança do ambiente de trabalho.

Além disso, a empresa deverá assegurar a rastreabilidade e a qualidade dos materiais utilizados, apresentando, quando solicitado, certificados de conformidade e relatórios de testes de funcionamento. Será também de sua responsabilidade realizar os ajustes necessários para o pleno desempenho dos sistemas, bem como prestar suporte técnico durante o período de garantia. Qualquer dano causado às instalações civis, elétricas ou estruturais em decorrência dos serviços executados deverá ser prontamente reparado pela contratada, sem ônus para a contratante.



4.5 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

O presente memorial descritivo de entrada de energia tem por objetivo apresentar as especificações técnicas e os critérios adotados para o fornecimento e a distribuição de energia elétrica do Terminal Central de Araucária – PR.

O projeto contempla o sistema desde o ponto de entrega da concessionária local (COPEL), em tensão primária de distribuição, abrangendo o poste padrão com transformador (posto de transformação), o centro de medição agrupado e os ramais alimentadores até o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT).

Estão incluídos nos documentos técnicos os cálculos de demanda total das cargas elétricas e o dimensionamento do transformador, garantindo o atendimento adequado e seguro às necessidades do terminal.

A partir do QGBT, a alimentação e a distribuição interna aos demais quadros setoriais são tratadas nos respectivos projetos elétricos das edificações. Todas as especificações seguem as normas da ABNT, as instruções técnicas da COPEL e demais regulamentações aplicáveis.

A relação de materiais pode ser encontrada nos anexos.

4.5.1 Normas técnicas utilizadas

Para atender aos requisitos básicos exigíveis e ao desenvolvimento das soluções apresentadas no projeto de entrada de energia, foram observadas as recomendações das seguintes normas:

- ABNT NBR 5410:2008 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 16690:2019 – Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – Requisitos de projeto;
- ABNT NBR 16274:2014 – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho;
- NR-10:2019 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NR-35:2019 – Trabalho em altura;
- NTC 903100:2018 – Fornecimento em tensão primária de distribuição;
- NTC 901100:2018 – Fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- REN 1000:2021 – Resolução Normativa ANEEL.



4.5.2 Projeto

A entrada de energia elétrica será substituída por um padrão único, devendo ser removidos integralmente os componentes remanescentes da instalação anterior.

Durante a execução das obras, deverá ser garantida a continuidade do fornecimento de energia elétrica à edificação, de forma a não comprometer o funcionamento das atividades no local.

Tendo em vista o processo de aprovação junto à concessionária local (COPEL), o projeto poderá sofrer ajustes ou revisões. Assim, a empresa responsável pela execução deverá assegurar a utilização da versão mais recente do projeto devidamente aprovada pela concessionária, antes do início dos serviços correspondentes.

4.5.3 Entrada de serviço

A entrada de serviço deverá atender integralmente aos padrões e especificações estabelecidos pela concessionária local de energia elétrica, COPEL, conforme a categoria de atendimento aplicável. A classificação da categoria será definida de acordo com a capacidade instalada e a demanda prevista, em conformidade com as normas NTC 901100 e NTC 903100 da concessionária.

A principal fonte de alimentação do terminal será a concessionária de energia local (COPEL). Para o empreendimento, também será prevista energia solar fotovoltaica.

4.5.3.1 Demanda e dimensionamento do posto de transformação

Considerando que a carga instalada da edificação ultrapassa 75 kW, adotou-se o fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição, com nível de tensão de 13,8 kV e enquadramento tarifário no Grupo A, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Norma Técnica COPEL NTC 901100:2018.

A demanda total da edificação, determinada a partir do projeto elétrico em baixa tensão, corresponde a 128,12 kVA.

Em sequência, apresenta-se o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), no qual são discriminadas as cargas conforme sua natureza, potência instalada, fator de demanda aplicado e a respectiva demanda resultante.



TABELA 1 – QUADRO DE DEMANDA TOTAL – QGBT

Quadro de Demanda (QGBT) - Térreo

Tipo de carga	Potência instalada (kVA)	Fator de demanda (%)	Demanda (kVA)
Bombas de Recalque	1.57	75.00	1.18
Chuveiros, ferros elétricos, aquecedores de água (Não residencial)	6.11	100.00	6.11
Condicionador de ar tipo janela (Não residencial)	36.22	86.00	31.15
Iluminação e TUG's (Áreas comuns e Condomínio)	10.00	100.00	10.00
	43.72	25.00	10.93
Iluminação e TUG's (Escritórios e salas comerciais)	12.00	100.00	12.00
	69.50	50.00	34.75
Motores	3.38	100.00	3.38
Uso Específico	18.62	100.00	18.62
TOTAL			128.12

FONTE: AUTOR.

Em função da demanda apurada, torna-se necessária a implantação de um posto de transformação com potência nominal de 150 kVA, destinado ao suprimento energético da edificação. A seleção do transformador foi realizada com base na Tabela 1 da Norma Técnica COPEL NTC 903100:2018, que estabelece os critérios para o dimensionamento de entradas de serviço em 13,8 kV.

O posto de transformação será composto, entre outros elementos, pelos seguintes componentes:

- Poste de concreto armado, seção duplo T, com altura de 10,5 m, do tipo B/600 daN;
- Transformador trifásico de 150 kVA, frequência 60 Hz, com tap's de alta tensão em 13,8/13,2/12,6 kV.

A saída em baixa tensão do transformador será executada por meio de dois condutores de cobre, isolamento em PVC, classe térmica 70°C, e seção nominal de 95 mm² para as fases, além de dois condutores idênticos destinados ao neutro. As conexões entre o transformador e os cabos de baixa tensão deverão ser isoladas com fita autofusão, garantindo estanqueidade e segurança elétrica.

O acondicionamento e a proteção dos condutores de baixa tensão serão realizados por meio de eletrodutos instalados junto ao poste, assegurando a ligação até a caixa tipo "FN" dos transformadores de corrente. O neutro do transformador deverá ser aterrado com cabo de cobre nu 95 mm², conforme especificações da Tabela 1 da Norma Técnica COPEL NTC 903100:2018.

Para o alojamento das caixas padrão COPEL — tipos "FN", "NS" e "EN" — será executada uma estrutura de alvenaria, conforme detalhamento apresentado nas pranchas do projeto elétrico.



Para a nova entrada de serviço, têm-se:

TABELA 2 — GERAÇÃO E PREVISÃO DE AUMENTO DE CARGAS

Geração própria	Sim
Previsão de aumento de cargas	Não

FONTES: AUTOR.

Quanto às cargas e demandas da edificação:

TABELA 3 — CARGA E DEMANDA

Carga instalada	Superior a 75kW
Demanda prevista	130 kVA

FONTES: AUTOR.

Cabe à empresa executora verificar junto ao projetista a possibilidade de eventuais ajustes na demanda contratada, os quais poderão implicar alteração na categoria de atendimento da concessionária.

Conforme a norma NTC 901100:2018, o limite de 75 kW estabelece que o fornecimento deverá ser realizado em tensão primária de distribuição, a 13,8 kV, com enquadramento tarifário no Grupo A.

A categoria de atendimento da unidade consumidora, conforme a demanda calculada no projeto elétrico, será:

Categoria 9 – Transformador 150 kVA – (220/127 V) – 3×400 A

A demanda e a categoria de fornecimento estão sujeitas à aprovação do projeto pela COPEL, por meio da plataforma PEW. A empresa executora deverá consultar o projetista e/ou o proprietário da edificação para acesso à versão aprovada do projeto nessa plataforma.

O posto de transformação deverá ser implantado conforme o posicionamento indicado em prancha de desenho, respeitando as cotas de afastamento e as dimensões especificadas. O dimensionamento dos condutos e condutores deverá seguir a Tabela 1 da norma NTC 303100:2018.

Considerando que o posto de transformação está localizado em área de intenso tráfego de veículos, deverão ser instaladas barreiras de proteção contra impactos diretos (abalroamentos), podendo ser do tipo poste de segurança, com especificações de resistência compatíveis com as condições de tráfego local.



4.6 INSTALAÇÕES DE REDE LÓGICA – CABEAMENTO ESTRUTURADO

4.6.1 Generalidades

O presente memorial tem por objetivo descrever as condições técnicas para execução das instalações de rede lógica e cabeamento estruturado do terminal, contemplando todos os elementos necessários à infraestrutura de telecomunicações da edificação.

O sistema de cabeamento estruturado foi projetado de forma a garantir o acesso à Internet e à telefonia (VoIP), por meio de pontos de rede RJ45, aos diversos setores da edificação, conforme distribuição definida em projeto. O dimensionamento e a especificação dos materiais seguem rigorosamente as normas técnicas aplicáveis, garantindo desempenho, confiabilidade e segurança operacional.

É imprescindível a certificação da rede de cabeamento estruturado, a fim de assegurar que toda a infraestrutura atenda plenamente aos padrões de desempenho e qualidade estabelecidos pelas normas técnicas aplicáveis.

A relação de materiais pode ser encontrada nos anexos.

4.6.2 Normas técnicas consultadas

O projeto foi concebido apoiando-se nas normas técnicas vigentes aplicáveis à disciplina, dentre as quais destacam-se:

- ABNT NBR 14565:2019 – Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada;
- ABNT NBR 16415:2015 – Caminhos e espaços para cabeamento estruturado (baseada nas normas ISO/IEC 14763-2 e ISO/IEC 18010);
- ANSI/TIA-569-E – *Telecommunications Pathways and Spaces*;
- ANSI/TIA-568-D – *Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises*;
- Demais normativas complementares e atualizações posteriores.

4.6.3 Projeto

A infraestrutura de rede lógica atenderá os ambientes internos da edificação, garantindo conectividade local por meio de pontos RJ45, conforme distribuição estabelecida no projeto arquitetônico.

Os pontos foram definidos de acordo com sua aplicação e nível de instalação:



- Pontos em teto ou forro: destinados a equipamentos audiovisuais, projetores, televisores ou roteadores sem fio (Wi-Fi);

Pontos baixos: voltados a estações de trabalho, computadores, impressoras e demais dispositivos que demandem conexão cabeada;

- Pontos médios: direcionados aos pontos eletrônicos dos funcionários.

A disposição dos pontos segue critérios de funcionalidade e desempenho, sendo possível a utilização para outros equipamentos conforme necessidade operacional.

4.6.4 Fibra óptica

O sistema será alimentado por fibra óptica proveniente da rede da concessionária local, derivando do poste público até a caixa de passagem QD-LOG, conforme indicado em prancha.

A execução deverá evitar emendas na fibra óptica; quando inevitáveis, estas deverão ser realizadas em caixas de passagem com terminadores ópticos, garantindo a vedação contra umidade e poeira.

A fibra óptica especificada é do tipo multimodo 50/125 µm, autossustentável, geleada, e com número de fibras conforme indicado em prancha. Seu trajeto seguirá do poste de entrada até o Rack de Distribuição Geral, por eletroduto PEAD Ø1¼", instalado subterraneamente, com caixas de passagem em concreto a cada 20 m ou em pontos de acesso e mudança de direção.

Por tratar-se de área pública, o projeto prevê medidas antivandalismo, incluindo fechadura com chave no quadro QD-LOG, de modo a assegurar a integridade da rede e o funcionamento contínuo do sistema.

4.6.5 Caixas de passagem

As caixas de passagem instaladas em solo deverão ser construídas em concreto, com tampa removível e dimensões de 300 × 300 × 300 mm.

As caixas de passagem em parede deverão ser metálicas, com dimensões de 300 × 300 × 120 mm, equipadas com tampa articulada e fechadura com chave. As chaves deverão ser entregues ao responsável pela manutenção após a conclusão da obra.



Todas as caixas deverão ser identificadas por plaqueta metálica ou de polímero rebitada na tampa, contendo a inscrição “REDE LÓGICA” em caracteres de 10 mm de altura.

4.6.6 Pontos de rede lógica

A instalação contempla pontos de tomada de rede RJ45, destinados à conexão de equipamentos de informática, telefonia IP, televisores e dispositivos de rede sem fio.

Os pontos estão distribuídos de acordo com a finalidade de uso e a ocupação de cada ambiente, conforme a tabela a seguir:

TABELA 1 - PONTOS DE REDE LÓGICA

AMBIENTE	QUANTIDADE DE PONTOS	FINALIDADE
Catracas	14	Ponto de rede
Central de monitoramento	8	Ponto de rede - computadores
Bilhetagem	10	Ponto de rede - computadores
Sala dos motoristas	2	Ponto de rede - computadores
Sala de coleta	2	Ponto de rede
Sala do cofre	2	Ponto de rede
Operação	4	Ponto de rede - computadores
Biblioteca	6	Ponto de rede - computadores
Circulação coberta	4	Ponto de rede
Limpeza terceirizada	4	Ponto de rede
Depósito	2	Ponto de rede
Lanchonete	3	Ponto de rede - computadores
Bilheteria 03	2	Ponto de rede
Cancela	2	Ponto de rede
Área externa	8	Ponto de rede - Wi-Fi
Recepção/Sala de espera	15	Ponto de rede - computadores
Recepção/Sala de espera	6	Ponto de rede - TV
Recepção/Sala de espera	4	Ponto de rede
Sala de distribuição	2	Ponto de rede
Consultório farmacêutico	2	Ponto de rede - computadores
Sala de operação	6	Ponto de rede - computadores
Sala de apoio e fiscalização	8	Ponto de rede - computadores
Sala da Superintendência	2	Ponto de rede - computadores
Recepção	2	Ponto de rede - computadores
Almoxarifado de medicamentos	2	Ponto de rede - computadores

FONTE: AUTOR.

4.6.7 Distribuição dos racks de dados

O Rack de Distribuição Geral será do tipo 24U, com guias horizontais e verticais para organização e acomodação dos cabos. O rack deverá ser instalado sobre o piso e possuir aterramento próprio, interligado ao barramento de equipotencialização mais próximo mediante condutor de cobre com seção mínima de 6 mm², conforme detalhamento em prancha.



A rede lógica será segmentada em quatro racks de distribuição (FD1 a FD4), estrategicamente posicionados conforme as áreas de atendimento e a distância dos pontos de rede, garantindo eficiência de cabeamento e manutenção simplificada.

4.6.7.1 Áreas atendidas pelo rack FD1

- Área Externa;
- Limpeza Terceirizada;
- Depósito;
- Lanchonete;
- Catracas;
- Biblioteca;
- Bilhetagem;
- Central de Monitoramento.

4.6.7.2 Áreas atendidas pelo rack FD2

- Área Externa;
- Sala dos Motoristas;
- Sala de Coleta;
- Sala do Cofre;
- Operação.

4.6.7.3 Áreas atendidas pelo rack FD3:

- Área Externa;
- Catracas;
- Bilheteria 01.

4.6.7.4 Áreas atendidas pelo rack FD4:

- Recepção / Sala de Espera;
- Sala de Distribuição;
- Consultório Farmacêutico;
- Sala de Operação;
- Sala de Apoio e Fiscalização;
- Sala da Superintendência;
- Recepção;



- Almoxarifado de Medicamentos.

4.6.8 Equipamentos

O modem deverá ser instalado na gaveta superior (1U) do rack, seguido dos switches, que serão dispostos sequencialmente de cima para baixo, mantendo espaçamento de 1U entre os equipamentos para passagem dos guias de cabos horizontais.

Abaixo dos switches serão instalados os patch panels, respeitando o mesmo espaçamento. Os terminadores ópticos e conversores de mídia (fibra/ethernet) deverão ser posicionados acima do primeiro switch.

Os equipamentos que demandam alimentação elétrica deverão ser conectados a tomadas individuais, sendo vedada a utilização de extensões, benjamins ou adaptadores múltiplos.

Todos os dispositivos deverão possuir identificação externa e interna por etiquetas adesivas, e estar aterrados tanto na carcaça metálica do rack quanto no pino terra das tomadas de energia.

4.6.9 Cabos e acessórios de cabeamento

Os conversores de mídia, switches e patch panels deverão ser interligados por patch cables Cat6 (250 MHz).

Os patch cords que conectam os patch panels aos pontos de usuário deverão ser igualmente do tipo Cat6 (250 MHz) UTP – 4 vias.

As tomadas de rede lógica serão do tipo RJ45 Cat6 (250 MHz), simples, duplas ou múltiplas, conforme detalhamento em prancha, e deverão ser identificadas por meio de etiquetas adesivas aplicadas na face externa e no interior da caixa.

É proibida a realização de emendas nos cabos metálicos de rede (UTP). Os cabos deverão ser organizados com abraçadeiras de nylon ou velcro, permitindo fácil agrupamento e manutenção.

Os cruzamentos entre cabos de rede e cabos elétricos deverão ocorrer em ângulo de 90°, minimizando interferências eletromagnéticas. Os cabos deverão ser instalados sem tração excessiva e respeitando o raio mínimo de curvatura recomendado pelas normas técnicas.



4.6.10 Conduitos

4.6.10.1 Eletrocalhas

As eletrocalhas destinadas ao cabeamento estruturado serão instaladas sobre o forro, fixadas por parafusos e tirantes metálicos a cada 1,0 m, conforme detalhamento em prancha.

As especificações são apresentadas na tabela a seguir:

TABELA 2 - ELETROCALHAS

PERFILADO	DIMENSÕES	CHAPA	BORDA
Perfurado	38x38 mm	18	-

ELETROCALHA	DIMENSÕES	CHAPA	BORDA
Perfurada	50x50 mm	18	-
Perfurada	100x50 mm	18	-

FONTE: AUTOR.

Os acessórios utilizados para interligação das eletrocalhas são:

TABELA 3 - ACESSÓRIOS DAS ELETROCALHAS

ACESSÓRIO	INDICAÇÃO NA PRANCHA
Curva vertical interna 90°	CVI
Curva vertical externa 90°	CVE
Curva Horizontal 45°	CH45
Curva horizontal 90 °	CH
Tê horizontal	TeH
Tê vertical	TeV
Cruzeta horizontal	CrH
Terminal liso	T
Redução concêntrica	RC
Flange	FI
Saída horizontal eletrocalha/eletroduto	Simbologia indicada em prancha de desenho

FONTE: AUTOR.

A saída horizontal eletrocalha/eletroduto deverá seguir a simbologia e o detalhamento constantes em prancha.

As emendas poderão variar conforme o método executivo adotado, desde que garantida a fixação e continuidade elétrica. O número de conectores previstos



baseia-se na razão entre o comprimento total das eletrocalhas e o módulo de 3 metros.

Todas as partes metálicas, incluindo eletrocalhas e perfilados, deverão ser aterradas ao barramento de equipotencialização, por meio do quadro de distribuição mais próximo.

4.6.10.2 Eletrodutos

Os eletrodutos deverão ser do tipo rígido de aço galvanizado a quente (AGF), com diâmetro Ø1", salvo indicação diversa em prancha de desenho, utilizando-se luvas e curvas pré-fabricadas do mesmo fabricante.

Os trechos derivados de eletrocalhas deverão empregar o acessório “saída de eletroduto” (geralmente na posição horizontal), conforme simbologia e detalhamento gráfico apresentados em prancha.

4.7 SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

O Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) tem por finalidade captar, conduzir e dissipar as correntes de descargas atmosféricas, reduzindo ou evitando danos à vida, aos equipamentos, à continuidade dos serviços e à estrutura protegida.

O SPDA é constituído por três subsistemas — captação, descida e aterramento. O correto desempenho do sistema exige que todos os subsistemas estejam operantes e atendam integralmente às características prescritas em norma. Qualquer não conformidade em um deles reduz ou inviabiliza a eficácia do conjunto.

A relação de materiais pode ser encontrada nos anexos.

4.7.1 Normas técnicas

- ABNT NBR 5419-1:2015 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas – Parte 1: Princípios gerais;
- ABNT NBR 5419-2:2015 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas – Parte 2: Gerenciamento de risco;
- ABNT NBR 5419-3:2015 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas – Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;



- ABNT NBR 5419-4:2015 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas – Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos;
- ABNT NBR 5410:2008 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- NTC 910900/COPEL – Equipotencialização em instalações prediais;
- NTC 910910/COPEL – Dispositivos de proteção contra surtos (DPS).

4.7.2 Generalidades do SPDA

O sistema deve possuir referencial único de terra. Havendo mais de uma malha, estas deverão ser equipotencializadas entre si, de modo a eliminar diferenças de potencial.

Nas conexões entre materiais distintos (p. ex., alumínio–cobre; aço–cobre; aço–alumínio), devem ser empregados conectores bimetálicos, terminais estanhados ou soluções equivalentes que evitem corrosão galvânica.

O SPDA deverá ser ensaiado por etapas durante a execução e em manutenções periódicas. O SPDA externo deve ter continuidade e resistência verificadas: (i) ao término de cada etapa; (ii) nas inspeções de rotina.

As medições deverão ser realizadas por profissional habilitado, com instrumentos aferidos, seguindo os procedimentos de continuidade e resistência ôhmica previstos em norma. As verificações devem ser acompanhadas pelo engenheiro responsável, que assumirá a garantia do funcionamento do sistema.

Os ensaios de continuidade e resistência devem observar os parâmetros da ABNT NBR 5419-3:2015.

É obrigatória a manutenção anual e após qualquer incidência de descarga sobre a estrutura.

Alterações de projeto durante a execução somente poderão ocorrer mediante consulta ao projetista responsável.

4.7.3 Diretrizes de projeto do SPDA

Será adotado SPDA estrutural na edificação, utilizando-se armaduras e fundações como elementos naturais de captação/descida/aterramento, desde que as conexões (armaduras, rebar e demais integrações) atendam aos ensaios previstos nos anexos da ABNT NBR 5419:2015.

Complementarmente, será executado SPDA externo, composto por captadores, descidas por barras chatas de alumínio e anel de aterramento.



Considerando a fachada com elementos metálicos (gradis, brises, fechamentos), todos os elementos metálicos deverão ser equipotencializados.

Na cobertura existente (telhas de concreto), serão fixados captosres em barra chata de alumínio.

Na cobertura da ampliação (plataformas de embarque), de natureza metálica, serão fixados captosres em barra chata de alumínio e empregada a estrutura de treliças como captação natural.

O volume da caixa d'água terá mastro com captor tipo Franklin.

Todas as massas metálicas externas serão equipotencializadas ao BEP/BEL/BES por condutores de cobre, conforme projeto.

Na estrutura existente, os subsistemas de descida e aterramento serão externos aos pilares, com reforços estruturais (pilares metálicos e blocos de fundação) equipotencializados à malha.

Na ampliação (plataformas e guaritas), as descidas e o aterramento serão estruturais: plataformas com descidas naturais pelos pilares metálicos aterrados por malha de cobre, e guaritas por armaduras de pilares e fundações.

Todas as estruturas (existente e ampliação) serão equipotencializadas ao nível do solo, conforme projeto.

4.7.4 Gerenciamento de risco

O gerenciamento de risco foi realizado para cada zona do empreendimento, conforme ABNT NBR 5419-2:2015, determinando o nível de proteção requerido. Os valores e parâmetros adotados constam nas pranchas do projeto.

4.7.4.1 Zoneamento

Com base na ABNT NBR 5419-1:2015, o complexo foi segmentado em:

- Z1 – Prédio principal existente;
- Z2 – Plataformas de embarque e desembarque;
- Z3 – Áreas externas.

Em dias de tempestade, Z1 e Z2 constituem áreas abrigadas; Z3 caracteriza-se como zona externa sem permanência de pessoas. O dimensionamento considerou Z1 e Z2 como alvos de proteção prioritária.

A classe do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) adotada para o Terminal Central foi definida como Classe II.



4.7.5 Subsistema de captação

O subsistema de captação será composto por três tipos distintos de elementos: captação natural, realizada pelas treliças e telhas metálicas das plataformas; captação por barras chatas de alumínio e minicaptadores, utilizada no prédio existente e nas coberturas de policarbonato; e captação por mastro Franklin, aplicada à cobertura da caixa d'água.

As barras chatas de alumínio deverão possuir seção mínima de 70 mm² e ser dispostas em malha com espaçamento máximo de 10 × 10 metros, conforme Classe II da ABNT NBR 5419:2015. Deverão ser fixadas ao contorno da cobertura, com espaçamento máximo de um metro, contornando calhas e obstáculos e acompanhando os cantos salientes da estrutura.

A captação natural ocorrerá pelas telhas metálicas, com espessura superior a 0,5 mm, e pelas treliças estruturais imediatamente abaixo, ambas interligadas eletricamente e conectadas ao sistema de aterramento. As barras de alumínio instaladas sobre superfícies metálicas deverão utilizar conectores bimetálicos ou isoladores, de modo a evitar corrosão galvânica. Os cruzamentos e emendas seguirão os detalhes construtivos constantes nas pranchas do projeto.

Para complementar a proteção, serão instalados minicaptadores de alumínio de 7/8" × 1/8" × 300 mm, posicionados em cantos salientes, pontos de descida e locais estratégicos indicados em prancha.

A estrutura da caixa d'água contará com mastro de quatro metros de altura, dotado de captor Franklin de 250 mm e descidas em cobre nu 35 mm², devidamente conectadas à malha de captação por conectores bimetálicos. Todos os elementos metálicos da fachada deverão ser interligados ao sistema de captação, formando um conjunto único e contínuo de proteção.

4.7.6 Subsistema de descida

4.7.6.1 Descidas estruturais

Ampliação – Plataformas de embarque e desembarque

Nas plataformas de embarque e desembarque, as descidas do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) serão constituídas pelos próprios pilares metálicos estruturais, que atuarão como componentes naturais de descida. Esses elementos deverão ser equipotencializados ao nível do solo por meio da malha



de aterramento, garantindo a continuidade elétrica entre a estrutura metálica e o sistema de aterramento da edificação, conforme especificações de projeto e exigências das normas técnicas vigentes.

4.7.6.2 Descidas externas

Ampliação – Guaritas e demais estruturas em alvenaria

Nas guaritas e nas demais estruturas executadas em alvenaria, as descidas do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) serão instaladas externamente à edificação, acompanhando o contorno das paredes e demais elementos estruturais. As descidas serão executadas em barra chata de alumínio, com seção mínima de 70 mm², fixadas de acordo com o detalhamento em projeto.

A uma altura aproximada de três metros (3 m) do piso, as descidas deverão prosseguir internamente através de eletroduto de PVC de 1" de diâmetro, até o ponto de equipotencialização com a malha de aterramento. Todo o percurso deverá ter continuidade elétrica assegurada, mediante o uso de soldas, conectores ou condutores adequados, garantindo a eficiência e a integridade do sistema.

4.7.7 Subsistema de Aterramento

O subsistema de aterramento será formado por um anel perimetral em cabo de cobre nu, com seção mínima de 70 mm², disposto a 70 centímetros de profundidade e garantindo que pelo menos 80% do seu comprimento esteja em contato direto com o solo.

As conexões entre os condutores serão executadas por solda exotérmica, utilizando moldes e cartuchos limpos, de forma a assegurar baixa impedância e continuidade elétrica adequada.

4.7.8 Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS)

O sistema contará com dispositivos de proteção contra surtos do tipo Classe II instalados no Quadro de Distribuição Geral (QDG) e no Quadro de Fotovoltaica, dimensionados para onda de corrente 10/350 µs, em ambas as entradas da instalação.

Os quadros secundários de distribuição (QD) deverão contar com DPS Classe II para surtos com forma de onda de 8/20 µs.



Todos os dispositivos serão tetrapolares ou compostos por quatro DPS monopolares equivalentes, conforme especificações do projeto elétrico. Os principais parâmetros são: corrente máxima de descarga de 40 kA, corrente nominal entre 8 e 20 kA, tensão residual inferior a 1,5 kV e tensão máxima de operação contínua de 175 V em frequência de 50/60 Hz.

Os DPS classe II estão especificados no projeto elétrico.

TABELA 4 - DPS CLASSE II

$I_{m\acute{a}x} = 40kA (2 \times I_n)$
$8 kA < I_n < 20 kA$
$U_p < 1,5kV$
$U_c = 175 V$
50/60 Hz

FONTE: AUTOR.

4.7.9 Equipotencialização

O BEP será posicionado após o Quadro Elétrico Geral de ingresso na estrutura; os DPS seguirão a ABNT NBR 5419-4:2015.

Os BEL deverão ser interligados entre si e ao BEP.

Todas as estruturas metálicas externas serão interligadas ao SPDA: central de gases medicinais e tubulações que adentram a edificação; telhas e rufos metálicos; tubulações metálicas de água; partes metálicas de equipamentos elétricos; brises, totem, portões metálicos, postes de iluminação, alambrados e demais massas suscetíveis de condução de cargas.

O aterramento de massas será realizado por conexão às caixas de equipotencialização via cabo de cobre nu 16 mm². A tubulação metálica de água deverá ser conectada por fita perfurada de latão niquelado. Para tubulações de incêndio e recalque, recomenda-se aterramento próprio em subsolo (haste) e posterior equalização na caixa.

O quadro de equalização (BEP, BEL e BES) responderá pela equipotencialização entre os aterramentos do SPDA, elétrico, telefônico (se houver), ferragens de lajes, tubulações de água e esgoto, tubulações de gás, elementos de fachada, totens, portões, postes e quaisquer massas metálicas expostas. Os quadros BEP, BEL e BES serão interligados por condutores de cobre 16 mm².



Em áreas com GLP, devem ser observadas as ABNT NBR 12888 e ABNT NBR 13523, cabendo à empresa instaladora garantir a compatibilização entre SPDA e instalações de gases, incluindo interligações de tubulações e abrigos, quando aplicável.

O esquema apresentado em projeto é exemplificativo, devendo a montagem ser verificada in loco. Necessidades de alteração deverão ser justificadas e submetidas à contratante.

Toda estrutura metálica (alambrados, brises, portões, postes, hastes, brinquedos metálicos de playground e similares) deverá ser conectada ao aterramento pelos quadros de equipotencialização (BEL), com continuidade assegurada.

4.7.10 Manutenção do SPDA

A manutenção e inspeção do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) deverão obedecer ao disposto no item 7.3 da norma ABNT NBR 5419-3:2015, de modo a assegurar a continuidade operacional e a eficiência do sistema ao longo do tempo. As inspeções deverão ocorrer em diferentes fases da obra e durante a vida útil da edificação, garantindo que eventuais danos ou desgastes sejam prontamente identificados e corrigidos.

Durante a fase construtiva, o SPDA deverá ser inspecionado de forma contínua, observando-se a correta execução das conexões, descidas e pontos de aterramento. Após a conclusão da instalação e antes da emissão do documento “as built”, deverá ser realizada uma verificação completa de todos os componentes do sistema, assegurando que o executado corresponde integralmente ao projeto aprovado.

Novas inspeções deverão ocorrer sempre que forem realizadas alterações, reparos ou quando houver suspeita de incidência direta de descargas atmosféricas sobre a estrutura. Além dessas verificações extraordinárias, será obrigatória uma inspeção visual semestral, destinada à identificação de eventuais pontos de corrosão, deterioração de materiais ou desconexões mecânicas.

O sistema deverá ainda ser submetido a inspeções periódicas completas, realizadas por profissional habilitado e devidamente capacitado, com emissão de laudo técnico e registro documental das medições e verificações realizadas. A periodicidade das inspeções deverá ser definida conforme o tipo e a criticidade da



instalação, sendo anual para estruturas que contenham materiais explosivos, situadas em ambientes sujeitos à corrosão severa (como regiões litorâneas ou industriais) ou pertencentes a serviços essenciais, tais como energia, abastecimento de água ou telecomunicações.

Durante as inspeções, deverão ser observados os parâmetros definidos no item 7.3.2 da referida norma, com ênfase na avaliação da integridade física e funcional dos componentes. Deverão ser verificados, em especial, o estado de captosres, condutores de descida e conexões, as condições das equipotencializações, a corrosão dos eletrodos de aterramento e a continuidade dos condutores nos subsistemas de aterramento não naturais.

As conexões dos dispositivos de proteção contra surtos (DPS) deverão ser inspecionadas semanalmente ou sempre que ocorrerem tempestades, garantindo a conformidade com as normas ABNT NBR e NTC mencionadas no projeto. Essa rotina é fundamental para assegurar o correto funcionamento dos dispositivos e prevenir falhas na proteção das instalações elétricas e eletrônicas da edificação.

Qualquer não conformidade identificada durante as inspeções ou verificações deverá ser imediatamente comunicada à Prefeitura Municipal de Araucária, de modo a permitir o registro, a análise e a adoção das medidas corretivas necessárias à manutenção da segurança e da eficiência do sistema.

4.8 SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE

O Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede tem por finalidade a geração de energia elétrica a partir da conversão da radiação solar em energia contínua, posteriormente transformada em corrente alternada por meio de inversores e injetada na rede da concessionária local.

O dimensionamento do sistema considera a demanda da edificação e as condições de insolação do local, observando as normas técnicas vigentes da ABNT e os requisitos de segurança elétrica.

Todos os equipamentos e componentes empregados atendem aos padrões de qualidade e eficiência exigidos, garantindo operação segura, desempenho adequado e contribuição para a sustentabilidade energética do empreendimento.

A relação de materiais pode ser encontrada nos anexos.



4.8.1 Normas utilizadas

- ABNT NBR 5410:2008 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 16690:2019 – Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos — Requisitos de projeto;
- ABNT NBR 16274:2014 – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho;
- ABNT NBR 5419:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas;
- NR-10:2019 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NR-35:2019 – Trabalho em altura;
- NTC 903100 – Fornecimento em tensão primária de distribuição;
- NTC 901100 – Fornecimento em tensão secundária de distribuição.

4.8.2 Generalidades do sistema fotovoltaico (SFVCR)

O Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFVCR) é composto pelos seguintes elementos principais: módulos fotovoltaicos, inversores, cabeamento em corrente contínua (CC), cabeamento em corrente alternada (CA), dispositivos de proteção elétrica e caixas de junção (string boxes).

Todos os materiais e equipamentos empregados deverão ser homologados pelo INMETRO e atender às diretrizes técnicas da concessionária COPEL, além das demais normas brasileiras pertinentes. Os manuais técnicos (datasheets) dos equipamentos deverão integrar a documentação final a ser entregue ao contratante, devidamente organizados e atualizados.

A interligação do sistema à rede da concessionária somente poderá ocorrer após a aprovação e autorização formal da COPEL, conforme os procedimentos vigentes.

A execução dos serviços deverá obedecer rigorosamente às normas mencionadas, às recomendações de segurança do trabalho e às boas práticas de engenharia. A instalação deverá ser realizada por profissionais tecnicamente qualificados, com comprovada experiência em sistemas de geração fotovoltaica conectados à rede.

Para garantir a segurança e a integridade física dos trabalhadores e do sistema, deverão ser observadas as seguintes diretrizes:



- Inspecionar previamente o telhado ou laje, certificando-se de que a superfície esteja livre de obstruções e em condições adequadas para a montagem;
- Cumprir as normas de segurança aplicáveis, utilizando Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados, como capacete, calçado antiderrapante, luvas e óculos de proteção;
- Empregar equipamentos de proteção contra quedas, como cinturões de segurança e talabartes, conforme a NR 35;
- Manter, obrigatoriamente, dois profissionais qualificados em todas as etapas da instalação;
- Levar ao local de trabalho o manual de montagem da estrutura e as pranchas de projeto, garantindo que a execução siga rigorosamente o planejamento técnico.

Durante a montagem, recomenda-se o isolamento dos terminais ou cobertura temporária dos módulos, de modo a evitar a geração acidental de energia sob incidência solar e consequentes riscos de choque elétrico.

Os módulos deverão ser instalados conforme as premissas de dimensionamento e de acordo com as condições geométricas da cobertura, respeitando a estanqueidade do telhado e a integridade das impermeabilizações.

Os inversores deverão ser posicionados sob os módulos, em local ventilado e protegido, evitando a incidência direta de radiação solar.

Todas as partes metálicas das estruturas de suporte deverão ser equipotencializadas e aterradas, interligando-se aos BEP/BEL existentes na cobertura, conforme o projeto de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), a fim de mitigar riscos elétricos e garantir a segurança da instalação.

O sistema fotovoltaico deverá atender integralmente às normas da concessionária COPEL, observando as exigências para conexão ao sistema de distribuição e para compensação de créditos de energia conforme estabelecido na Resolução Normativa nº 1000/2021 da ANEEL.

A aprovação do projeto junto à concessionária é condição indispensável para o início da operação e deve ser realizada por meio da plataforma digital da COPEL.

4.8.3 Especificações do projeto



A edificação está implantada em terreno caracterizado por vizinhança de baixa densidade e relevo suavemente inclinado.

Por tratar-se de cobertura em telhado, a orientação e inclinação dos módulos fotovoltaicos seguirão a inclinação natural das águas, conforme indicado nas pranchas de projeto.

Com base nas informações do projeto elétrico, a edificação apresenta carga instalada e demanda previstas em kVA, utilizadas como referência para o dimensionamento do sistema.

O SFVCR foi projetado para atender a uma fatura média de aproximadamente 14.000 kWh/mês, de modo compatível com a área disponível na cobertura. A energia excedente gerada poderá ser compensada em outro imóvel público da Prefeitura, sendo sugerido o Paço Municipal como unidade consumidora beneficiária.

Para o dimensionamento do sistema, foram considerados os índices médios de irradiação solar a partir de medições contínuas realizadas ao longo de um ano completo, no local da obra.

TABELA 1 - IRRADIAÇÃO MÉDIA ANUAL
IRRADIAÇÃO MÉDIA ANUAL (kWh/m²/dia)

Global	Direta	Difusa	Inclinada
4,22	1,95	2,30	4,25

FONTE: AUTOR.

Com base nos dados de demanda e irradiação, o sistema foi dimensionado para atender ao perfil energético da edificação com eficiência e confiabilidade.

TABELA 2 - PERFIL ENERGÉTICO

Capacidade instalada	134,31 kWp
Capacidade de geração	122 kW
Classificação de geração	Minigeração
Potência dos módulos	555 Wp
Número de módulos	242

FONTE: AUTOR.

4.8.4 Módulos fotovoltaicos

Os módulos deverão ser da mesma marca e modelo, a fim de garantir uniformidade elétrica e minimizar perdas por descasamento (*mismatch*). Sua instalação deverá seguir as orientações das pranchas de projeto e as recomendações do fabricante.



Como mencionado previamente, a orientação e inclinação dos módulos serão em função das águas da cobertura do telhado.

Os dados a seguir referem-se ao módulo utilizado como referência de cálculo, podendo ser substituído por outro de características técnicas equivalentes.

TABELA 3 - MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Modelo de referência para cálculo	CANADIAN SOLAR CS6W-555MS
Potência nominal máxima ($p_{m\acute{a}x}$)	555 Wp
Tensão de operação (v_{mp})	41.9 V
Corrente de operação (i_{mp})	13.25 A
Tensão de circuito aberto (v_{oc})	49.8 V
Corrente de curto circuito (i_{sc})	14.05 A
Eficiência do módulo	21.6 %
Temperatura de operação	-40 °C até +85 °C
Tipo de célula	Mono cristalino
Células	144 [2x(12x6)]
Dimensões	2261x1134x30 mm
Peso	27.6 kg
Conectores	T6 ou MC4-EVO2

FONTE: AUTOR.

Todos os módulos deverão ser certificados e homologados pelo INMETRO.

4.8.5 Inversores

Os inversores deverão ser da mesma marca e modelo, assegurando compatibilidade entre os equipamentos e maior eficiência do sistema. Para esta instalação, optou-se pela utilização de microinversores, que oferecem elevada confiabilidade e maior vida útil operacional.

Os equipamentos deverão ser fixados sob os módulos, conforme instruções do fabricante, evitando emendas ou extensões desnecessárias no cabeamento CC.

TABELA 4 - MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

MODELO DE REFERÊNCIA PARA CÁLCULO	APSystem DS3D
DADOS DE ENTRADA CC	
Potência do módulo usado normalmente	315 a 670+ W
Tensão de entrada máxima	120 V
Faixa de tensão MPPT	64 V a 90 V
Tensão de arranque	52 V
Corrente de entrada máxima	2x 20 A
DADOS DE SAÍDA CA	



Potência nominal de saída	2000 W
Corrente nominal de saída	60 Hz
Fator de potência	>0,99
Eficiência pico	97%
Eficiência MPPT	99,5%
Consumo	20 mW

FONTE: AUTOR.

As variações de interconexão entre microinversores dependem de cada fabricante, devendo a executora seguir fielmente o diagrama elétrico apresentado no projeto e submeter eventuais alterações à validação prévia da contratante.

A instalação deverá garantir o equilíbrio de potência entre as fases R, S e T, conforme indicado nas pranchas de montagem.

Todos os inversores deverão possuir certificação INMETRO e atender às normas de segurança e desempenho aplicáveis.

4.8.6 Cabeamento CC

O cabeamento em corrente contínua deverá seguir o fornecido junto aos módulos. Em caso de necessidade de extensões, deverão ser empregados cabos com isolamento dupla, resistência à radiação ultravioleta (UV) e terminais compatíveis com os conectores dos módulos e microinversores.

Os cabos devem ser fixados de maneira organizada, acompanhando os suportes estruturais, utilizando abraçadeiras de nylon ou similares.

4.8.7 Cabeamento CA

Os condutores em corrente alternada deverão seguir o dimensionamento indicado nos diagramas unifilares e multifilares. A queda de tensão total entre os microinversores e o ponto de conexão ao quadro de distribuição não deverá exceder 4%.

4.8.8 Condutos

Os condutos serão constituídos por eletrocalhas lisas de aço galvanizado a fogo, fixadas sob o telhado e sobre as treliças, com suportes adequados. Todos os furos e passagens deverão ser devidamente vedados e protegidos contra infiltrações.

No interior da edificação, o cabeamento seguirá sobre o forro em eletrocalhas perfuradas com tampa (50 × 50 mm), conforme detalhamento em prancha.



4.8.9 Proteções

A proteção CC é integrada aos microinversores, não sendo necessário quadro de proteção dedicado.

As proteções em CA serão realizadas na string box, por meio de disjuntores termomagnéticos e Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) Classe II.

Os inversores deverão incorporar sistemas de proteção contra ilhamento, conforme a ABNT NBR 16149:2013, contendo os relés 25, 27, 59, 81U/O, 51 e 81df/dt, que devem realizar a desconexão automática da rede em caso de anomalia.

4.8.10 Caixas de junção - string box (QSFV)

As string boxes são responsáveis pela agregação dos circuitos do sistema fotovoltaico, concentrando as proteções em um único ponto.

Cada quadro deverá dispor de instrumentação trifásica para medição de tensão, corrente e potência, permitindo o monitoramento local e remoto da geração.

4.8.11 Conexão com a rede

O sistema fotovoltaico possuirá conexão à rede para monitoramento remoto da geração, utilizando o sistema de telemetria fornecido pelo fabricante dos inversores, que permite acompanhamento em tempo real e emissão de relatórios de desempenho.

O diagrama unifilar segue o modelo estabelecido pela NTC 905200, figura 6.9 - “Minigeração atendida em 13,8 kV - acima de 75 kW até 300 kW – Geração com o uso de inversores”.

4.8.12 Subsistemas

Devido à grande extensão da cobertura, o sistema foi dividido em subsistemas independentes, otimizando a eficiência e reduzindo perdas. Cada subsistema interliga-se a um quadro fotovoltaico (QSFV_n), sendo “n” o número correspondente ao quadro.

Os subsistemas deverão ser equilibrados entre fases, alternando as ligações dos microinversores conforme indicado no projeto multifilar. Cada QSFV contará com medidor de potência, corrente e tensão, facilitando as atividades de operação, monitoramento e manutenção preventiva.



4.9 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

As instalações hidrossanitárias devem seguir de acordo com o projeto executivo, atendendo as especificações de materiais e tipos de equipamentos. O projeto das instalações foi desenvolvido obedecendo às seguintes normas brasileiras:

- NBR 5626/20 – Instalações prediais de água fria;
- NBR 8160/99 – Instalações prediais de esgoto sanitário.
- Regulamentos da Concessionária: SANEPAR

4.9.1 Instalações de água fria

O sistema de abastecimento de água potável foi considerado como um sistema de abastecimento indireto, ou seja, um sistema no qual a água proveniente da rede comunitária local é reservada na edificação, sendo armazenado no reservatório tipo castelo de água. Esse sistema tem por finalidade principal garantir o suprimento das edificações, em caso de interrupção do abastecimento local e uniformizar a pressão nos pontos e tubulações da rede predial.

Deve haver livre acesso para os responsáveis pelo abastecimento ao hidrômetro. A tubulação de alimentação, que segue do hidrômetro instalado será de 32 mm, em PVC rígido, conforme projeto, para abastecer os reservatórios elevados.

O hidrômetro deverá ser instalado em local adequado, a 1,50 m, no máximo, da testada do imóvel (ou conforme especificação da concessionária). Os mesmos terão dimensões e padrões conforme dimensionamento da companhia local de água e esgoto.

O castelo de água é composto por um reservatório superior, em concreto, devidamente impermeabilizado, com capacidade de 26.000 litros de água. Será provido de alimentação, tubulações de extravasão, limpeza e barrilete (todos em tubos de PVC rígido).

O sistema de distribuição de água fria opera por Pressão de Gravidade, utilizando a diferença de nível geométrico entre o fundo do reservatório superior e os pontos de consumo.

Critério de Pressão e Alturas Manométricas

O ponto de consumo mais desfavorável é a bacia sanitária com válvula de descarga e está localizado a uma cota de: 0,33 m em relação ao fundo do reservatório.



A Altura Manométrica Estática Disponível nesse ponto é de 9,47 m.c.a (considerando a coluna d'água do reservatório), subtraída da perda de carga total.

A Pressão Dinâmica Mínima Verificada no ponto crítico é de 3,69 m.c.a (36,9kPa), superior ao mínimo exigido pela NBR 5626 (24 kPa ou 2,4 m.c.a.).

Controle de Pressão:

A pressão estática máxima em qualquer ponto de utilização (geralmente torneiras de jardim no térreo ou a peça mais baixa) foi verificada para não exceder 400 kPa (m.c.a.). Caso a pressão exceda este limite, serão instaladas Válvulas Redutoras de Pressão (VRP).

TABELA 1 - ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Componente	Especificação Técnica	Norma de Fabricação	Classe de Pressão / Resistência	Marca Sugerida (Padrão)
Tubulação Água Fria (Embutida)	PVC Rígido Soldável (Cloro de Polivinila)	NBR 5648 / NBR 5680	PN 60 (6,0 kgf/cm ² ou 60 m.c.a.)	Tigre, Amanco, Krona
Tubulação Alimentador (Subida)	PVC Rígido Soldável ou PPR (Polipropileno Copolímero Random)	NBR 5648 / NBR 15813	PN 60 (PVC) / PN 20 (PPR)	Tigre, Amanco, Aquatherm
Válvula de Boia	Boia de Alta Vazão, corpo em latão ou plástico de engenharia.	NBR 15705	1/2" a 2" (Conforme Alimentador)	Blukit, Deca
Registros de Gaveta	Corpo em Latão forjado, acionamento rotativo	NBR 15705	1/2" a 2", Pressão de Serviço 14 kgf/cm ²	Deca, Docol, Fabrimar
Reservatório Superior	Castelo d'água em concreto			

Recomenda-se que as tubulações horizontais sejam instaladas com uma leve declividade, tendo em vista reduzir o risco de formação de bolhas de ar no seu interior. Pela mesma razão, elas devem ser instaladas livres de calços e guias que possam provocar ondulações localizadas.

Demais informações e especificações de instalação do sistema encontram-se no projeto.

4.9.2 Instalações de esgotos sanitários

O sistema predial de esgoto sanitário deve ser separado absoluto em relação ao sistema predial de águas pluviais, dessa maneira não deve existir nenhuma ligação entre os dois sistemas.



Todos os tubos e conexões da rede de esgoto serão em PVC rígido e deverão ser instalados conforme o projeto sanitário.

TABELA 2 - ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Componente	Especificação Técnica	Norma de Fabricação	Classe de Pressão / Resistência	Marca Sugerida (Padrão)
Tubulação Sanitária	PVC para Esgoto (Série Normal / Reforçada), junta elástica (anel de vedação)	NBR 5688 / NBR 8160	Classe Leve/Reforçada (Conforme Uso)	Tigre, Amanco, Krona
Sifões e Desconectores	PVC rígido ou flexível (sanfonado) com fecho hídrico	NBR 14162	Conforme diâmetro do aparelho	Astra, Tigre, Blukit
Grelhas/Ralos Sifonados	PVC com fecho hídrico e tampa	NBR 8160	Diâmetro de saída DN 40 ou DN 50	Tigre, Amanco, Astra
Caixas de Gordura	Pré-moldada em PVC ou Alvenaria/Concreto	NBR 8160 / NBR 14965	Resistência a impacto e estanqueidade	Tigre, Amanco

4.9.2.1 Subsistemas de coleta e transporte de esgoto

O subsistema de coleta e transporte do esgoto sanitário é composto pelo conjunto de aparelhos sanitários, tubulações, acessórios e desconectores, destinados a captar o esgoto sanitário e conduzi-lo a um destino adequado. Esse subsistema foi projetado de forma que as tubulações não passem por estruturas de concreto (vigas baldrame), e sim desviem por baixo das mesmas. Casos pontuais em que haja conflito entre a estrutura e o sistema deverão ser estudados e adequados no momento da execução, a fim de evitar problemas de funcionamento ou comprometimento de qualquer uma dessas ou demais instalações.

Todos os trechos horizontais previstos no sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário devem possibilitar o escoamento dos efluentes por gravidade, devendo, para isso, apresentar uma declividade constante. Recomendam-se as seguintes declividades mínimas:

- 2% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 mm;
- 1% para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 100 mm.

Os coletores enterrados deverão ser assentados em fundo de vala nivelado, compactado e isento de materiais pontiagudos e cortantes que possam



causar algum dano à tubulação durante a colocação e compactação. Em situações em que o fundo de vala possuir material rochoso ou irregular, aplicar uma camada de areia e compactar, de forma a garantir o nivelamento e a integridade da tubulação a ser instalada.

Em locais sujeitos a tráfego de veículos, os tubos do sistema de esgotamento sanitário deverão ser protegidos de forma adequada, com os seguintes recobrimentos mínimos:

- 0,40 m em local sem tráfego;
- 0,60 m em local sujeito a tráfego leve;
- 0,90 m em local sujeito a tráfego pesado.

Demais informações e especificações de instalação do sistema encontram-se no projeto.

4.9.2.2 Subsistema de ventilação

O subsistema de ventilação consiste no conjunto de tubulações ou dispositivos destinados a encaminhar os gases para a atmosfera e evitar a fuga dos mesmos para os ambientes sanitários, bem como evitar o rompimento dos fechos hídricos dos desconectores.

Todas as colunas de ventilação devem possuir terminais de ventilação instalados em suas extremidades superiores e estes devem estar a 30 cm acima do nível do telhado (ou conforme especificação de norma, dependendo do tipo de cobertura).

A extremidade aberta de todas as colunas de ventilação deve ser provida de terminais tipo chaminé, “tê” ou outro dispositivo que impeça a entrada das águas pluviais diretamente ao tubo de ventilação.

Demais informações e especificações de instalação do sistema encontram-se no projeto.

4.9.2.3 Caixas de gordura

As caixas de gordura e decantação são destinadas a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto e sedimentação de materiais no fundo, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a mesma.



Conforme orientações da norma NBR 8160/99 foi dimensionado, para o projeto em questão, uma caixa de gordura especial (CGE), uma caixa de gordura simples (CGS) e um. As dimensões e demais características das unidades de tratamento estão apresentadas em projeto.

As caixas de gordura, decantadores, poços de visita e caixas de inspeção devem ser perfeitamente impermeabilizados, providos de dispositivos adequados para inspeção, possuir tampa, serem devidamente ventilados e constituídos de materiais não atacáveis pelo esgoto.

4.9.2.4 Caixas de inspeção

As caixas de inspeção deverão ser em alvenaria, com tampa de ferro fundido ou concreto, e dimensões conforme detalhes de projeto.

As caixas próximas às instalações de centrais de gás combustível deverão estar lacradas, caso estejam dentro do raio de segurança, exigido por norma.

O fundo das caixas de inspeção deverá ser canaletado (continuando as tubulações), de modo a evitar possíveis depósitos e assegurar um rápido escoamento do efluente ao coletor de saída.

4.9.2.5 Destinação de esgotos sanitários

A disposição final do efluente do coletor predial do sistema de esgoto sanitário deve ser feita em rede pública de coleta de esgoto sanitário, quando ela existir, ou em sistema particular de tratamento quando não houver rede pública de coleta de esgoto sanitário.

As caixas de gordura/decantação, poços de visita e caixas de inspeção devem ser perfeitamente impermeabilizados, providos de dispositivos adequados para inspeção, possuir tampa de fecho hermético (ou de abertura simples), ser devidamente ventilados e constituídos de materiais não atacáveis pelo esgoto.

4.9.2.6 Inspeção e ensaios

Toda instalação nova ou reformada deve, antes de entrar em funcionamento, ser inspecionada e ensaiada. A execução das instalações só será considerada finalizada e aceita após a realização, com sucesso, dos seguintes testes de estanqueidade e funcionamento, na presença da fiscalização ou do responsável técnico.



Teste de Estanqueidade da Rede de Água Fria (NBR 5626)

Este teste visa verificar a ausência de vazamentos nas juntas e conexões da rede.

- Isolamento: fechar todos os pontos de consumo e registros.
- Pressurização: a rede deve ser preenchida com água, eliminando-se todo o ar, e submetida a uma pressão de teste equivalente a 1,5 vez a pressão máxima de serviço, mas nunca inferior a 100 kPa (10 m.c.a.).
- Duração: a pressão deve ser mantida por, no mínimo, 2 horas.
- Resultado aceitável: o teste será aceito se não houver queda de pressão ou sinais visíveis de vazamento nas tubulações ou conexões.

Teste de Estanqueidade da Rede de Esgoto Sanitário (NBR 8160)

O teste de estanqueidade deve ser realizado antes do aterramento ou fechamento das tubulações.

- Isolamento: Bloquear a extremidade a jusante do trecho a ser testado.
- Preenchimento: Preencher o trecho da tubulação com água até que a lâmina atinja a borda superior da seção do tubo ou caixa mais alta do trecho.
- Duração: A água deve ser mantida na tubulação por, no mínimo, 15 minutos (ou 1 hora para tubulações enterradas).
- Resultado aceitável: O teste será aceito se não houver vazamento visível nas juntas e a lâmina d'água não apresentar descida anormal.

A ação dos aparelhos, deverá ser verificada a existência de vazamentos, por meio de testes de água ou ar.

4.10 INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

O projeto de drenagem contempla vinte e quatro pranchas dividido em três segmentos:

- Projeto de drenagem interna;
- Projeto de drenagem das vias;
- Projeto de drenagem profunda do entorno.



4.10.1 Instalações do de drenagem Interna

Consiste nos projetos para drenagem captada dos telhados e deságue na drenagem enterrada.

As instalações prediais novas de águas pluviais devem ser executadas de acordo com o projeto executivo, atendendo as especificações de materiais e tipos de equipamentos e envolvem apenas a captação das águas das coberturas e lajes expostas da edificação.

O sistema de drenagem da edificação será composto por cobertura com rufos, calhas e ralos com inclinação adequada e suficiente para conduzir as águas das chuvas dos telhados até as calhas, que serão metálicas e de seção retangular.

Os condutores verticais serão em PVC e de seção circular desembocando em caixa de passagem de concreto.

Todos os ralos terão grelha hemisférica a fim de reduzir o risco de entupimento da tubulação.

A tubulação de descida e condução das águas pluviais das coberturas serão todas embutidas em peças pré determinadas em projeto, não devendo ficar aparentes em nenhum ponto.

Os dados deste memorial técnico foram fundamentados na NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais, e no Decreto Municipal nº 39.958/2023 de Araucária/PR, os quais estabelecem diretrizes, requisitos e procedimentos normativos visando assegurar a qualidade, segurança e eficiência nas instalações de sistemas de águas pluviais. Os cálculos e dimensionamentos foram realizados conforme os critérios estabelecidos, aplicando-se fórmulas padronizadas, como a de vazão de projeto (Q) e o dimensionamento dos condutores verticais e horizontais, assegurando conformidade com as normas vigentes.

A seguir, será apresentada a origem das fórmulas empregadas nos cálculos, com a devida referência às normas e documentos técnicos aplicáveis.

Através da aplicação de estudos de hidrologia, cartas pluviométricas e da localização do prédio (Araucária-Pr) obtemos a ocorrência crítica de chuva por metro quadrado de telhado, ou seja, 0,081 l/s por metro quadrado. Esta chuva tem período de recorrência de 100 anos, com intensidade pluviométrica de 240 mm/h, aplicável para a maior parte do território brasileiro.

A NBR 10.844, conforme especificado na página 11 da norma, determina um período de retorno inferior em 5 anos, adotando-se o valor de 204 mm/h para a



intensidade de precipitação na região de Curitiba, sendo este valor utilizado nos cálculos de vazão.

4.10.1.1 Determinação das calhas e planilha de cálculo das vazões por trecho Caimento Mínimo de 1%

Na edificação, a maior parte das áreas de contribuição do projeto é drenada por meio de calhas. Para esses casos, procede-se ao dimensionamento individual das calhas, sendo cada trecho calculado conforme a vazão específica que recebe, até o encaminhamento final para as colunas pluviais.

O cálculo é feito considerando a área de contribuição associada a cada trecho, sendo que essas áreas variam. Para padronização, utiliza-se a maior área de contribuição para o cálculo. Este processo segue as orientações da NBR 10844, conforme especificado na página 3, utilizando a fórmula:

$$Q = I \times A / 60$$

Onde:

- Q = é a vazão de projeto, em (L/min);
- I = é a intensidade de precipitação em mm/h, sendo 204 mm/h para a região de Curitiba;
- A = é a área de contribuição, em m², que, neste caso, é de 130 m².

Obs: Para o valor da área de contribuição utilizado nos cálculos, conforme descrito na página 05 da NBR 10844, deve-se considerar a área efetiva de drenagem, não se restringindo apenas à área plana.

$$V = 204 \times 130 / 60 = 442 \text{ L/min. (7,37 l/s)}$$

A seguir, apresenta-se a tabela com as vazões em L/min, utilizada para determinar a capacidade de escoamento de cada diâmetro de tubulação. A tabela considera diferentes coeficientes de rugosidade ($n = 0,011$, $n = 0,012$, $n = 0,013$), correspondentes a distintos tipos de materiais. Em função das diferentes inclinações, observa-se que, quanto maior a inclinação, maior é a vazão suportada. No projeto, os valores são expressos em litros por segundo (L/s); para consulta na tabela em litros



por minuto (L/min), basta multiplicar o valor por 60. A referida tabela pode ser encontrada na página 09 da NBR 10844, conforme apresentado a seguir:

Tabela 4 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)

	Diâmetro interno (D) (mm)	$\underline{n} = 0,011$				$\underline{n} = 0,012$				$\underline{n} = 0,013$			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

Para as calhas, foi adotada uma inclinação de 1%. De acordo com as tabelas de vazão, uma calha com diâmetro de 150 mm e inclinação de 1% pode conduzir até 847 L/min. No entanto, para garantir maior segurança no sistema, foi selecionada uma calha metálica com dimensões de 20,0 cm de base por 15,0 cm de altura. Conforme a fórmula especificada no item 5.5.7, da página 06 da NBR 10844, esta calha é capaz de suportar uma vazão de até 1.481 litros por minuto.

Dados fornecidos

- Largura da calha (b) = 20 cm = 0,20 m
- Profundidade de água (enchimento vertical) (d) = 10 cm = 0,10 m
- Altura total da calha = 15 cm (nota: não entra diretamente no cálculo quando a lâmina d = 10 cm)
- Coeficiente de rugosidade de Manning (n) = 0,011
- Declividade (S) = 0,01
- Vazão de contribuição máxima (para comparação) = 694,08 L/min



Fórmula (Manning para escoamento em canal aberto)

$$Q = 1n A R_h^{2/3} S^{1/2}$$

onde:

- Q em m³/s
- A = área da seção molhada (m²)
- R_h = raio hidráulico = A/P (m)
- P = perímetro molhado (m)

1) Conversões iniciais

- B = 20 cm = 0,20 m
- d = 10 cm = 0,10 m
- S adimensional = 0,01; n adimensional = 0,011

2) Área da seção molhada A

Para seção retangular parcialmente cheia com água enchendo verticalmente até d:

$$A = b \cdot d = 0,20 \times 0,10 = 0,0200 \text{ m}^2$$

3) Perímetro molhado P

$$P = b + 2d = 0,20 + 2(0,10) = 0,40 \text{ m}$$

4) Raio hidráulico R_h

$$R_h = A/P = 0,0200/0,40 = 0,05 \text{ m}$$

5) Termos auxiliares (potências)

- $R_h^{2/3} = (0,05)^{2/3} R_h^{\{2/3\}}$.
Cálculo: $\log: (0,05)^{2/3} = 0,135736$ (valor aproximado)
- $S^{1/2} = 0,01 = 0,10 S^{\{1/2\}} = 0,10$

6) Cálculo de Q (m³/s)

$$Q = 10,011 \times 0,0200 \times (0,05)^{2/3} \times 0,10$$

Passos numéricos:

$$1n = 10,011 = 90,9090909$$

- A = 0,0200
- $(0,05)^{2/3} = 0,135736$
- $S^{1/2} = 0,10$



Multiplicando:

$$Q = 90,9090909 \times 0,0200 \times 0,135736 \times 0,10$$

$$Q = 90,9090909 \times 0,000271472 = 0,0246793 \text{ m}^3/\text{s}$$

(Arredondando: $Q = 0,02468 \text{ m}^3/\text{s}$)

7) Conversões

- Para L/s: $QL/s = Qm^3/s \times 1000$

$$QL/s = 0,0246793 \times 1000 = 24,6793 \text{ L/s}$$

Para L/min: $QL/min = QL/s \times 60$

$$QL/min = 24,6793 \times 60 = 1\,480,76 \text{ L/min}$$

Também: $0,0246793 \text{ m}^3/\text{s} \times 60\,000 = 1\,480,76 \text{ L/min}$.

8) Resultado final

- $Q = 0,02468 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q = 24,68 \text{ L/s}$
- $Q = 1\,480,8 \text{ L/min}$

Valores arredondados: $24,7 \text{ L/s} = 1.481 \text{ L/min}$

Conclusão

Para a calha com $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ (água), a capacidade é cerca de 1.481 L/min , que é maior que a vazão de contribuição máxima informada de 442 L/min , portanto a calha suporta adequadamente a vazão necessária.

Cobertura existente

Para a cobertura existente, foi realizado o cálculo de dimensionamento das calhas considerando as áreas de contribuição da cobertura, totalizando $639,90 \text{ m}^2$. O dimensionamento segue a NBR 10844, sendo utilizada a fórmula:

$$Q = A \times i / 60$$

onde:

- Q = vazão (L/min)
- A = área de contribuição (m^2)
- i = intensidade pluviométrica (mm/h), sendo 204 mm/h para a região de Curitiba;

Aplicando-se os valores:



$$Q = 639,90 \times 204/60 = 2.175,66 \text{ l/min}$$

Portanto, a vazão de projeto da cobertura considerada para o dimensionamento da calha é de 2.175,66 L/min.

Foram adotadas calhas metálicas com seção de 50,0 cm de base por 20,0 cm de altura, em conformidade com a canaleta existente no local, instaladas com inclinação de 1% para garantir maior segurança e eficiência no escoamento. De acordo com a fórmula de dimensionamento indicada no item 5.5.7 da NBR 10844 (página 06), a calha possui capacidade de escoamento de até 7.653 L/min, atendendo de forma adequada à vazão exigida pela cobertura.

Fórmula:

$$Q = 1/n \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Dimensões e área:

- Largura $b = 0,50 \text{ m}$
- Profundidade útil $y = 0,14 \text{ m}$
- Coeficiente de rugosidade $n = 0,011$
- Declividade $S = 0,01 \text{ (1\%)}$

Cálculos

1. Área:

- $A = b \cdot y = 0,50 \times 0,14 = 0,070 \text{ m}^2$
- Perímetro molhado:
- $P = b + 2y = 0,50 + 2(0,14) = 0,78 \text{ m}$
- Raio hidráulico:
- $R = A/P = 0,070/0,78 = 0,0897436 \text{ m}$
- Termos:
- $R^{2/3} = 0,0897436^{2/3} = 0,193954$
- $S^{1/2} = 0,01 = 0,1$
- $1/n = 1/0,011 = 90,9090909$

5. Vazão (m^3/s):

$$Q = 90,9090909 \times 0,070 \times 0,193954 \times 0,1 = 0,12755798 \text{ m}^3/\text{s}$$

6. Convertendo para L/min:

$$Q = 0,12755798 \text{ m}^3/\text{s} \times 1000 \text{ L/m}^3 \times 60 \text{ s/min} = 7.653,48 \text{ L/min}$$



Resultado final (arredondado):

A vazão da calha é aproximadamente 0,1276 m³/s, ou 7.653 L/min.

Resultado:

A calha metálica de 50 cm × 20 cm, operando com 14 cm de lâmina útil de água, apresenta capacidade de aproximadamente 7.653 L/min, considerando coeficiente de rugosidade $n = 0,011$ e declividade $S = 1\%$, superando a vazão necessária da cobertura, que é de 2.175,66 L/min.

4.10.1.2 Determinação dos condutores verticais (ábaco)

Para o dimensionamento dos condutores verticais, foi considerado o cenário mais desfavorável de área de contribuição, correspondente à área horizontal com inclinação de 1%. A área de contribuição resultante foi de 43,33 m², com uma vazão de 147,32 litros por minuto (ou aproximadamente 2,45 L/s).

$$Q = I \times A / 60$$

$$Q = 204 \times 43,33 / 60$$

$$Q = 147,32 \text{ l / min.}$$

Para o sistema de escoamento, foram especificadas tubulações em PVC com diâmetro de 100 mm, projetadas para suportar vazões de até 287 L/min, considerando declividade de 1%, em conformidade com as exigências do projeto. No total, foram previstas 121 colunas com diâmetro de 100 mm, todas devidamente dimensionadas para atender às suas respectivas áreas de contribuição.

Para o dimensionamento dos condutores verticais, nos quais foram instalados tubos de 100 mm, considerou-se o cenário mais desfavorável de área de contribuição, correspondente à área horizontal com inclinação de 1%. A área de contribuição resultante foi de 43,33 m², gerando uma vazão de 147,32 L/min (aproximadamente 2,46 L/s).

A capacidade de vazão de um tubo de 100 mm com declividade de 1% é de aproximadamente 287 L/min, valor superior à vazão necessária, garantindo que o dimensionamento atenda plenamente às exigências do projeto.



4.10.2 Dimensionamento de vazões e escoamento das águas pluviais

Para o cálculo das vazões, foram consideradas as áreas de contribuição correspondentes a cada região da edificação e do terreno, que são captadas pelos condutores verticais, canaletas e caixas com grelha. Cada área fornece uma determinada vazão, calculada individualmente e, em seguida, somada às demais áreas, conforme demonstrado no projeto, até se chegar à vazão total em cada saída do sistema.

O cálculo de vazão para todas as áreas impermeáveis foi realizado utilizando os mesmos parâmetros adotados para o dimensionamento das vazões por trecho das coberturas, garantindo uniformidade nos critérios de cálculo. Esse cálculo é feito considerando a área de contribuição associada a cada trecho, que pode variar de acordo com a região da edificação e do terreno. Este processo segue as orientações da NBR 10844, utilizando a seguinte fórmula:

$$Q = I \times A / 60$$

Onde:

- Q = vazão de projeto, em L/min;
- I = intensidade de precipitação em mm/h, sendo 204 mm/h para a região de Curitiba;
- A = área de contribuição, em m².

O projeto de drenagem foi desenvolvido com a apresentação de plantas setorizadas, permitindo a distinção entre o escoamento proveniente das coberturas e sua condução até as caixas coletoras das vias internas do terminal.

Para o sistema de drenagem das vias, o projeto foi dividido em quatro saídas independentes, com o objetivo de distribuir o fluxo de forma equilibrada e evitar a sobrecarga da rede.

Ao longo das vias foram implantadas tubulações de diâmetro nominal de 400 mm (PEAD), as quais, com inclinação de 1% e considerando 75% de ocupação da seção, possuem vazão de aproximadamente 144 L/s (ou 8.640 L/min).

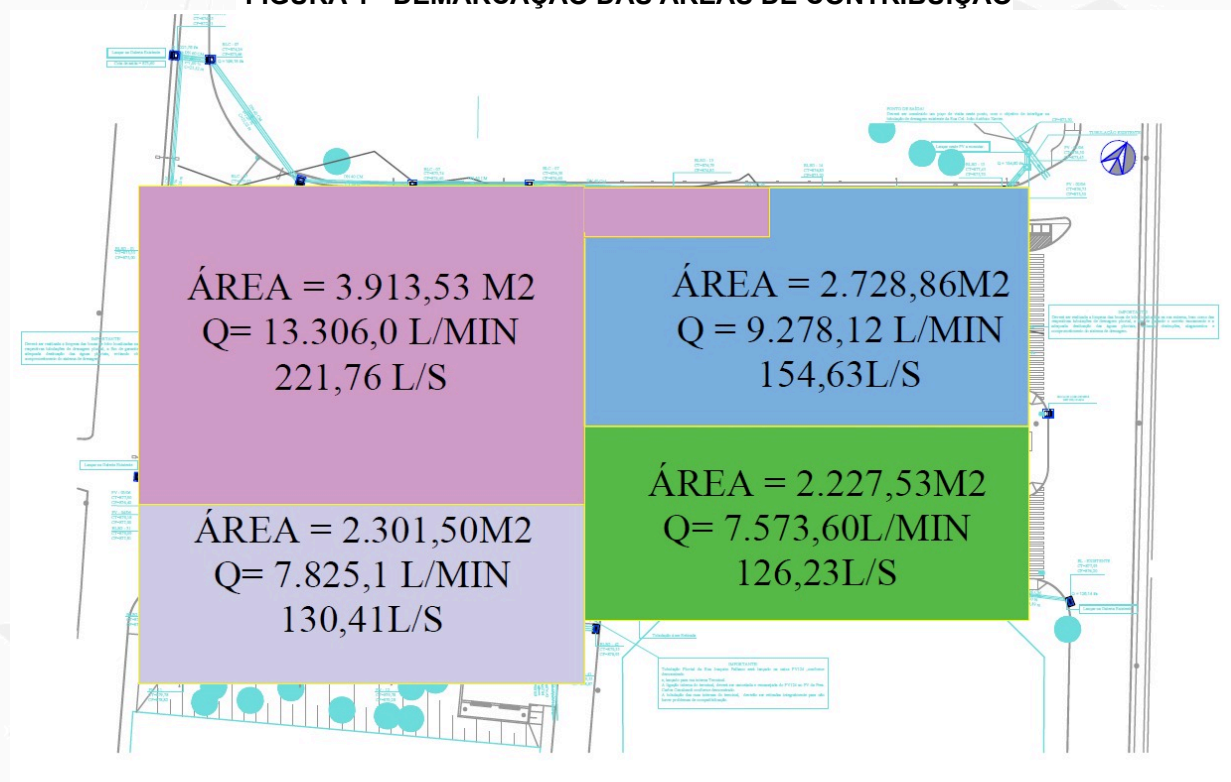
Nos trechos onde a vazão calculada exceder esse valor, foram previstas tubulações de 600 mm de diâmetro (PEAD), também com declividade de 1%, que possuem vazão de aproximadamente 430,4 L/s (ou 25.823 L/min), garantindo a capacidade de escoamento necessária em todas as saídas do sistema.



Para o escoamento das águas pluviais, foram utilizados condutores de PVC e PEAD, de acordo com a especificidade de cada trecho e a capacidade de vazão necessária.

Abaixo, apresenta-se uma imagem ilustrativa em que cada cor representa as áreas de contribuição, indicando as regiões impermeabilizadas e as tubulações implantadas ao longo das vias, dimensionadas para atender à vazão máxima calculada.

FIGURA 1 - DEMARCAÇÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO



FONTE: O AUTOR.

$$Q = 3.913,53 \times 204 / 60 = 12.306,00 \text{ l/min (221,76 l/s)}$$

$$Q = 2.301,50 \times 204 / 60 = 7.825,10 \text{ l/min (130,41 l/s)}$$

$$Q = 2.728,86 \times 204 / 60 = 9.278,12 \text{ l/min (154,63 l/s)}$$

$$Q = 2.227,53 \times 204 / 60 = 7.573,60 \text{ l/min (126,23 l/s)}$$

Conforme demonstrado, nos trechos em que a vazão é de até 144 L/s, foi utilizada tubulação de 400 mm. Nos demais trechos, inclusive em todas as saídas, foram adotadas tubulações de 600 mm, com capacidade para 430,4 L/s, garantindo margem de segurança adequada ao projeto.



4.10.2.1 Justificativa técnica para a escolha dos dispositivos de drenagem

O sistema de drenagem pluvial do terminal foi projetado considerando as características locais de topografia, pavimentação e regime pluviométrico, com o objetivo de garantir o escoamento eficiente e seguro das águas superficiais, prevenindo acúmulos e alagamentos em áreas de circulação de pedestres e veículos.

As seções e inclinações das tubulações foram dimensionadas com base nas vazões calculadas para cada setor do terminal, considerando as áreas de contribuição e as condições de escoamento. O projeto segue as normas NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais.

As redes das vias utilizam condutos de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), escolhidos por sua elevada resistência mecânica, durabilidade, leveza e facilidade de instalação. O material apresenta excelente desempenho em áreas sujeitas a tráfego intenso e cargas elevadas, como é típico em terminais de transporte.

As caixas de passagem e inspeção foram posicionadas em pontos de mudança de direção, declividade ou diâmetro, permitindo acesso para manutenção e inspeção periódica, garantindo a eficiência e a longevidade do sistema.

As bocas de lobo e grelhas coletoras foram implantadas nas cotas mais baixas das áreas pavimentadas, garantindo coleta eficiente das águas superficiais. As bocas de lobo simples possuem tampa em concreto armado, dimensionada para suportar o tráfego de veículos pesados. Em outros locais, foram adotadas bocas de lobo com tampa em ferro fundido. As grelhas são dimensionadas para o tráfego local, com aberturas adequadas para o rápido escoamento e segurança dos usuários.

O conjunto de dispositivos — condutos, caixas, bocas de lobo e grelhas — foi projetado de forma integrada, conduzindo as vazões pluviais até o ponto de lançamento definido em projeto, garantindo eficiência hidráulica, segurança operacional e facilidade de manutenção.

Portanto, a escolha dos dispositivos de drenagem está tecnicamente justificada pela eficiência no escoamento, resistência estrutural, durabilidade e conformidade com as normas técnicas vigentes, assegurando o desempenho adequado do sistema de drenagem do terminal.

A capacidade hidráulica das caixas de passagem e bocas de lobo foi verificada considerando as condições geométricas e hidráulicas adotadas em projeto, assegurando o escoamento eficiente das águas pluviais, sem ocorrência de



extravasamentos ou acúmulos.

Todas as caixas projetadas foram dimensionadas para garantir o pleno funcionamento do sistema, seguindo os critérios técnicos abaixo:

- A tubulação de saída possui diâmetro maior que a tubulação de entrada, aumentando a capacidade de escoamento e prevenindo sobrepressões internas;
- As declividades das tubulações de saída foram definidas para proporcionar velocidades superiores às das condutas de chegada, assegurando autolimpeza e evitando pontos de acúmulo;
- As dimensões internas das caixas permitem o amortecimento da energia do fluxo de chegada, sem comprometer o desempenho hidráulico, além de facilitar inspeções e manutenções.

Dessa forma, não foi necessária a realização de cálculos específicos de capacidade volumétrica, pois o sistema foi projetado com condições hidráulicas mais favoráveis na saída do que na entrada, garantindo o escoamento contínuo e eficiente das águas pluviais.

4.10.3 Drenagem profunda e condições geotécnicas

De acordo com o ensaio de sondagem (SPT) realizado na área do Terminal Central, verificou-se que o subsolo é composto predominantemente por siltes argilosos e siltes arenosos pouco consistentes, com presença de aterro superficial e resistência à penetração baixa a média ($N < 10$ nos primeiros metros). O nível d'água situou-se entre 2,7 m e 5,0 m de profundidade, próximo à cota de implantação da vala de drenagem projetada.

Essas características indicam solo com compressibilidade moderada e suscetibilidade a recalques diferenciais, especialmente quando submetido a alterações no regime de umidade ou a carregamentos adicionais.

4.10.3.1 Sistema de drenagem profunda

Para a drenagem profunda, foi adotada vala perimetral com 1,50 m de profundidade, contendo tubulação corrugada perfurada DN 8" (200 mm) assentada em brita graduada nº 2 ou superior, totalmente envolta por manta geotêxtil não tecida, conforme especificações de filtragem e permeabilidade compatíveis com o solo local.



A vala apresenta declividade mínima de 0,5%, com caixas de inspeção a cada trecho definido em projeto, garantindo a manutenção adequada do sistema.

4.10.3.2 Condições executivas do preenchimento e recobrimento

- Camada de brita inferior e lateral com espessura mínima de 20 cm ao redor da tubulação;
- Recobrimento superior mínimo de 30 cm com material granular compactado em camadas;
- Geotêxtil instalado com sobreposição mínima de 30 cm, vedando toda a brita para evitar migração de finos;
- Execução preferencialmente em solo seco, com bombeamento temporário controlado em caso de afloramento de água;
- Compactação controlada das camadas superiores, atendendo ao grau especificado (mínimo 95% do Proctor Normal).

4.10.3.3 Medidas de mitigação de recalques

Dadas as condições do subleito e o potencial de recalques diferenciais, deverão ser adotadas as seguintes medidas:

Controle do Processo Executivo

- Evitar escavações prolongadas e exposição do solo natural;
- Garantir compactação adequada das laterais e da camada de recobrimento da vala;
- Restringir tráfego de veículos pesados sobre trechos recém-executados até estabilização do solo.

Melhoria do Subleito (quando aplicável)

- Aplicar camada de reforço com brita graduada ou rachão na base da vala, aumentando a capacidade de suporte;
- Em solos mais compressíveis, utilizar geogrelhas de reforço sobre o recobrimento, redistribuindo esforços e reduzindo recalques diferenciais.

Controle do Lençol Freático



- Instalar poços de inspeção ou piezômetros para monitoramento do nível d'água;
- Manter drenos limpos e operantes, evitando erosão interna por concentrações de fluxo.

Monitoramento Pós-Obra

- Instalação de marcos de recalque e leituras periódicas durante e após a obra;
- Inspeções semestrais das caixas de inspeção e saídas de dreno, garantindo o pleno funcionamento do sistema e a integridade das camadas de filtro.

4.10.4 Conclusão

A solução de drenagem profunda adotada é compatível com as condições geotécnicas locais, considerando que se trata de um sistema a ser implantado. As medidas executivas e de mitigação indicadas asseguram o desempenho adequado do sistema, o controle do regime de águas subterrâneas e a redução de riscos de recalques diferenciais, garantindo a estabilidade e durabilidade das estruturas e da pavimentação do Terminal Central.

Todas instalações deverão, antes de entrar em funcionamento, ser inspecionada.

4.10.5 Inspeção e ensaios

Toda instalação nova ou reformada deve, antes de entrar em funcionamento, ser inspecionada e ensaiada. A execução da instalação deve ser acompanhada por pessoal técnico credenciado, a fim de assegurar o cumprimento das normas relativas. Verificando se as instalações estão convenientemente fixadas e que não haja presença de materiais estranhos em seu interior.

Depois de assentada a tubulação e antes da colocação dos aparelhos, deve ser verificada a existência de vazamentos, por meio de testes de água ou ar.

4.11 PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO, PÂNICO E DESASTRES

O Projeto Técnico de Prevenção a Incêndio e a Desastres – PTPID, do Terminal Central foi desenvolvido e aprovado conforme o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná – CSCIP/CBPR, sendo adotado as Normas de Procedimentos Técnicos – NPTs e



Normas de Procedimentos Administrativos – NPAs, para o dimensionamento de cada uma das medidas de segurança exigidas.

4.11.1 Dados do prédio

Proprietário: **Prefeitura Municipal de Araucária;**

Obra: **Terminal Central de Araucária;**

Endereço: **Rua Coronel João Antônio Xavier, 1065, Centro, Araucária/PR;**

Ocupação Principal: **Terminal de passageiros (F-4);**

Área Total: **5.502,92 m².**

4.11.2 Medidas adotadas conforme CSCIP

- Enquadramento técnico, CSCIP;
- Desenho técnico e representação gráfica, NPA 002 e NPT 004;
- Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento – CMAR, NPT 010;
- Saídas de emergência, NPT 011;
- Carga de incêndio, NPT 014;
- Iluminação de emergência, NPT 018;
- Sinalização de emergência, NPT 020;
- Sistema de proteção por extintores, NPT 021;
- Segurança para utilização de Gás Liquefeito de Petróleo – GLP, NPT 028.

4.11.3 Projeto

O desenvolvimento do projeto se deu seguindo os padrões de escalas, simbologias e representações gráficas conforme NPA 002 e NPT 004.

O processo é composto por 03 documentos em folha A4:

- Ofício de apresentação;
- Quadro resumo das medidas de segurança;
- Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, do responsável técnico;
- O projeto tem 03 pranchas de desenho técnico:
- 01/03 – Planta de risco e implantação;
- 02/03 – Planta térreo e planta superior;
- 03/03 – Planta do pavimento térreo e segundo pavimento.



4.11.4 Dimensionamento

4.11.4.1 Enquadramento técnico conforme CSCIP

O imóvel será utilizado prioritariamente como terminal de passageiros, portanto, o enquadramento segundo a Tabela 1 do CSCIP será de terminal metropolitano de ônibus (F-4).

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO À OCUPAÇÃO

GRUPO	OCUPAÇÃO/USO	DIVISÃO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
F	Reunião de públicos	F-4	Terminal de passageiros	Terminal metropolitano de ônibus

FONTE: CSCIP

As medidas de segurança adotadas para este projeto foram definidas conforme a Tabela 5 do mesmo Código – risco leve com área menor que 1.500 m² e/ou altura menor que 9,0 m e risco elevado/moderado com área menor que 1.000 m² e/ou altura menor que 6,0 m.

TABELA 5 – EXIGÊNCIAS PARA EDIFICAÇÕES

Medidas de Segurança contra Incêndio	A, C, D, G e M3	B	E	F						H		I e J	L
				F-2, F-4 e F-8	F-3 e F-7	F-1 e F-5	F-11	F-6	F-9 e F-10	H-1, H-4 e H-6	H-2, H-3 e H-5		
Controle de Materiais de Acabamento	-	X	-	X	X	X	X	X	-	-	X	-	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Brigada de Incêndio	-	-	X ¹	-	X ³	-	X ³	X ³	-	-	X ¹	-	-
Deteção de incêndio	-	-	-	-	-	X ²	X ²	X ²	-	-	-	-	-

FONTE: CSCIP



4.11.4.2 Controle de materiais de acabamento e revestimento / CMAR, NPT 010

A escolha dos materiais de acabamento e de revestimentos de pisos, paredes e forros, foi definida com base na carga calorífica, propagação de chamas (IP) e taxa de emissão de fumaça (Dm), respeitando a classe mínima para cada finalidade conforme a tabela B.1 do anexo B na NPT 010.

TABELA B.1 – CLASSES PERMITIDAS EM FUNÇÃO DO LOCAL APLICAÇÃO

TIPO	TETO/FORRO	PAREDE	PISO
ACABAMENTO	INCOMBUSTÍVEL CLASSE II-A	INCOMBUSTÍVEL CLASSE II-A	INCOMBUSTÍVEL CLASSES I, II-A, III-A ou IV-A
REVESTIMENTO	IP < 25 e DM < 450	IP < 25 e DM < 450	75 < IP ≤ 150 e DM < 450

FONTE: NPT 010.

4.11.4.3 Saídas de emergência, NPT 011

O dimensionamento das saídas de emergência se deu em função da ocupação e o público de cada ambiente. Foram adotados os parâmetros segundo a NPT 011:

- Anexo “A” – cálculo da população por metro quadrado e largura das rotas de fuga (portas, corredores, escadas e rampa);
- Anexo “B” – dimensionamento da distância máxima a percorrer levando em consideração a ocupação, altura da edificação e as medidas de segurança existentes.

Todas as rotas de fuga possuem iluminação e sinalização indicando o sentido das saídas ou área de segurança. As portas que recebem um fluxo de 50 pessoas ou mais serão mantidas destrancadas e foram projetadas com a abertura no sentido da rota de fuga.

4.11.4.4 Carga de incêndio, NPT 014

A carga de incêndio da edificação, 200 MJ/m², foi determinada conforme a tabela no anexo A da NPT 014.



TABELA 3 – TABELA DE CARGAS DE INCÊNDIO ESPECÍFICAS POR OCUPAÇÃO (MJ/M²)

Descrição	CNAE	Divisão	Carga de Incêndio (qfi) em MJ/m ²
Terminais rodoviários e ferroviários	5222-2/00	F-4	200

FONTE: NPT 014

4.11.4.5 Iluminação de emergência, NPT 018

O dimensionamento da iluminação de emergência na edificação foi feito com base na NPT 018 e NBR 10898 – Sistema de iluminação de emergência. Foi considerado o nível de iluminamento mínimo de 3 lux para locais planos (corredores, pátios, salas) e 5 lux para locais com desnível (rampas e escadas) conforme exigência.

Foi considerado luminárias 30 LED para maioria dos ambientes fechados e faroletes de 1.200 lúmens para os ambientes maiores e abertos, todos devem ter autonomia de pelo menos 2 horas.

4.11.4.6 Sinalização de emergência, NPT 020

A sinalização de emergência é fundamental para orientação de salvamento (rota de fuga), prevenção de acidentes (alertas e proibições) e proteção (equipamentos), por isso foi dimensionada para que fique clara a identificação em quaisquer situações.

As placas de salvamento e equipamentos devem, obrigatoriamente, ser em material incombustível e fotoluminescente, de fabricante certificado pelo INMETRO. A altura de instalação deve respeitar os detalhes genéricos no projeto e, salvo e situações adversas quando não previsto nos detalhes, devem ser instaladas a altura entre 1,80 m e 2,20 m.

4.11.4.7 Sistema de proteção por extintores, NPT 021

Os extintores são, para todos os casos, a primeira frente de combate a incêndio, devendo agir sempre no princípio de um incêndio, para isso, foram posicionados nas áreas de maior probabilidade de incêndio ou locais de fácil acesso



entre áreas de risco. Para o dimensionamento, foi adotado o distanciamento conforme tabela 1 da NPT 021: Risco Leve (até 300MJ/m²), caminhamento de 25 metros.

É recomendado que extintores de água e CO² sejam instalados sobre tripés ou, quando fixados na parede, o suporte estando a 1,0 m do piso acabado para facilitar a remoção e manuseio. A sinalização dos extintores deve respeitar aos padrões conforme projeto.

4.11.4.8 Segurança para utilizar Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), NPT 028

A utilização de GLP na edificação está sujeita ao atendimento das exigências mínimas de dimensionamento e instalação de todo sistema. Para o abrigo de GLP foram mantidos os distanciamentos mínimos exigidos pela NPT 028, foi projetado com segurança estrutural na parede dos fundos e cobertura, ventilação frontal e sinalizada com avisos de alerta e proibições. Detalhe em projeto.

4.11.5 Referências

- CSCIP – Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico;
- NPA 002 – Projeto Técnico e Memorial Simplificado de Prevenção a Incêndio e a Desastre;
- NPT 004 – Símbolos Gráficos para Projeto de Segurança Contra Incêndio;
- NPT 010 – Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento – CMAR
- NPT 011 – Saídas de Emergência;
- NPT 014 – Carga de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco;
- NPT 018 – Iluminação de Emergência;
- NPT 020 – Sinalização de Emergência;
- NPT 021 – Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio;
- NPT 028 – Manipulação, Armazenamento, Comercialização e Utilização de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP).

4.12 ESPECIFICAÇÃO BÁSICA DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

4.12.1 Fechamentos

4.12.1.1 Alvenaria

- Tijolo Cerâmico de seis furos, de primeira qualidade, bem cozidos, leves, sonoros, duros, com as faces planas, cor uniforme, com dimensões 9x14x10cm.



As paredes de alvenaria devem ser executadas de acordo com as dimensões e espessuras constantes do projeto.

A demarcação das alvenarias deverá ser executada com a primeira fiada de blocos, cuidadosamente nivelada, obedecendo às espessuras, medidas e alinhamentos indicados no projeto, deixando livres os vãos de portas, de janelas que se apoiam no piso, de prumadas de tubulações e etc.

As aberturas de rasgos (sulcos) nas alvenarias para embutimento de instalações só podem ser iniciados após a execução do travamento (encunhamento) das paredes.

Os tijolos cerâmicos deverão ser armazenados cobertos, protegidos de chuva, em pilhas não superiores a 1,5 m de altura, apoiadas sobre superfície plana, limpa e livre de umidade ou materiais que possam contaminar a superfície dos tijolos. Após o assentamento, as paredes deverão ser limpas, removendo-se os resíduos de argamassa.

Devem ser somadas a medida do projeto para os vãos das esquadrias, as folgas necessárias para o encaixe do batente. As folgas existentes entre a alvenaria e a esquadria devem ser preenchidas com argamassa de cimento e areia.

Paredes externas não revestidas e/ou paredes em contato com umidade, devem ser impermeabilizadas.

Prever a instalação de chapim ou capa de muro em concreto pré-moldado com pingadeira, espessura de 4cm para fixação no topo dos muros externos em alvenaria e no topo das platibandas nas bilheterias externas com auxílio de argamassa e com junta de dilatação de 5mm entre peças.

Referência:

- ABNT NBR 8.545 - Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Procedimento.

4.12.1.2 Drywall / Placa Cimentícia

- Estrutura metálica em aço galvanizado, formado por cantoneiras, montantes e guia com largura total de 70 mm, conforme orientação do fabricante;
- Placa de gesso acartonado Standard – 15 mm na cor cinza com posterior aplicação de pintura;



- Placa de gesso acartonado Resistente à Umidade (RU) – 15 mm na cor verde com posterior aplicação de pintura e revestimentos;
- Lã de rocha para isolamento termoacústico;
- Placa cimentícia lisa $e=10\text{mm}$, de $1,20 \times 2,50\text{m}$ (sem amianto).

Serão executados fechamentos em drywall para vedação dos shafts e dos ambientes internos do pavimento térreo e superior, conforme indicado no projeto arquitetônico. A espessura da placa será de 15 mm e a espessura total da parede conforme indicado nos desenhos do projeto arquitetônico, folhas 30 e 31.

As placas deverão ser parafusadas sobre estrutura metálica de aço galvanizado e executadas conforme especificações do fabricante.

Envolver as placas de gesso acartonado e as tubulações pertinentes internas com a lã de rocha, garantindo o isolamento termoacústico entre os ambientes, de tal forma a assegurar uma distribuição uniforme no interior da parede, evitando espaços vazios, executadas conforme especificações do fabricante.

Devem ser previstos tratamentos para impermeabilização na base das placas subindo a pelo menos 20 cm acima do piso, através de rodapé metálico ou membrana de impermeabilização.

Os pontos necessários da instalação hidráulica sujeito a manuseio e operação (registros e pontos de saída de torneiras) devem ser fixados em travessas metálicas para maior fixação e vedados com selante flexível e apropriado (tipo silicone, antifungo, etc).

Após os tratamentos das juntas, as paredes de drywall estão aptas a receber a regularização com massa corrida e os revestimentos indicados. A espessura final da parede não poderá ultrapassar as medidas indicadas no projeto.

No perímetro externo do pavimento superior da edificação o fechamento será composto por chapa de gesso acartonado nas faces internas e por chapa cimentícia lisa $e=10\text{mm}$ nas faces externas, conforme indicado no projeto arquitetônico na folha 31 e Detalhe 3, folha 39.

A área posterior a cuba do consultório farmacêutico receberá revestimento cerâmico $10 \times 10\text{ cm}$ nas cores e paginação indicadas no projeto arquitetônico. Ver Detalhe Lavatório do Consultório Farmacêutico na folha 42.

Nos pontos de fixação de elementos suspensos como bancadas, barras de apoio, lavatório e das divisórias dos sanitários, as paredes de drywall devem conter montantes metálicos reforçados para suporte e fixação das peças.



A execução das paredes em drywall e de placas cimentícias deverão seguir as boas práticas de execução praticadas pelo setor, seguindo-se as normativas técnicas vigentes.

Referência:

- ABNT NBR 15.217 - Perfilados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Requisitos e métodos de ensaio;
- ABNT NBR 17.235 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Parafusos - Requisitos e métodos de ensaio;
- ABNT NBR 17.236 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Dispositivos de sustentação e fixação para forros - Requisitos e métodos de ensaio;
- ABNT NBR 17.237 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Fitas e massas para tratamento de juntas - Requisitos e métodos de ensaio;
- ABNT NBR 15.758 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Projeto, desempenho, procedimentos executivos para montagem e manutenção de paredes, forros e revestimentos;
- ABNT NBR 14.715-2 - Chapas de gesso para drywall – Parte 2: Métodos de ensaios;
- ABNT NBR 15.498 - Chapas cimentícias reforçadas com fios, fibras, filamentos ou telas - Requisitos e métodos de ensaio.

4.12.1.3 Placa de policarbonato

Chapa de policarbonato alveolar, nas dimensões 1,05 x 2,00 m com espessura de 10 mm, na cor branco leitoso, fixada com perfis de barra chata em alumínio, parafusos auto brocantes, gaxetas, perfis U de acabamento, fita porosa para vedação do alvéolo inferior e fita metálica para vedação do alvéolo superior, seguindo o dimensionamento e as especificações do fabricante. Será fixada na estrutura metálica principal e instalada nos fechamentos laterais longitudinais das plataformas de embarque, conforme indicado no projeto arquitetônico, folhas 11 e 12. A placa deverá ter alta resistência a intempéries, resistência a impactos, boa resistência química e tratamento anti UV.



4.12.1.4 Chapa metálica

Painel de chapa metálica em aço carbono, perfurada, galvanizada (referência chapas perfuradas – Marca Furoexpress, similar ou de qualidade superior), com dimensões de 0,40 x 1,00 m, pintura eletrostática (epóxi) na cor azul-escuro (referência Calça Jeans R079 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior). Com encaixes sobre perfil de fixação metálico (referência Geoclad Tipo Screenpanel – Marca Hunter Douglas, similar ou de qualidade superior), a ser instalada no perímetro externo da edificação para vedação de eletrocalhas externas, conforme indicado no projeto arquitetônico, folhas 12, 32 e 33.

4.12.1.5 Fechamento tipo colmeia

Quadrícula com perfil em alumínio liso, sem perfuração, malha de 15 x 15 cm com espessura de 2 cm e profundidade de 4 cm, com dimensões indicadas em projeto, com pintura eletrostática a pó na cor cinza (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior). A fixação das quadrículas será por meio de suporte perimetral em perfil metálico requadrado e chumbado na alvenaria com chumbadores em aço inoxidável, cujo conjunto será instalado no local nos fechamentos laterais transversais das plataformas de embarque, conforme indicado no projeto arquitetônico, fechamento 04, folhas 11 e 12.

4.12.1.6 Fechamento tipo brise

Estrutura metálica tubular quadrado tipo metalon, dimensões 7,00 x 7,00 cm, espessura 2,60 mm, instalada na horizontal com espaçamento de 20 cm, com pintura base em zarcão e acabamento em pintura epoxídica na cor cinza escuro (referência Patativa R385 - Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior). Fixação por solda tipo E7018 na estrutura metálica principal. Ver detalhamento do fechamento 06 nas folhas 11 e 12 do projeto arquitetônico.

4.12.1.7 Gradil / Suporte metálico para guarda-corpo

Gradil metálico, em tubo de aço galvanizado de seção quadrada de 2", com uma altura de 1,10 m, com tela metálica em aço ondulado galvanizado, espessura de 3,4 mm e em malha de 25 x 25 mm com pintura eletrostática a pó na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), instalado sobre mureta em alvenaria, a ser instalado para função de guarda-corpo de escadas,



rampas, plataformas, circulações e fechamentos, conforme indicado no projeto arquitetônico, folhas 8,11 e 21.

Suporte metálico em tubo de aço galvanizado de seção quadrada de 2", com uma altura de 2,20 m, com tela metálica em aço ondulado galvanizado, espessura de 3,4 mm e em malha de 76,2 x 76,2 mm com pintura eletrostática a pó na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme detalhado em projeto.

4.12.1.8 Gradil tipo Morlan

Gradil metálico, tipo Morlan revestido com PVC de alta aderência, com proteção contra corrosão, altura do painel de 2,43 m e altura total com poste de 2,48 m, malha de 5 x 20 cm na Cor Cinza (RAL 7045), base parafusada e fixador tradicional (referência Gradil Morlan, similar ou de qualidade superior).

Integrará o fechamento lateral do terminal conforme indicado no projeto arquitetônico, fechamento 06, folha 12.

4.12.2 Cobertura

4.12.2.1 Telha fibrocimento

Sobre a edificação principal será realizada a troca da cobertura de fibrocimento por uma telha tipo estrutural calhetão de 49 cm, com espessura de 8 mm e dimensões conforme indicado no projeto arquitetônico, folha 02. Os panos de cobertura serão fixados com parafusos ou ganchos com rosca e trava, com vedação através de arruelas e buchas (referência Telha Canalete 49 - Marca Eternit, similar ou de qualidade superior).

Para os fechamentos laterais do telhado da edificação, prever passarinhira de polipropileno em cada extremidade da telha e compatível com a ondulação da mesma. Ver representação da passarinhira no projeto arquitetônico, elevação 01 na folha 34.

Atenção especial para assegurar que vãos livres, balanços e fixações atendam aos requisitos exigidos nessas condições, conforme as normas ABNT NBR 7196 e 6123.



4.12.2.2 Telha metálica com isolamento termoacústico

Nos locais das plataformas serão instaladas coberturas com Telha Metálica Galvalume Trapezoidal, Termoacústico, sendo a chapa superior com espessura de 0,5 mm na cor Azul, núcleo isolante PIR (poliisocianurato) com espessura de 30 mm e chapa metálica inferior tipo forro com espessura de 0,5 mm na cor Branco (referência Forro TR 100/950 Telha Metálica Termoacústico – Marca Thermo ISO, similar ou de qualidade superior), seguindo as inclinações indicadas em projeto arquitetônico, folha 02.

Sobre as telhas metálicas serão instaladas placas fotovoltaicas, conforme especificação e disposição do projeto da disciplina específica.

4.12.2.3 Vidro laminado

Nas áreas de circulação de pedestres localizadas entre as plataformas terá como cobertura Vidro Laminado, com espessura de 12 mm, incolor, apoiada em estrutura metálica indicada no projeto estrutural, sendo necessário estrutura metálica auxiliar para fixação dos panos de vidro. Ver projeto arquitetônico, folha 02 e 06.

4.12.2.4 Laje impermeabilizada

A impermeabilização da laje que ficará exposta sobre a Central de Monitoramento deve ser feita através de emulsão acrílica. Aplicadas em várias camadas até atingir a espessura indicada pelo fabricante ou por outro sistema equivalente. Na laje deverão ser previstos coletores de águas pluviais embutidos, não sendo permitido empoçamentos ou extravasamentos para o interior da edificação. Ver projeto arquitetônico, folha 02.

Referência:

- ABNT NBR 9.574 - Execução de impermeabilização;
- ABNT NBR 15.575-5 - Requisitos para os sistemas de coberturas.

4.12.3 Mobiliário urbano

4.12.3.1 Bancos / Apoios

Estão previstos no projeto de mobiliário urbano dois tipos de bancos, sendo o Banco tipo 1 para a área externa e praça e o Banco tipo 2 de uso interno no Terminal conforme indicação em planta no projeto arquitetônico, folha 16.



- Banco 1 em alvenaria e concreto armado, conforme detalhado no projeto estrutural, 11 unidades com dimensões de 3,00 m de comprimento, 0,65 m de profundidade, assento com 0,45 m e encosto de 0,35 m de altura, seguindo as cores indicado pela Implantação de Revestimentos. Para a área de assento e encosto utilizar tábua de madeira plástica, nas dimensões de 10 x 3,2 cm na cor Ipê (referência Ipê Cod. 21210 – Marca In Brasil, similar ou de qualidade superior) com suporte para fixação no concreto. Na área de concreto em frente ao assento realizar a estampagem no concreto com o termo “TERMINAL CENTRAL DE ARAUCÁRIA” com a fonte Open Sans, altura de 7,5 cm e profundidade de 3,0 cm, conforme detalhado em projeto.
- Banco 2 em alvenaria e concreto armado, conforme detalhado no projeto estrutural, 15 unidades com dimensões de 3,60 m de comprimento e 0,50 m de profundidade, sem encosto, com frisos de 0,01 m a cada 0,60 m, recuo de 0,10 x 0,10 m na base do banco e com as quinas arredondadas com raio de 2 cm, com pintura em tinta acrílica semi-brilho na cor azul escuro (referência Calça Jeans R079 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme detalhado em projeto.
Na área interna do terminal, serão instalados Apoios em estrutura metálica.
- Apoio em aço galvanizado de seção quadrada de 2”, 52 unidades com 0,70 m de altura, com pintura eletrostática a pó na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), chumbado no piso, conforme detalhado em projeto.

4.12.3.2 Bicicletários

Bicicletários (externo e interno) nas dimensões de 6,60 x 2,60 m e 9,70 x 3,65 m, com os seguintes componentes (ver representação dos bicicletários no projeto arquitetônico, na folha 19):

- Mureta em alvenaria de 0,60 m de altura, pintura com tinta acrílica semi-brilho na cor azul escuro (referência Calça Jeans R079 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior).
- Mureta em alvenaria de 1,90 m de altura e fechamento com elemento vazado (cobogó), pintura com acrílica semi-brilho na cor azul escuro (referência Calça Jeans R079 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior).



- Gradil metálico em tubo de aço galvanizado de seção quadrada de 2", com uma altura de 1,10 m e 1,90m com tela metálica em aço ondulado galvanizado, espessura de 3,4 mm e em malha de 25 x 25 mm com pintura eletrostática a pó na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior).
- Estrutura metálica conforme projeto estrutural, com pintura epoxídica na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior).
- Telha Metálica Galvalume Trapezoidal, com espessura de 0,5 mm na cor Azul (referência TR 100/950 Telha Metálica – Marca Thermo ISO, similar ou de qualidade superior), seguindo as inclinações indicadas no projeto.
- Suporte horizontal para bicicleta em tubo de aço galvanizado de 2", com pintura em esmalte sintético na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), com base chumbada no piso.
- Suporte vertical para bicicleta em tubo de aço galvanizado de 2", com pintura em esmalte sintético na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), instalado com chumbador a 2,00 m de altura.
- Logo de bicicleta em PVC, tipo caixa com altura de 0,65 m e 0,03 m de profundidade, com pintura automotiva na cor amarelo (referência Pote de Ouro R608 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), fixado na tela metálica do gradil.

4.12.3.3 Abrigo GLP

Abrigo de GLP em concreto armado para atendimento a lanchonete, dimensões de 1,30 x 0,70 m com 0,80 m de altura, com capacidade para 02 botijões tipo P13. Portinhola com duas folhas de correr em metalon e tela metálica na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior).

4.12.3.4 Mastro para bandeiras

Mastros para bandeiras em ferro galvanizado, 03 unidades, acabamento com pintura eletrostática na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), com alturas de 7,00 e 6,00 m e gancho em latão



polido. A fixação dos mastros será por engastamento em fundação de concreto moldado in loco com, no mínimo 1 metro de profundidade tendo sua base metálica chumbada no piso local, conforme indicado no projeto arquitetônico, folha 19.

4.12.3.5 Balizadores

Balizador em tubo de aço galvanizado, 67 unidades de seção quadrada de 5,00 x 7,00 cm com 100 cm de altura, furo de 5,00 cm na área superior, com pintura eletrostática a pó (epóxi) na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), fixado diretamente no concreto, resistente a impacto e intempéries (referência Dansk Cinza Grafite – Marca Via Pública, similar ou de qualidade superior). Ver representação dos balizadores no projeto arquitetônico, folha 16.

4.12.3.6 Lixeiras

Estão previstos dois tipos de lixeiras para o local: lixeira 01 e lixeira 02. Ver localização das lixeiras na planta do projeto arquitetônico, folha 16.

Lixeira 01 - container baú de 3 tampas de dimensões de 3000x90x90cm. Capacidade de 2.200 litros. Material em chapa de aço galvanizado a fogo e 100% contra ferrugem e chapa número 20. Pintura interna com emborrachamento automotivo resistente lavável que não adere à sujeira. Pintura externa em esmalte sintético martelado de alta durabilidade. Divisória para lixo reciclável e orgânico cujas descrição deve constar nas tampas com serigrafia industrial. Sistema de puxadores em antimônio cromado e sistema de porta cadeado em cantoneira. Sistema de vazão de líquidos.

Lixeira 02 com corpo em chapa de aço galvanizado com pintura eletrostática a pó (epóxi) na cor cinza grafite, cesto interno com aro para fixação de saco plástico sem tampa, com diâmetro de 35 cm e altura de 68,5 cm (referência LIX - lixeira fixa, cor cinza grafite - Marca Via Pública, similar ou de qualidade superior).

4.12.4 Rampas e escadas

As rampas e escadas serão executadas em concreto armado conforme projeto de estruturas nas folhas 51 a 57. Com aplicação de concreto armado ou placas de concreto nos pisos, seguindo a paginação conforme implantação de pisos externos, as paredes serão aplicadas pintura com tinta acrílica semi-brilho nas cores



cinza médio e azul escuro (referência Elefante D161 e Calça Jeans R079 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), seguindo a definição conforme implantação de revestimentos. Ver representação e detalhamento das rampas e escadas no projeto arquitetônico, folhas 21 e 22.

4.12.4.1 Plataforma ônibus articulado

A plataforma de ônibus articulado atenderá as linhas de ônibus que possuem acesso elevado, sendo construída em alvenaria e concreto armado com um desnível de 0,85 m em relação ao nível da pista, conforme detalhado pelo projeto específico. Com aplicação de placas de concreto no piso, piso tátil de alerta nos acessos do ônibus e instalação de guarda-corpo tipo 2 no limite da plataforma, conforme detalhado no projeto arquitetônico na folha 22.

4.12.4.2 Guarda-corpo / Corrimão

Serão executados 3 tipos de guarda-corpos representados no projeto arquitetônico folhas 21 e 22, sendo o guarda-corpo tipo 1 para plataformas e barreiras de proteção, o guarda-corpo tipo 2 para a plataforma de ônibus articulado e o guarda-corpo tipo 3 para a área técnica da caixa d'água. E um tipo de corrimão a ser instalado nas escadas e rampas, seguindo as seguintes especificações:

- Guarda-corpo tipo 1: metálico em tubo de aço galvanizado de seção quadrada de 2", com uma altura de 1,10 m, com tela metálica em aço ondulado galvanizado, espessura de 3,4 mm e em malha de 25 x 25 mm com pintura eletrostática a pó na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme indicado e detalhado em projeto.
- Guarda-corpo tipo 2: metálico em tubo de aço galvanizado de seção quadrada de 2" e seção tubular de 4", com uma altura interna de 1,10 m e externa de 1,20 m, com tela metálica em aço ondulado galvanizado, espessura de 3,4 mm e em malha de 25 x 25 mm com pintura eletrostática a pó na cor cinza escuro e azul (referência Patativa R385 e Calça Jeans R079 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), fixado no piso e na lateral da plataforma elevada, conforme indicado e detalhado em projeto.
- Guarda-corpo tipo 3: metálico em tubo de aço galvanizado de seção quadrada de 1 1/2" e 1 1/4", com uma altura de 1,20 m, com montante em tubo de aço



galvanizado de seção quadrada de 3/4" com pintura eletrostática a pó na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme indicado e detalhado em projeto.

- Corrimão tubular: de aço galvanizado de seção circular 1 1/2", instalados nas alturas de 0,70 e 0,92 m, conforme NBR 9050:2020, com montante em tubo de aço galvanizado de seção quadrada de 1 1/4" com pintura eletrostática a pó na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), com instalação do corrimão em ambos os lados ou em apenas uma face, conforme indicado e detalhado em projeto.

4.12.5 Sinalização horizontal

A sinalização horizontal assim como das vias como das plataformas deverá seguir as normativas descritas pela resolução do CONTRAN. Na implantação de sinalização horizontal estão dispostos a paginação de cada elemento, conforme representação no projeto arquitetônico, folhas 24 e 25.

Para a sinalização horizontal, será executado um conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento das vias, obedecendo ao projeto desenvolvido para atender às condições de segurança e conforto do usuário.

Todos os materiais de aplicação da sinalização devem seguir às exigências de especificações fornecidas no projeto arquitetônico, folhas 24 e 25 pela contratante. Observar que os tipos de materiais das faixas variam entre tinta acrílica e materiais termoplásticos aplicados por extrusão com 3,0 mm de espessura.

As faixas na cor branca serão em padrão Munsell tonalidade N 9,5 conforme Contran. Já as faixas na cor amarela serão em padrão Munsell tonalidade 10 YR 7,5/14. conforme Contran.

A fase de aplicação das faixas horizontais engloba as etapas de pré-marcação e pintura.

A pré-marcação consiste no alinhamento dos pontos, locados pela topografia, pelo qual o operador da máquina irá se guiar para a aplicação do material. A locação topográfica tem por base o projeto da sinalização que norteará a aplicação de todas as faixas, símbolos e legendas.

A pintura consiste na aplicação do material por equipamentos adequados de acordo com o alinhamento fornecido pela pré-marcação e pelo projeto de sinalização.



A aplicação dos materiais só será realizada após as seguintes observações:

- A superfície a ser demarcada deve estar limpa, seca e isenta de detritos, óleos, etc;
- A pré-marcação deve estar perfeitamente de acordo com o projeto;
- A pré-marcação deve estar perfeitamente reta nas tangentes, e acompanhando o ângulo nas curvas.

O controle de qualidade da aplicação é realizado no decorrer da implantação da sinalização, quando devem ser verificados e anotados os parâmetros listados a seguir:

- Consumo dos materiais;
- Espessura do material aplicado;
- Tempo de secagem para a liberação do tráfego na fase em serviço de obra;
- Dimensões das faixas e sinais (largura e comprimento);
- Linearidade das faixas;
- Temperatura de aquecimento do material termoplástico;
- Sinalização para o serviço de obras;
- Atendimento ao projeto de sinalização.

Referência:

- DNER - EM 368 - Tinta à base de resina acrílica para sinalização rodoviária horizontal;
- DNER - EM 372 - Material termoplástico para sinalização rodoviária horizontal
- DNER - PRO 231 - Inspeção visual de recipientes com tinta para demarcação da viária;
- DNER - PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- CONTRAN - Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume IV Sinalização Horizontal.

4.12.6 Sinalização vertical

Trata-se de processo de sinalização constituído por dispositivos montados sobre suportes, no plano vertical, por meio dos quais são fornecidas mensagens aos motoristas e transeuntes com o propósito de advertir, indicar ou regulamentar o uso



das vias da forma mais segura e eficiente, visando o conforto e segurança do usuário e melhor fluxo do tráfego do terminal.

Para a sinalização vertical do terminal foram especificados placas que são dispositivos verticais indicados no projeto arquitetônico, na folha 24.

Para a fixação das placas deverá ser feita a marcação da localização dos dispositivos conforme apresentado em projeto. Na sequência proceder a escavação da área para a fixação dos suportes e a preparação da sapata ou base em concreto armado para recebimento dos suportes das estruturas de sustentação. Após a cura do concreto da base, deverá ser realizada a fixação das placas aos suportes às travessas com parafusos galvanizados, porcas e contra-porcas.

Deve ser assegurado que a implantação das placas aos suportes mantenham rigidez e posição permanente e apropriada, evitando que balancem, girem ou sejam deslocados.

Referência:

- DNER - Manual de Sinalização Rodoviária 1979;
- DNER - Manual de Materiais para Demarcação Viária 1990;
- CONTRAN - Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume I, II e III Sinalização Vertical.

4.12.7 Via interna

Via interna na implantação do projeto será destinado ao acesso dos ônibus, do estacionamento para funcionários, de taxistas, para embarque e desembarque de passageiros, para estacionamento rotativo e para o trânsito local. A via possui largura de 8,00 m e comporta duas faixas de circulação. Na região demarcada em projeto será implantado travessia em nível, a fim de melhorar a circulação e acessibilidade dos usuários dos serviços de saúde e do transporte coletivo.

O estacionamento conta com 18 vagas para automóveis, sendo 02 vagas para PcD e 05 vagas para motocicletas, a intenção do estacionamento é que seja exclusivo para funcionários do serviço de saúde e do transporte público. Existe ainda a previsão em remanso de 06 vagas para taxi, 08 vagas para o estacionamento rotativo e 04 vagas para embarque e desembarque de passageiros.



A pavimentação da via interna será em concreto e para acabamento nas áreas de calçada será instalado piso em placas de concreto, conforme representado no projeto arquitetônico na folha 13.

4.12.8 Caixa d'água

A nova caixa d'água do Terminal deverá ser construída em conformidade com o projeto estrutural.

Na face externa do volume da caixa d'água será aplicada pintura com tinta acrílica semi-brilho na cor azul escuro (referência Calça Jeans R079 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme detalhado no projeto arquitetônico na folha 31.

Prever instalação de escada marinheiro com proteção conforme NR-12, plataforma metálica e guarda-corpo do tipo 3, com pintura eletrostática a pó na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme especificado e dimensionado pelo projeto estrutural folha 45 e arquitetônico na folha 31.

4.13 ESPECIFICAÇÃO BÁSICA DE MATERIAIS E ACABAMENTOS

4.13.1 Pisos internos

A indicação do tipo de piso e a paginação dos ambientes internos é apresentada na folha 37 do projeto arquitetônico.

4.13.1.1 Piso porcelanato

Piso porcelanato padrão “A”, 60 x 60 cm, acetinado, retificado na cor cinza (referência Munari Cimento AC – Marca Eliane, similar ou de qualidade superior), paginação conforme especificado no projeto arquitetônico.

O piso será assentado com argamassa colante adequada para o assentamento de porcelanato e espaçadores plásticos em cruz de dimensão indicada pelo modelo referência, sobre contrapiso de concreto. Será utilizado rejuntamento epóxi na cor cinza com dimensão indicada pelo modelo referência.



4.13.1.2 Piso vinílico

Nos ambientes indicados no projeto arquitetônico os pisos serão revestidos com pisos vinílicos em manta seguindo a paginação prevista no projeto arquitetônico nas seguintes especificações:

- Piso Vinílico em manta, espessura 2 mm na cor cinza médio (referência 006 Smokestone RV-28, Linha Classic Mystique PUR – Marca Belgotex, similar ou de qualidade superior);
- Piso Vinílico em manta, espessura 2 mm na cor cinza escuro (referência 010 Nocturne LRV-13, Linha Classic Mystique PUR – Marca Belgotex, similar ou de qualidade superior).

As mantas devem ser aplicadas sobre contrapiso autonivelante (2 cm), que deve estar seco e isento de qualquer umidade, perfeitamente curado, impermeabilizado, totalmente isento de vazamentos hidráulicos; limpo, firme: sem rachaduras; o contrapiso deve também estar liso: sem depressões ou desníveis maiores que 1 mm que não possam ser corrigidos com a massa de preparação.

O contrapiso deve receber massa de preparação para correção da aspereza da superfície que após secagem, deve ser lixada e o pó aspirado. O piso deve ser fixado com adesivo acrílico adequado, indicado pelo fabricante do piso. Instalar rodapé de Poliestireno com altura de 5 cm na cor branco para acabamento, conforme indicado em projeto. Seguir manual de instruções de armazenamento, preparação e instalação do fabricante do piso.

4.13.1.3 Piso em concreto desempenado alisado

Piso em concreto desempenado e alisado assentado sobre berço de brita de 5 cm, devidamente estruturado.

O concreto após aplicado precisa ser nivelado de maneira a não formar possíveis acúmulos de água e de sujeira, garantindo uma superfície plana e uniforme. Após o nivelamento, é feito o alisamento do piso para eliminar irregularidades e obter uma superfície lisa.

Após o alisamento e a cura do concreto, deverá ser feito acabamento em pintura acrílica própria para piso na cor cinza média (referência Cor Elefante D161 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior).



4.13.1.4 Soleira

Soleiras em granito Cinza Andorinha, espessura de 2 cm, com a face aparente em acabamento polido, instaladas abaixo das portas, conforme projeto arquitetônico.

A soleira deverá ser assentada sobre argamassa ou outro material colante conforme recomendação do fornecedor, estando nivelada em relação aos pisos adjacentes.

4.13.1.5 Piso tátil interno

Piso podotátil 25x25 cm para alerta em placas de borracha sintética antiderrapante, espessura de 5mm, na cor vermelha e fixação com cola de contato sobre o piso acabado.

Referência:

- ABNT NBR 16.537 - Acessibilidade - Sinalização tátil de piso - Diretrizes para elaboração de projetos e instalação.

4.13.2 Pisos externos

A indicação do tipo de piso e a paginação das áreas externas é apresentada na folha 13 do projeto arquitetônico.

4.13.2.1 Placa de concreto

Nas áreas externas e plataformas serão instalados placas de concreto com as seguintes especificações:

- Placas de Concreto composta por agregado de granito natural e resina de alta resistência, vibroprensado, estampado, 40 x 40 cm, espessura 2,2 cm na cor cinza (referência Linha Lavaggio 8531 Cinza Grigio Argento – Marca Tecnogran, similar ou de qualidade superior);
- Placas de Concreto vibroprensado, estampado, 40 x 40 cm, espessura 2,2 cm na cor grafite (referência Linha Lavaggio 8518 Preto Nero – Marca Tecnogran, similar ou de qualidade superior);
- Placas de Concreto vibroprensado, estampado, 40 x 40 cm, espessura 2,2 cm na cor cinza claro (referência Linha Piazza Siena 8909 Cinza Claro – Marca Tecnogran, similar ou de qualidade superior);



- Placas de Concreto vibroprensado, estampado, 40 x 40 cm, espessura 2,2 cm na cor grafite (referência Linha Piazza Siena 8908 Cinza Médio – Marca Tecnogran, similar ou de qualidade superior);
- Placas de Concreto vibroprensado, estampado, 40 x 40 cm, espessura 2,2 cm na cor amarelo (referência Linha Piazza Piazza 8910 Amarelo – Marca Tecnogran, similar ou de qualidade superior);
- Placas de Concreto vibroprensado, estampado, 40 x 40 cm, espessura 2,2 cm na cor cinza (referência Linha Reggia 6118 Cinza Corumbá – Marca Tecnogran, similar ou de qualidade superior).

O solo que receberá o pavimento deverá ser regularizado e compactado mecanicamente com compactador mecânico, obedecendo aos devidos caimentos de projeto e dimensionada para os esforços a qual será submetida. O acabamento da base deve ser rústico, para melhor aderência da argamassa de assentamento. A base deverá estar bem nivelada, para isso se deve lavar e proceder a remoção das partículas ou borras soltas.

Para o assentamento, deverá ser aplicado uma mistura de cimento e areia média lavada, polvilhado com cimento e umedecido com água.

As placas de concreto são colocadas individualmente sobre a base preparada, seguindo o alinhamento e paginação definido em projeto. Deverá ser constantemente verificado o nivelamento e o alinhamento durante o processo de assentamento. Deverá ser preservado junta de 3 a 4 mm de abertura entre as placas.

Após o assentamento das placas, deverá ser realizado o rejuntamento entre elas, com rejunte específico, seguindo manual de colocação do fabricante para pisos externos, o mesmo deverá ser aplicado o número de vezes necessários para o preenchimento total das juntas.

4.13.2.2 Paver

Piso intertravado de concreto tipo “paver” no formato de bloco retangular com dimensões 20x10x6cm e 20x10x8cm na cor cinza claro (natural) com junta convencional e com junta alargada de 1 cm, respectivamente, conforme paginação prevista na folha 13 do projeto arquitetônico.

Prever escavação do terreno para receber o pavimento (se necessário), preparação de base com material granular, compactado com placas vibratórias, com



aplicação de capa selante em pó de pedra. Os blocos a serem empregados serão de concreto vibro-prensado, com resistência final à compressão e abrasão de no mínimo 35 MPa seguindo norma – NBR 15.953:2011 – Pavimento intertravado com peças de concreto — Execução.

O solo que receberá o pavimento deverá ser regularizado, nivelado e compactado mecanicamente com compactador mecânico, obedecendo aos devidos caimentos de projeto.

Sobre a sub-base regularizada de brita graduada com mínimo de 5 cm de espessura devidamente compactada será aplicada uma camada de pó de pedra, na espessura de 5 cm, também nivelada.

Os pavers são colocados individualmente sobre a base preparada, seguindo o alinhamento definido. Eles são encaixados de forma intertravada, criando uma estrutura estável. Deverão ser observadas as espessuras de cada tipo de piso. O nivelamento superior das peças deverá ser perfeito, sem a existência de desníveis, degraus ou ressalto.

Em algumas situações, pode ser necessário fazer cortes nos pavers para ajustá-los ao formato desejado ou para preencher espaços menores. Os cortes de peças para encaixes no piso deverão ser perfeitos.

Após a colocação dos pavers, é necessário realizar a compactação para garantir que eles fiquem bem fixados e nivelados. Em seguida, deverá ser feito o rejuntamento entre os pavers, utilizando areia ou material específico para rejunte.

4.13.2.3 Piso tátil externo

Serão executados pisos táteis direcionais e de alerta em concreto com dimensões de 40x40x2,5cm na cor vermelho, instalados em conformidade com as normas com a ABNT NBR 9.050/2020 e NBR 16.537/2024 e a paginação representada no projeto arquitetônico na folha 13.

A metodologia de instalação do piso tátil externo será semelhante à das placas de concreto do piso externo descrita neste memorial.

4.13.3 Paredes

4.13.3.1 Pintura das paredes

Corrigir imperfeições das superfícies com massa corrida, proporcionando acabamento liso e de boa aderência para as tintas de acabamento. Após a



regularização da superfície aplicar duas demãos de Pintura Látex Acrílico, conforme as cores indicadas na folha 23 do projeto arquitetônico.

- Pintura Tinta Acrílica Acetinado na Cor Azul Claro (referência Gérbera Branca P207 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior);
- Pintura Tinta Acrílica Semi-Brilho na Cor Cinza Claro (referência Pergaminho P208 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior);
- Pintura Tinta Acrílica Semi-Brilho na Cor Cinza Médio (referência Elefante D161 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior);
- Pintura Tinta Acrílica Semi-Brilho na Cor Amarelo (referência Pote de Ouro R608 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior);
- Pintura Tinta Acrílica Semi-Brilho na Cor Azul Escuro (referência Calça Jeans R079 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior);
- Pintura Tinta Acrílica Semi-Brilho na Cor Azul Médio (referência Onda do Mar D335 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior).

4.13.3.2 Revestimento das paredes internas

As paredes internas dos ambientes indicados em projeto receberão revestimentos cerâmicos 10x10 cm, nas cores e paginação indicadas nas folhas 38 e 39 do projeto arquitetônico.

- Pastilha cerâmica 10x10 cm na cor Branco (referência Coleção Colors cor Gelo – Marca Strufaldi, similar ou de qualidade superior);
- Pastilha cerâmica 10x10 cm na cor Bege (referência Coleção Colors cor Marfil – Marca Strufaldi, similar ou de qualidade superior);
- Pastilha cerâmica 10x10 cm na cor Cinza (referência Coleção Colors cor Cinza Médio – Marca Strufaldi, similar ou de qualidade superior).

As pastilhas cerâmicas deverão atender às especificações estabelecidas por norma, quanto à classificação, características dimensionais, aparência e resistência. As peças deverão ser isentas de defeitos visíveis a olho nu, observadas a uma distância mínima de 1,0 m, sob iluminação adequada.

O assentamento deve ser iniciado somente após a cura e secagem do emboço, com teor de umidade inferior a 5%, conforme recomendações da norma. A



aplicação será executada com argamassa colante industrializada do tipo AC II ou AC III, conforme norma, preparada e aplicada seguindo as recomendações do fabricante.

Será adicionada água à argamassa de alta adesividade, conforme a especificação do fabricante, até obter-se consistência homogênea e pastosa.

Após o preparo, a argamassa deve repousar por 10 a 15 minutos, sendo utilizada em até 2 horas. É vedada a retempera ou adição de água após esse período.

A argamassa deverá ser aplicada com o lado liso de uma desempenadeira de aço, formando uma camada uniforme de 3,0 a 4,0 mm. Em seguida, com o lado dentado da desempenadeira, serão formados cordões que possibilitarão o nivelamento das pastilhas. O assentamento será executado com esses cordões ainda frescos, pressionando levemente as pastilhas com movimentos de vaivém, garantindo total contato com o substrato.

A espessura final da camada de argamassa entre o revestimento e o emboço será de 1,0 a 2,0 mm.

Quando necessário corte e furos nas peças para passagem de instalações ou fixações de elementos suspensos, deverá ser feito com equipamento próprio para esta finalidade, não se admitindo o processo manual, de modo a evitar lascamentos. As bordas cortadas deverão ser esmerilhadas de forma a se apresentarem lisas e sem irregularidades, apresentando acabamento liso e uniforme.

Durante o assentamento, deve-se seguir a sequência:

1. Espalhamento da argamassa de assentamento com desempenadeira de aço;
2. Formação dos cordões com o lado dentado da desempenadeira;
3. Demarcação de eixos horizontais e verticais de referência;
4. Assentamento das primeiras faixas horizontal e vertical;
5. Complementação das áreas internas, utilizando espaçadores plásticos para garantir juntas regulares.

O rejuntamento será executado após o tempo mínimo de cura da argamassa de assentamento, utilizando rejunte industrializado compatível com o tipo de pastilha e ambiente.

A limpeza final deve ser realizada após a cura do rejuntamento, com esponja macia e solução neutra ou levemente ácida (ex.: ácido cítrico), conforme recomendações do fabricante. É vedado o uso de ácido muriático, cuja utilização é



desaconselhada pelas normas técnicas por causar ataque químico ao rejunte e à cerâmica.

Em cantos expostos de paredes internas serão colocadas cantoneiras de acabamento de alumínio ou PVC rígido antes do assentamento do revestimento.

Nas pastilhas cerâmicas os desvios de prumo e nivelamento não devem ultrapassar os limites estabelecidos em normas.

Após a cura da argamassa de assentamento, as peças deverão ser batidas especialmente em seus cantos, devendo ser substituídas aquelas que soarem ocas.

Peças quebradas em suas bordas, defeituosas ou com cortes e furos para passagem de instalações efetuados manualmente deverão ser substituídas.

Referência:

- ABNT NBR ISO 10.545 - Parte 1 à 16 - Placas Cerâmicas;
- ABNT NBR ISO 13.006 - Placas Cerâmicas - Definições, classificação, características e marcação;
- ABNT NBR 13.754 - Revestimentos de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento;
- ABNT NBR 13.753 - Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento;
- ABNT NBR 14.081-1 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Requisitos.

4.13.4 Teto

A indicação do tipo de forro a ser utilizado é apresentada na folha 40 do projeto arquitetônico.

4.13.4.1 Forro liso em placas de drywall para áreas secas

- Estrutura metálica em aço galvanizado, formato por cantoneiras, montantes e guia, conforme orientação do fabricante;
- Placa de gesso acartonado Standard – 12,5 mm na cor cinza com posterior aplicação de pintura.

Conforme o projeto arquitetônico, nos ambientes indicados com forro liso serão instaladas placas de drywall com pintura acrílica semi-brilho na cor branca (referência



Pergaminho P208 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), seguindo as alturas definidas em projeto.

A estrutura de fixação será em aço galvanizado do tipo embutido, protegidos com tratamento de zincagem, em chapa de 0,50 mm de espessura, sustentados por pendurais próprios reguláveis, fixados à laje. Os elementos estruturais deverão ser protegidos em função das exigências de durabilidade, evitando a ação direta de agentes agressivos sobre os elementos estruturais. Não será permitida em nenhuma hipótese a fixação do forro nas redes de ar-condicionado, de eletricidade, ou qualquer outra.

Todo o forro será executado com painéis de gesso acartonado de espessura 12,5 mm e largura de 1200 mm. As placas deverão ser niveladas, alinhadas e encaixadas umas às outras. A instalação dessas placas deve seguir as recomendações do fabricante.

4.13.4.2 Forro liso em placas de drywall resistente à umidade

- Estrutura metálica em aço galvanizado, formato por cantoneiras, montantes e guia, conforme orientação do fabricante;
- Placa de gesso acartonado resistente à umidade (RU) – 12,5 mm na cor verde com posterior aplicação de pintura.

Conforme o projeto arquitetônico, nos ambientes sanitários e úmidos indicados com forro liso serão utilizadas placas de drywall específicas para áreas úmidas (placa verde) com pintura acrílica semi-brilho na cor branca (referência Pergaminho P208 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), seguindo as alturas definidas em projeto.

A estrutura de fixação será em aço galvanizado do tipo embutido, protegidos com tratamento de zincagem, em chapa de 0,50 mm de espessura, sustentados por pendurais próprios reguláveis, fixados à laje. Os elementos estruturais deverão ser protegidos em função das exigências de durabilidade, evitando a ação direta de agentes agressivos sobre os elementos estruturais. Não será permitida em nenhuma hipótese a fixação do forro nas redes de ar-condicionado, de eletricidade, ou qualquer outra.

Todo o forro será executado com painéis de gesso acartonado resistente à umidade com espessura de 12,5 mm e largura de 1200 mm. As placas deverão ser



niveladas, alinhadas e encaixadas umas às outras. A instalação dessas placas deve seguir as recomendações do fabricante.

4.13.4.3 Laje em concreto

Nos ambientes indicados em projeto, com laje em concreto aparente deverão ser feitas correções nas imperfeições das superfícies com massa corrida, proporcionando acabamento liso e de boa aderência para as tintas de acabamento.

Após a regularização da superfície aplicar duas demãos de Pintura Látex Acrílico, conforme as cores indicadas na planta de paginação de cores no projeto arquitetônico:

- Pintura Tinta Acrílica Semi-Brilho na Cor Cinza Claro (referência Pergaminho P208 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior);
- Pintura Tinta Acrílica Semi-Brilho na Cor Amarelo (referência Pote de Ouro R608 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior).

4.13.5 Esquadrias

O detalhamento das esquadrias é apresentado nas folhas 41 e 42 do projeto arquitetônico.

As esquadrias em alumínio anodizado nas cores especificadas no projeto deverão ser fixadas na alvenaria, centralizadas em vãos requadrados e nivelados com contramarco. As dimensões dos perfis, montantes e painéis devem ser definidas pelo fabricante em acordo com a linha escolhida e seguindo a estética proposta no projeto. Para grandes vãos, quando necessário, deverão ser utilizados perfis mais reforçados conforme as especificações do fornecedor.

A colocação das peças deve garantir perfeito nivelamento, prumo e fixação, verificando se as alavancas estão suficientemente afastadas das paredes para a ampla liberdade dos movimentos.

Para o chumbamento do contramarco, toda a superfície do perfil deve ser preenchida com argamassa de areia e cimento. Utilizar réguas de alumínio ou gabarito, amarrados nos perfis do contramarco, reforçando a peça para a execução do chumbamento. Na instalação do caixilho fazer vedação com mastique nos cantos inferiores para impedir infiltração de água.

As esquadrias serão fixadas em vergas de concreto, embutidas na alvenaria, conforme projeto estrutural.



4.13.5.1 Janelas

Janelas em alumínio anodizado pintado na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior). O mecanismo de abertura das folhas das janelas variam entre fixas, basculantes e maxim-ar. O fechamento será em vidro temperado ou veneziana fixa, conforme indicado no projeto arquitetônico, folha 39.

4.13.5.2 Portas

- Porta automática em alumínio e vidro, 02 folhas deslizantes com sensor de presença na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme representado na folha 32 e detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;
- Porta de abrir interna de madeira com pintura com esmalte sintético acetinado na cor branca, com 1 ou 2 folhas, conforme representado na folha 32 e detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;
- Porta de abrir 1 folha, blindada com chapas de aço e gradil estrutural interno na cor branca, conforme fornecido pelo fabricante, conforme representado na folha 32 e detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;
- Porta de abrir tipo vai e vem 1 ou 2 folhas, interna de madeira com pintura com esmalte sintético acetinado na cor branca, com visor retangular em vidro temperado 6 mm, conforme representado na folha 32 e detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;
- Porta de correr 1 folha, interna de madeira com pintura com esmalte sintético acetinado na cor branca, conforme representado na folha 32 e detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;
- Porta de abrir 1 folha, externa de madeira com pintura esmalte sintético acetinado na cor branco e azul (referência Branco Neve RM 181 / Calça Jeans R079 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior). Podendo estar previsto visor retangular em vidro temperado 6 mm e sistema de retorno automático, conforme representado na folha 32 e detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;
- Portas de abrir 1 folha, veneziana com ventilação em alumínio com pintura a pó eletrostática na cor branca, com tarjeta livre-ocupado e dobradiça de retorno



automático, colocadas nas divisórias das cabines sanitárias, conforme detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;

- Porta de abrir 1 folha, veneziana com ventilação em alumínio com pintura a pó eletrostática na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;
- Portinhola de abrir 1 folha, veneziana com ventilação em alumínio com pintura a pó eletrostática na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;
- Portão de abrir 1 folha, em tubo de aço galvanizado de seção quadrada de 2” e tela metálica em aço ondulado galvanizado com espessura de 3,4 mm e malha de 25x25 mm, com pintura a pó eletrostática na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;
- Gradil com portão de abrir 1 folha, em tubo de aço galvanizado de seção quadrada de 2” e tela metálica em aço ondulado galvanizado com espessura de 3,4 mm e malha de 25x25 mm, com pintura a pó eletrostática na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), conforme detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico;
- Porta em rolo manual em aço, meia cana microperfurada, colocada na entrada da lanchonete, com pintura a pó eletrostática na cor cinza escuro (referência Patativa R385 – Marca Suvinil, similar ou de qualidade superior), colocada interna ao vão, deverá ser previsto gancho embutido no granito para fixação da porta quando fechada e conter puxador para facilitar manipulação, conforme detalhado na folha 40 do projeto arquitetônico.

4.13.5.3 Vidraçaria

Os vidros das esquadrias serão do tipo transparente temperado, cuja espessura foi previamente indicada no projeto arquitetônico, folha 39. A espessura dos vidros varia entre 6mm e 10mm, mas deverá ser confirmada pelo fornecedor levando em consideração os seguintes requisitos:

- As áreas das aberturas / pano de vidro;
- As distâncias verticais das aberturas, em relação piso;



- Vibrações normais ou eventuais no local da edificação;
- Ventos fortes dominantes;
- Tipo da esquadria (fixas ou móveis).

Somente serão aceitos vidros isentos de trincas, ondulações, bolhas, riscos e outros defeitos. Não serão admitidas folgas excessivas entre os vidros e os respectivos caixilhos.

O assentamento dos vidros será feito com utilização de baguetes, de ambos os lados da chapa, ou gaxetas de borracha duplas, não será permitido o assentamento de vidros que não seja executado sobre leito elástico, com as necessárias folgas para evitar trincamentos decorrentes do trabalho de dilatação.

Os vidros das esquadrias deverão seguir todas as especificações técnicas indicadas pelos órgãos de normatização apropriados, sob orientação dos respectivos fornecedores, consultores ou projetistas de fabricação.

4.13.6 Elementos vazados

4.13.6.1 Cobogó dos sanitários

Nos sanitários públicos do térreo, foi previsto o uso de divisória com elemento vazado do tipo cobogó, em concreto retangular com 16 furos, dimensão 40x40 cm, espessura de 7cm, na cor cinza, conforme representado nas plantas dos sanitários, folha 41 do projeto arquitetônico.

4.13.6.2 Cobogó dos bicicletários

Para os bicicletários interno e externo, estão previstos como fechamento lateral, parede em cobogó de concreto 20x20cm, espessura de 6,5cm, acabamento com pintura acrílica semi-brilho, conforme representado no projeto arquitetônico na folha 19.

O assentamento dos blocos vazados de concreto deverá seguir as recomendações das normas vigentes e das boas práticas de execução de alvenarias de vedação e/ou estruturais.

A argamassa de assentamento deverá possuir resistência compatível com o tipo de bloco e da função da parede, podendo adotar-se o traço de referência 1:5 (cimento:areia média). As juntas horizontais e verticais deverão apresentar espessura uniforme de até 10 mm, sendo integralmente preenchidas com argamassa.



O assentamento será executado em fiadas horizontais consecutivas, iniciando-se pelos cantos ou extremidades, sobre camada de argamassa previamente estendida. Entre dois cantos executados, deverá ser esticada uma linha que sirva de guia para garantir o nivelamento e prumo de cada fiada.

Antes do início, deverão ser marcadas e niveladas todas as juntas, de modo a permitir o fechamento com número inteiro de fiadas, conforme o projeto. A verificação de prumo e alinhamento deve ser feita constantemente com prumo de pedreiro e nível de bolha.

Quando a espessura do bloco não coincidir com a da parede, o alinhamento deverá ser feito por uma das faces ou pelo eixo, conforme definido em projeto.

A execução deverá garantir juntas contínuas, sem falhas, e o adequado preenchimento com argamassa, assegurando o desempenho mecânico e estanqueidade do conjunto.

Referências:

- ABNT NBR 6136 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos;
- ABNT NBR 12.118 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio.

4.13.7 Divisórias

As divisórias das cabines dos banheiros serão em granito Cinza Andorinha polido, espessura de 3 cm, com acabamentos arredondados, seguindo dimensões e alturas conforme detalhado no projeto arquitetônico (folhas 41 e 42). Quando estiverem apoiadas em paredes de drywall, devem ser fixadas em montantes metálicos reforçados.

4.13.8 Bancadas, balcões e prateleiras

As bancadas das áreas úmidas serão em granito Cinza Andorinha polido, espessura 2 cm, com rebaixos e acabamentos arredondados, rodapia H=10cm, saia H=20cm, instaladas sobre suportes metálicos do tipo mão francesa espaçados a no máximo 1,10m. Prever recorte para a instalação das cubas e acesso às lixeiras quando indicado, seguindo as dimensões e alturas conforme detalhado no projeto



arquitetônico nas folhas 41 e 42. Quando estiverem apoiadas em paredes de drywall, devem ser fixadas em montantes metálicos reforçados.

As bancadas fixas das áreas de trabalho e os balcões fixos das áreas de atendimento ao público serão em granito Cinza Andorinha polido, exceto quando indicado outro material, e de espessura de 2,0cm, com acabamentos arredondados, instalados sobre suportes metálicos chumbados na alvenaria e espaçados a no máximo 1,10m entre eles. A altura das bancadas e balcões são variáveis e estão indicadas nas plantas do projeto arquitetônico, folha 32 e folha 09.

As prateleiras das áreas úmidas serão em granito Cinza Andorinha polido, espessura 2 cm, com rebaixos e acabamentos arredondados, fixados com espaçamento máximo de 1,10m. Quando estiverem apoiadas em paredes de drywall, devem ser fixadas em montantes metálicos reforçados.

4.13.9 Peitoris

Todos os peitoris de granito serão aplicados com argamassa de cimento e areia traço T3 uniformemente na peça e terão largura indicada no projeto arquitetônico. Ver detalhe na folha 39 para peitoris de janelas.

Deverão possuir, pela parte externa, balanço de 3cm e pingadeira.

Deverão ser chumbados 2cm de cada lado, nas paredes de alvenaria ou estruturas.

4.13.10 Louças, metais e acessórios

Os aparelhos, acessórios e metais sanitários seguirão especificações do projeto arquitetônico nas folhas 41 e 42, sendo revisados e testados após sua colocação e antes da entrega da obra.

As louças sanitárias deverão ser devidamente fixadas com parafusos e chumbadores apropriados, vendendo-se as juntas entre o piso e/ou parede com a louça com argamassa de cimento branco.

- Bacia sanitária sifonada, unidades convencionais e unidades para PcD adulto, em louça branca, válvula tipo Hydra, inclusa engate flexível em plástico branco com fornecimento, quantidade e instalação conforme projeto;
- Bacia sanitária com caixa acoplada, unidades convencionais e unidade para PcD adulto, em louça branca, inclusa engate flexível em plástico branco com fornecimento, quantidade e instalação conforme projeto;



- Cuba cerâmica de embutir, em formato oval, dimensões 35 x 26 cm em louça branca linha básica, devendo possuir resistência à abrasão por produtos de limpeza como degermantes e saneantes, inclusa válvula em metal cromado e sifão flexível em PVC, fornecimento, quantidade e instalação conforme projeto;
- Lavatório suspenso, em louça na cor branca, incluso sifão flexível em PVC;
- Mictório tipo cubeta, em louça na cor branca, inclusa válvula em metal cromado e com sifão integrado, fornecimento, quantidade e instalação conforme projeto;
- Tanque de 30 litros, em louça na cor branca, com coluna, incluso sifão flexível em PVC;
- Cuba em aço inox de embutir, em formato retangular medindo 40 x 35 cm com profundidade de 20 cm, inclusa válvula em metal cromado com escape e sifão flexível em PVC, fornecimento, quantidade e instalação conforme projeto;
- Barras de apoio em aço inox polido, para as posições horizontais e verticais, com dimensões de 40, 70 e 80 cm, conforme NBR 9050:2020, acompanhados de parafusos e buchas para fixação e canoplas de acabamento, conforme especificado no projeto arquitetônico. Quando instaladas em paredes de drywall, prever fixação das barras de apoio em montantes metálicos reforçados instalados nas paredes;
- Torneira em metal, cromada de alta resistência a corrosão de bancada para cozinha, tipo bica alta, giratória, com volante em alavanca monocomando, com conjunto completo, fornecimento, quantidade e instalação conforme projeto;
- Torneira em aço inox, com acionamento manual e fechamento automático, tipo pressmatic, de bancada, com conjunto completo, fornecimento, quantidade e instalação conforme projeto;
- Torneira em metal, cromada de alta resistência a corrosão de parede, volante em formato de trizeta, com conjunto completo, fornecimento, quantidade e instalação conforme projeto;
- Dispenser de sabonete líquido, com reservatório e acionamento de pressão, instalado conforme indicado em projeto;
- Dispenser de papel toalha, do tipo bobina de auto corte com sensor, instalados a 1,50 m de altura, instalado conforme indicado em projeto;
- Espelho cristal, com suporte em painel de MDF branco liso, instalado conforme indicado em projeto;



- Fraldário, do tipo retrátil, modelo horizontal, instalados na parede a 0,80 m de altura, seguindo as normativas da ABNT e do INMETRO, com conjunto completo, fornecimento, quantidade e instalação conforme projeto;
- Papeleira de papel higiênico, tipo rolo de aço inox em cada box sanitário, junto às divisórias em granito;
- Ventilação Mecânica (ventokit), conforme discriminado e detalhado no projeto de climatização.

4.14 ILUMINAÇÃO

As especificações, quantidades e posição de instalação das luminárias estão indicadas no projeto arquitetônico na folha 26 (iluminação externa) e no projeto elétrico nas folhas 1 e 2.

4.14.1 Iluminação interna

- Luminária tipo arandela Tartaruga – cor preta – 15 W;
- Luminária de sobrepor LED – 120 W (referência Highbay – Marca Ledvance, similar ou de qualidade superior);
- Luminária de embutir aletada em chapa de aço para 4 lâmpadas fluorescentes de 10 W – 60 x 60 cm;
- Luminária de embutir quadrada para 2 lâmpadas bulbo LED, com moldura e corpo em alumínio e visor faceado na cor branca – 35x35 cm – 12 W – luz na cor branco frio (Marca Revoluz, similar ou de qualidade superior);
- Luminária de sobrepor – LED hermética linear na cor branca – 20 W (referência Damp Proof – Marca Ledvance, similar ou de qualidade superior).

4.14.2 Iluminação externa

- Balizador embutido na parede, 72 unidades em corpo de alumínio injetado, aro em aço inox e difusor em vidro temperado de 10 mm, IP 67 e IK09, em LED de 5 W – 4000 K (referência Arenna – Marca Soneres, similar ou de qualidade superior);
- Poste metálico em aço galvanizado engastado, 06 unidades de braço duplo escalonado, com altura livre de 9 m e pintura eletrostática na cor preto com luminária em LED de 200 W (referência Linha Urbjet – Marca Brightlux, similar



ou de qualidade superior), homologado pelo INMETRO, instalada a uma altura de 5 e 9 m;

- Poste metálico em aço galvanizado engastado, 10 unidades de braço duplo, com altura livre de 9 m e pintura eletrostática na cor preto com luminária em LED de 200 W (referência Linha Urbjet – Marca Brightlux, similar ou de qualidade superior), homologado pelo INMETRO, instalada a uma altura de 9m;
- Poste metálico em aço galvanizado engastado, 06 unidades de braço simples, com altura livre de 9 m e pintura eletrostática na cor preto com luminária em LED de 200 W (referência Linha Urbjet – Marca Brightlux, similar ou de qualidade superior), homologado pelo INMETRO, instalada a uma altura de 9m;
- Poste metálico em aço galvanizado engastado, 16 unidades com altura livre de 3 m e pintura eletrostática na cor preto com luminária ornamental modular de 100 W – 5.000 K (luz branca) (referência Ornamental – Marca Brightlux, similar ou de qualidade superior), instalada a uma altura de 3m;
- Projetor, 6 unidades na cor preto de LED de alta potência de 20 W – 5.000 K (luz branca) (referência Floodlight – Marca Ledvance, similar ou de qualidade superior), fixado na parte superior da estrutura metálica;
- Projetor, 7 unidades na cor preto de LED de alta potência de 30 W – 5.000 K (luz branca) (referência Floodlight – Marca Ledvance, similar ou de qualidade superior), prever grade de proteção antivandalismo;
- Projetor, 3 unidades na cor preto de LED de alta potência de 50 W – 5.000 K (luz branca) (referência Floodlight – Marca Ledvance, similar ou de qualidade superior).

4.15 PAISAGISMO

O projeto de paisagismo considerou o uso de plantas de fácil manutenção, adaptadas ao clima da região e já empregadas nas demais áreas da cidade. As espécies vegetais deverão seguir as disposições e localizações conforme projeto arquitetônico na folha 27 .



4.15.1 Preparo do solo e entorno

- Verificar se o terreno a ser ajardinado encontra-se livre de restos de obra, pedras e entulhos;
- Antes de iniciar o revolvimento do solo, consultar os projetos de hidráulica, elétrica e drenagem a fim de verificar possíveis interferências;
- Os pisos existentes no caminho do transporte de materiais e no entorno das áreas onde serão executados os serviços deverão ser protegidos;
- O solo deve ser revolvido a uma profundidade de aproximadamente 20cm para o rompimento da camada superficial compactada;
- Realizar a retirada de ervas daninhas, restos de torrões e rizomas de outras plantas.

4.15.2 Áreas ajardinadas

Piso vegetal / gramínea:

- Grama Esmeralda (*Zoysia japonica*), confirmar área no projeto arquitetônico e no orçamento.

- Condições fitossanitárias: as placas ou rolos de grama deverão estar em perfeito estado fitossanitário, sem apresentar sintomas de doenças, deficiências nutricionais ou partes danificadas, e sem a presença de ervas daninhas e/ou propágulos que possam vir a infestar as demais áreas do jardim;
- Condições de manuseio: as placas ou rolos deverão ser devidamente transportados para evitar danos as suas partes;
- Cuidados com as mudas: o gramado deverá ser executado o mais brevemente possível a partir de sua chegada à obra;
- A grama deverá ser a última espécie a ser implantada no jardim.
- O terreno a ser gramado deverá ser nivelado deixando uma profundidade de 3 a 5cm abaixo do nível final para garantir a homogeneidade no plantio.
- Todos os buracos deverão ser corrigidos antes da colocação das placas, inclusive aqueles provocados ocasionalmente pela própria equipe de jardinagem.
- A terra deverá ser levemente umedecida antes da colocação das placas.



- Após o plantio o gramado deverá ser “batido” para favorecer uma melhor fixação e deverá receber uma camada de 5kg por m² de substrato de cobertura que ajudará a corrigir eventuais diferenças de níveis.
- Os recortes do gramado deverão ser feitos com o auxílio de um facão bem afiado que permitirá o acompanhamento das curvas apresentadas no projeto paisagístico.
- O gramado recém-implantado deverá receber regas diárias abundantes durante a obra.

4.15.3 Plantio de mudas

As espécies vegetais deverão seguir as disposições e localizações conforme projeto arquitetônico.

Espécies Arbóreas:

- Pata de Vaca (*Bauhinia forficata*), 04 unidades.

Espécies Arbustivas:

- Agapanto Branco (*Agapanthus africanus*), 99 unidades;
- Moréia Bicolor (*Dietes bicolor*), 117 unidades;
- Clúsia (*Clusia fluminensis*), 206 unidades.

Características das mudas arbóreas:

- Possuir forma arbórea;
- Apresentar tronco único, sem tortuosidade, altura total mínima de 2,00m e copa bem definida;
- Possuir altura mínima da primeira bifurcação de 1,80m;
- Possuir diâmetro à altura do peito (DAP) mínimo de 3cm;
- Possuir bom estado nutricional e fitossanitário;
- Não apresentar defeitos estruturais e mecânicos;
- Passar por período de rustificação em viveiro;
- Possuir torrão bem definido, sem raízes enoveladas, em embalagens com tamanho compatível de pelo menos 14 litros.

Procedimentos de plantio e replantio de árvores:



- Cova com dimensões mínimas de 0,50x0,50x0,50m devendo ser aumentada quanto piores forem as condições do solo;
- A cova deve ser aberta de modo que a muda fique centralizada;
- O solo de preenchimento da cova deve estar livre de entulho e lixo;
- O solo compactado ou com excesso de entulho deve ser substituído por outro com constituição, porosidade, estrutura e permeabilidade adequada ao bom desenvolvimento da muda plantada, fazendo uso de adubos químicos e compostos orgânicos;
- A área livre de canteiro ao redor da muda deve ser de no mínimo 1,00m², para evitar futuros conflitos com o calçamento e edificações, e permitir a infiltração da água e aeração do solo aumentando essa dimensão conforme o porte da árvore;
- O plantio deve ser realizado preferencialmente em dias úmidos;
- A muda deve ser retirada da embalagem com cuidado para não danificar o torrão e, se necessário, realizar uma leve poda de raízes;
- O colo da muda deve ficar no nível da superfície do solo, atentando-se para evitar o afogamento do coleto;
- A muda deve ser amparada por tutor temporário (haste de madeira, bambu, metal ou plástico) com diâmetro de 6 a 8cm e comprimento de no mínimo 2,50m;
- A extremidade inferior do tutor deverá ser pontiaguda para facilitar a fixação no solo a 1,00m de profundidade, antes da inserção do torrão na cova, cuidando para não prejudicar o torrão;
- A muda deve ser fixada ao tutor com amarração de sisal ou similar, em forma de “oito deitado”, permitindo assim certa mobilidade.

Cuidados pós-plantio:

- A muda deve ser irrigada imediatamente após o plantio com água de boa qualidade, devendo ser continuada a irrigação até sua completa estabilização;
- Observar sintomas de deficiência nutricional, corrigindo com adubação, e a existência de pragas e doenças, realizando o controle e a manutenção periódica;
- Substituir mudas danificadas e/ou mortas.



4.16 COMUNICAÇÃO VISUAL

O detalhamento da comunicação visual é apresentado nas folhas 12 e 32 do projeto arquitetônico.

4.16.1 Letreiros

Os letreiros utilizados no projeto seguirão as seguintes especificações:

- Letras ou logotipo do tipo caixa, em aço galvanizado soldado com pintura automotiva seguindo as cores indicadas em projeto, com profundidade acima de 3,00 cm.
- Letras ou logotipo do tipo caixa, em PVC com pintura automotiva seguindo as cores indicadas em projeto, com profundidade igual ou abaixo de 3,00 cm.

4.16.2 Placa de inauguração

A placa de inauguração existente do Terminal de Araucária deverá ser reinstalada conforme detalhe indicativo no projeto arquitetônico (folha 32), assim como a nova placa de inauguração da revitalização que deverá ser instalada abaixo da placa existente.

A nova placa de inauguração da revitalização será em aço inox SAE 304 escovado, nas dimensões de 0,55 x 0,40 m, a placa em aço inox terá moldura com placas de acrílico nas cores transparente, amarelo e azul, com espessura de 3,00 cm, e moldura metálica de seção quadrada de 1 x 2 cm na cor cinza escuro a ser fixada na alvenaria com massa plástica, conforme detalhado em projeto (folha 32).

Para as informações a serem grafadas na planta, verificar os cargos em vigência, assim como a data de inauguração. As demais informações estão contidas e especificadas no projeto.

4.17 TERRAPLANAGEM

O empreendimento a ser executado deverá seguir os parâmetros e as diretrizes urbanísticas estabelecidas pela legislação municipal, lei de zoneamento de uso e ocupação do solo (lei 25/2020) e o código de obras e de edificações municipal (lei 26/2020). O local situa-se no zoneamento definido como - ESG – Eixo de Serviços Gerais, que indicam os seguintes parâmetros construtivos: coeficiente de aproveitamento básico em 1,0, taxa de ocupação máxima de 50% e taxa de permeabilidade mínima de 25%. A altura máxima da edificação é condicionada a



infraestrutura existente e os usos permitidos abrangem atividades comerciais e de serviços de diferentes portes.

O desnível natural do terreno apresenta aproximadamente 5,54 metros entre sua parte mais alta e a mais baixa, em um lote de área total de 12.288,00 metros quadrados. O projeto foi desenvolvido com o objetivo de criar platôs e taludes que permitam a utilização adequada da área e atenda às necessidades do projeto arquitetônico, preservando o máximo a topografia da edificação existente, otimizando a operação e minimizando a movimentação de solo. Foram avaliadas alternativas de balanceamento entre cortes e aterros; entretanto, em função da topografia e da necessidade de compatibilizar o cronograma, os requisitos urbanísticos, as condicionantes geotécnicas e ambientais, foi necessário garantir que as intervenções ocorram em consonância com a operação do Terminal Central. A movimentação de terra foi dimensionada de forma a atender o cronograma de planejamento da obra, que inicia pelas áreas destinadas a aterro, inviabilizando o aproveitamento do material de corte no próprio local. Por esta razão, todo material proveniente das escavações será destinado ao bota-fora licenciado da empresa LED Licenciamento e Desenvolvimento Ambiental, situado na Estrada do Tietê, s/n, em Araucária, a aproximadamente 4,1 km do local da obra (distância média de transporte), totalizando cerca de 8,2 km por ciclo de ida e retorno. Os aterros, por sua vez, serão executados exclusivamente com materiais provenientes de áreas licenciadas e aprovadas pela fiscalização.

O dimensionamento da movimentação de terra foi realizado utilizando o software Autodesk Civil 3D, por meio da função das seções transversais, elaboradas a partir da superfície topográfica existente. As superfícies foram modeladas com base no levantamento planialtimétrico georreferenciado e os volumes obtidos estão apresentados na tabela abaixo.

TERMINAL CENTRAL DE ARAUCÁRIA - RESUMO DE QUANTIDADES DE TERRAPLENAGEM				
ID	OBS	SERVIÇO	Un.	TOTAL
1	limpeza	Desmatamento e limpeza diam. até 30 cm	m ²	2.744,35
2	limpeza	Carga e transp. 1a. Cat até bota-fora (limpeza)	m ³	548,87
3	corte	Esc. carga e trans. 1a Cat (para bota-fora)	m ³	4.141,93
4	limpeza + corte	Espalhamento e conformação de bota-fora (material de limpeza e corte)	m ³	4.690,80
5	bota espera	Esc. carga e transp. 1a Cat. 600–800m (para bota-espera)	m ³	-



6	bota espera	Carga e transp. 1a Cat. até bota-espera (até 10000m)	m³	-
7	preenc. lateral	Compactação de aterros em solo de 1a Cat. c/ controle visual	m³	-
8	areia	Colchão drenante em pó de pedra para fundação e aterros	m³	-
9	aterros + rebaixos	Compactação de aterros em rachão preenchido com brita corrida - 100% PI - Inclusive material e transporte	m³	2.424,69
10	aterros	Compactação de aterros em material de 1a Cat. - 100% PN - Material de jazida, inclusive material e transporte	m³	1.141,04
11	gabião	pedra de mão ou pedra rachão para arrimo/fundação (posto pedreira/fornecedor, sem frete)	m³	719,70
12	gabião	gabião tipo caixa para solo reforçado, malha hexagonal 8x10 (zn/al revestido com polímero), fio 2,7mm, dimensões 2,00x1,0x1 m com cauda de 4m	m³	520,00
13	gabião	gabião tipo caixa para solo reforçado, malha hexagonal 8x10 (zn/al revestido com polímero), fio 2,7mm, dimensões 2,00x1,0x0,5 m com cauda de 4m	m³	70,00
14	gabião	geotextil não tecido agulhado de filamentos contínuos 100% poliéster, resistência à tração = 10kn/m	m²	69,68
15	gabião	Contraforte	m³	83,50

O item 1, corresponde à área total de vegetação a ser suprimida para viabilização da implantação da nova via de ônibus articulado, bem como a extensão da plataforma existente, conforme indicada na planta de limpeza.

O item 2, refere-se ao volume do material resultante do item 1, adotando-se uma espessura média de 0,20 m como camada de limpeza.

O item 3, corresponde especificamente ao volume de corte que será necessário para chegar à cota do rebaixo do projeto.

O item 4 é o somatório dos itens 2 e 3.

O item 9 corresponde especificamente ao aterro da nova via do ônibus articulado, sendo considerado o preenchimento somente a caixa da pista com material granular.

O item 10 refere-se ao aterro das demais pistas, para adequações de níveis.

Para a execução da camada de reforço do subleito, será utilizado o material granular Rachão com enchimento constituído por materiais finos com as mesmas características físicas especificadas para o agregado graúdo (forma, resistência ao desgaste e isenção de impurezas), conforme normativa do ET-DE-P00-011, utilizando sua respectiva faixa granulométrica, e apresentar Índice de Suporte Califórnia (ISC)



superior a 20%, Limite de Liquidez (LL) menor que 35%, Índice de Plasticidade (IP) menor que 15% e expansão máxima de 1%. Nenhum local poderá ser aterrado com material contaminado ou nocivo à saúde pública.

Os itens 11, 12, 13 e 14 tratam de gabião, que se iniciaram logo após a galeria situada na rua Cel. João Antônio Xavier, com extensão de aproximadamente 180 metros.

O item 15 refere-se ao contraforte, o qual deve ser instalado de 10 em 10 metros, conforme apresentado em projeto.

O gabião utilizado, deverá ser o tipo caixa, confeccionado com malha hexagonal de dupla torção, utilizando arame com diâmetro de 3,40mm em conformidade com as normas NBR 8964, NBR 10514 e EN 10223-3.

O dispositivo de conexão, deve ser utilizado na montagem e instalação dos gabiões, feito de aço compatível com o utilizado nas malhas.

O corpo de aterro deverá ser realizado por camadas, ou seja, de forma gradativa, utilizando-se no máximo 30 centímetros de altura nas camadas iniciais e 20 cm nas camadas finais conforme normativa DER/PR ES-TE 06/23, que devem ser compactados para eliminação de vazios.

No presente empreendimento, o fator de contração não interfere no dimensionamento do volume de aterros, que serão executados exclusivamente com material selecionado, proveniente de jazidas previamente licenciadas e indicadas no projeto de pavimentação.

A operação, manutenção e reabilitação das áreas de escavação, deverão seguir o previsto no planejamento e execução da obra, devido à complexidade da execução dos serviços com a operação ininterrupta do terminal. Os serviços serão executados com a utilização de equipamento que permitam simultaneamente operações de corte, transporte e compactação, como tratores conjugados a carregadores frontais, retroescavadeiras, escavadeiras de lança, caminhões basculantes e compactadores adequados ao tipo de solo e à espessura das camadas.

A empresa é responsável por proteger a obra e o trabalho realizado. Deve-se prevenir os danos causados pelas águas de chuva na erosão do terreno. A empresa será responsável pela execução e manutenção de obras provisórias de proteção.

A área a ser reformada/ampliada deverá ser isolada durante a execução de toda obra, garantindo controle e mitigação de emissão de particulados e protegendo vegetação, vias públicas, imóveis lindeiros, assim como as árvores que permanecerão



ao local, para a proteção destas deverá ser respeitado uma distância mínima (aproximadamente o tamanho da copa da árvore).

Os serviços deverão ser executados durante o dia em horário comercial, mitigando-se emissão de ruídos e no trânsito da região, deve se ter o controle com as máquinas usadas, evitando a movimentação nas vias públicas nos horários de pico. Caso haja necessidade de execução de atividades no período noturno, a administração do Terminal Central deverá ser previamente consultada e autorizar a realização dos serviços. A empresa também será responsável pelo controle do maquinário e equipamentos a fim de evitar a derrubada de resíduos nas vias públicas, caso ocorra deverá ser realizada a limpeza.

Após a realização dos platôs e taludes de projeto deverá ser feito plantio de vegetação para estabilização do mesmo.

4.18 INFRAESTRUTURA

As implantações de infraestrutura (pavimento térreo e pavimento superior) disponibilizadas no final do projeto arquitetônico, constam os principais pontos para a instalação dos equipamentos no pós-obra, como os pontos elétricos para carregadores de celular, ponto elétrico e de lógica para a cancela e totem de acesso ao estacionamento, ponto elétrico e de lógica para as catracas de acesso, ponto elétrico e de lógica para televisores, ponto elétrico e de lógica para totem de comunicação, ponto elétrico para porta automática e cortina de ar, ponto elétrico para rack, ponto elétrico para bebedouro e ponto elétrico para ar-condicionado.

4.19 PAVIMENTO VIÁRIO DO TERMINAL

O presente estudo tem por finalidade o dimensionamento do pavimento do sistema viário do Terminal Central de Araucária / PR. No terminal, foram identificadas duas áreas distintas com exigências estruturais específicas:

- Área de Circulação dos Ônibus – Destinada ao tráfego intenso de veículos pesados (ônibus), esta área exige um pavimento de concreto estruturalmente armado, capaz de suportar cargas elevadas e esforços dinâmicos, garantindo resistência à fadiga e estabilidade ao longo do tempo.
- Área de Estacionamento de Veículos Leves – Voltada ao estacionamento de automóveis, esta região recebe cargas significativamente menores. O pavimento intertravado de blocos de concreto foi escolhido por sua capacidade



de distribuição de cargas, permeabilidade e fácil manutenção, proporcionando um acabamento funcional e esteticamente agradável.

A adoção desses sistemas estruturais busca otimizar a vida útil do pavimento, reduzir custos de manutenção e atender às normas técnicas vigentes, garantindo segurança e conforto aos usuários do terminal. Nos próximos tópicos, serão abordados os critérios técnicos de dimensionamento, incluindo análise de cargas, materiais empregados e detalhes construtivos de cada tipo de pavimento.

Para o dimensionamento do pavimento de concreto estruturalmente armado, será utilizado o critério recomendado pela publicação da **ABCP/IBTS** intitulada “*Dimensionamento de Pavimentos de Concreto Estruturalmente Armado*”.

Para o dimensionamento do pavimento intertravado com blocos de concreto – Paver, será utilizado o programa **NCMA Pavechek Versão 1.02** com a metodologia da *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO/86)*.

Na sequência, serão apresentados os dados de projeto considerados no estudo, no que se refere à carga de projeto, subleito e materiais para pavimentação. Posteriormente, serão descritos os critérios de projeto e os resultados do dimensionamento da estrutura do pavimento.

4.20.1 Plano de ataque executivo

A sequência da execução do pavimento deverá ser previamente estudada e detalhada pela empresa executora, com a elaboração e implantação de um plano de sinalização, canalização e isolamento da área de obras. Esse plano deve organizar os desvios internos da circulação de ônibus por meio de dispositivos de segurança e barreiras físicas, além de estabelecer rotinas de comunicação operacional contínua com a administração/gestão do terminal, assegurando a continuidade do serviço, a segurança viária e a integridade de usuários e trabalhadores.



4.20.2 Estudo de tráfego

Um dos fatores de maior importância no processo de dimensionamento do pavimento, com vistas à determinação das necessidades da pavimentação, são o estudo e avaliação da solicitação do tráfego. Para o dimensionamento é necessária a determinação adequada do tráfego de projeto.

Essa área é submetida a cargas elevadas e tráfego constante de veículos pesados, incluindo ônibus urbanos e intermunicipais. Como foi descrito no item anterior, este projeto, foram identificadas duas zonas com demandas distintas de circulação:

I. Área de Circulação dos Ônibus

Na área de circulação de ônibus, também existem duas categorias distintas de ônibus que operam no terminal rodoviário, a saber: **(a) área 1 - ônibus articulado** – veículos de maior porte, compostos por dois segmentos interligados por uma articulação central, com capacidade elevada de passageiros e **(b) área 2 - ônibus Padron** – modelo convencional de transporte público, de menor comprimento em relação ao articulado, mas ainda sujeito a cargas significativas.

Desta forma, para o dimensionamento do pavimento estruturalmente armado para a **área 1** levou-se em consideração a carga máxima do eixo do ônibus articulado mais carregado que é igual a **10.825 kg** (eixo simples de roda dupla – ESRD) e para a **área 2** será utilizado a carga do ônibus padron que é igual a **13.837 kg** (eixo simples de roda dupla – ESRD), conforme pode ser observado no quadro a seguir.

CAPACIDADE DE CARGA POR TIPO DE ÔNIBUS - HORÁRIO DE PICO							
TIPO DE VEÍCULO	Nº DE EIXOS	NÚMERO DE PASSAGEIROS CONSIDERADO (100%)	TARA (kg)	PESO TOTAL DO VEÍCULO COM DE PASSAGEIROS	CAPACIDADE DE CARGA (kg)		
					EIXO DIANTEIRO	EIXO TRASEIRO	EIXO TRAILER
ÔNIBUS COMUM (12,00 m)	2	97	9,770	16,560	5,998	10,562	-
ÔNIBUS PADRON (12,80 m)	2	118	11,610	19,870	6,033	13,837	-
ÔNIBUS ARTICULADO	3	155	16,800	27,650	6,000	10,825	10,825

II. Área de Estacionamento de Veículos Leves



Essa área é dedicada ao estacionamento de automóveis (veículos leves), apresentando um tráfego menos intenso e cargas reduzidas em comparação com a circulação dos ônibus.

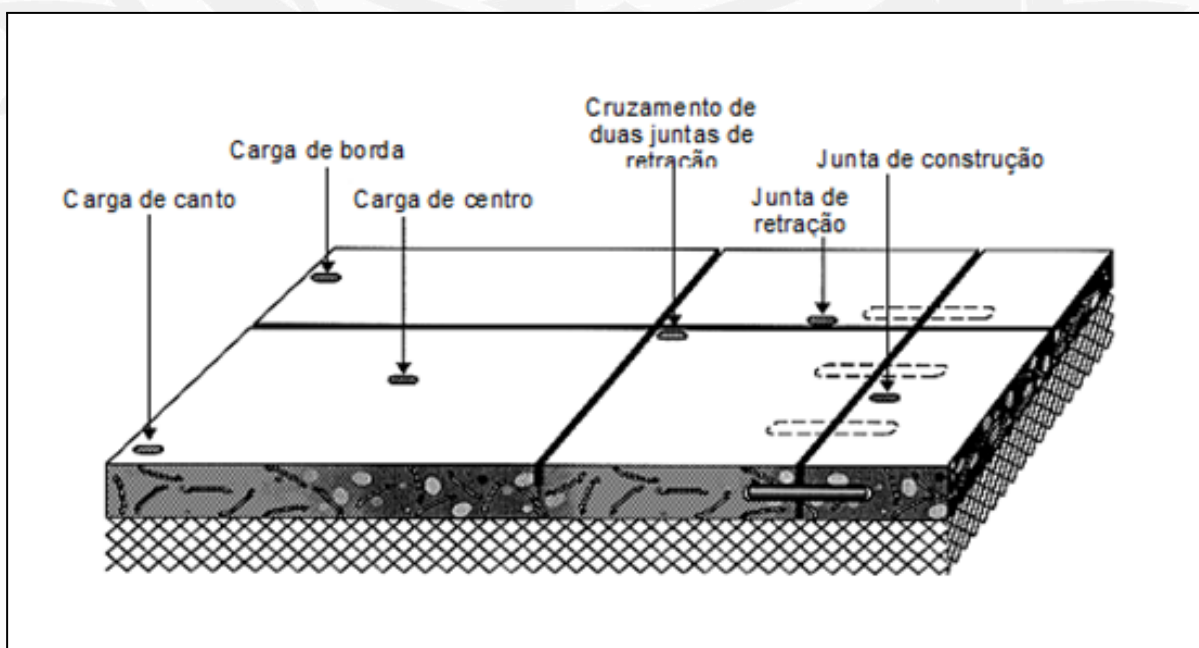
Desta forma foi adotado o Número N constante na **IP-02 - Classificação das Vias da Prefeitura Municipal de São Paulo / SP**, como sendo igual a $1,00 \times 10^5$ conforme demonstrado no quadro a seguir.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto (anos)	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente Por veículo	N	N característico
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO / ÔNIBUS			
Via local Residencial	LEVE	10	100 A 400	4 A 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ A $1,40 \times 10^5$	10^5
Via coletora Secundária	MÉDIO	10	401 A 1500	21 A 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ A $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Via coletora principal	MEIO PESADO	10	1501 A 5000	101 A 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
Via arterial	PESADO	12	5001 A 10000	301 A 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
Via arterial Principal/ expressa	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 A 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^{6(1)}$	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

N = valor obtido com uma taxa de crescimento de 5% ao ano, durante o período de projeto.

FONTE: IP-02 Prefeitura Municipal de São Paulo

As cargas podem ser posicionadas em diferentes locais no pavimento de concreto, conforme demonstrado na figura a seguir.



Uma carga é considerada no centro da placa quando a distância da junta mais próxima for maior que o comprimento elástico (l_k ou l_e).

4.20.3 Capacidade de suporte do solo de fundação

O levantamento da condição estrutural do subleito fornece informações valiosas quanto a sua adequação estrutural, o grau de deterioração e permite a seleção e dimensionamento da mais adequada alternativa de pavimentação.

A avaliação estrutural do subleito foi efetuada por meio de **sondagem à percussão – SPT (Standard Penetration Resistance)** obtido no Relatório nº 05/2022 realizado pela empresa FFF Projetos e Assessoria em Construções em 08/fevereiro/2022. Os detalhes e informações completas sobre os resultados encontram-se disponíveis no Anexo P.

Para uma avaliação complementar da estrutura do pavimento existente, foi realizado ensaio de levantamento defletoométrico com a viga Benkelman. Esse ensaio mede as deformações elásticas do pavimento em resposta à aplicação de uma carga estática ou semi estática, simulada pelo eixo traseiro de um caminhão padrão.

No Anexo Q é apresentado os resultados obtidos nos ensaios de levantamento defletoométrico realizado com a viga Benkelman, abrangendo os parâmetros de deslocamento vertical (D_0), deslocamento a 25 cm da carga (D_{25}), além das medições de temperatura da pista e atmosférica durante a execução do levantamento.

Adicionalmente no Anexo R, são apresentados os dados das sondagens rotativas realizadas nos pontos com as maiores deflexões verificadas em cada trecho avaliado para a verificação da espessura de revestimento asfáltico existente. Esses resultados têm o objetivo de subsidiar análises mais precisas das condições estruturais do pavimento e das características do subleito nos referidos locais.

Foi realizado um estudo complementar para a caracterização do subleito existente, com o objetivo de avaliar suas condições atuais e fornecer subsídios técnicos para o dimensionamento adequado do pavimento. Esse estudo envolveu a execução de 05 (cinco) furos de sondagens específicas, com coletas de amostras representativas e ensaios laboratoriais, compreendendo análise granulométrica, limites de consistência e ensaio de compactação, além da determinação do índice de suporte do subleito (CBR). Os resultados permitiram identificar a capacidade de



suporte da camada existente, bem como suas principais limitações, garantindo uma base técnica sólida para a adoção das soluções de pavimentação mais eficientes e duráveis. Os resultados dos ensaios são apresentados no Anexo S.

Com base em correlação indicada em Nota Técnica da TENSAR (1988), o valor do CBR pode ser estimado em função da coesão do subleito ou do SPT, de acordo com as indicações reproduzidas no quadro a seguir.

CBR	C _u (kPa)	SPT (golpes/30 cm)	Consistência
< 1,0	11,7	< 2	Muito mole
1,0 – 2,0	11,7 – 24,1	2 – 4	Mole
2,0 – 4,0	24,1 – 47,6	4 – 8	Média
4,0 – 8,0	47,6 – 95,8	8 – 15	Rija
8,0 – 16,0	95,8 – 191	15 – 30	Muito rija
> 16,0	> 191	> 30	Dura

Utilizando-se estas correlações entre Índices de SPT (Standard Penetration Resistance) e CBR (Califórnia Bearing Ratio), obtém-se o valor de CBR igual a 2% e uma classificação de solo com consistência mole.

Levando-se em conta a segurança do projeto, para efeito de dimensionamento foi definido o **CBR_{PROJETO} igual a 2%**.

Os pavimentos de concreto têm bom desempenho mesmo em terrenos com baixo valor de suporte; entretanto, a adoção de bases confere benefícios que tornam imprescindível o seu emprego:

- Impedem a ocorrência do bombeamento, caracterizado pela expulsão de finos plásticos através das juntas quando da passagem de cargas pesadas e na presença de água;
- Uniformizam o suporte da fundação; e,
- Reduzem os efeitos prejudiciais de solo expansivo à estrutura do pavimento.

As bases que podem ser empregadas com o pavimento de concreto estruturalmente armado são as mesmas tradicionalmente utilizadas com o pavimento



de concreto simples. O incremento do coeficiente de recalque está ligado ao tipo da sub-base e à sua espessura. Adotou-se para o projeto do pavimento do terminal a utilização de uma **base de brita graduada simples (BGS) com 15,0 cm de espessura**.

No dimensionamento da placa de concreto, o valor de suporte é avaliado pelo coeficiente de recalque (chamado por Westergaard de módulo de reação), k , que é determinado diretamente por uma prova de carga estática sobre a fundação preparada ou por meio de correlações empíricas com o valor do CBR.

Para fins de dimensionamento, a determinação de k foi feita por meio de relação adotada pela ABCP, entre o Índice de Suporte Califórnia (CBR ou ISC) e o coeficiente de recalque (k), sendo o valor estimado para o subleito igual a 16 MPa/m considerando o CBR igual a 2,0%.

Levando-se em consideração a contribuição estrutural da camada de base de brita graduada simples ($h = 15,0$ cm), obtém-se um coeficiente de recalque imediatamente abaixo da placa (k) de **22 MPa/m**.

As operações de preparo da fundação do pavimento consistem na regularização e compactação do subleito.

Recomendam-se as seguintes operações de preparo visando colocar o subleito de acordo com o greide e com o perfil transversal projetado:

- Recompactação do solo do subleito em camadas, de modo que após a compactação obtenha-se, no mínimo, 100% da massa específica aparente máxima seca alcançada de acordo com a NBR 7182, com energia normal de compactação;
- Verificação e controle da compacidade do subleito através de ensaios de determinação da massa específica aparente seca “in situ”, exigindo-se o grau de compactação mínimo de 100%, considerado a energia normal, conforme já mencionado; e,
- Manutenção do nível d’água situado a no mínimo 100 cm do topo do pavimento acabado.

Tais recomendações são válidas para quaisquer substituições de materiais do subleito ou aterros que venham a ser feitos visando à elevação do greide do pavimento, exigindo-se sempre um índice de suporte Califórnia (CBR) superior ao do



subleito considerado, expansão volumétrica no máximo igual a 1% e grau de compactação mínimo igual a 100%, considerada a energia normal de compactação, para os últimos 60 cm.

4.20.4 Substituição de material inservível

No quadro a seguir é apresentado o resumo dos ensaios.

RESUMO RELATÓRIO DE ENSAIOS - TERMINAL CENTRAL DE ARAUCÁRIA					
DESCRIÇÃO	SONDAGEM ST 01	SONDAGEM ST 02	SONDAGEM ST 03	SONDAGEM ST 04	SONDAGEM ST 05
LOCALIZAÇÃO - COORDENADAS	25°35'26.84"S	25°35'26.13"S	25°35'27.91"S	25°35'26.70"S	25°35'29.49"S
	49°24'33.81"O	49°24'33.31"O	49°24'34.17"O	49°24'31.36"O	49°24'33.37"O
UMIDADE NATURAL	25,1%	32,4%	28,0%	34,0%	28,2%
DENSIDADE SECA MÁXIMA	1,544 g/cm ³	1,479 g/cm ³	1,610 g/cm ³	1,433 g/cm ³	1,399 g/cm ³
UMIDADE ÓTIMA	21,00%	30,60%	24,50%	28,20%	25,20%
(I.S.C) - CBR	7,10%	5,40%	4,90%	4,90%	18,90%
EXPANSÃO	1,2%	1,7%	0,6%	0,8%	1,0%
LIMITE DE LIQUIDEZ	44,30%	53,80%	46,70%	40,10%	50,50%
LIMITE DE PLASTICIDADE	34,50%	38,20%	33,20%	33,40%	31,30%
ÍNDICE DE PLASTICIDADE	9,8%	15,6%	13,5%	6,8%	19,1%
CLASSIFICAÇÃO HBR	A7-6	A7-6	A7-6	A6	A7-6
ÍNDICE DE GRUPO	15	19	16	14	18

No quadro anexo, é apresentado os resultados das sondagens realizadas em cinco furos no trecho destinado à implantação do pavimento rígido no Terminal Central. Foram destacados e analisados os resultados dos furos ST-01 e ST-02, que



correspondem ao segmento previsto para a circulação de ônibus articulados e à implantação de pavimento novo.

Ambos os furos indicaram os seguintes parâmetros do solo de subleito:

- CBR (California Bearing Ratio): 7,10% para o furo ST-01 e 5,40% para o furo ST-02, valores superiores ao limite mínimo de 2,0% conforme exigência normativa.
- Expansão: 1,2% para o furo ST-01 e 1,7% para o furo ST-02, também dentro do limite inferior de 2,0% estabelecido pela norma técnica.

Os solos analisados nos furos ST-01 e ST-02 apresentam classificações A-7-6 (Highway Research Board - HRB), indicativas de materiais com elevada plasticidade e alto conteúdo de finos. Esses solos são considerados materiais de baixa capacidade e qualidade para subleitos.

Os Índices de Grupo (IG) deste material são também elevados: IG = 15 para o furo ST-01 e IG = 19 para o furo ST-02. Valores próximos ao limite de 20 reforçam a inadequação do solo, apontando alta suscetibilidade a variações de umidade.

Os valores de umidade natural obtidos nas sondagens, com 25,1% para o furo ST-01 e 32,4% para o furo ST-02, estão acima da umidade ótima para compactação. Esse cenário indica que os solos estão saturados em campo, o que compromete sua estabilidade e suporte sob cargas.

Uma camada de reforço granular, como o rachão preenchido com brita corrida, eleva a capacidade de suporte do pavimento, distribuindo as cargas de maneira eficiente, minimizando esforços no subleito natural inadequado.

A substituição do solo inservível por 60 cm de rachão com brita corrida oferece excelentes condições de drenagem, reduzindo a retenção de água na fundação e, consequentemente, sua influência sobre a resistência do subleito.

Alguns benefícios da substituição de solo com Rachão:

- Elevação da capacidade de suporte: A camada granular apresenta resistência significativamente maior, garantindo estabilidade e reduzindo deformações permanentes.



- Prevenção de recalques diferenciais: A estrutura da camada de rachão proporciona uma fundação mais uniforme e regular, comportando melhor as condições de carregamento do pavimento rígido.
- Isolamento do subleito inadequado: A camada do material granular impede que as variações de volume e plasticidade do solo original afetem o pavimento.
- Durabilidade: A medida prolonga a vida útil do pavimento, reduz a necessidade de manutenção corretiva, e garante desempenho adequado ao longo de sua utilização.

Embora os resultados das sondagens ST-01 e ST-02 atendam aos requisitos mínimos normativos para solos de subleito em relação ao CBR e expansão, as características geológicas adicionais, como alta plasticidade, elevado Índice de Grupo, umidade acima da ótima e classificação inadequada, justificam a substituição do solo inservível.

Desta forma está previsto a substituição de solo inservível por 60 cm de rachão preenchido com brita corrida no trecho destinado aos ônibus articulados.

4.20.5 Características dos materiais de pavimentação

A seguir serão descritas brevemente as características dos materiais que são recomendados para utilização nas camadas do pavimento.

I. Placa de Concreto de Cimento Portland

A placa será executada sem acostamento de concreto e juntas transversais com barras de transferência. O concreto deverá atender aos seguintes requisitos básicos:

- resistência característica à compressão simples (f_{ck}), medida aos 28 dias, igual a 35,0 MPa;
- dimensão máxima característica do agregado graúdo ($D_{máx}$) igual a 19,0 mm;
- abatimento do concreto, medido pelo ensaio do tronco de cone, Slump igual a $7,0 \pm 1,0$ cm;
- utilização de aditivo plastificante; e,
- teor de argamassa igual à 50%.



A resistência à compressão simples será determinada pelo ensaio de corpos-de-prova cilíndricos, conforme os procedimentos constantes das NBR 5738 e NBR 5739. A consistência será determinada pelo ensaio de abatimento do tronco de cone, segundo a NBR 7223.

Na dosagem experimental do concreto deverão ser considerados, ainda, os seguintes valores recomendados:

- relação água/cimento menor ou igual a 0,55;
- teor de ar incorporado menor ou igual a 5,0%.

A execução dos serviços deverá atender as especificações do DNIT 047/2004-ES - Pavimento Rígido - Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte.

II. Base de Brita Graduada Simples

Para o material de base, admitiu-se a utilização de brita graduada simples, cuja granulometria se enquadra em uma das faixas especificadas pelo Departamento de Estradas e Rodagem do Estado do Paraná - DER/PR ES-PA 05/23. As principais características são as seguintes:

- a base deverá ser constituída de material que passa na peneira nº 200 seja inferior a 2/3 da percentagem que passa na peneira nº 40.
- para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 50%.
- a fração passante na peneira nº 4 deve apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54/97, superior a 50%.
- índice de forma superior a 0,5 e porcentagem de partículas lamelares inferior a 10%, conforme NBR 6954.
- perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%.
- grau de compactação deverá ser superior a 100% considerando a energia modificada.



4.20.6 Dimensionamento - área de circulação de ônibus

Conforme descrito no *item 4.19.1 alínea (a)*, o terminal rodoviário tem duas áreas que operam com categorias distintas de ônibus, a saber: (a) ônibus Articulado e (b) ônibus Padron. Desta forma, o dimensionamento do pavimento estruturalmente armado será realizado separadamente para as duas áreas porque cada uma delas apresenta solicitações mecânicas distintas devido às características do tráfego. Essa diferenciação é essencial para garantir eficiência estrutural, durabilidade e otimização dos custos de construção.

O método de dimensionamento de pavimento de concreto estruturalmente armado, baseia-se na determinação das tensões atuantes e dos momentos fletores, de acordo com o modelo proposto por Westergaard, por meio das Cartas de Influência de Pickett e Ray.

O método considera duas condições de carregamento: a primeira, mais favorável, toma as cargas atuando no interior da placa, e a segunda que leva em conta o carregamento na borda livre; nesta, os esforços gerados podem atingir cerca do dobro dos valores produzidos pelo primeiro caso.

Em nosso estudo considerou-se a situação mais crítica de dimensionamento que leva em conta o **carregamento na borda livre**.

O cálculo estrutural é conduzido no Estádio III, de acordo com as prescrições da norma NBR 6118, considerando-se o emprego de telas soldadas produzidas com aço CA-60. Para o concreto, considera-se que a resistência seja igual a **35 MPa**, para que tenha resistência ao desgaste compatível com grau de solicitação imposto aos pavimentos rodoviários.

A partir da análise dos dados de projeto foi realizado o dimensionamento do pavimento por meio da metodologia e procedimento exposto a seguir. Será apresentado o critério de projeto, os materiais a serem empregados e resultados obtidos para a solução com placa de concreto.

1. Ônibus Articulado – Armadura Estrutural (Inferior)

Para o dimensionamento do piso industrial de concreto armado, foram utilizados os critérios recomendados na publicação da IBTS – Instituto Brasileiro de Telas Soldadas intitulado “Pisos Industriais de Concreto Armado”.

- Vida de Projeto.....20 anos



- Carga máxima – Eixo simples de roda dupla.....10.825 kg
- Índice de Suporte do subleito.....2,00 %
- Módulo de elasticidade do concreto (E).....30.000 MPa
- Coeficiente de Poisson do concreto (u).....0,15
- Coeficiente de recalque no subleito.....16 MPa/m
- Base de brita graduada simples.....15,0 cm
- Coeficiente de recalque na base (k) 22 MPa/m
- Espessura placa (h) 18,0 cm
- Raio de Rigidez da Placa $l = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)k}}$ 0,91 m
- Área de contato $A = \frac{P_R}{q}$ 0,0325 m²
- Comprimento $W = 0,6L$ 0,253 m
- Largura $L = \sqrt{\frac{A}{0,523}}$ 0,152 m
- Número de blocos (carta de influência N° 6)..... 325
- Momento $M = \frac{Nql^2}{10.000}$ 21.339 Nm/m
- Coeficiente k_6 $k_6 = \frac{b \times d^2}{M}$ 107,52
- Coeficiente k_3 (Tabela 06)..... 0,282
- Armadura necessária $A_s = k_3 \times \frac{M}{d}$ 3,93 cm²/m



- Junta Serrada
 - Barra de Transferência Aço CA-25 $\varnothing = 25$ mm a cada 30 cm com comprimento de 50 cm
- Placa de Concreto Armado
 - Concreto $f_{ck} = 35$ MPa
 - Aço CA-60
- Armaduras da placa (A_s):
 - **A_s Inferior = $3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$ (1 Tela Q396)**

Para inibir a retração plástica e o trincamento do concreto será utilizada em todo o concreto das placas do terminal a adição de **fibra de polipropileno de multifilamentos**, com um consumo de **600 g/m³**.

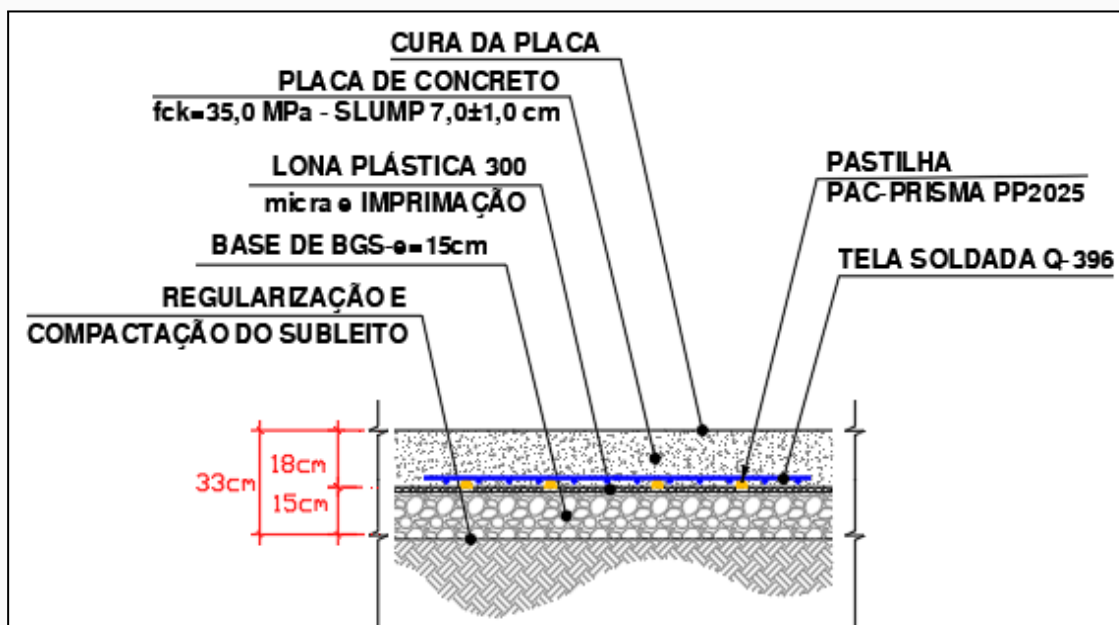
A retração plástica do concreto é um fenômeno que ocorre nas primeiras horas após a sua aplicação, resultando em fissuras superficiais que podem comprometer a integridade estrutural do pavimento. Nas placas de concreto com formato irregular, esse efeito pode ser ainda mais pronunciado devido à variação das dimensões, ângulos complexos e ausência de simetria estrutural, exigindo soluções adequadas para o controle dessas tensões iniciais. Portanto será utilizada em todas as placas com formato irregular armadura superior composta de tela de aço soldada Q138 (tela nervurada aço galvanizado CA-60 - # 10 x 10 cm - $\varnothing$ 4,2 mm).

Assim sendo, a solução para o **pavimento de concreto estruturalmente armado da área de Ônibus Articulado** será a seguinte:

- Placa de Concreto Estruturalmente Armado.....18,0 cm
- Tela de aço soldada Q396 (tela nervurada aço galvanizado CA-60 - # 10 x 10 cm - $\varnothing$ 7,1 mm)
- Sub-base de Brita Graduada Simples..... 15,0 cm
- Espessura Total.....33,0 cm
- Dimensões da placa (variável).....3,50 m x 6,00 m
- Junta transversal:
 - Barra de Transferência Aço CA-25 com $\varnothing=25$ mm a cada 30 cm e comprimento de 50 cm (nos dois sentidos).
- Placa de Concreto:
 - Concreto $f_{ck} = 35,0$ MPa



Será colocada uma lona plástica de 300 micra sobre a camada de sub-base de brita graduada simples, com o intuito de isolar as duas camadas do pavimento. A seção esquemática é apresentada na figura a seguir.



II. Ônibus Padron – Armadura Estrutural (Inferior)

Para o dimensionamento do piso industrial de concreto armado, foram utilizados os critérios recomendados na publicação da IBTS – Instituto Brasileiro de Telas Soldadas intitulado “Pisos Industriais de Concreto Armado”.

- Vida de Projeto.....20 anos
- Carga máxima – Eixo simples de roda dupla.....13.837 kg
- Índice de Suporte do subleito.....2,00 %
- Módulo de elasticidade do concreto (E)..... 30.000 MPa
- Coeficiente de Poisson do concreto (ν).....0,15
- Coeficiente de recalque no subleito.....16 MPa/m
- Base de brita graduada simples.....15,0 cm
- Coeficiente de recalque na base (k) 22 MPa/m
- Espessura placa (h) 18,0 cm

- Raio de Rigidez da Placa $l = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)k}}$ 0,91 m



- Área de contato $A = \frac{P_R}{q}$ 0,0428 m²
- Comprimento $W = 0,6L$ 0,286 m
- Largura $L = \sqrt{\frac{A}{0,523}}$ 0,172 m
- Número de blocos (carta de influência N° 6) 355
- Momento $M = \frac{Nql^2}{10.000}$ 23.309 Nm/m
- Coeficiente k_6 $k_6 = \frac{b \times d^2}{M}$ 98,43
- Coeficiente k_3 (Tabela 06) 0,282
- Armadura necessária $A_s = k_3 \times \frac{M}{d}$ **4,31 cm²/m**
- Junta Serrada
 - Barra de Transferência Aço CA-25 Ø = 25 mm a cada 30 cm com comprimento de 50 cm
- Placa de Concreto Armado:
 - Concreto fck = 35 MPa
 - Aço CA-60
- Armaduras da placa (A_S):
 - **A_S Inferior = 4,31 cm²/m (1 Tela Q503)**

Para inibir a retração plástica e o trincamento do concreto será utilizada em todo o concreto das placas do terminal a adição de **fibra de polipropileno de multifilamentos**, com um consumo de **600 g/m³**.

A retração plástica do concreto é um fenômeno que ocorre nas primeiras horas após a sua aplicação, resultando em fissuras superficiais que podem comprometer a integridade estrutural do pavimento. Nas placas de concreto com formato irregular, esse efeito pode ser ainda mais pronunciado devido à variação das

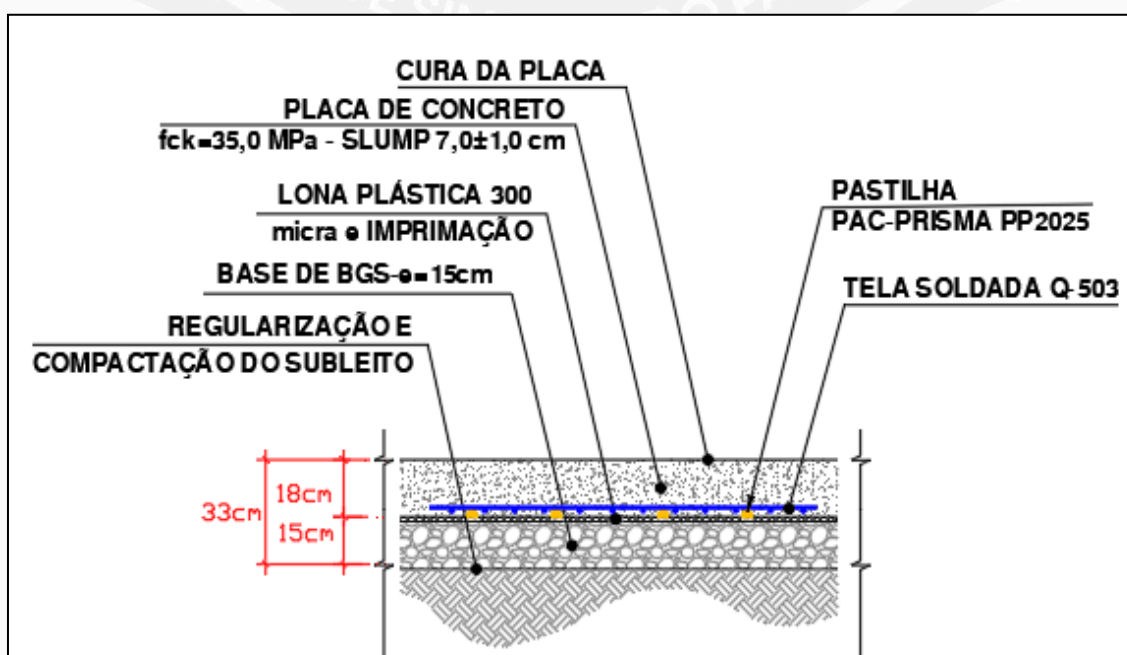


dimensões, ângulos complexos e ausência de simetria estrutural, exigindo soluções adequadas para o controle dessas tensões iniciais. Portanto será utilizada em todas as placas com formato irregular armadura superior composta de tela de aço soldada Q138 (tela nervurada aço galvanizado CA-60 - # 10 x 10 cm - Ø 4,2 mm).

Assim sendo, a solução para o **pavimento de concreto estruturalmente armado da área de Ônibus Padron** será a seguinte:

- Placa de Concreto Estruturalmente Armado.....18,0 cm
- Tela de aço soldada Q503 (tela nervurada aço galvanizado CA-60 - # 10 x 10 cm - Ø 8,0 mm)
- Sub-base de Brita Graduada Simples.....15,0 cm
- Espessura Total.....33,0 cm
- Dimensões da placa (variável).....3,50 m x 6,00 m
- Junta transversal
 - Barra de Transferência Aço CA-25 com Ø=25 mm a cada 30 cm e comprimento de 50 cm (nos dois sentidos).
- Placa de Concreto:
 - Concreto fck = 35,0 MPa

Será colocada uma lona plástica de 300 micra sobre a camada de sub-base de brita graduada simples, com o intuito de isolar as duas camadas do pavimento. A seção esquemática é apresentada na figura a seguir.



Para garantir uma padronização uniforme que atenda às demandas específicas das áreas com maior exigência de carga e tráfego, permitindo a redistribuição do fluxo de veículos no terminal, a solução final adotada manterá o mesmo padrão estrutural em todas as áreas de circulação de ônibus, abrangendo tanto para os ônibus tipo Padron quanto para os ônibus tipo articulados. Assim, definiu-se a utilização da tela nervurada Q503 (aço galvanizado CA-60, malha de 10 x 10 cm, Ø 8,0 mm) como solução de reforço para toda a área de pavimento do terminal. Essa escolha assegura a uniformidade do desempenho estrutural, além de oferecer capacidade adequada para suportar as cargas aplicadas, promovendo maior durabilidade e flexibilidade no uso, independentemente da redistribuição do tráfego circulante na área do terminal de ônibus.

4.20.7 Dimensionamento - estacionamento veículo leve

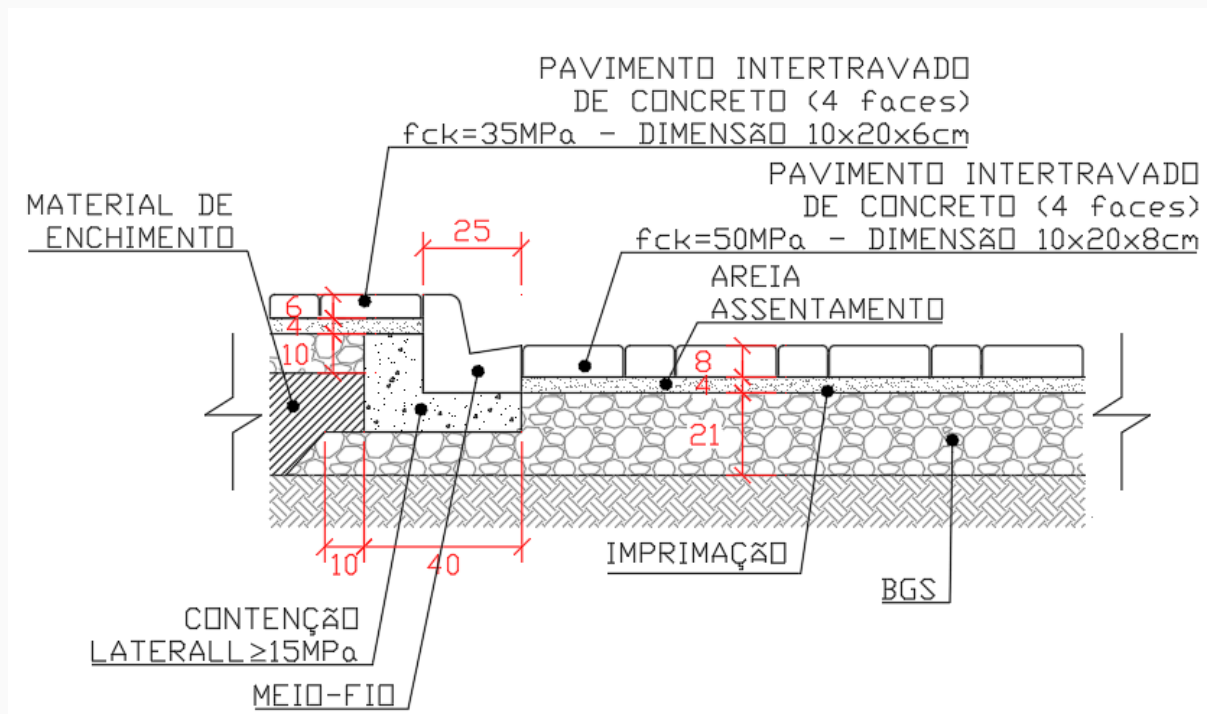
A seguir é apresentada a memória de cálculo para o pavimento intertravado com bloco concreto dos acessos de veículos e estacionamentos.

O método de dimensionamento utilizado foi o American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO/86), por meio do programa NCMA Pavechek Versão 1.02. O período de projeto foi de 15 anos e o dimensionamento considerou os seguintes parâmetros:

- Método adotado – American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO 86 – Programa: NCMA Pavechek Versão 1.02
- Vida de Projeto.....15 anos
- $CBR_{projeto}$ 2,00%
- Número N_{USACE} $1,00 \times 10^5$
- Número Estrutural Requerido (SN_{req}).....3,39
- Número Estrutural Efetivo (SN_{eff}).....3,42
- Paver ou bloco de concreto, que possui resistência à compressão de 35 MPa (conforme BT-135 da ABCP).....8 cm
- Areia média para assentamento (areia com 0 a 5% passando na peneira n.º 200), com umidade abaixo da umidade ótima.....4 cm
- Areia fina para selamento (areia com 0 a 15% passando na peneira n.º 200 e seca)
- Base de brita graduada simples.....21 cm



Na figura a seguir é apresentada a seção esquemática do pavimento para o estacionamento.



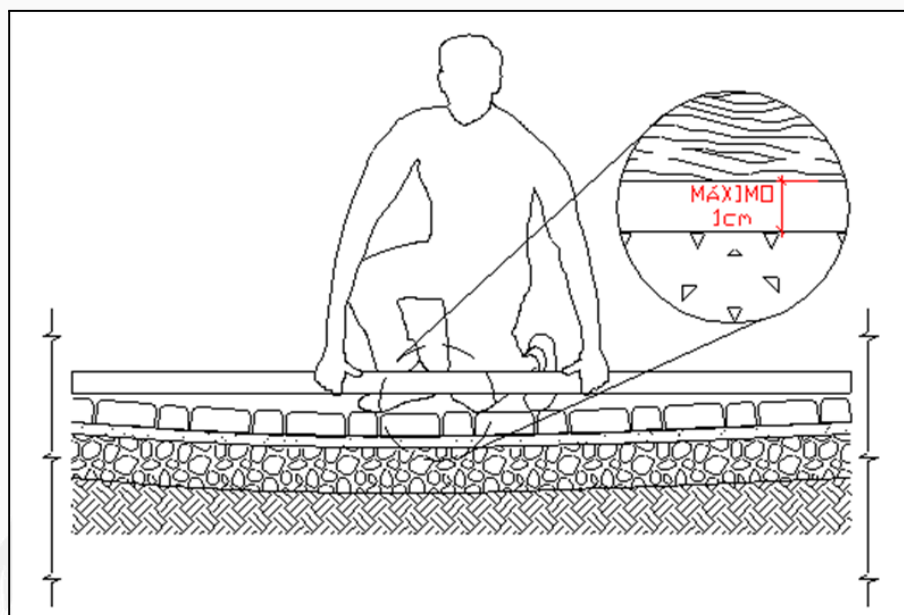
Sobre a camada de BGS - brita graduada simples será aplicada a imprimação com EAI para evitar a perda da areia de assentamento dos blocos intertravados, garantindo maior durabilidade, estabilidade e eficácia do pavimento.

A técnica da utilização de imprimação com EAI sobre a camada de BGS é uma solução econômica e eficiente para evitar problemas de perda de areia de assentamento em pavimentações intertravadas. Ao criar uma base estabilizada e uma barreira funcional, reduz-se significativamente os problemas relacionados à migração da areia e instabilidade do pavimento ao longo do tempo, garantindo maior longevidade e eficiência estrutural.

O pavimento com bloco intertravado de concreto deverá ter sua superfície 1,5 cm acima de qualquer estrutura de drenagem ou confinamento interno.

É aconselhável que o pavimento com bloco intertravado de concreto esteja nivelado, garantindo uma superfície de rolamento cômoda e segura ao usuário. Este nivelamento, verifica-se através de uma régua de 3 m de comprimento apoiada sobre a superfície do pavimento, não podendo apresentar um desnível maior do que 1 cm, conforme demonstrado na figura a seguir.





I. Formato e Intertravamento dos Blocos de Concreto

SHACKEL (1979), baseado em estudos da escola australiana menciona que ensaios demonstram que as peças pré-moldadas de concreto de lados segmentados se comportam melhor do que aquelas de lados retos ou suavemente curvados, proporcionando menores deformações permanentes na trilha de roda e deformações horizontais (ondulações) muito menores.

Outro pré-requisito dos blocos de concreto é de que eles permitam o intertravamento, ou seja, a capacidade que as peças pré-moldadas de concreto da camada de revestimento de um pavimento adquiram de resistirem a movimentos de deslocamentos individual, seja ele, vertical, horizontal, de rotação ou de giração em relação a suas vizinhas. O intertravamento (lock up) também conhecido como travamento total garante que a camada de rolamento adquira maior rigidez, e as peças pré-moldadas de concreto deixam de constituir uma mera camada de rolamento para transformar-se numa camada estrutural.

No presente projeto, propõe-se a utilização de blocos de concreto retangulares, também conhecidos como Pavers, que apresentam um formato de quatro faces capaz de proporcionar um eficiente intertravamento, conforme demonstrado na figura a seguir.



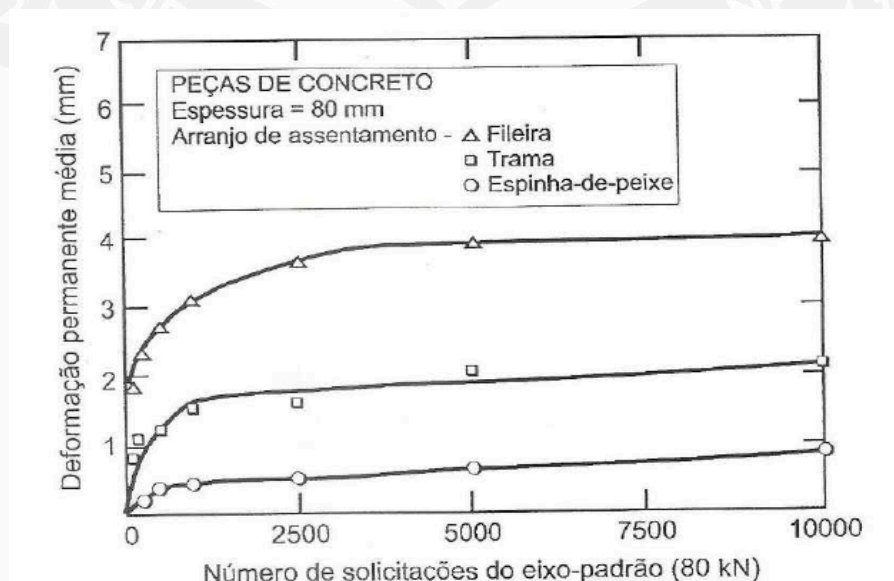


II. Arranjo dos Blocos Intertravados de Concreto

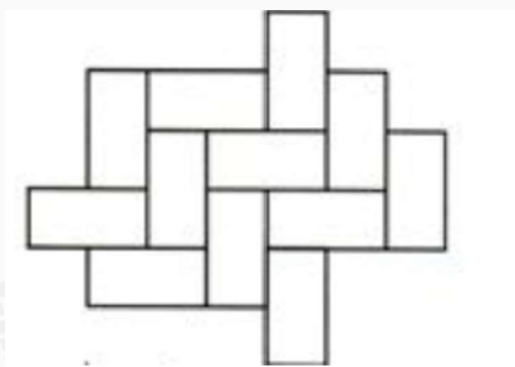
O tipo de arranjo para assentamento escolhido definirá a aparência estética do pavimento de Peças Pré-moldadas de Concreto (PPC). Há consenso entre as diferentes escolas quanto à hierarquia dos melhores arranjos.

Segundo SHACKEL (1990), verificou-se que os pavimentos assentados, segundo o arranjo espinha de peixe, geralmente têm os melhores níveis de desempenho, ou seja, as menores deformações permanentes associadas ao tráfego foram notadas em pavimentos que continham esse arranjo, enquanto que as maiores deformações estão associadas ao arranjo em fileiras, principalmente quando a linha de assentamento é paralela (vertical), ao sentido do tráfego.

A figura a seguir mostra o desempenho quanto às solicitações de tráfego em função do arranjo.



Portanto, para o desenvolvimento desse projeto adotou-se o arranjo tipo Espinha de Peixe, conforme demonstrado na figura a seguir.



III. *Areia de Assentamento (colchão) dos Blocos Intertravados de Concreto*

O objetivo básico da camada de areia é servir de base para o assentamento das peças pré-moldadas de concreto.

Beaty (1996) define o colchão de areia como a camada responsável por fornecer regularidade final ao pavimento, acomodando, quando necessário, as possíveis variações dimensionais de altura das PPC e irregularidades da camada de base.

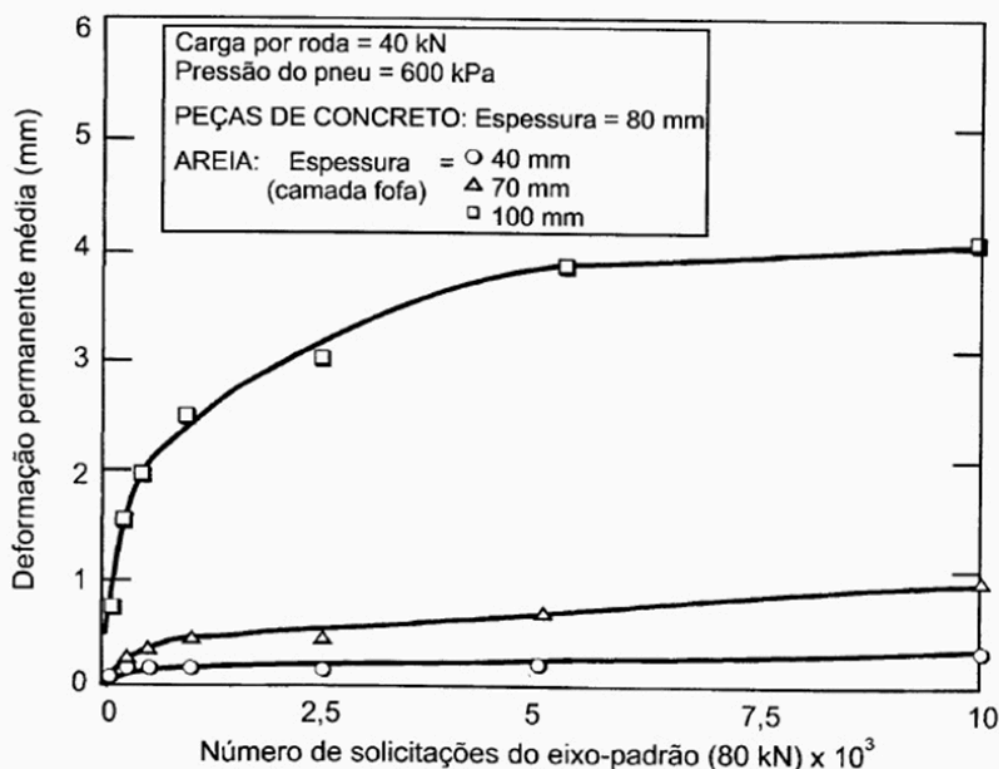
Burak (2002) diz que, apesar da espessura do colchão de areia corresponder a menos de 10% da espessura total do pavimento, sua função estrutural não é menos importante que a de qualquer outra camada. O desempenho final do pavimento depende diretamente da metodologia de execução desta camada, bem como da correta especificação do tipo de areia a ser utilizada.

A espessura e a qualidade da areia utilizada influem diretamente no desempenho final do pavimento (Shackel 1990, Beaty, 1996, Karasawa et. al, 2000, Yaginuma et.al., 2000).

Beaty (1996) relata que na Austrália a recomendação de espessura varia de 20 a 40 mm, enquanto na Bélgica é de 30 a 50mm. Após a compactação o valor mínimo recomendado de espessura é de 15 mm. Acrescenta ainda que uma espessura excessiva no colchão gera grandes problemas de afundamento na camada de revestimento.

Shackel (1990) mostra na figura a seguir, as deformações plásticas de pavimentos experimentais com camadas de areia solta de 100, 70 e 40 mm de espessura.





Verifica-se que é convincente e para efeitos práticos recomenda-se uma espessura inicial de 50 mm de areia solta, que após a compactação reduz-se a aproximadamente 40 mm.

Portanto, a espessura da camada compactada do colchão de areia dos blocos será de 40 mm.

Outros aspectos importantes são a qualidade e a granulometria da areia que irá compor o colchão de assentamento dos blocos, em função de que grande parte dos pesquisadores consideram que os defeitos prematuros do pavimento intertravado estão direta ou indiretamente relacionados com a qualidade ou má execução do colchão de areia e rejuntamento das PPC. Carvalho (1998), relata que no Brasil a camada de assentamento dos blocos será sempre composta de areia, contendo no máximo 5% de silte e argila (em massa) e, no máximo 10% do material retido na peneira de abertura de malha 4,8mm.

É recomendado o enquadramento da areia na faixa granulométrica mostradas na tabela abaixo.



Propriedades	Colchão de areia				
Granulometria (Peneiras)	Austrália	Inglaterra	África do Sul	Estados Unidos (ASTM C 33)	Canadá CSA A23.1
	% passante				
9,52 mm	100	100	100	100	100
4,75 mm	95-100	90-100	90-100	95-100	95-100
2,36 mm	80-100	75-100	75-100	85-100	80-100
1,18 mm	50-85	55-90	55-90	50-85	50-90
0,60 mm	25-60	35-59	35-70	25-60	25-65
0,30 mm	10-30	8-30	8-35	10-30	10-35
0,15 mm	5-15	0-10	1-10	2-10	2-10
0,075 mm	0	0-3	0-3	0	0
Forma dos grãos	Angular e/ou pontiagudos				

IV. Areia de Rejuntamento dos Blocos Intertravados de Concreto

Ensaio feito por KARASAWA et al. (1998) indicam que o preenchimento das juntas com areia promove diminuição das deflexões e aumento da capacidade de suporte do revestimento.

As especificações granulométricas para os materiais a serem utilizados no rejuntamento das peças são mostradas na tabela a seguir.

Peneira	Granulometria para rejuntamento das PPC			
	Norma Americana ASTM C144		Norma Canadense CSA A179	Austrália África do Sul
	Areia Natural	Areia Artificial		
	% passante			
4,75 mm	100	100	100	100
2,36 mm	95-100	95-100	95-100	100
1,18 mm	70-100	70-100	90-100	90-100
0,600 mm	40-75	40-100	35-80	60-90
0,300 mm	10-35	20-40	15-50	30-60
0,150 mm	2-15	10-25	2-15	15-30
0,075 mm	0-1	0-1	0	5-10



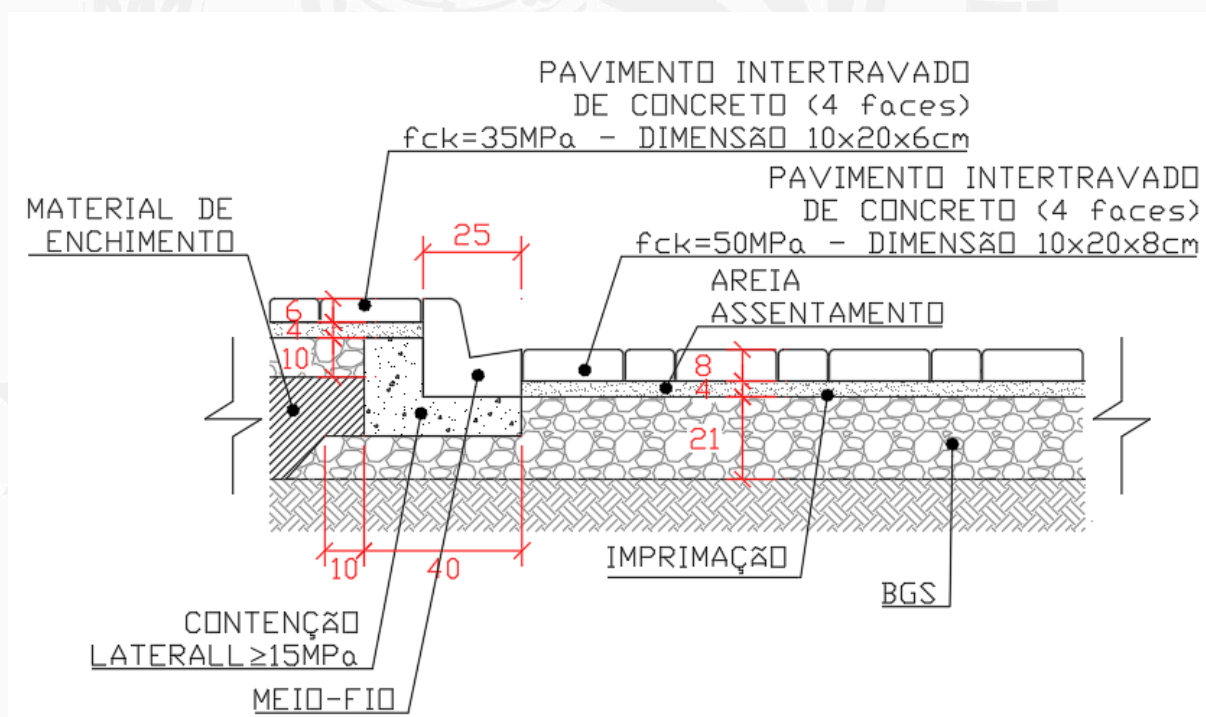
As juntas deverão ser executadas com um espaçamento de 2,0 mm entre os blocos de concreto de cimento Portland.

V. *Contenções Laterais dos Blocos Intertravados de Concreto*

Os pavimentos de blocos intertravados requerem obrigatoriamente um confinamento lateral em todo o seu perímetro para evitar os deslocamentos dos blocos, a abertura das juntas e a perda de intertravamento entre os pavers.

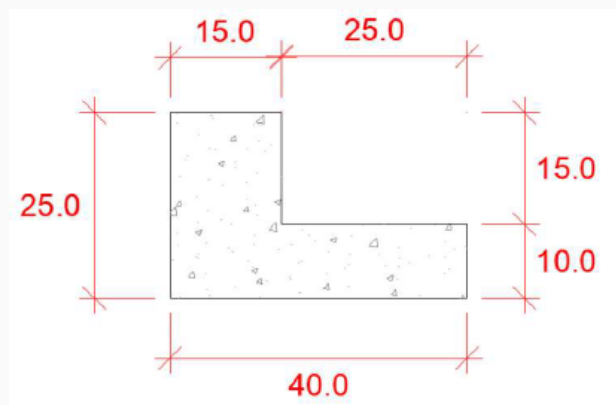
Há dois tipos de confinamento: o externo, que rodeia o pavimento em seu perímetro (normalmente sarjetas e meios-fios) e o interno, que rodeia as estruturas que se encontram dentro dele (bocas de lobo, canaletas, jardins, etc).

A contenção deve ser feita através de colocação prévia de meios fios, escorados de forma a suportarem os esforços horizontais. A figura a seguir mostra o detalhe da execução das contenções laterais através da execução de meio fio envolto em concreto.



Na figura abaixo é mostrado o detalhe do envoltório de concreto que é utilizado na contenção lateral do pavimento de blocos de concreto intertravado.





4.20.8 Critérios para liberação das camadas

O controle defletoométrico com Viga Benkelman é um método amplamente utilizado para avaliar a capacidade estrutural das camadas do pavimento durante sua execução. Esse ensaio mede a deflexão reversível do pavimento sob carga, permitindo verificar se a estrutura atende aos critérios de desempenho antes da liberação para as próximas etapas da obra.

No quadro a seguir, são apresentados os valores limites defletoométricos para a liberação das camadas da estrutura de pavimento que deverá ser controlado na execução de cada camada.

CAMADA	LIMITES DA DEFLEXÃO ADMISSÍVEL	
	TERMINAL RODOVIÁRIO	ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES
SUBLEITO	235 ± 19 x10 ⁻² mm	235 ± 19 x10 ⁻² mm
BASE DE BGS	182 ± 15 x10 ⁻² mm	157 ± 13 x10 ⁻² mm
PLACA DE CONCRETO ESTRUTURALMENTE ARMADA	61 ± 5 x10 ⁻² mm	-
BLOCO DE CONCRETO (PAVER)	-	108 ± 9 x10 ⁻² mm

Desta forma os valores admissíveis de deflexão para o controle de qualidade das camadas do pavimento, deverá ser o apresentado no quadro a seguir.



CAMADA	DEFLEXÃO ADMISSÍVEL POR CAMADA	
	TERMINAL RODOVIÁRIO	ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES
SUBLEITO	$254 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 254 \times 10^{-2} \text{ mm}$
BASE DE BGS	$197 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 170 \times 10^{-2} \text{ mm}$
PLACA DE CONCRETO ESTRUTURALMENTE ARMADA	$66 \times 10^{-2} \text{ mm}$	-
BLOCO DE CONCRETO (PAVER)	-	$< 117 \times 10^{-2} \text{ mm}$

Deverão ser seguidas as seguintes recomendações:

- As camadas de subleito e de material granular deverão ter as deflexões medidas 03 (três) dias após a execução;
- A camada de revestimento asfáltico à quente deverá ter as deflexões medidas 10 (dez) dias após a execução;
- Quando o valor medido não atender os limites estabelecidos, o sub-trecho inspecionado será rejeitado e o serviço deverá ser refeito e corrigido o problema, antes da execução da camada seguinte.

Os prazos citados para o levantamento das deflexões não impedem que seja efetuada imediatamente após a execução da camada. Caso sejam encontrados valores que ultrapassem a deflexão admissível, não quer dizer que o pavimento esteja condenado. Deve-se esperar um período para repetir a deflectometria, nas mesmas ou melhores condições ambientais, e aí se poderá estabelecer uma das seguintes conclusões:

- Houve redução nos valores das deflexões, significa que não há problemas se os resultados estão tendendo ao admissível, o pavimento está reagindo dentro da normalidade e poderá ser aprovado;
- Houve incremento nos valores deflectométricos, isto identifica que existem problemas construtivos ou de outra ordem, com tendência a não cumprir com a capacidade estrutural projetada. A camada do pavimento deverá ser reabilitada para atender aos parâmetros pré-estabelecidos.



Quando já na primeira verificação deflectométrica do pavimento se cumprirem com todos os valores de deflexão admissível, o pavimento poderá ser recebido com segurança, pois estará com segurança atendendo as exigências da capacidade estrutural projetada.

As deflexões de um pavimento asfáltico em um mesmo ponto, sofrem uma variação de acordo com a temperatura do pavimento no momento em que se realiza a leitura, uma vez que a elasticidade de uma camada asfáltica sofre a influência direta da temperatura.

Para eliminar a influência da temperatura se convertem as deflexões obtidas em diferentes temperaturas (D_t) para uma deflexão equivalente à temperatura padrão de 20°C ($D_{20^\circ C}$) pela fórmula:

$$D_{20^\circ C} = \frac{D_t}{\left[10^{-3} \times e \times (t - 20^\circ C)\right] + 1}$$

Onde:

- D_t = Deflexão recuperável medida na temperatura “t” em centésimos de milímetro ($\times 10^{-2}$ mm);
- t = Temperatura em °C medida no interior da camada de pavimento asfáltico;
- $D_{20^\circ C}$ = Deflexão corrigida para a temperatura de 20°C;
- e = Espessura da camada asfáltica em centímetros.

São consideráveis as diferenças das leituras deflectométricas feitas em temperaturas diferentes, em especial em capas mais espessas constituídas de massas asfálticas (CBUQ, PMUQ, PMF).

Para estes casos se deve especificar uma variação de temperatura ambiente entre 5 e 30°C como a ideal para realizar provas de deflectometria. O limite superior de 30°C pode ser ultrapassado em casos de pavimentos antigos quando se tenha confirmado que o excesso de temperatura do pavimento não produza deformações plásticas que faça a mistura asfáltica fluir entre os pneus duplos do caminhão de prova, alterando o valor real da medida.

4.20.9 Memória de cálculo de quantidades - pavimentação

Este item apresenta o levantamento das quantidades dos serviços de pavimentação, fundamentado nos projetos de geometria e pavimentação previamente elaborados.



Regularização do Subleito com Compactação P.N.

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	NÚMERO DE CAMADAS	ITEM MEDIDO POR ÁREA	TOTAL (m ²)
		INICIAL	FINAL					
REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO COM COMPACTAÇÃO P.N.	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	897,200	1,000	1,000	897,20
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	5.605,800	1,000	1,000	5.605,80
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	417,700	1,000	1,000	417,70
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	554,300	1,000	1,000	554,30
TOTAL REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO COM COMPACTAÇÃO P.N.				346,434	7.475,000			7.475,00

Base de Brita Graduada Simples

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	ESPESSURA (m)	ITEM MEDIDO POR VOL.	TOTAL (m ³)
		INICIAL	FINAL					
BRITA GRADUADA SIMPLES	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	897,200	0,150	1,000	134,60
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	5.605,800	0,150	1,000	840,90
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	554,300	0,210	1,000	116,50
TOTAL BRITA GRADUADA SIMPLES				346,434	7.057,300			1.092,00

Imprimação Impermeabilizante – EAI

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	ESPESSURA (m)	ITEM MEDIDO POR ÁREA	TOTAL (m ²)
		INICIAL	FINAL					
IMPRIMAÇÃO IMPERMEABILIZANTE - EAI	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	897,200	1,000	1,000	897,20
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	5.605,800	1,000	1,000	5.605,80
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	417,700	1,000	1,000	417,70
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	554,300	1,000	1,000	554,30
TOTAL IMPRIMAÇÃO IMPERMEABILIZANTE - EAI				346,434	7.475,000			7.475,00

Fornecimento de Lona Plástica 300 micra

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	ESPESSURA (m)	ITEM MEDIDO POR ÁREA	TOTAL (m ²)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE LONA PLÁSTICA 300 micra	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	897,200	1,000	1,000	897,20
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	5.605,800	1,000	1,000	5.605,80
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	-	-	-	-
TOTAL FORNECIMENTO DE LONA PLÁSTICA 300 micra				298,284	6.503,000			6.503,00

Placa de Concreto de Cimento Portland régua vibratória - fck = 35,0 MPa

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	ESPESSURA (m)	ITEM MEDIDO POR VOL.	TOTAL (m ³)
		INICIAL	FINAL					
PLACA DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM fck = 35,0 MPA COM RÉGUA VIBRATÓRIA SIMPLES	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	0,180	1,000	148,80
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	0,180	1,000	861,30
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	405,700	0,280	1,000	113,60
TOTAL PLACA DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM fck = 35,0 MPA COM RÉGUA VIBRATÓRIA SIMPLES				298,284	6.016,400			1.123,70



Fornecimento de Fibra de Polipropileno de Multifilamentos

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	VOLUME (m ³)	CONSUMO (kg/m ³)	ITEM MEDIDO POR VOL.	TOTAL (kg)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE FIBRA DE POLIPROPILENO DE MULTIFILAMENTOS	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	148,800	0,600	1,000	89,30
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	861,300	0,600	1,000	516,80
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	113,600	0,600	1,000	68,20
TOTAL FORNECIMENTO DE FIBRA DE POLIPROPILENO DE MULTIFILAMENTOS				298,284	1.123,700			674,30

Cura Química – Inicial

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	ESPESSURA (m)	ITEM MEDIDO POR VOL.	TOTAL (m ²)
		INICIAL	FINAL					
CURA QUÍMICA - INICIAL	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,000	1,000	826,20
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,000	1,000	4.784,50
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	405,700	1,000	1,000	405,70
TOTAL CURA QUÍMICA - INICIAL				298,284	6.016,400			6.016,40

Cura Úmida – Prolongada

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	ESPESSURA (m)	ITEM MEDIDO POR VOL.	TOTAL (m ²)
		INICIAL	FINAL					
CURA ÚMIDA - PROLONGADA	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,000	1,000	826,20
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,000	1,000	4.784,50
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	405,700	1,000	1,000	405,70
TOTAL CURA ÚMIDA - PROLONGADA				298,284	6.016,400			6.016,40

Pavimento com Bloco Intertravado de Concreto fck = 35,0 MPa – h = 8,0 cm

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	NÚMERO DE CAMADAS	ITEM MEDIDO POR ÁREA	TOTAL (m ²)
		INICIAL	FINAL					
PAVIMENTO COM BLOCO INTERTRAVADO DE CONCRETO fck = 35,0 MPa	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	-	-	-	-
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	-	-	-	-
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	1,000	1,000	507,00
TOTAL PAVIMENTO COM BLOCO INTERTRAVADO DE CONCRETO fck = 35,0 MPa				48,150	507,000			507,00

Contenção Lateral (Envoltório em Concreto)

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
CONTENÇÃO LATERAL (ENVOLTÓRIO EM CONCRETO) - PAVER	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	-	-	-	-
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	-	-	-	-
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	1,100	110,000	121,00
TOTAL CONTENÇÃO LATERAL (ENVOLTÓRIO EM CONCRETO) - PAVER				48,150	507,000			121,00



Junta Longitudinal - Tipo 01

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
JUNTA LONGITUDINAL - TIPO 01	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,100	79,000	87,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,100	662,000	729,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL JUNTA LONGITUDINAL - TIPO 01				298,284	5.610,700			816,00

Junta Transversal - Tipo 02

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
JUNTA TRANSVERSAL - TIPO 02	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,100	243,000	268,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,100	1.311,000	1.443,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL JUNTA TRANSVERSAL - TIPO 02				298,284	5.610,700			1.711,00

Junta de Expansão - Tipo 03

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
JUNTA DE EXPANSÃO - TIPO 03	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,100	313,000	345,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,100	1.110,000	1.221,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL JUNTA DE EXPANSÃO - TIPO 03				298,284	5.610,700			1.566,00

Serragem e Selagem das Juntas

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
SERRAGEM E SELAGEM DAS JUNTAS	JUNTA LONGITUDINAL - TIPO 01	0 +0,000	0 +0,000	-	-	1,000	816,000	816,00
	JUNTA TRANSVERSAL - TIPO 02	0 +0,000	0 +0,000	-	-	1,000	1.711,000	1.711,00
	JUNTA DE EXPANSÃO - TIPO 03	0 +0,000	0 +0,000	-	-	1,000	1.566,000	1.566,00
TOTAL SERRAGEM E SELAGEM DAS JUNTAS				-	-			4.093,00

Forn. barra aço CA-50 Ø = 10,0 mm – L = 80 cm - Junta Longitudinal (Tipo 01)

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	BARRAS POR METRO (kg/m)	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (kg)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-50 Ø = 10,0 mm - COMPRIMENTO = 80 cm - JUNTA LONGITUDINAL (TIPO 01)	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,481	87,000	129,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,481	729,000	1.080,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-50 Ø = 10,0 mm - COMPRIMENTO = 80 cm - JUNTA LONGITUDINAL (TIPO 01)				298,284	5.610,700			1.209,00



Forn. barra aço CA-25 Ø =25,0 mm – L = 50 cm - Junta Transversal (Tipo 02)

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	BARRAS POR METRO (kg/m)	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (kg)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-25 Ø =25,0 mm - COMPRIMENTO = 50 cm - JUNTA TRANSVERSAL (TIPO 02)	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	8,348	268,000	2.238,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	8,348	1.443,000	12.047,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-25 Ø =25,0 mm - COMPRIMENTO = 50 cm - JUNTA TRANSVERSAL (TIPO 02)				298,284	5.610,700			14.285,00

Forn. barra aço CA-50 Ø = 8,0 mm (cavelete de apoio) - Junta Tipo 02

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	CONSUMO DE AÇO POR METRO (kg/m)	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (kg)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-50 Ø = 8,0 mm - CAVALETE DE APOIO - JUNTA TIPO 02	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	2,727	268,000	731,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	2,727	1.443,000	3.935,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-50 Ø = 8,0 mm - CAVALETE DE APOIO - JUNTA TIPO 02				298,284	5.610,700			4.666,00

Fornecimento de isopor - Junta Expansão (Tipo 03)

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	ESPESURA (m)	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m²)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE ISOPOR - JUNTA EXPANSÃO (TIPO 03)	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	0,180	345,000	63,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	0,180	1.221,000	220,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL FORNECIMENTO DE ISOPOR - JUNTA EXPANSÃO (TIPO 03)				298,284	5.610,700			283,00

Forn. barra de aço CA-50 Ø = 12,50 mm - L = 60 cm - Reforço Boca de Lobo

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	CONSUMO DE AÇO POR METRO (kg/m)	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (kg)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-50 Ø = 12,50 mm - L = 60 cm - REFORÇO BOCA DE LOBO	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	0,578	87,000	51,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	0,578	260,000	151,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-50 Ø = 12,50 mm - L = 60 cm - REFORÇO BOCA DE LOBO				298,284	5.610,700			202,00

Fornecimento de tela soldada Q138 (armadura retração)

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	FATOR DE PERDA	PESO ESPECÍFICO (kg/m²)	TOTAL (kg)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE TELA SOLDADA Q138 (ARMADURA RETRAÇÃO)	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	497,400	1,250	2,200	1.368,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	1.329,000	1,250	2,200	3.655,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL FORNECIMENTO DE TELA SOLDADA Q138 (ARMADURA RETRAÇÃO)				298,284	1.826,400			5.023,00



Fornecimento de treliça metálica TG8M

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	FATOR DE PERDA	CONSUMO (m/m²)	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE TRELIÇA METÁLICA TG8M	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	497,400	1,100	2,000	1.095,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	1.329,000	1,100	2,000	2.924,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL FORNECIMENTO DE TRELIÇA METÁLICA TG8M				298,284	1.826,400			4.019,00

Fornecimento de tela soldada Q503 (armadura estrutural)

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	FATOR DE PERDA	PESO ESPECÍFICO (kg/m²)	TOTAL (kg)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE TELA SOLDADA Q503 (ARMADURA ESTRUTURAL)	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,250	7,970	8.232,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,250	7,970	47.666,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL FORNECIMENTO DE TELA SOLDADA Q503 (ARMADURA ESTRUTURAL)				298,284	5.610,700			55.898,00

Forn. pastilha plástica Pac Prisma PP-2025 (espaçador armadura estrutural)

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	FATOR DE PERDA	CONSUMO (m/m²)	TOTAL (un)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO DE PASTILHA PLÁSTICA PAC PRISMA PP2025 (ESPAÇADOR ARMADURA ESTRUTURAL)	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,100	2,780	2.527,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,100	2,780	14.632,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL FORNECIMENTO DE PASTILHA PLÁSTICA PAC PRISMA PP2025 (ESPAÇADOR ARMADURA ESTRUTURAL)				298,284	5.610,700			17.159,00

Corte de pavimento flexível com disco de serra diamantada

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
CORTE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL COM DISCO DE SERRA DIAMANTADA	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,100	19,000	21,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,100	131,000	145,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	1,100	10,000	11,00
TOTAL CORTE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL COM DISCO DE SERRA DIAMANTADA				346,434	6.117,700			177,00

Fornecimento e assentamento de meio-fio com sarjeta - Tipo 2

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE MEIO-FIO TIPO 2	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,100	168,000	185,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,100	876,000	964,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	1,100	52,000	58,00
TOTAL FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE MEIO-FIO TIPO 2				346,434	6.117,700			1.207,00



Fornecimento e assentamento de meio-fio reto - Tipo 3

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE MEIO-FIO TIPO 3	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,100	141,000	156,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,100	176,000	194,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	1,100	59,000	65,00
TOTAL FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE MEIO-FIO TIPO 3				346,434	6.117,700			415,00

Fornecimento e assentamento de guia rebaixada com sarjeta - Tipo 7

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE GUIA REBAIXADA TIPO 7	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,100	-	-
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,100	40,000	44,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	1,100	-	-
TOTAL FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE GUIA REBAIXADA TIPO 7				346,434	6.117,700			44,00

Fornecimento e assentamento de guia rebaixada - Tipo 8

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE GUIA REBAIXADA TIPO 8	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,100	-	-
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,100	28,000	31,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	1,100	-	-
TOTAL FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE GUIA REBAIXADA TIPO 8				346,434	6.117,700			31,00

Remoção de meio-fio

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	FATOR DE PERDA	ITEM MEDIDO POR EXTENSÃO	TOTAL (m)
		INICIAL	FINAL					
REMOÇÃO DE MEIO-FIO	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	826,200	1,000	128,000	128,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	4.784,500	1,000	1.130,000	1.130,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	507,000	-	-	-
TOTAL REMOÇÃO DE MEIO-FIO				298,284	5.610,700			1.258,00

Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ Faixa "C" (transição)

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m²)	ESPESURA (m)	PESO ESPECÍFICO (t / m³)	TOTAL (t)
		INICIAL	FINAL					
CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE - CBUQ FAIXA "C" (TRANSIÇÃO)	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	-	-	-	-
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	-	-	-	-
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	405,700	0,060	2,400	58,50
TOTAL CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE - CBUQ FAIXA "C" (TRANSIÇÃO)				-	405,700			58,50



Pintura de ligação RR-2C (transição)

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	NÚMERO DE CAMADAS	ITEM MEDIDO POR ÁREA	TOTAL (m ²)
		INICIAL	FINAL					
PINTURA DE LIGAÇÃO RR-2C (TRANSIÇÃO)	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	-	-	-	-
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	-	-	-	-
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	405,700	1,000	1,000	405,70
TOTAL PINTURA DE LIGAÇÃO RR-2C (TRANSIÇÃO)				-	405,700			405,70

Fornecimento e transporte de CAP-50/70

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	PESO (t)	NÚMERO DE CAMADAS	CONSUMO	TOTAL (t)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE CAP-50/70	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	-	-	-	-
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	-	-	-	-
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	58,500	1,000	0,060	3,60
TOTAL FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE CAP-50/70				-	58,500			3,60

Fornecimento e transporte de emulsão asfáltica EAI p/imprimação

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	NÚMERO DE CAMADAS	CONSUMO	TOTAL (t)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE EMULSÃO ASFÁLTICA EAI P/IMPRIMAÇÃO	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	897,200	1,000	0,0012	1,10
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	5.605,800	1,000	0,0012	6,80
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	554,300	1,000	0,0012	0,70
TOTAL FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE EMULSÃO ASFÁLTICA EAI P/IMPRIMAÇÃO				346,434	7.057,300			8,60

Fornecimento e transporte de emulsão RR-2C

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)	NÚMERO DE CAMADAS	CONSUMO	TOTAL (t)
		INICIAL	FINAL					
FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE EMULSÃO RR-2C	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	-	-	-	-
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	-	-	-	-
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	405,700	1,000	0,0005	0,30
TOTAL FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE EMULSÃO RR-2C				-	405,700			0,30

Controle tecnológico do concreto - Slump Test

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	VOLUME (m ³)	NÚMERO DE CAMADAS	CONSUMO	TOTAL (un)
		INICIAL	FINAL					
CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO - SLUMP TEST	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	148,800	1,000	0,034	6,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	861,300	1,000	0,034	30,00
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	113,600	1,000	0,034	4,00
TOTAL CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO - SLUMP TEST				298,284	1.123,700			40,00



Controle tecnológico do concreto - Resistência à compressão

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	VOLUME (m³)	NÚMERO DE CAMADAS	CONSUMO	TOTAL (un)
		INICIAL	FINAL					
CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	148,800	1,000	0,134	21,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	861,300	1,000	0,134	116,00
	PLACA DE TRANSIÇÃO	0 +0,000	0 +0,000	-	113,600	1,000	0,134	16,00
TOTAL CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO				298,284	1.123,700			153,00

Levantamento Deflectométrico com Viga Benkelman

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	EXTENSÃO TOTAL (m)	NÚMERO DE CAMADAS	CONSUMO	TOTAL (un)
		INICIAL	FINAL					
LEVANTAMENTO DEFLETOMÉTRICO COM VIGA BENKELMANN	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	144,900	4,000	0,050	32,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	690,228	4,000	0,050	140,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	48,150	4,000	0,050	12,00
TOTAL LEVANTAMENTO DEFLETOMÉTRICO COM VIGA BENKELMANN				346,434	883,278			184,00

Análise Granulométrica

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	VOLUME (m³)	NÚMERO DE CAMADAS	CONSUMO	TOTAL (un)
		INICIAL	FINAL					
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	134,600	1,000	0,040	6,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	840,900	1,000	0,040	34,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	116,500	1,000	0,040	5,00
TOTAL ANÁLISE GRANULOMÉTRICA				346,434	1.092,000			45,00

Compactação e índice de suporte califórnia (ISC)

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	VOLUME (m³)	NÚMERO DE CAMADAS	CONSUMO	TOTAL (un)
		INICIAL	FINAL					
COMPACTAÇÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	134,600	2,000	0,040	12,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	840,900	2,000	0,040	68,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	116,500	2,000	0,040	10,00
TOTAL COMPACTAÇÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)				346,434	1.092,000			90,00

Massa específica aparente "In Situ"

SERVIÇO	LOCALIZAÇÃO	ESTACA		EXTENSÃO (m)	VOLUME (m³)	NÚMERO DE CAMADAS	CONSUMO	TOTAL (un)
		INICIAL	FINAL					
MASSA ESPECÍFICA APARENTE "IN SITU"	ÁREA 01 - ÔNIBUS ARTICULADO	0 +0,000	7 +4,900	144,900	134,600	1,000	0,040	6,00
	ÁREA 02 - ÔNIBUS PADRON	0 +0,000	7 +13,384	153,384	840,900	1,000	0,040	34,00
	ÁREA 03 - ESTACIONAMENTO VEÍCULOS LEVES	0 +0,000	2 +8,150	48,150	116,500	1,000	0,040	5,00
TOTAL MASSA ESPECÍFICA APARENTE "IN SITU"				346,434	1.092,000			45,00



4.20.10 Resumo das quantidades de pavimentação

A seguir é apresentado o quadro resumo do quantitativo de pavimentação.

SERVIÇO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANTIDADE
REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO COM COMPACTAÇÃO P.N.	m2	7.475,00
BRITA GRADUADA SIMPLES	m3	1.092,00
IMPRIMAÇÃO IMPERMEABILIZANTE - EAI	m2	7.475,00
FORNECIMENTO DE LONA PLÁSTICA 300 micra	m2	6.503,00
PLACA DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM $f_{ck} = 35,0$ MPA COM RÉGUA VIBRATÓRIA SIMPLES	m3	1.123,70
FORNECIMENTO DE FIBRA DE POLIPROPILENO DE MULTIFILAMENTOS	kg	674,30
CURA QUÍMICA - INICIAL	m2	6.016,40
CURA ÚMIDA - PROLONGADA	m2	6.016,40
PAVIMENTO COM BLOCO INTERTRAVADO DE CONCRETO $f_{ck} = 35,0$ MPA	m2	507,00
CONTENÇÃO LATERAL (ENVOLTÓRIO EM CONCRETO) - PAVER	m	121,00
SERRAGEM E SELAGEM DAS JUNTAS	m	4.093,00
FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-50 $\varnothing = 10,0$ mm - COMPRIMENTO = 80 cm - JUNTA LONGITUDINAL (TIPO 01)	kg	1.209,00
FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-25 $\varnothing = 25,0$ mm - COMPRIMENTO = 50 cm - JUNTA TRANSVERSAL (TIPO 02)	kg	14.285,00
FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-50 $\varnothing = 8,0$ mm - CAVALETE DE APOIO - JUNTA TIPO 02	kg	4.666,00
FORNECIMENTO DE ISOPOR - JUNTA EXPANSÃO (TIPO 03)	m2	283,00
FORNECIMENTO DE BARRA DE AÇO CA-50 $\varnothing = 12,50$ mm - L = 60 cm - REFORÇO BOCA DE LOBO	kg	202,00
FORNECIMENTO DE TELA SOLDADA Q138 (ARMADURA RETRAÇÃO)	kg	5.023,00
FORNECIMENTO DE TELA SOLDADA Q503 (ARMADURA ESTRUTURAL)	kg	55.898,00
FORNECIMENTO DE TRELIÇA METÁLICA TG8M	m	4.019,00
FORNECIMENTO DE PASTILHA PLÁSTICA PAC PRISMA PP2025 (ESPAÇADOR ARMADURA ESTRUTURAL)	un	17.159,00
CORTE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL COM DISCO DE SERRA DIAMANTADA	m	177,00
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE MEIO-FIO TIPO 2	m	1.207,00
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE MEIO-FIO TIPO 3	m	415,00
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE GUIA REBAXADA TIPO 7	m	44,00
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE GUIA REBAXADA TIPO 8	m	31,00
REMOÇÃO DE MEIO-FIO	m	1.258,00
CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE - CBUQ FAIXA "C" (TRANSIÇÃO)	t	58,50
PINTURA DE LIGAÇÃO RR-2C (TRANSIÇÃO)	m2	405,70
FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE CAP-50/70	t	3,60
FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE EMULSÃO ASFÁLTICA EAI P/IMPRIMAÇÃO	t	8,60
FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE EMULSÃO RR-2C	t	0,30
CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO - SLUMP TEST	un	40,00
CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	un	153,00
LEVANTAMENTO DEFLETOMÉTRICO COM VIGA BENKELMANN	un	184,00
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	un	45,00
COMPACTAÇÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)	un	90,00
MASSA ESPECÍFICA APARENTE "IN SITU"	un	45,00



4.20.11 Especificações de serviço

As especificações para os serviços de pavimentação adotadas são as do DER-PR e/ou do DNIT, que são relacionadas no quadro a seguir.

- DER-ES-PA-01-23 - Regularização do Subleito;
- DER-ES-PA-05-23 - Brita Graduada;
- DER-ES-PA-06-23 - Brita Corrida;
- DER-ES-PA-17-23 - Pinturas Asfálticas;
- DER-ES-PA-21-23 - Concreto Asfáltico, Usinado à Quente;
- DER-ES-PA-25-23 Contenção Lateral de Pavimentos;
- DER-ES-PA-27-23 - Demolição de Pavimentos;
- DER-ES-PA-31-23 - Fresagem à Frio;
- DER-ES-PA-35-23 - Pavimento Rígido;
- DNIT 066/2004-ES - Pavimento Rígido - Construção com peças pré-moldadas de concreto de cimento portland;
- DNIT 047/2004-ES - Pavimento Rígido - Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte;
- ABNT NBR 16889:2020 - Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
- DNIT 133/2010-ME - Pavimentação Asfáltica – Delineamento da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da viga benkelman;
- DNIT 172/2016-ME - Solos - Determinação do índice de suporte califórnia utilizando amostras não trabalhadas;
- DNIT 412/2025-ME - Agregados - Análise granulométrica de agregados graúdos e miúdos por peneiramento - método de ensaio; e,
- DNIT 458/2025-ME - Solos – Determinação da massa específica aparente in situ com emprego do frasco de areia – método de ensaio.



4.20.12 Referências bibliográficas

Na sequência é apresentada a relação de normas e especificações utilizadas no presente estudo:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2023). NBR-6118 - Projeto e execução de obras de concreto armado, Rio de Janeiro.
- RÊGO, L. R. A. M.; GASPARETTO, W. E. (1984). Pavimentos rígidos de concreto armado com telas soldadas. São Paulo, IBTS.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7481 - Tela de Aço Soldada - Armadura para Concreto - Especificação, Rio de Janeiro, ABNT, 2022.
- Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP / Instituto Brasileiro de Telas Soldadas - IBTS - Dimensionamento de Pavimentos de Concreto Estruturalmente Armado, 2015.
- MAGGI, P. L. O. (2004). Comportamento de pavimentos de concreto estruturalmente armados sob carregamentos estáticos e dinâmicos. São Carlos. 200p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.
- WALKER, Wayne W.; HOLLAND, Jerry A. (2001). Design of unreinforced slabs-on-ground made easy. Concrete International, v.23, n.5, p.37 – 42, May.
- IBTS. Tabela de Tela Soldadas Nervuradas - Especificações, 2007.
- NCMA Pavechek Versão 1.02 - American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO/86).
- IP-02 - Classificação das Vias da Prefeitura Municipal de São Paulo / SP
- Nota Técnica da TENSAR (1988)
- Norma Brasileira NBR-9780/2013 – Peças de Concreto para Pavimentação Determinação da Resistência à Compressão
- NBR-9781/2013 – Peças de Concreto para Pavimentação
- Boletim Técnico nº 135 – Construção de Pavimentos de Blocos de Concreto publicado pela ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland.



4.20 SISTEMA DE ELEVADOR

O presente memorial tem por objetivo detalhar as especificações técnicas e os requisitos de instalação do elevador de carga destinado ao transporte de medicamentos, insumos e materiais hospitalares no Terminal Central de Araucária Pedro Raphael Franceschi, no Município de Araucária – PR, garantindo eficiência logística, segurança operacional e conformidade normativa.

4.20.1 Normas Utilizadas.

Para a elaboração do projeto, foram consideradas as normas técnicas brasileiras vigentes aplicáveis especificamente ao **elevador de carga** e às condições de **segurança de instalação e operação**, conforme descrito abaixo:

- ABNT NBR 147012 - 16083:2012: Elevadores de carga, monta-cargas e elevadores de maca – Requisitos de segurança. Norma principal que define os requisitos obrigatórios de projeto, fabricação, instalação, segurança e operação para elevadores de carga. É a base normativa deste projeto.
- **NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos:** Aplicada aos aspectos de segurança, proteção, dispositivos de emergência, análise de risco e demais requisitos obrigatórios em território nacional..
- **ABNT NBR 9077 – Saídas de Emergência em Edificações:** Considerada para garantir que a instalação do elevador não comprometa rotas de fuga ou acessos de emergência do edifício.

Nota: As normas aplicáveis ao projeto são essencialmente a **ABNT NBR 14712**, complementada pela **NR-12** e pela **NBR 9077**. As demais normas foram analisadas apenas para verificação de compatibilidade, não sendo utilizadas por não se enquadrarem no tipo de equipamento projetado.

4.20.2 Especificações Técnicas Do Elevador De Carga

O elevador de carga a ser instalado no Terminal Central de Araucária será do tipo **hidráulico**, da fabricante AOMV Elevadores Modelo HL225-3P, projetado exclusivamente para o transporte vertical de materiais, medicamentos, insumos e demais cargas hospitalares, sendo expressamente proibido o transporte de pessoas. O equipamento será construído com **cabine em aço inox**, garantindo maior



resistência, durabilidade e facilidade de higienização, características essenciais para ambientes com exigência de controle sanitário.

O elevador será desenvolvido considerando as condições físicas da caixa de corrida existente, atendendo às normas técnicas aplicáveis e assegurando desempenho confiável, operação segura e manutenção simplificada. As soluções adotadas garantem a integridade dos itens transportados e a eficiência da logística interna, além de assegurar robustez ao sistema hidráulico e estabilidade ao longo de sua operação.

O equipamento foi dimensionado considerando as limitações da caixa de corrida existente e todas as condições construtivas da edificação, garantindo operação segura, baixo impacto estrutural, facilidade de manutenção e pleno atendimento às normas técnicas aplicáveis.

O sistema hidráulico assegura deslocamento estável, silencioso e de baixa vibração, mantendo a integridade dos materiais transportados e a confiabilidade do funcionamento contínuo.

As especificações técnicas do elevador foram definidas considerando as necessidades operacionais do Terminal Central de Araucária, assegurando compatibilidade com o sistema de acionamento **hidráulico** e com a cabine em **aço inox**, apropriada para o transporte de materiais hospitalares. O dimensionamento do equipamento respeita integralmente as limitações físicas da caixa de corrida, a infraestrutura existente e as condições construtivas disponíveis, garantindo plena conformidade com as normas técnicas aplicáveis ao setor.

O projeto foi elaborado com o objetivo de assegurar a integridade dos materiais transportados, por meio de um sistema de elevação estável, silencioso e de baixa vibração, característico dos elevadores hidráulicos. Além disso, busca garantir a segurança dos operadores envolvidos na movimentação de cargas, bem como a durabilidade e confiabilidade do conjunto instalado, especialmente da estrutura em aço inox, do grupo hidráulico e dos componentes elétricos e mecânicos que compõem o equipamento.

Fabricante e Modelo de Referência

O equipamento foi projetado com base nas características e soluções fornecidas pela empresa **OAMV Elevadores** (soluções em transporte vertical: www.oamv.com.br). Será fornecido pela empresa OAMV Elevadores, referência



comprovada para uso em transporte vertical de cargas hospitalares. O modelo especificado é o **Elevador OAMV – HL225-3P..**

Características do Equipamento:

- Cabine construída em aço inox ou com opção de pintura eletrostática.
- Piso rebaixado preparado para acabamento em granito.
- Teto com opção de acabamento subteto ou liso.
- Torre e componentes externos com acabamento em inox, superfície plana
- Botoeiras de pavimento com versões com ou sem display.
- Portas de pavimento e cabine automáticas, com abertura lateral, em inox ou pintadas

Dados Técnicos

Acionamento: Hidráulico

Capacidade de carga: 225 kg (≈ 3 pessoas — referência apenas normativa)

Velocidade máxima: 18 m/min

Número máximo de paradas: 2

Percurso vertical: Até 3 m

Tensão: 220 V ou 380 V trifásico

Motor hidráulico: 5 CV

Potência total: 3,5 kW

Normas atendidas: NBR 9050 e NBR 12892

Características Técnicas Complementares do Elevador de Carga

Capacidade nominal: 225 kgf (equivalente a 3 pessoas), destinado exclusivamente ao transporte seguro de medicamentos e materiais hospitalares, conforme parâmetros definidos pela **ABNT NBR 16858-1:2021**.

Cabine: Fabricada em aço inox, com dimensões compatíveis à movimentação de carga, piso antiderrapante e espelho posterior para melhor visibilidade durante a operação. A estrutura atende às normas técnicas vigentes para resistência mecânica e higienização adequada em ambientes de uso hospitalar.

Portas: Portas automáticas ou manuais, dotadas de dispositivos de segurança para prevenção de acidentes. O contramarco possui dimensões de 0,80 m (largura) x 1,60



m (altura), reforçado por vergas em concreto armado, garantindo estabilidade e segurança operacional.

Dimensões da plataforma:

- Plataforma: **0,90 m x 1,20 m**
- Caixa de corrida existente: **1,50 m x 1,65 m**, assegurando compatibilidade total entre plataforma e espaço construtivo.

Altura interna da cabine: Mínimo de **1,75 m**.

Abertura da porta: Mínimo de **0,80 m**.

Velocidade nominal: 6 m/min, adequada ao transporte seguro de materiais sensíveis.

Percurso vertical: Até **3 metros**, com **2 paradas** (pavimento inferior e segundo pavimento).

Acionamento: Sistema **hidráulico**, proporcionando operação silenciosa, estável e com baixa vibração.

Sistema de comando:

- Painel acessível, com botoeiras identificadas para Térreo e 2º Pavimento.
- Indicação visual do sentido de deslocamento.
- Sistema de resgate automático em caso de falta de energia, garantindo segurança durante operações críticas.
- Botões com **inscrição em braille**, conforme ABNT NBR 9050:2015.

Observação: Embora a sinalização siga recomendações da **ABNT NBR 9050:2015**, o elevador é destinado exclusivamente ao transporte de **cargas**, não sendo obrigatório o atendimento integral aos requisitos de acessibilidade a pessoas.

Sinalização:

- Indicadores visuais e sonoros para subida e descida.
- Placas de orientação para garantir acessibilidade e segurança no entorno do equipamento.

Acesso: O acesso à cabine é nivelado conforme diretrizes da **NBR 9050:2015**, garantindo segurança e acessibilidade para todos os usuários envolvidos com a operação e manuseio de materiais hospitalares.

Entrada e saída:

A entrada do elevador será localizada no pavimento inferior e a saída no segundo pavimento, com a porta posicionada em ângulo de **90°** em relação à porta de entrada. Essa configuração atende aos requisitos funcionais do Terminal Central de Araucária,



otimizando o fluxo operacional, reduzindo conflitos de circulação e facilitando a logística do transporte de materiais.

4.20.3 Acessibilidade e segurança

- Piso da cabine em material antiderrapante.
- Espelho no fundo da plataforma para melhor visibilidade.
- Botoeiras com sinalização tátil (Braille).
- Sinalização visual e sonora (indicadores de subida e descida).
- Sistema de resgate automático: garante a movimentação segura da cabine em caso de **falta de energia**, atendendo aos requisitos de segurança da **ABNT NBR 14712:2013**.

4.20.4 Estrutura e fundação do Elevador de Carga

A estrutura do elevador será constituída por uma caixa de corrida em concreto armado, projetada e dimensionada para suportar as cargas estáticas e dinâmicas geradas pelo transporte de medicamentos, insumos e materiais hospitalares. O projeto estrutural considera os requisitos do equipamento, bem como as normas técnicas aplicáveis ao concreto armado, incluindo a **ABNT NBR 6118:2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**.

A concretagem será executada com materiais de alta resistência, utilizando detalhamento adequado de armaduras, fôrmas e dispositivos de ancoragem, para garantir a rigidez estrutural, estabilidade e durabilidade do sistema, assegurando a operação segura e confiável do elevador hidráulico de carga.

A fundação será elaborada após análise geotécnica detalhada do solo, definindo a melhor solução estrutural, que poderá incluir sapatas isoladas, blocos ou radier, assegurando a adequada transferência das cargas para o terreno e evitando recalques diferenciais que possam comprometer a operação do elevador. Todos os elementos estruturais terão reforços localizados, especialmente nas áreas dos contramarcos das portas, onde serão aplicadas vergas e contravergas em concreto armado para garantir a integridade e o perfeito alinhamento das aberturas, respeitando as dimensões estabelecidas de 1,18 m (largura) x 2,08 m (altura).

Além disso, serão adotados reforços estruturais e dispositivos de amortecimento para minimizar vibrações e impactos, preservando a integridade dos materiais transportados e assegurando a operacionalidade segura e confiável do equipamento.



O projeto estrutural e de instalação considera as normas técnicas aplicáveis à segurança e desempenho de elevadores de carga, em particular a **ABNT NBR 14712:2013** e a **NR-12**, garantindo conformidade com os requisitos obrigatórios.

Observação: Recomenda-se a consulta à **ABNT NBR 9050:2015** apenas como referência de boas práticas de sinalização e acessibilidade visual, não sendo aplicável como requisito obrigatório, uma vez que o equipamento não transporta pessoas.

A execução será acompanhada por fiscalização técnica especializada, garantindo que todas as exigências de desempenho, segurança e durabilidade estabelecidas no projeto sejam atendidas.

Para atender plenamente às observações feitas pela fiscalização, seguem os esclarecimentos:

- O elevador possui acionamento hidráulico trifásico, conforme detalhado no projeto e memorial, garantindo compatibilidade entre ambos e eliminando quaisquer divergências anteriores relacionadas ao tipo de acionamento.
- A capacidade nominal foi fixada em 225 kg, conforme a lista de materiais e projeto executivo, esclarecendo e uniformizando a informação quanto à carga útil do equipamento.
- O sistema de funcionamento é hidráulico, sem qualquer sistema de tração elétrica, em conformidade com a especificação da lista de materiais e evitando incompatibilidades técnicas.
- O equipamento não requer casa de máquinas convencionais, uma vez que o grupo hidráulico é compacto e instalado na base da caixa de corrida, conforme o projeto estrutural, garantindo a otimização do espaço.
- Todas as notas e especificações técnicas foram consolidadas na prancha 01 do projeto, conforme solicitado, facilitando a consulta e análise técnica.

5 SERVIÇOS COMPLEMENTARES

5.1 LIMPEZA DE OBRA

5.1.1 Pisos

Dependendo do caso, a limpeza será executada com uso de água e sabão, podendo em casos mais difíceis ser empregado ácido muriático diluído em água na dosagem 1:10.

O local que requerer o emprego de ácido deverá ser abundantemente lavado com água, imediatamente após sua aplicação.



5.1.2 Metais e esquadrias

Deverão ser limpos com removedor de tinta adequado. Nos casos em que não houver presença de tintas ou vernizes, serão simplesmente esfregados com flanelas até recuperação integral do brilho natural.

5.1.3 Louças

Antes do início da limpeza, deverá ser retirado todo e qualquer excesso de massa utilizada na colocação dos aparelhos e metais. A lavagem será feita com apenas água e sabão, não sendo permitido o uso de soluções ácidas.

Precauções que possibilitem uma perfeita vedação dos esgotos e ralos deverão ser adotadas a fim de evitar precipitações de detritos, responsáveis pelos entupimentos.

5.1.4 Vidros

Deverão ser empregados lãs de aço ou removedores adequados. Cuidados especiais serão tomados na limpeza junto aos caixilhos, a fim de evitar estragos na pintura.

5.1.5 Entulhos

A empresa executora deverá apresentar Projeto Simplificado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), conforme modelo disponível no site da PMA (SMMA). Os entulhos retirados deverão ser colocados em local apropriado, com aprovação da fiscalização e leis de postura do Município.

5.2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

As licenças e autorizações ambientais necessárias para a execução da obra serão disponibilizadas à contratada previamente ao início das atividades em campo.

5.2.1 Autorização Ambiental e/ou Licença Ambiental

Para o início da execução da obra, será obrigatória a afixação, em local visível no canteiro, da Licença Ambiental e/ou da Autorização Ambiental correspondente, emitida pelo órgão competente. Ressalta-se que tais documentos devem estar dentro



do prazo de validade e que todas as condicionantes estabelecidas deverão ser integralmente cumpridas, conforme os prazos e exigências legais.

5.2.2 Autorização Florestal

O projeto prevê a supressão de indivíduos arbóreos, conforme detalhado nos estudos técnicos apresentados. Para tal atividade, será emitida a respectiva Autorização Florestal, que deverá permanecer disponível e visível no local da obra durante a execução dos serviços de supressão. É vedada a remoção de qualquer exemplar arbóreo não autorizado, e todas as condicionantes previstas na autorização deverão ser rigorosamente observadas e cumpridas dentro do prazo de validade estipulado pelo órgão ambiental.

5.2.3 Plano de recuperação e/ou restauração de áreas degradadas

Considerando que parte da área de intervenção incide sobre Área de Preservação Permanente (APP), será obrigatória a elaboração, aprovação e implementação de um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), conforme preceitos legais.

A elaboração e o monitoramento técnico do PRAD serão de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Araucária, devendo ser conduzidos por profissional legalmente habilitado, com respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). A execução das ações de recuperação ficará a cargo da empresa contratada, conforme cronograma e diretrizes técnicas aprovadas.

6 ORÇAMENTO

6.1 DISPOSIÇÕES GERAIS E MEMORIAIS DE CÁLCULO

As premissas, relação de disposições e memoriais de cálculo apresentam-se no Relatório de Orçamento, Anexo U.



Assinado digitalmente por: FILIFE RIBEIRO RIGOTTI:37655037892 376.550.378-92 27/02/2026 15:12:32 Filipe Ribeiro Rigotti Arquiteto Urbanista CAU A 149.880-0 Responsável Técnico	Assinado digitalmente por: ANDRE LUIZ DE OLIVEIRA PAGANINI 062.210.819-04 27/02/2026 15:40:23 Assinatura digital avançada. André Luiz de Oliveira Paganini Engenheiro Civil CREA PR 170.255/D Responsável Técnico
Assinado digitalmente por: GUILHERME SLIVINSKI 036.592.649-38 27/02/2026 16:14:50 Assinatura digital avançada. Guilherme Slivinski Engenheiro Civil CREA PR 149.359/D Responsável Técnico	Assinado digitalmente por: HERDMAN SOARES ALMEIDA:00173102298 001.731.022-98 27/02/2026 15:37:13 Herdman Soares Almeida Engenheiro Civil CREA PR 138.411/D Responsável Técnico
Assinado digitalmente por: ROBERTO LIMA SILVEIRA DA ROSA JUNIOR 033.894.619-57 27/02/2026 15:54:12 Assinatura digital avançada. Roberto Lima Silveira Da Rosa Junior Engenheiro Mecânico CREA PR 189.123/D Responsável Técnico	Assinado digitalmente por: RONALDO DE MELO JUNIOR:08566812964 085.668.129-64 27/02/2026 15:38:53 Ronaldo de Melo Junior Engenheiro Civil CREA PR 182.520/D Responsável Técnico
Assinado digitalmente por: ROMULO YURK DA ROCHA 084.873.149-29 27/02/2026 15:42:45 Assinatura digital avançada. Rômulo Yurk da Rocha Engenheiro Civil CREA PR 189.049/D Responsável Técnico	Assinado digitalmente por: RAFAEL DE LIMA GABARDO:04043207913 040.432.079-13 27/02/2026 15:41:03 Rafael de Lima Gabardo Engenheiro Eletricista CREA PR 149.670/D Responsável Técnico
Assinado digitalmente por: RENAN WUNDERLICH PORTELLA 093.338.489-08 03/03/2026 09:37:17 Assinatura digital avançada. Renan Wunderlich Portella Engenheiro Civil CREA PR 171.255/D Responsável Técnico	Assinado digitalmente por: JANSEN FERREIRA DA SILVA 319.325.588-29 27/02/2026 15:54:30 Assinatura digital avançada. Jansen Ferreira da Silva Engenheiro Civil CREA PR 226.146/D Responsável Técnico



Assinado digitalmente por: LUIZ ANCELMO LEMES FILHO:02968920928  029.689.209-28 02/03/2026 15:33:30 Luiz Ancelmo Lemes Filho Engenheiro Civil CREA PR 182.112/D Responsável Técnico	Assinado digitalmente por: PAULO ROBERTO RAMOS  544.760.709-49 27/02/2026 15:54:35 Assinatura digital avançada. Paulo Roberto Ramos Engenheiro Civil CREA PR 19.987/D Responsável Técnico
Assinado digitalmente por: PEDRO PAULO NOVACKA  074.537.299-63 27/02/2026 15:35:57 Assinatura digital avançada. Suiane Alves Pereira Engenheira Florestal CREA PR 220.672/D Responsável Técnico	Pedro Paulo Novacka Engenheiro Civil CREA PR 173-716/D Responsável Técnico

Araucária, datado e assinado eletronicamente.



ANEXOS

ANEXO A - ESTRUTURA DE CONCRETO: MEMORIAL DE CÁLCULO

ANEXO B - ESTRUTURA METÁLICA: MEMORIAL DE CÁLCULO

ANEXO C - CLIMATIZAÇÃO: MEMORIAL DE CÁLCULO

ANEXO D - GLP: MEMORIAL DE CÁLCULO

ANEXO E - CFTV E ALARME: RELAÇÃO DE MATERIAIS

ANEXO F - ELÉTRICA: TABELA DE CARGAS

ANEXO G - ELÉTRICA: TABELA DE DEMANDAS E RELAÇÃO DE MATERIAIS

ANEXO H - ENTRADA DE ENERGIA: MEMORIAL DA CÁLCULO

ANEXO I - ENTRADA DE ENERGIA: CARGAS E RELAÇÃO DE MATERIAIS

ANEXO J - LÓGICA: RELAÇÃO DE MATERIAIS E DETALHES

ANEXO K - SPDA: MEMORIAL DE CÁLCULO

ANEXO L - SPDA: RELAÇÃO DE MATERIAIS E DETALHES

ANEXO M - FOTOVOLTAICO: RELAÇÃO DE MATERIAIS

ANEXO N - HIDROSSANITÁRIO: MEMORIAL DE CÁLCULO

ANEXO O - DRENAGEM E REUSO: MEMORIAL DE CÁLCULO E ATA CMU

ANEXO P - PAVIMENTAÇÃO: SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT

ANEXO Q - PAVIMENTAÇÃO: LEVANTAMENTO DEFLECTOMÉTRICO

ANEXO R - PAVIMENTAÇÃO: SONDAGEM ROTATIVA

ANEXO S - PAVIMENTAÇÃO: ESTUDO GEOTÉCNICO

ANEXO T - ELEVADOR: MEMORIAL DE CÁLCULO

ANEXO U - ORÇAMENTO: RELATÓRIO DE ORÇAMENTO

