

**FAAT FACULDADES
ENGENHARIA CIVIL**

**GEISA CRISTINA FONTES DA ROCHA ROSSI
NIKOLAS OLIVEIRA GARCIA
PEDRO DE OLIVEIRA JUNIOR
RENATA LUCIANA DA SILVA
YASMIM YURI PALMEIRO OGIHARA**

**DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE UMA ESCOLA
PADRÃO CIEM**

ATIBAIA – 2017

**FAAT FACULDADES
ENGENHARIA CIVIL**

**GEISA CRISTINA FONTES DA ROCHA ROSSI
NIKOLAS OLIVEIRA GARCIA
PEDRO DE OLIVEIRA JUNIOR
RENATA LUCIANA DA SILVA
YASMIM YURI PALMEIRO OGIHARA**

**DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE UMA ESCOLA
PADRÃO CIEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil pela FAAT FACULDADES, sob orientação da Prof.^a Ma. Carolina A. C. Raymundo.

ATIBAIA – 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela oportunidade de conquista de mais um sonho. Aos meus pais Paulo José da Rocha e Maria Inez Fontes da Rocha, pelos valores que me ensinaram e pelo amor e dedicação que tiveram comigo. Ao meu marido, Renan Keoma Rossi, por ser meu maior incentivador à iniciar e concluir o curso de Engenharia Civil, por acreditar em mim e lutar comigo pela minha felicidade. Agradeço pela paciência, pelos conselhos, pela amizade e pelo amor que tem por mim. À equipe de engenharia do Tauá Empreendimentos Atibaia, no qual trabalho, pela experiência e crescimento profissional. À professora Adélia Mara Massulo pela imensa ajuda neste trabalho, pela dedicação à área da Engenharia Civil e por todos os ensinamentos que só acrescentaram em minha sabedoria. E, por fim, agradeço a todos aqueles que participaram direta e indiretamente deste trabalho.

Geisa Cristina Fontes da Rocha Rossi

Minha eterna gratidão à FAAT e seus professores por proporcionarem conhecimentos e meios para concretização desse trabalho e da minha graduação; aos meus amigos, meus familiares, meus pais Roberto e Rosana, minha avó Sebastiana, meu irmão Pablo e minha namorada Mariane pela enorme e valiosa paciência, companhia, motivação, carinho, apoio e generosidade em todos os momentos, essenciais para meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional e por me fazerem acreditar que posso alcançar todos os meus objetivos; e finalmente a Deus e à MTA por me darem forças e caminhos para alcançar os meus sonhos, contribuindo para a construção de um mundo melhor.

Nikolas Oliveira Garcia

Agradeço principalmente ao meu marido Alisson, meu amor e maior incentivador, mesmo nos momentos mais difíceis sempre me apoiou e esteve ao meu lado, minha filha Marina, presente de Deus, que sempre compreendeu a necessidade da minha ausência, ao meu pai Sebastião, *in memoriam* e minha mãe Wilma responsáveis por toda a formação do meu caráter, aos meus irmãos, familiares e meus amigos que compartilharam da minha caminhada e sempre torceram por mim e finalmente a Deus pela minha vida e por sempre me guiar.

Renata Luciana da Silva

Agradeço a meus pais, amigos, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que contribuíram com seu apoio e total incentivo, e que fizeram parte da minha formação. À instituição pelo ambiente criativo e amigável, seu corpo docente, direção, coordenação, administração e por fim, todos os excelentes professores que tive a oportunidade de conhecer e contribuíram imensamente para meu conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

Pedro de Oliveira Junior

Agradeço primeiramente a Deus, que com seu divino amor e misericórdia, me concedeu o dom da vida, me permitindo viver ao lado de pessoas boas e que realmente me amam e me querem bem, e por ter me dado fé e determinação para superar as dificuldades. Agradeço de forma especial a minha mãe Giovana Palmeiro pelo amor, dedicação, incentivo e por ter sido minha mãe e meu pai, por tudo que fez e faz por mim e meu irmão. Também agradeço a minha família pelo apoio e paciência que tiveram e ainda tem comigo. E por fim, meus sinceros agradecimentos aos meus colegas e amigos pelo companheirismo, amizade e alegrias.

Yasmim Yuri Palmeiro Ogihara

Agradecemos à professora Carolina A. C. Raymundo pela orientação, pelo seu grande empenho, dedicação, suporte e incentivo na elaboração deste trabalho, além do carinho e respeito como trata todos os alunos. A todos os professores que contribuíram para nosso aprendizado e desenvolvimento profissional, transmitindo conceitos, valores e experiências do mundo da Engenharia Civil importantes também para nosso crescimento pessoal. À Secretaria de Educação de Atibaia por permitir o acesso ao CIEM existente. E, por fim, agradecemos à instituição FAAT Faculdades Atibaia por viabilizar a disseminação do conhecimento técnico e científico e por ser o local de interação com diversos profissionais, ambientes, ideias e culturas, formando pessoas nos âmbitos social e profissional.

O Grupo

RESUMO

A educação é o processo de transformação do cidadão, partindo dessa premissa esse trabalho teve como objetivo atender a demanda real de um projeto de qualidade para a segunda unidade de uma escola padrão CIEM (Centro Integrado de Educação Municipal) na cidade de Atibaia. Para tanto, elencou-se os padrões estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, juntamente com as principais orientações contidas nos catálogos técnicos da Fundação para o Desenvolvimento da Educação. O projeto arquitetônico buscou segmentar a escola em blocos de acordo com seu tipo de uso, ao mesmo tempo, integrando-os em um conjunto único e, após sua elaboração, iniciou-se a produção dos projetos de infraestrutura, superestrutura, hidrossanitário, gás, segurança contra incêndios e captação e aproveitamento de águas pluviais, com base nas informações coletadas no levantamento bibliográfico e planilhas de cálculo de própria autoria. A metodologia utilizada para definir o local de implantação foi através de pesquisa de demanda de vagas junto à Prefeitura da Estância de Atibaia, enquanto que, para analisar e definir as necessidades básicas e as que precisavam de solução na criação da segunda unidade desse tipo de escola, realizou-se visita à unidade do CIEM existente.

Palavras-chave: Escola. Projetos. Concreto armado. Instalações prediais. Segurança contra incêndio.

ABSTRACT

Education is the process of transformation of the citizen, from this premise this work has had as objective to attend the real demand of a quality project for the second unit of an ICME (Integrated Center of Municipal Education) pattern school in the city of Atibaia. To this end, the standards established by the Brazilian Association of Technical Norms were listed along with the main guidelines contained in the technical catalogs of the Foundation for the Development of Education. The architectural project has searched for segmenting the school in blocks according to its type of use, at the same time, integrating them into a single set and, after its elaboration, has begun the production of infrastructure, superstructure, hydrosanitary, gas, fire safety and rainwater harvesting and utilization projects, based on the information collected in the bibliographic survey and by the spreadsheets for the authors' own calculation. The methodology used to define the place of implantation was through search of vacancy availability at the City Hall of Atibaia, while a visit to the existing ICME unit was carried out in order to analyze and define the basic needs and also those that needed a solution in the creation of the second unit of this type of school.

Keywords: School. Projects. Reinforced concrete. Building installations. Fire safety.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sala de aula ensino infantil.....	31
Figura 2 - Bebedouro.....	31
Figura 3 - Corredor principal.....	32
Figura 4 - Sala de aula ensino fundamental	32
Figura 5 - Sala de aula ensino fundamental – visão do fundo.....	33
Figura 6 – Refeitório com a cozinha ao fundo.....	33
Figura 7 - Refeitório.....	34
Figura 8 - Área externa.....	34
Figura 9 - Vista do parque e área externa do ginásio	34
Figura 10 - Piscina infantil desativada	35
Figura 11 - Quadra poliesportiva	35
Figura 12 - Área interna do ginásio.....	35
Figura 13 - Vestiários do ginásio	36
Figura 14 - Centro de formação do professor	36
Figura 15 - Fachada interna do CAADE	37
Figura 16 - Vista do acesso externo ao CAADE	37
Figura 17 - Acesso ao auditório.....	37
Figura 18 - Portão principal de acesso dos alunos	38
Figura 19 - Banheiro masculino.....	38
Figura 20 - Mictórios dos alunos.....	38
Figura 21 - Detalhe dos lavatórios dos banheiros.....	39
Figura 22 - Cozinha do refeitório	39
Figura 23 - Reservatório de água	40
Figura 24 - Localização do terreno escolhido para a implantação do novo CIEM	41
Figura 25 – Vista frontal geral do projeto do CIEM II	42
Figura 26 – Fachada externa do complexo administrativo.....	43
Figura 27 – Fachada externa do prédio da creche e ensino infantil	44
Figura 28 – Fachada interna do prédio da creche e ensino infantil	44

Figura 29 – Fachada externa do prédio do ensino fundamental	45
Figura 30 – Fachada interna do prédio do ensino fundamental	45
Figura 31 – Visão frontal do laboratório de informática, conjunto de banheiros e biblioteca	46
Figura 32 – Visão do bloco de laboratório de informática, banheiros e biblioteca, com vista para o parque infantil	46
Figura 33 – Fachada externa do CAADE.....	47
Figura 34 – Fachada da cozinha	48
Figura 35 – Vista frontal do refeitório e pátio coberto.....	48
Figura 36 – Fachada externa do auditório	49
Figura 37 – Visão do complexo esportivo a partir do alto da arquibancada	50
Figura 38 - Elementos estruturais: laje, viga, pilar e fundação tipo estaca com bloco	53
Figura 39 - Exemplo de uso de elementos de concreto pré-moldado	55
Figura 40 - Exemplo de uso de elementos em concreto pré-fabricado	55
Figura 41 - Exemplo de uso de concreto moldado in loco em lajes, vigas e pilares ..	56
Figura 42 - Procedimento de ensaio à percussão para sondagem do solo (SPT).....	57
Figura 43 - Principais tipos de fundações superficiais: (a) bloco, (b) sapata, (c) viga e (d) radier	58
Figura 44 - Principais tipos de fundações profundas: (a) metálica, (b) pré-moldada de concreto vibrado, (c) pré-moldada de concreto centrifugado, (d) tipo Franki, (d) tipo Strauss, (e) tipo raiz, (f) escavada; tubulões (g) a céu aberto, sem revestimento, (h) com revestimento de concreto e (i) com revestimento de aço.	59
Figura 45 – Instalação de laje treliçada pré-moldada com enchimento em EPS.....	60
Figura 46 - Tipos de botijões de GLP	63
Figura 47 - Central e rede de GLP.....	64
Figura 48 - Componentes de um reservatório.....	76
Figura 49 – Altura do nível de água em um reservatório tubular.....	76
Figura 50 – Ábaco luneta para definição dos diâmetros da tubulação	80
Figura 51 – Exemplos de desconectores utilizados em SPES.....	86
Figura 52 – Seção transversal genérica de calha de concreto.....	96

Figura 53 – Capacidade de vazão de calhas de seção retangular.....	96
Figura 54 – Ábaco para dimensionamento de condutores verticais de seção circular: 96	
Figura 55 - Exemplo de caixa de areia (planta e corte).....	98
Figura 56 – Exemplo de projeto elétrico para sala de aula	101
Figura 57 – Exemplo de portão utilizado no projeto arquitetônico com 4 metros de largura	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Objetivos de projetos escolares e seus meios de obtenção	25
Tabela 2 - Restrições de ocupação do solo do Município de Atibaia	41
Tabela 3 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego	51
Tabela 4 – Espessura e resistência dos blocos de revestimento	52
Tabela 5 – Verificação da pressão em cada trecho	67
Tabela 6 – Cálculo da velocidade em cada trecho	68
Tabela 7 – Afastamentos de segurança, em metros.....	68
Tabela 8 – Instalações mínimas	71
Tabela 9 - Estimativa de consumo médio diário	72
Tabela 10 – Dimensionamento do volume de consumo diário.....	73
Tabela 11 – Dimensionamento do volume do Reservatório.....	73
Tabela 12 – Dimensionamento do alimentador predial	73
Tabela 13 - Dimensionamento da tubulação de Recalque.....	74
Tabela 14 - Dimensionamento da Tubulação de Limpeza	75
Tabela 15 - Dimensionamento do Hidrômetro	75
Tabela 16 - Tabela de ramais prediais, hidrômetros e abrigos	75
Tabela 17 - Modelos de reservatório tubular de fundo reto disponíveis	77
Tabela 18 – Rotina para dimensionamento das tubulações.....	78
Tabela 19 - Vazões de projeto e pesos relativos dos pontos de utilização	79
Tabela 20 – Tabela de pressão dinâmica mínima nos pontos de utilização.....	82
Tabela 21 – Diâmetro nominal e interno das tubulações de PVC soldável	83
Tabela 22: Unidades de Hunter de Contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga.....	89
Tabela 23: Unidades de Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados na Tabela 22	90
Tabela 24: Dimensionamento de ramais de esgoto	90
Tabela 25: Cálculo dos ramais de descarga e de esgoto	90
Tabela 26: Dimensionamento de tubos de queda.....	91
Tabela 27: Dimensionamento de subcoletores e coletor predial	91

Tabela 28: Cálculo das caixas sifonadas para o prédio Fundamental	92
Tabela 29: Dimensionamento de ramais de ventilação.....	93
Tabela 30: Dimensionamento dos ramais de ventilação para o prédio Fundamental	93
Tabela 31: Dimensionamento de colunas e barriletes de ventilação.....	94
Tabela 32: Dimensionamento das colunas de ventilação	94
Tabela 33 - Capacidade de vazão de condutores horizontais de seção circular	97
Tabela 34 - Demanda de consumo para uso de água de chuva, com base nos parâmetros da tabela 3.2 de Tomaz, 2011.....	99
Tabela 35 - Dimensionamento do reservatório de aproveitamento de águas pluviais pelo Método de Rippl.....	99
Tabela 36 - Classificação das edificações quanto à ocupação	104
Tabela 37 - Classificação das edificações quanto à altura.....	105
Tabela 38 - Classificação das edificações quanto à carga de incêndio.....	106
Tabela 39 - Classificação das edificações conforme Tabelas 37, 38 e39	106
Tabela 40 - Medidas de segurança contra incêndio exigidas para cada edificação, de acordo com o Decreto Estadual SP nº 56.819, de 10 de março de 2011	107
Tabela 41 - Dados para dimensionamento das saídas de emergência.....	110
Tabela 42 - Dimensionamento das saídas de emergência	111
Tabela 43 - Distâncias máximas a serem percorridas	111
Tabela 44 - Composição mínima da brigada de incêndio por compartimento	112
Tabela 45 - Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m³)	115
Tabela 46 - Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinho	116

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Justificativa.....	18
1.2. Objetivos	19
1.3. Metodologia.....	19
2. PROJETO ARQUITETÔNICO.....	21
2.1. CIEM existente.....	30
2.2. Localização e implantação da obra.....	40
2.3. Características da edificação	42
2.3.1. Complexo administrativo	43
2.3.2. Bloco da creche e ensino infantil.....	43
2.3.3. Bloco do ensino fundamental	44
2.3.4. Biblioteca e laboratório de informática.....	45
2.3.5. CAADE	46
2.3.6. Cozinha e refeitório	47
2.3.7. Áreas de convivência e recreação.....	48
2.3.8. Auditório	49
2.3.9. Complexo esportivo.....	49
2.3.10. Casa de zelador	50
2.4. Acessibilidade	50
2.5. Pavimentação	51
3. PROJETOS COMPLEMENTARES.....	53
3.1. Projeto Estrutural	53
3.1.1. Superestrutura.....	54
3.1.2. Fundação	56
3.1.3. Dimensionamento do projeto estrutural.....	59
3.2. Projeto de Instalações de Gás	61

3.2.1.	Gás natural (GN)	61
3.2.2.	Gás liquefeito de petróleo (GLP)	62
3.2.3.	Dimensionamento das Instalações de Gás	64
3.2.3.1.	Tubulação	65
3.2.3.2.	Abrigo.....	68
3.2.3.3.	Extinção de incêndio	69
3.2.3.4.	Teste de estanqueidade.....	69
3.3.	Projeto de Instalações Prediais de Água Fria	70
3.3.1.	Reservatório	71
3.3.2.	Dimensionamento das tubulações	77
3.4.	Projeto de Sistema Predial de Esgoto Sanitário.....	83
3.4.1.	Componentes	85
3.4.2.	Dimensionamento do Sistema Predial de Esgoto Sanitário	87
3.4.2.1.	Subsistema de Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário.....	88
3.4.2.2.	Dispositivos de Inspeção	92
3.4.2.3.	Subsistema de Ventilação.....	92
3.5.	Projeto de Instalações de Águas Pluviais	94
3.5.1.	Aproveitamento de águas pluviais.....	98
3.6.	Projeto de Instalações Elétricas	101
3.7.	Ginásio Poliesportivo	103
3.8.	Piscinas.....	103
3.9.	Projeto de Segurança contra Incêndio	104
3.9.1.	Acesso de viatura na edificação	107
3.9.2.	Segurança estrutural contra incêndio	108
3.9.3.	Compartimentação horizontal.....	109
3.9.4.	Controle de materiais de acabamento.....	109
3.9.5.	Saídas de emergência.....	110

3.9.6.	Plano de emergência.....	112
3.9.7.	Brigada de incêndio.....	112
3.9.8.	Iluminação de emergência	113
3.9.9.	Alarme de incêndio.....	113
3.9.10.	Sinalização de emergência	113
3.9.11.	Extintores	114
3.9.12.	Reserva técnica de incêndio (RTI)	114
3.9.13.	Hidrante e mangotinhos	115
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
5.	REFERÊNCIAS.....	119
6.	ANEXOS	
	ANEXO A - Projeto Arquitetônico - F01 – Arquitetônico	
	ANEXO B - Projeto Arquitetônico - F02 – Cobertura	
	ANEXO C - Projeto Arquitetônico - F03 – Seções	
	ANEXO D - Projeto Arquitetônico - F04 – Seções	
	ANEXO E - Projeto Arquitetônico - F05 – Fachadas	
	ANEXO F - Projeto Arquitetônico - F06 – Fachadas	
	ANEXO G - Projeto Arquitetônico - F07 – Fachadas	
	ANEXO H - Projeto Estrutural e Fundações - Memorial de Cálculo	
	ANEXO I - Projeto Estrutural - F01 - Formas Térreo	
	ANEXO J - Projeto Estrutural - F02 - Formas Cobertura	
	ANEXO K - Projeto Fundações - Locação Blocos	
	ANEXO L - Projeto Estrutural - F01 - Detalhamento de vigas e pilares	
	ANEXO M - Projeto Instalações de gás GLP - F01	
	ANEXO N - Projeto Instalações de gás GLP - F02 - Isométrico da Rede	
	de Gás	
	ANEXO O - Projeto Instalações de água fria - Memorial de Cálculo	
	ANEXO P - Projeto Instalações de água fria - F01	
	ANEXO Q - Projeto Instalações de água fria - F02 - Esquemas verticais	
	da tubulação	
	ANEXO R - Projeto Sistema predial de esgoto sanitário	

ANEXO S - Projeto Segurança contra incêndios - Memorial de Cálculo
Rede de Hidrantes

ANEXO T - Projeto Segurança contra incêndios - Plano de emergência
para situações de incêndio

ANEXO U - Projeto Segurança contra incêndios - F01

ANEXO V - Projeto Segurança contra incêndios - F02 – Detalhes

ANEXO W - Projeto Segurança contra incêndios - F03 - Isométrico da
Rede de Hidrantes

1. INTRODUÇÃO

Educação de qualidade e com amplo acesso à toda população ainda é uma realidade distante de ser alcançada no Brasil. Por esse motivo, projetos de escolas que aliem estrutura física moderna, acolhedora, acessível e sustentável, projeto pedagógico bem construído e diversificado, atendimento educacional especializado voltado às necessidades de todos os alunos, equipes gestora, docente e de apoio, motivadas e bem preparadas e expressiva integração com a comunidade local, devem ser o foco dos governos.

O município de Atibaia tem alcançado nos últimos anos, elevados índices positivos na educação, conforme noticiado pelo “Jornal O Atibaiense” em 14 de maio de 2015 (ATIBAIA comemora resultados positivos na área da educação, 2015). Contudo esse avanço ainda contrasta com a necessidade de continuar atendendo as metas estabelecidas para a Educação do município, além de um considerável déficit de vagas para alunos entre 0 e 10 anos, como se pode perceber em consulta à Central de Vagas em Creches disponível no site oficial da Prefeitura de Atibaia (Prefeitura da Estância de Atibaia, 2016).

Em 01 de fevereiro de 2014, foi inaugurado o CIEM – Centro Integrado de Educação Municipal, justamente com o objetivo de continuar elevando a qualidade da educação em Atibaia. O CIEM é uma escola municipal que oferece além das aulas regulares, atendendo crianças em idade de creche até o 5º ano do Ensino Fundamental (0 aos 11 anos), atividades extracurriculares e multidisciplinares que visam a formação completa do indivíduo, transformando esta escola em um centro de excelência em educação. Instalado em uma área de 14 mil m², o CIEM contém também laboratórios de arte e de informática, piscina, quadras poliesportivas, o CAADE (Centro de Atendimento e Apoio ao Desenvolvimento Educacional) para atendimento de alunos com necessidades especiais e um centro de capacitação e formação continuada para profissionais da educação (Prefeitura da Estância de Atibaia, 2014).

A unidade foi implantada onde antes funcionava um colégio particular e adaptada para receber alunos de ensino infantil, anos iniciais do fundamental e atender crianças com necessidades especiais, além de receber eventos do município e oferecer atividades para a comunidade.

Devido ao êxito da primeira unidade do CIEM, a construção de novas escolas desse modelo é um diferencial e um grande incremento para a educação da cidade. Desse modo, o presente trabalho visa atender a demanda real de um projeto de qualidade para a segunda unidade de uma escola no padrão CIEM, englobando os conhecimentos e técnicas adquiridos no curso de graduação de Engenharia Civil.

Todos os projetos referentes à escola foram produzidos seguindo as respectivas normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), bem como as orientações contidas nos catálogos técnicos da FDE – Fundação para o Desenvolvimento da Educação, tendo em vista maior eficiência no uso da edificação, além da segurança e conforto dos alunos e funcionários. A FDE é o órgão que estabelece as diretrizes para projeto e construção de edifícios escolares do estado de São Paulo.

Buscou-se também definir as soluções e métodos construtivos de forma a serem os mais econômicos e que atendam aos padrões exigidos, levando em consideração que se trata de uma obra pública.

O projeto arquitetônico foi realizado buscando segmentar a escola em blocos de acordo com o tipo de uso, ao mesmo tempo em que se integram num conjunto único, permitindo eficiente circulação de pessoas e relações interpessoais no uso diário e também em casos extraordinários. Para os demais projetos empenhou-se para que todos mantenham uma harmonia entre si, facilitando o processo executivo da edificação.

Além disso, refletiu-se a importância de um projeto bem planejado para a escola, levando em conta as afirmações de (SANOFF, 2001) de que o espaço físico tem o poder de organizar e promover relações entre pessoas de diversas idades, assim como promover mudanças, escolhas, atividades e potencial de despertar diferentes tipos de aprendizado social, cognitivo e afetivo. (NAIR e FIELDING, 2005) complementa dizendo que as escolas não são somente para as crianças, mas também para os adultos. O tempo do aprendizado não é somente uma fase da vida, mas o passaporte para a sobrevivência e para uma vida melhor.

Tais proposições mostram que a criação de um prédio escolar ideal não pode se restringir somente à aspectos construtivos; proporcionar um local agradável, atrativo, funcional aos alunos, pedagogos, e à comunidade depende de uma abordagem multidisciplinar, que inclua reflexões sobre a dinâmica do processo educativo, sobre o público a ser atingido e sobre o local ideal. Assim, o ambiente físico

escolar é, por essência, o *lócus* do desenvolvimento do processo de ensino/aprendizagem. O edifício escolar deve ser analisado como resultado da expressão cultural de uma comunidade, refletindo e expressando aspectos que vão além da sua própria materialidade.

1.1. Justificativa

O principal motivo em abordar esse assunto é devido à necessidade de implantação de mais uma escola padrão CIEM no município de Atibaia. Há alguns anos, foi instalada uma unidade com essas características, onde se situava uma escola particular. Esse modelo de escola municipal é um grande avanço e benefício para os alunos e comunidade que podem contar com uma estrutura escolar de grande qualidade, diversas atividades extracurriculares e atendimento educacional especializado para alunos com necessidades especiais.

A unidade existente do CIEM foi adaptada de acordo com as características físicas que o lugar já trazia, deixando pendentes ainda algumas necessidades. O presente trabalho visa solucionar todas essas necessidades desde a fase de projeto.

Atualmente, o município de Atibaia tem uma alta demanda por vagas em creches e escolas de ensino fundamental do Ciclo I, devido a seu grande crescimento demográfico nos últimos anos. Exemplo dessa necessidade pode ser visto ao realizar-se uma consulta à Central de Vagas em Creches no site da (Prefeitura da Estância de Atibaia, 2016), que em maio de 2016 contabilizava mais de 800 crianças na fila de espera para transferência e/ou vagas nas creches municipais.

Tendo em vista esse cenário, conclui-se facilmente que uma escola com o padrão CIEM seria capaz de atender ao menos uma parcela considerável desses alunos e, com o benefício de contar com uma infraestrutura e espaços para atividades extracurriculares muito acima da média.

Ademais, o presente trabalho é de extrema importância para o estudante de engenharia, pois permite o contato e o trabalho com as diversas normas, projetos e características de um grande empreendimento como é a construção de uma escola do modelo CIEM. A partir disso, torna-se possível aplicar os múltiplos conceitos e conhecimentos adquiridos nas disciplinas cursadas na graduação com a finalidade de atender uma necessidade real da cidade, ao mesmo tempo em que se adquire uma

prévia visão integral de todas as etapas que envolvem um projeto, visando à máxima eficiência e qualidade desde sua concepção até o uso final do prédio.

1.2. Objetivos

O objetivo principal do presente trabalho é desenvolver o projeto de uma escola com o padrão de um Centro Integrado de Educação Municipal (CIEM) para o município de Atibaia.

Especificamente, pretende-se:

- Levantar as necessidades educacionais da cidade de Atibaia e de uma escola do padrão CIEM;
- Realizar visita técnica em uma escola existente, para observar e analisar ambientes escolares e como esses ambientes funcionam;
- Realizar levantamento bibliográfico acerca das normas e padrões para cada tipo de projeto e orientações para construção de uma escola;
- Escolher o terreno para construção do projeto;
- Pretende-se ainda, desenvolver os seguintes projetos para o terreno real previamente escolhido:
 - Arquetônico;
 - Infraestrutura;
 - Superestrutura;
 - Hidrossanitário;
 - Gás;
 - Captação e aproveitamento de águas pluviais;
 - Segurança contra incêndios;

1.3. Metodologia

Inicialmente, pretende-se realizar uma pesquisa junto ao site da Prefeitura da Estância de Atibaia e fazer uma visita à Secretaria da Educação para escolha dos possíveis locais e terrenos de implantação da escola modelo CIEM. Com isso, poderá ser feito o levantamento das necessidades educacionais da cidade e do bairro escolhido para a instalação do CIEM, concomitantemente, à escolha do terreno e verificação das leis de zoneamento referentes ao local do terreno.

Posteriormente, será feita uma visita à unidade do CIEM existente na cidade para analisar sua dinâmica de funcionamento, e verificar quais as necessidades básicas atendidas e as não sanadas que precisam de solução na criação de uma segunda unidade desse tipo de escola.

Após a escolha do terreno, deve-se fazer uma visita ao mesmo a fim de visualizar suas dimensões e seu entorno para auxiliar no esboço do projeto arquitetônico. Em posse dos dados coletados, será feita uma listagem de todos os espaços que irão compor a escola com suas respectivas medidas, e como esses espaços se relacionam num ambiente escolar. Dessa forma, os croquis e desenhos iniciais do projeto arquitetônico começarão a ser idealizados.

Após a finalização do anteprojeto arquitetônico, será iniciado o processo de levantamento de dados para escolha da tipologia do projeto estrutural da infra e da superestrutura. Para isso, será feito o levantamento das características do solo através da análise de um ensaio padrão SPT (Standard Penetration Test), além de uma pesquisa bibliográfica acerca características da tipologia construtiva a ser definida para a superestrutura de acordo com as diretrizes da FDE. Paralelamente, será feito um estudo das normas e padrões de cada tipo de projeto que envolvem o trabalho (arquitetônico, estrutural, fundações, hidrossanitário, entre outros) e de exemplos de escolas modelo.

Posteriormente, serão desenvolvidos os seguintes projetos: arquitetônico, fundações, estrutural, hidrossanitário, combate ao incêndio, rede de gás, coleta de águas pluviais e piscina, com base nas informações coletadas no levantamento bibliográfico, planilhas de cálculo e uso de softwares específicos.

2. PROJETO ARQUITETÔNICO

Muitos estudos de avaliação já foram realizados com o enfoque no ambiente escolar. Algumas dessas pesquisas no Brasil indicam problemas do ambiente construído que podem ter sido originados em função de possíveis lacunas existentes no processo de projeto.

Sabe-se que os terrenos disponíveis para a construção de novos empreendimentos públicos escolares constituem-se, na maior parte das vezes, em áreas muito difíceis de serem trabalhadas pelos profissionais. Os terrenos geralmente são áreas pequenas para atender ao programa arquitetônico da escola, apresentam desníveis acentuados, problemas de solo, entre outros. Nesse sentido, destaca-se o trabalho dos engenheiros e arquitetos que buscam enfrentar esses desafios, muitas vezes obrigando-se a optarem por soluções que privilegiam determinados aspectos em detrimento de outros.

As condições térmicas, acústicas, iluminação e funcionalidade dos espaços são as condições principais do conforto ambiental que deveriam ser otimizadas para tornar o ambiente adequado às boas experiências de aprendizado na escola. Essa questão é confirmada por (KOWALTOWSKI, CELANI, *et al.*, 2006) que afirma:

O conforto ambiental (...) é o elemento da arquitetura que mais influencia o bem-estar do homem. O ato de projetar deve criar ambientes otimizados nos aspectos de conforto, funcionalidade, economia e estética, aplicando os conhecimentos artísticos, científicos, técnicos e da psicologia ambiental. As constatações de falhas nas construções, especialmente no que diz respeito ao ajuste da função à forma são frequentes. O grande desafio nas pesquisas em arquitetura tem sido, nos últimos anos, a introdução sistemática de conhecimento de fatores comportamentais no processo criativo. Estabelecer regras com profundo conteúdo humanista e científico dentro de uma metodologia de projeto demonstra importante contribuição no enriquecimento conceitual do processo criativo.

Como destaca (KOWALTOWSKI, DA GRAÇA e PETRECHE, 2007), sobre o conforto térmico:

O conforto térmico de um ambiente é essencial para a sensação de bem-estar e o bom desenvolvimento das atividades dos usuários. Situações de desconforto, causadas seja por temperaturas extremas, falta de ventilação adequada, umidade excessiva combinada com temperaturas elevadas, radiações térmicas provocadas por superfícies muito aquecidas podem ser bastante prejudiciais (...). Psicologicamente tem também seus efeitos

provocando apatia e desinteresse pelo trabalho. Essas situações são extremamente desfavoráveis num ambiente escolar.

Estudos realizados em 15 escolas do município de Campinas-SP (KOWALTOWSKI, BORGES FILHO, *et al.*, 2001) mostraram que, com relação ao conforto térmico, a maior parte das salas de aula estava voltada para a orientação leste e apresentavam sérios problemas com a insolação. Isso causava aquecimento excessivo e desconforto térmico na maior parte do ano. A falta de ventilação adequada para locais de clima quente também foi observada e medida na maioria das escolas. Como o inverno é geralmente brando na região, o único problema encontrado diz respeito à falta de controle dos ventos nas áreas de pátios cobertos, onde as crianças passam o período do recreio. Nesses ambientes, o problema enfrentado em dias quentes é a insolação direta, que prejudica o uso desse espaço pelos alunos.

A cobertura do ambiente também influencia muito no conforto térmico. A existência de forro é essencial nos ambientes com atividades de longa duração, pois se aumenta significativamente a resistência térmica da cobertura, atenuando a intensidade do calor transmitido do telhado para o interior da edificação. Recomenda-se ainda a ventilação do espaço entre o forro e o telhado da construção (KOWALTOWSKI, BORGES FILHO, *et al.*, 2001).

É ainda necessário que as áreas de vidro (janelas) não estejam orientadas para leste ou oeste. Devem ter proteção solar em forma de beiral e brise (tipo de persiana externa), instalados externamente ao ambiente e detalhadas de acordo com a implantação do projeto. Esses elementos externos de proteção solar são recomendados para se evitar o chamado "efeito estufa". Outro aspecto a ser considerado é a utilização de cores claras nas superfícies externas, permitindo a reflexão dos raios solares e minimizando a absorção de calor pela parede. Assim evita-se o acúmulo de calor que atravessa a parede e contribui para o aumento da temperatura interna. Além disso, é importante o cuidado com o entorno do prédio escolar, obtido por meio de um projeto paisagístico. A distribuição de arbustos, árvores, flores e a implantação de uma horta no terreno e pátio da escola, podem amenizar as condições térmicas no calor (KOWALTOWSKI, BORGES FILHO, *et al.*, 2001).

Segundo (KOWALTOWSKI, DA GRAÇA e PETRECHE, 2007) o conforto acústico é o fator que contribui mais expressivamente para o aumento ou não do nível

de aprendizado, sendo que estas precisam ser consideradas com responsabilidade, reconhecendo-se a sua influência real no processo de ensino-aprendizagem, na educação e conseqüentemente na vida das pessoas. A propriedade essencial de uma sala de aula é a comunicação entre alunos e professores. É necessário que o aluno ouça e entenda o que está sendo falado. Níveis de ruído elevado prejudicam o desempenho do aluno e aumentam o desgaste dos professores.

A questão do ruído nas salas de aula pode ser dividida em dois tipos, quanto à sua origem: os ruídos externos à sala de aula, ou seja, os que vêm da rua, dos corredores ou das áreas abertas, como as quadras e pátios (MIMBACAS, LEITÃO, *et al.*, 1998). Outro ruído é proveniente das atividades no interior das salas e seu tratamento depende do tipo de material utilizado na construção e do próprio comportamento dos usuários.

A interferência de ruído externo nas atividades escolares está intimamente ligada ao planejamento da rede escolar, com a definição da localização do patrimônio público. Este problema é de difícil solução. O que se recomenda é uma divulgação de subsídios que possam orientar o projetista de edificações escolares nas tarefas de projeto, como a adoção de recuos mínimos para condições acústicas adequadas, orientação apropriada das aberturas em relação às fontes de ruído, tipo de esquadrias com possibilidade de fechamento adequado e escolha de materiais de acabamento que amenizam as múltiplas reflexões com baixa absorção (URA e BERTOLI, 1998) e (PAIXÃO e SANTOS, 1995)

Ainda com relação ao item de conforto, cabe mencionar a questão da iluminação. Evidencia-se a importância do conforto luminoso para a saúde e produtividade das pessoas e de particular relevância em edifícios educativos. A maioria das atividades desenvolvidas em sala de aula demanda percepção visual adequada, o que depende, necessariamente, da presença de luz em quantidade suficiente e com qualidade adequada (ALVAREZ, 1995). Uma adequada estratégia de iluminação natural nas escolas deve ser aquela que providencia uma quantidade de luz suficiente onde necessário, assegurando que não haja desconforto visual (DUDEK, 2007).

A questão da funcionalidade também é um fator importante a ser considerado no projeto. Teoricamente, pode-se relacionar a funcionalidade de uma escola aos aspectos do dimensionamento dos ambientes, do equipamento e mobiliário e a sua adequação às atividades desenvolvidas. Outra consideração de funcionalidade

escolar é o número suficiente e a variedade de ambientes disponíveis para atender a especificidade das atividades para o nível de ensino em questão. A circulação lógica dos fluxos de usuários na edificação também deve ser incluída como um dos parâmetros da funcionalidade arquitetônica. Esta questão inclui verificar detalhes, como por exemplo, o sentido das portas para otimizar os fluxos de fuga de ambientes como auditórios, salas de aula e ginásios de esportes.

Finalmente, há a questão do projeto arquitetônico como um todo e a sua adequação ao local e à população escolar atendida. Os edifícios escolares capazes de incorporar as melhores estratégias de projeto e de tecnologia da construção podem possibilitar uma série de vantagens em relação aos empreendimentos-padrão (CHPS - COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS). A escola pode ser considerada o suporte físico da organização educacional, o que significa que precisa ser dotada de condições adequadas que incluem aspectos construtivos, de instalações, equipamentos e mobiliários, ou seja, condições determinantes no conforto, segurança e desempenho dos usuários destas edificações (SOARES, 2003).

Outras vantagens observadas são relativas à assiduidade de alunos, professores e funcionários, uma vez que ambientes corretamente projetados providenciam maior qualidade do ar interno, controlando epidemias provocadas pela circulação incorreta do ar nos ambientes. Os funcionários e professores desses empreendimentos também tendem a apresentar índices mais altos de satisfação com relação aos seus trabalhos, à medida que as características físicas proporcionam ambientes prazerosos e eficientes de trabalho (CHPS - COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS)

Sabe-se que o espaço arquitetônico exemplar, inspirador e inovador, não é capaz, isoladamente, de estabelecer os novos paradigmas necessários a uma educação de qualidade, mas pode efetivamente contribuir, pois afeta suas atividades e o modo como elas funcionam. Bons projetos significam verdadeira valorização do dinheiro investido e não estão relacionados à questão de gosto ou estilo estético adotado, mas sim a resolução de uma série de objetivos que determinam se o edifício funcionará bem ou não para os usuários e para a comunidade (COMMISSION FOR ARCHITECTURE AND THE BUILT ENVIRONMENT (CABE), 2006).

A concretização dos princípios de bons projetos escolares deve ser pensada à luz dos objetivos definidos para o projeto escolar. A Tabela 1, relaciona objetivos e os meios indicados para seu atendimento (NAIR e FIELDING, 2005).

Tabela 1 – Objetivos de projetos escolares e seus meios de obtenção

Objetivo	Meio de obtenção
Projetar edifícios com ambientes “convidativos”	<ul style="list-style-type: none"> • Espaços com estética diferenciada, detalhamento e acabamento cuidadoso, esquema de cores detalhados, níveis de iluminação natural alto sem ofuscamento; • Espaços projetados para acomodar as atividades escolares, sociais e administrativas; • Espaços que evitem conotações próprias a escolas tradicionais ou institucionais: características físicas que os associam a instituições de cerceamento da liberdade, como, por exemplo, as prisões e hospitais;
Edifício com alto índice de desempenho	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de edifícios saudáveis do ponto de vista de conforto dos usuários e de segurança ambiental; • Estabelecimento de objetivos de alto desempenho: qualidade do ar interno, conforto térmico, visual e acústico, segurança, eficiência no uso da água, eficiência energética, especificação de materiais, escolha do terreno, implantação e tratamento das áreas externas;
Edifício com uso de materiais e mobiliário de alto índice de qualidade	<ul style="list-style-type: none"> • Foco na qualidade dos materiais, considerando a manutenção deles e não somente o custo de implantação.

Fonte: (NAIR e FIELDING, 2005).

Para o processo de criação do projeto arquitetônico, é necessário considerar alguns princípios e critérios, conforme listados abaixo:

- Princípio 1: Funcionalidade (COMMISSION FOR ARCHITECTURE AND THE BUILT ENVIRONMENT (CABE), 2005)

Acessibilidade: descrição sobre o quão fácil é para todas as pessoas chegarem e se movimentarem no espaço escolar, considerando o conceito de arquitetura inclusiva, ou seja, o atendimento das diferentes necessidades dos usuários em seus mais diversos aspectos: físicos, psicológicos, fisiológicos etc.

Espaço: descrição das características dos diversos ambientes, tamanho e relação dos espaços com outras áreas, etc. Com relação ao espaço escolar, esse critério deve observar que os espaços de ensino devem estar relacionados ao currículo e a própria organização da escola;

Uso: análise da capacidade de o espaço escolar atender às funções que pretendem acomodar e como isso se coloca para as demandas futuras. Devem ser planejados os aspectos de flexibilidade que devem considerar: possibilidades de expansão, mudanças de layout, generosidade no dimensionamento, modulação inteligente, distribuição de redes de infraestrutura, etc.

- Princípio 2: Qualidade do Edifício (COMMISSION FOR ARCHITECTURE AND THE BUILT ENVIRONMENT (CABE), 2005)

Desempenho: sistemas de segurança, ambientais e mecânicos do edifício, de modo a garantir seu perfeito e adequado funcionamento. No ambiente escolar indica-se a utilização de materiais duráveis, principalmente dos acabamentos, pensando no custo de operação e manutenção;

Sistemas de engenharia: aspectos que garantam a qualidade dos componentes do edifício. O projeto escolar deve minimizar as necessidades de condicionamento ambiental mecânicos;

Construção: aspectos que garantam o funcionamento do edifício no todo. Deve-se pensar em projetos integrado de layout, estrutura e equipamentos e também nos aspectos de sustentabilidade e sistemas renováveis;

- Princípio 3: Impactos do Edifício (COMMISSION FOR ARCHITECTURE AND THE BUILT ENVIRONMENT (CABE), 2005)

Escola e comunidade: relação da escola com seu entorno e contexto social. Para o processo de projeto escolar podem-se considerar processos participativos e as relações do edifício com o entorno: volumetria, materiais, acessos, paisagismo, etc.

Espaços internos: Deve-se planejar relação entre espaços com áreas funcionais de circulação agradáveis e com iluminação natural adequada.

Formas e materiais: formas e materiais adequados e bem detalhados. No projeto escolar é essencial a análise da relação custo inicial x custo de operação x custo de manutenção;

Caráter + inovações: o que a comunidade e as demais pessoas acham da composição geral do edifício. Essas questões são estabelecidas a partir da relação da forma, função e materiais com o contexto etc.

O programa de necessidades proposto por (KOWALTOWSKI e DELIBERADOR, 2010) é bastante completo e apresenta-se dividido em:

Questões humanas: considera que a arquitetura é uma arte social, não havendo razão para o trabalho se a base não for constituída pelos propósitos e atividades do ser humano. Essas questões devem, segundo o autor, abordar os seguintes itens:

- Atividades funcionais. Significa a solução de uma série de aspectos relativos ao desempenho adequado das tarefas dos usuários.
- Aspectos sociais. Poucas atividades sociais realizam-se solitariamente, o que significa que o programa deve abordar questões que expliquem o funcionamento dos grupos, a hierarquia e a comunicação entre as pessoas e se possível, identificar quais relações sociais que contribuem para que os usuários atinjam mais rapidamente seus objetivos;
- Aspectos físicos: O conhecimento das características físicas dos usuários é indispensável, pois podem influenciar profundamente a forma e os dimensionamentos do edifício.
- Aspectos fisiológicos: Se o público usuário possuir necessidades específicas em termos fisiológicos o tratamento da forma e da acessibilidade se altera;
- Aspectos psicológicos: O programa de necessidades tem a responsabilidade de conduzir a pesquisa nessa área de modo a destacar quais são os importantes aspectos psicológicos manifestos no grupo de futuros usuários.

Questões ambientais: considera as informações relativas ao ambiente, indispensáveis a uma boa solução para o projeto. Divide-se, segundo o autor em:

- Terreno: topografia, vistas internas e externas mais significativas ou negativas, aspectos de geologia ou hidrologia;

- Clima;
- Contexto: entorno (formas naturais aliadas ao ambiente construído do entorno imediato);
- Recursos: em função das crises energéticas, os valores da energia e de sua conservação tornaram-se de impacto significativo, influenciando a escolha de materiais, a implantação e outros fatores do edifício;
- Lixo: O descarte de produtos do edifício e a destinação final de seus elementos quando finda sua vida são questões raramente consideradas no projeto de arquitetura.

Questões culturais: considera as informações relativas à maneira como as pessoas percebem e usam o espaço, o significado que elas atribuem para as variadas formas e o que elas esperam em termos de arte do novo empreendimento. Essas questões muitas vezes são confundidas com as questões humanas. A grande diferença está no fato de as questões culturais estarem vinculadas às expectativas da sociedade (comunidade), enquanto as humanas vinculam-se imediatamente aos clientes e usuários. Abordam, segundo o autor, os seguintes aspectos:

- Aspectos históricos: identificação da tradição de linguagem e de arte que condiciona o pensamento e a utilização humanos dos espaços;
- Aspectos institucionais: se o cliente está envolvido com uma atividade que tem continuidade ou um desenvolvimento histórico na sociedade, o arquiteto está projetando para uma instituição humana, como é o caso das escolas.
- Aspectos políticos: determinam o tipo de lugar que a sociedade quer, através de atitudes de cunho político. As regulamentações de zoneamento também devem ser conhecidas e levantadas no programa, pois trazem impacto para o que pode ou não ser projetado;
- Aspectos legais: parte das regulamentações se transforma em leis, que devem constar do programa, de modo a agilizar o trabalho dos projetistas.

Questões tecnológicas: Atualmente, diante da grande variedade de materiais, sistemas e processos que podem ser aplicados ao projeto, decide-se em função das preferências dos profissionais e da disponibilidade, dos fatores econômicos e do potencial estético da especificação.

Questões temporais: devem ser conhecidas e consideradas, pois o tempo “impacta” a arquitetura de várias maneiras.

- Crescimento: é essencial o conhecimento do potencial de crescimento do empreendimento para que sejam consideradas provisões adequadas para futuras adições.
- Mudança: edifícios bem projetados devem acomodar certo grau de mudança de seus usuários e de suas necessidades. Geralmente sugere-se superdimensionamento das instalações, pois isso favorece alterações em função do desenvolvimento tecnológico;
- Permanência: a maior parte dos edifícios são projetados para ter longa vida, mesmo que necessite de remodelações ou adições para acomodar as mudanças necessárias. No caso escolar, a imagem de permanência pode ser um dos importantes valores a que a arquitetura deve responder.

Questões econômicas: devem ser conhecidas e consideradas, pois influenciam as decisões dos projetos.

- Finanças: estudos de viabilidade econômica são, geralmente, realizados antes do programa de necessidades;
- Construção: é necessário conhecer o orçamento disponível, fator importante a ser considerado nas definições de projeto e na escolha de sistemas e materiais. O custo de ajustes na etapa de programa é bem menor do que em outras etapas do processo de projeto ou da construção. No ambiente escolar do Estado de São Paulo, essa avaliação é feita pela FDE (Fundação para o Desenvolvimento Escolar), logo nas primeiras entregas;
- Operação: como será o funcionamento do empreendimento: impacto direto no projeto, nas definições de implantação, acesso, localização etc.;
- Manutenção: Esse item é muito importante nos edifícios públicos, não sendo diferente para o edifício escolar. Isso porque se sabe da dificuldade em disponibilizar verbas de manutenção, o que implica em problemas, caso sejam realizadas escolhas erradas na fase de programa e projeto;
- Energia: aspecto muito importante que, associado à manutenção e à operação do edifício, influencia os gastos gerados pelo edifício, quando em funcionamento.

Questões estéticas: aspecto importante para a busca de uma arquitetura de qualidade, envolvendo o necessário conhecimento sobre as preferências dos clientes e usuários.

Questões de segurança: maior preocupação dos governantes, direcionada à segurança e ao bem-estar dos cidadãos, principalmente nos espaços públicos.

- Estrutura: a estrutura proposta deve ser adequada a função do edifício, sendo que o programa deve identificar cargas incomuns que estarão presentes para que essas sejam consideradas
- Fogo: o programa deve identificar na legislação (rotas de fuga, saídas de emergência) e em outras referências os fatores necessários à proteção do edifício contra incêndio;
- Criminal: muitos aspectos podem favorecer a segurança dos edifícios públicos e esses devem ser identificados no programa. Iluminação e transformação de áreas particulares em áreas semi públicas podem ser elementos favorecedores, pois fazem com que os próprios moradores do entorno contribuam para a segurança do edifício.

2.1. CIEM existente

No dia 08 de dezembro de 2016 foi realizada visita ao CIEM de Atibaia, localizado na Rua da Imprensa nº 165, Jardim 3º centenário, a fim de verificar os ambientes escolares, detectar as deficiências da edificação e verificar a dinâmica escolar, para dar subsídios à elaboração da segunda unidade de uma escola seguindo esse padrão.

A visita foi solicitada pelo coordenador do curso de Engenharia Civil da FAAT, professor Henrique Raymundo e autorizada pela Secretaria da Educação do Município de Atibaia.

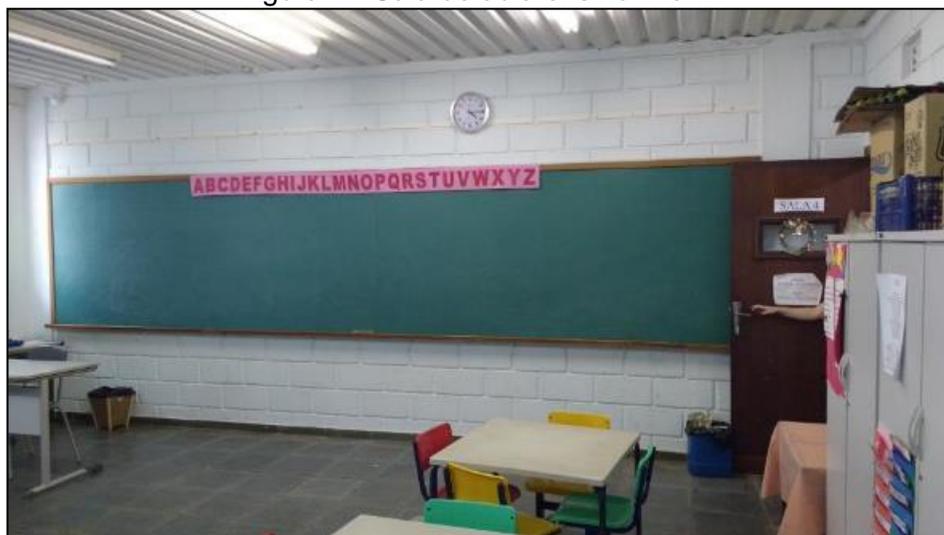
A escola foi inaugurada em 1995 pela instituição Colégio Atibaia (colégio particular da cidade). A prefeitura adquiriu a edificação no ano de 2014, quando foi inaugurado o CIEM (01/02/2014). A área total do terreno é de 14 mil m², sendo 6 mil m² de área construída. São 38 salas, pátio, cantina (que foi adaptada para cozinha), CAADE, Centro de Formação do Professor, auditório, ginásio, piscinas e quadras.

Destaca-se inicialmente que os ambientes da escola não são adequados para o público que o utiliza, já que a escola anterior atendia principalmente o ensino fundamental e médio até o profissionalizante. Logo a estrutura foi dimensionada para atender estes tipos de usuários, não incluindo as crianças menores. Apesar de as

salas não serem adequadas por não terem banheiros dentro delas, são atendidos também alunos em idade de creche.

Encontram-se abaixo registros fotográficos realizados no dia da visita, bem como observações sobre a situação de funcionamento atual do CIEM.

Figura 1 - Sala de aula ensino infantil



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Na Figura 1 observa-se o interior de uma das salas de aula do ensino infantil. A alvenaria é aparente, não possui forro, cobertura metálica, piso de ardósia. Observou-se também que as janelas são basculantes de ferro e protegidas por cortina.

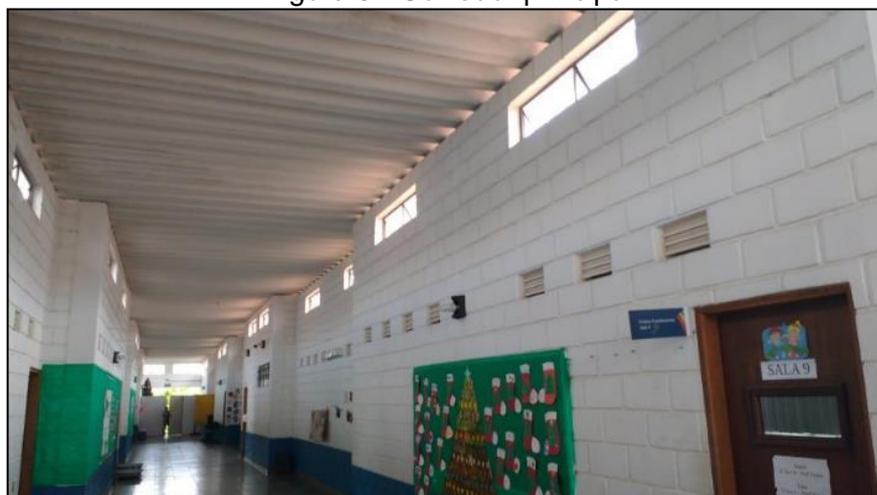
Figura 2 - Bebedouro



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Na Figura 2 pode-se observar o bebedouro, único do corredor das salas de aula. Há pallets com tatame em cima para que as crianças possam alcançar as torneiras.

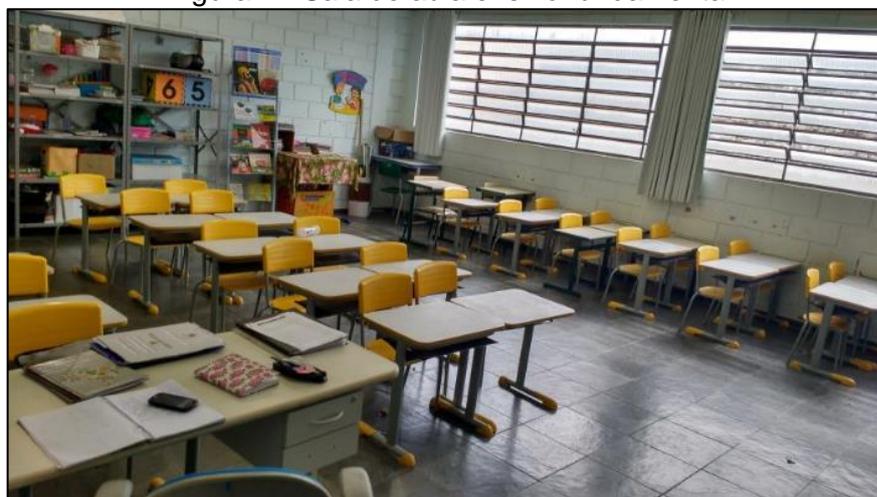
Figura 3 - Corredor principal



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Os corredores são amplos, bem iluminados, porem há muita ventilação (devido às aberturas próximas ao forro), o que gera um fluxo muito grande de vento que muitas vezes arranca os trabalhos escolares fixados nos murais das paredes. Observa-se também que não há fechamento entre a parede e o forro (ausência de calhas e rufos), gerando transtornos em dias de chuva, pois a água entra através dessas aberturas, escorrendo pelas paredes.

Figura 4 - Sala de aula ensino fundamental

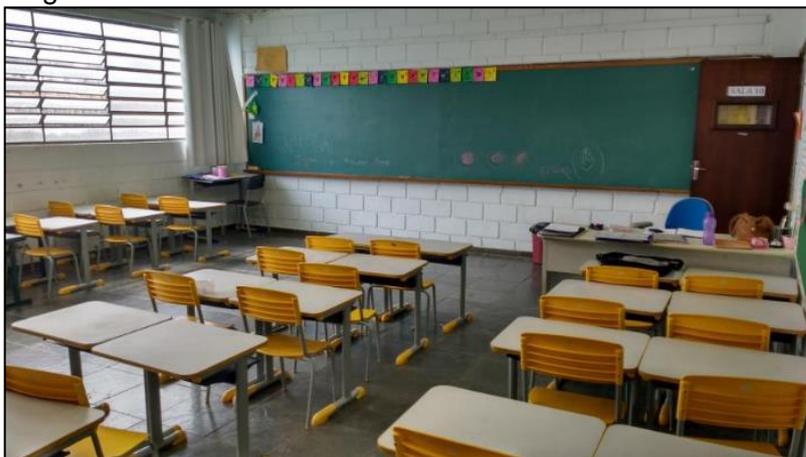


Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

A arquitetura e os acabamentos são do mesmo padrão nas salas do ensino infantil e fundamental. As carteiras seguem o padrão definido pela FDE.

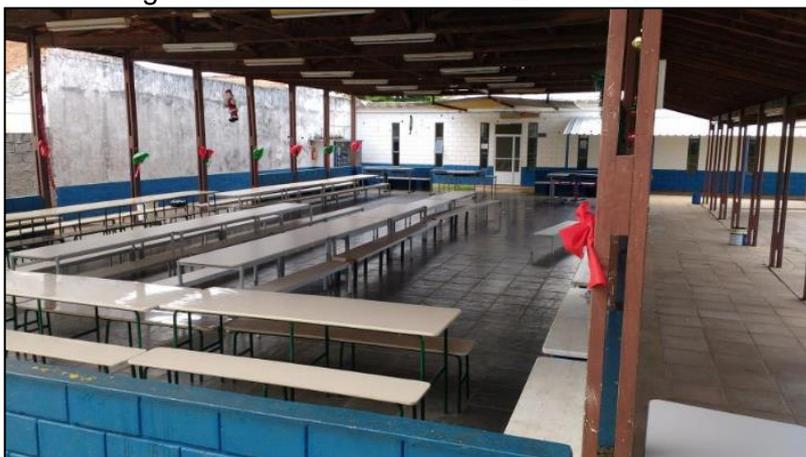
Uma das queixas dos professores e alunos sobre as salas de aula são as janelas. Por serem de aço, há maior rigidez para abrir e fechar. Como as cortinas são muito grossas, bloqueiam a iluminação natural e a ventilação (ou se tem um ambiente muito iluminado, atrapalhando a visibilidade da lousa ou se tem um ambiente abafado).

Figura 5 - Sala de aula ensino fundamental – visão do fundo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 6 – Refeitório com a cozinha ao fundo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O refeitório é amplo, aberto nas laterais e com cobertura de telhas cerâmicas. Por ser um espaço aberto, há grande incidência de pombos, gerando muita sujeira e exposição à agentes prejudiciais à saúde. Em dias de chuva, este ambiente também fica desconfortável aos alunos, pois também entra água.

Figura 7 - Refeitório



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 8 - Área externa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Ao fundo da Figura 8 observa-se o parque infantil e brinquedos de madeira. Em parceria com o Ciretran de Atibaia, foi elaborado um projeto de educação no trânsito. Por isso há dentro da escola ruas pavimentadas, todas sinalizadas com placas, semáforos, faixas para pedestres, para que as crianças aprendam brincando.

Figura 9 - Vista do parque e área externa do ginásio



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 10 - Piscina infantil desativada



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

No CIEM há três piscinas, duas abertas e uma coberta. Uma das piscinas abertas está inativa. Nas outras duas piscinas não foi permitido o acesso.

Figura 11 - Quadra poliesportiva



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 12 - Área interna do ginásio



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O ginásio poliesportivo é coberto (cobertura metálica). O espaço é utilizado também para eventos da escola, como formaturas, festivais, etc.

Figura 13 - Vestiários do ginásio



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Os banheiros e vestiários do ginásio não oferecem acesso à deficientes físicos, há muitas escadas e não há rampas de acesso, de modo que cadeirantes e deficientes tem que usar banheiros fora deste ambiente.

Figura 14 - Centro de formação do professor



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O Centro de Formação da Figura 14 é destinado à profissionalização dos professores, com a formação continuada. Este bloco de construção não oferece acesso à deficientes para o piso superior, mas há rampa de acesso para o pavimento térreo.

Figura 15 - Fachada interna do CAADE



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

A população tem acesso ao CAADE tanto por dentro da escola quanto pela rua, ou seja, os usuários não precisam utilizar a entrada dos alunos para usar o local, o acesso é independente.

Figura 16 - Vista do acesso externo ao CAADE



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 17 - Acesso ao auditório



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O acesso ao auditório mostrado na Figura 17 é somente por uma escada, inviabilizando o ambiente para deficientes físicos.

Figura 18 - Portão principal de acesso dos alunos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 19 - Banheiro masculino



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 20 - Mictórios dos alunos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 21 - Detalhe dos lavatórios dos banheiros



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Os mictórios, bem como os lavatórios não estão em altura acessível às crianças. A grande maioria não lava as mãos nos banheiros e sim no bebedouro do lado externo. Também não há banheiro dos professores, logo os mesmos utilizam os banheiros dos alunos.

Figura 22 - Cozinha do refeitório



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

A cozinha apresentada na Figura 22 é muito pequena para suprir a demanda de toda a escola e funciona em um local onde antes era uma cantina.

Figura 23 - Reservatório de água



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O reservatório de água está em local cercado com grades para evitar acesso dos alunos.

2.2. Localização e implantação da obra

O projeto da nova unidade do CIEM será implantado em um terreno situado na Avenida Industrial Walter Kloth, s/n – Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP. O terreno tem 90 x 200 metros, totalizando uma área de 18.000 metros quadrados.

Segundo a Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Atibaia (PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA, 2015), o terreno localiza-se na Zona Mista 3 (ZM3):

Esta área, caracteriza-se por ser de forte predomínio dos usos não-residenciais, podendo conviver, no limite, com usos residenciais, sem maiores estímulos ao aumento destes, densidade populacional média, forte diversificação dos usos não-residenciais, podendo comportar alguns de características não-poluidoras, porém com grau já elevado de incômodo. (PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA, 2015)

Figura 24 - Localização do terreno escolhido para a implantação do novo CIEM



Fonte: (GOOGLE, 2016).

As restrições de ocupação de solo desse tipo de terreno são as descritas na Tabela 2:

Tabela 2 - Restrições de ocupação do solo do Município de Atibaia

Zonas (11)	Restrições						
	Índices Urbanísticos		Dimensionamento mínimo do lote		Recuos mínimos (m) (1) (10)		
	To (%) (3)	Io (2)	Lote (m ²)	Frente (m)	Frente (6) (19)	Lado(s) (7)	Fundo (5)
ZR1	50	1,10	500,00	15,00	5,00	2,00 (8)	5,00
ZR2 (20)	70	1,45	360,00	12,00	4,00	1,50 (8)	4,00
ZR3 (20)	80	3,00	175,00	7,00	4,00	1,50 (9)	2,00
ZR4 (20)	90	3,50	125,00	5,00	4,00	1,50 (9)	2,00
ZR5 (20)	70	1,45	360,00 2.000,00 (21)	12,00 40,00 (21)	4,00	1,50 (8)	4,00
ZM1 (20)	70	2,80	500,00	10,00	4,00	1,50 (9)	2,00
ZM2 (20)	80	3,30	250,00	10,00	4,00	1,50 (9)	2,00
ZM3 (20)	90	2,90	250,00	10,00	4,00 (18)	1,50 (9)	2,00
EE1 (13) (20)	60	2,50	2.000,00	20,00	6,00	3,00	8,00
EE2 (13) (20)	60	2,20	4.000,00	30,00	6,00	3,00	8,00
EE3 (13) (20)	40	2,00	30.000,00	100,00	20,00	10,00	10,00
ZC1 (14)(15)(16)	80	1,60	250,00	10,00	-	-	-

Fonte: (PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA, 2015, p. 106)

O bairro ao redor do terreno é bastante populoso e a implantação de uma escola do porte de um CIEM contribuirá muito para atender melhor às necessidades dessa comunidade.

2.3. Características da edificação

O projeto da segunda unidade do CIEM terá múltiplos usos e atenderá a diversas necessidades da população, além do funcionamento básico de uma escola. O CIEM atenderá crianças de 0 a 11 anos, alunos com necessidades especiais, além de aulas e eventos esportivos, de formação e outros acontecimentos relacionados à educação.

Por ter múltiplos usos e funções, o projeto foi dividido em vários blocos de forma que funcionem ao mesmo tempo, independentes entre si e com facilidades de acesso. Entretanto, esses blocos se integram formando um conjunto único e funcional.

Para facilitar o acesso a todos os prédios, foi projetada uma via que circunda a escola, permitindo que fosse criado uma área grande de vagas para estacionamento, carga e descarga de suprimentos para a escola e embarque e desembarque dos alunos com segurança.

O projeto arquitetônico completo consta nos Anexos A, B, C, D, E, F e G.

Os blocos da escola são descritos nos tópicos seguintes.

Figura 25 – Vista frontal geral do projeto do CIEM II



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

2.3.1. Complexo administrativo

Este bloco contará com:

- 3 salas de reunião, destinada a professores, funcionários, pais de alunos e comunidade escolar;
- Almoxarifado geral para estocagem de materiais escolares, mobiliário e equipamentos;
- Depósito de materiais de limpeza;
- Enfermaria;
- 2 secretarias para o desenvolvimento de atividades administrativas, guarda e manipulação de documentos escolares;
- Hall de atendimento;
- Conjunto de banheiros masculino, feminino e acessível;
- Copa;
- Sala de direção;
- Sala de vice direção;
- 2 salas de coordenação;
- Sala de professores.

Figura 26 – Fachada externa do complexo administrativo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

2.3.2. Bloco da creche e ensino infantil

Este prédio contará com:

- 4 salas de creche (alunos de 0 a 3 anos), dimensionadas com área de descanso, fraldário e mini copa para preparação das mamadeiras;

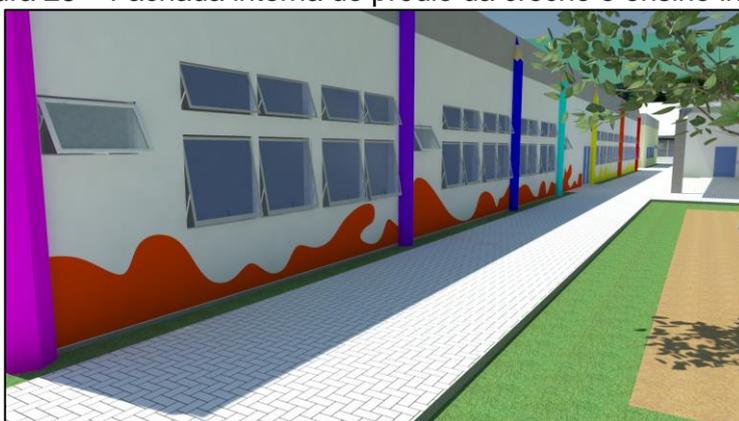
- 4 salas de aula para ensino infantil (alunos de 3 a 5 anos), com banheiro dentro da sala para facilitar monitoramento das crianças pelas professoras;
- 2 salas de aula para alunos de 5 a 6 anos;
- Conjunto de banheiros para alunos;
- Banheiro para funcionários;
- Sala multiuso para brinquedoteca, videoteca e biblioteca infantil.

Figura 27 – Fachada externa do prédio da creche e ensino infantil



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 28 – Fachada interna do prédio da creche e ensino infantil



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

2.3.3. Bloco do ensino fundamental

Este prédio contará com:

- 9 salas de aula para alunos do 1º ao 5º ano do ensino fundamental (6 a 11 anos);
- Conjunto de banheiros femininos para alunos;

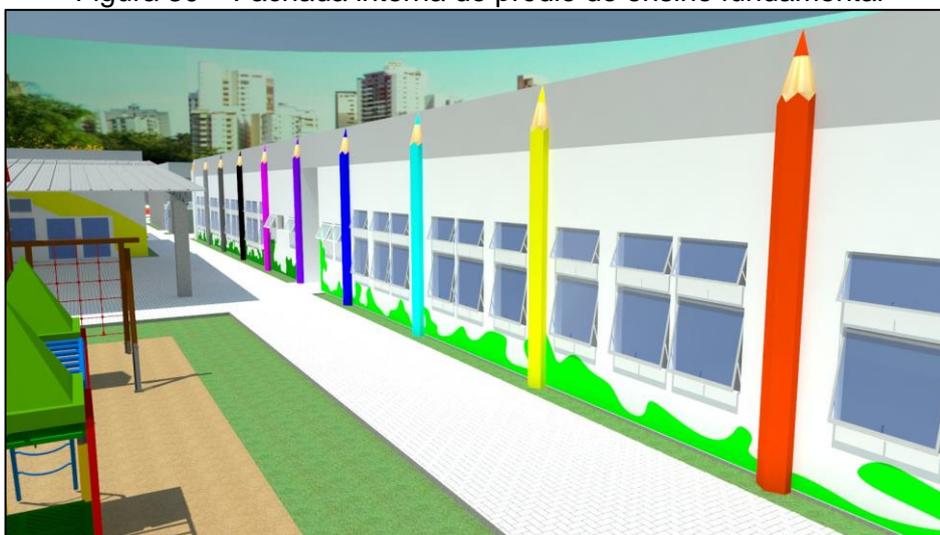
- Conjunto de banheiros masculinos para alunos;
- 2 banheiros acessíveis.

Figura 29 – Fachada externa do prédio do ensino fundamental



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 30 – Fachada interna do prédio do ensino fundamental



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

2.3.4. Biblioteca e laboratório de informática

Anexo ao prédio do ensino fundamental ciclo I, o projeto prevê:

- Biblioteca com ambientes de leitura;
- Laboratório de informática para uso dos alunos.
- Conjunto de banheiro

Figura 31 – Visão frontal do laboratório de informática, conjunto de banheiros e biblioteca



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 32 – Visão do bloco de laboratório de informática, banheiros e biblioteca, com vista para o parque infantil



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

2.3.5. CAADE

O CAADE (Centro de Atendimento e Apoio ao Desenvolvimento Educacional) é um órgão da Prefeitura de Atibaia que oferece assistência multidisciplinar para os estudantes que tenham algum tipo de deficiência, dificuldade de aprendizagem ou distúrbio. A implantação de outra unidade desse órgão é importante para

descentralizar e ampliar os serviços prestados aos alunos portadores de deficiência matriculados na rede municipal.

Este prédio contará com os seguintes ambientes:

- Hall e sala de espera;
- Secretaria para arquivo e manipulação de documentos e atendimento ao público;
- Conjunto de banheiros masculino, feminino e acessível
- Copa;
- 3 salas de avaliação e atendimento (psicologia, psicopedagogia, fonoaudiologia);
- Sala de Arte-terapia;
- 2 Salas de Recursos, ambientes onde se desenvolvem atividades complementares em grupos para pessoas com deficiência.

Figura 33 – Fachada externa do CAADE



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

2.3.6. Cozinha e refeitório

Esta área destinada ao preparo dos alimentos e alimentação dos alunos prevê:

- Refeitório dimensionado para atender 125 alunos por refeição;
- Cozinha que contará com ambientes para preparação de alimentos quentes, alimentos frios e carnes;

- Despensa com ambientes diferentes para estocagem de alimentos secos (biscoitos, cereais, temperos e sacarias em geral, etc.), para verduras e legumes e para carnes e líquidos.

Figura 34 – Fachada da cozinha



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Figura 35 – Vista frontal do refeitório e pátio coberto



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

2.3.7. Áreas de convivência e recreação

Esta área destinada à recreação e interação social dos alunos contará com:

- Pátio coberto;
- Parque infantil com brinquedos de madeira, caixa de areia e outros;

- Área de convivência com jardins, bancos e mesas;
- Conjunto de banheiros masculino, feminino e acessível

2.3.8. Auditório

Este prédio será destinado a eventos e apresentações, tanto do próprio grupo escolar quanto de outros pertinentes à educação, contando com:

- Ambiente com capacidade para 133 assentos, sendo 3 lugares reservados para PNE;
- Palco de 37,33 metros quadrados;
- Sala de equipamentos audiovisuais;
- Mini camarim.

Figura 36 – Fachada externa do auditório



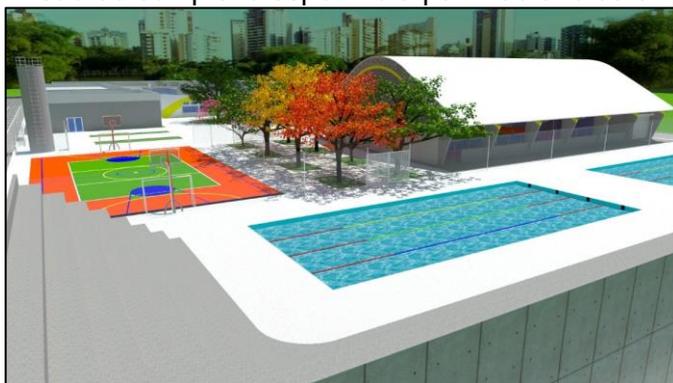
Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

2.3.9. Complexo esportivo

Esta área contará com os seguintes ambientes:

- Quadra poliesportiva de 432,00 metros quadrados descoberta para múltiplos usos, como aulas de educação física e recreação;
- Ginásio poliesportivo coberto de 1024,14 metros quadrados, com vestiários e arquibancada;
- 2 piscinas descobertas aquecidas, sendo uma para uso dos alunos de educação infantil e outra para alunos do ensino fundamental ciclo I, eventos e programas esportivos do município, com arquibancada;
- Bloco de vestiários externo para as piscinas.

Figura 37 – Visão do complexo esportivo a partir do alto da arquibancada



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

2.3.10. Casa de zelador

Imóvel destinado ao morador responsável pela manutenção e monitoramento da escola.

2.4. Acessibilidade

A fim de garantir universalização e facilitação do acesso e uso da edificação a todas as pessoas, inclusive aos portadores de necessidades especiais (PNE), foi necessário observar e atender aos parâmetros e critérios técnicos da NBR 9050:2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) para a elaboração do projeto arquitetônico.

Devido ao terreno escolhido ser amplo e tratar-se de um local de uso público, optou-se por projetar todas as edificações térreas a fim de facilitar a acessibilidade. As larguras de corredores, rampas, calçadas e portas, inclinação de rampas, altura de balcões, rotas de fuga, atendem às dimensões mínimas exigidas pela norma para utilização de PNE.

Há sanitários acessíveis especialmente projetados para PNE em cada uma das edificações, atendendo em quantidade e dimensões o previsto na seção 7 da NBR 9050:2015. Conforme exigido também pela norma, foram reservados ao menos a quantidade mínima de espaços para PNE no auditório (2% do total) e vagas no estacionamento (2% do total), devidamente sinalizados.

As especificações citadas e demais características que atendem as exigências da NBR 9050: 2015 podem ser verificadas no projeto arquitetônico que se encontra nos Anexos A, B, C, D, E, F e G.

2.5. Pavimentação

Para a pavimentação da via interna de circulação de veículos, bem como dos pátios, calçadas e áreas de circulação interna descobertas da escola foi feito um pré-dimensionamento de uma solução possível de ser aplicada tendo como base as instruções de projeto para pavimentação da Prefeitura de São Paulo.

Tanto a via interna de passagem de veículos quanto os pisos dos pátios e demais corredores de circulação descobertos serão pavimentados com blocos intertravados de concreto. Entre as vantagens apresentadas por este tipo de pavimento podem-se citar: a resistência à compressão, abrasão e ação de agentes agressivos característicos do concreto; facilidade do processo construtivo; facilidade de remoção dos blocos e posterior reaproveitamento caso necessário; grande durabilidade das peças de concreto; conforto térmico e economia de energia devido a refletir até 30% mais luz do que outros tipos de pavimentos; não impermeabilização do solo. (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2004; DELTA - ARTEFATOS DE CONCRETO, 2017)

De acordo com a Instrução de Projeto nº 06/2004 da Prefeitura de São Paulo (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2004), definiu-se a via interna de passagem de veículos como sendo uma Via Local e Coletora de tráfego médio devido ao fato de haver trânsito de ônibus escolares diversas vezes durante os dias letivos. Assim, define-se o número “N” de solicitações do eixo simples padrão como sendo 5×10^5 . A Tabela 3 apresenta a classificação das vias para o dimensionamento de pavimentos de blocos intertravados de concreto.

Tabela 3 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MÉDIO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,1 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	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		3×10^6 (1)	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Fonte: (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2004, p. 3)

Tabela 4 – Espessura e resistência dos blocos de revestimento

TRÁFEGO	ESPESSURA REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N \geq 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Fonte: (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2004, p. 8)

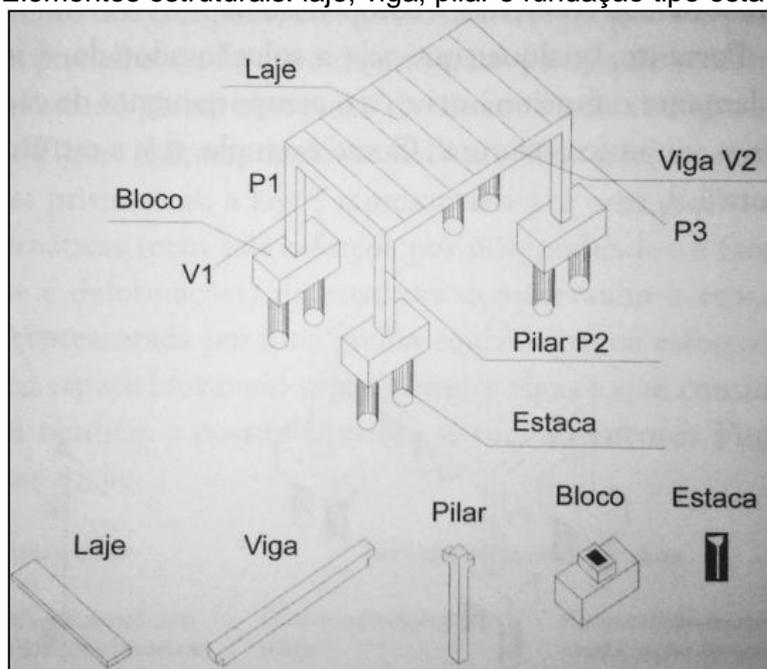
3. PROJETOS COMPLEMENTARES

Neste capítulo serão abordados os temas referentes aos projetos complementares que completam o trabalho de implantação da escola CIEM, tais como: projeto estrutural, hidrossanitário, captação e aproveitamento de águas pluviais e segurança contra incêndios.

3.1. Projeto Estrutural

Sistema estrutural é definido como um conjunto estável de elementos, definido em projeto e construído para agir como um todo, com a função de suporte e de transmissão segura de cargas aplicadas ao solo, respeitando os limites de resistência de seus componentes (CHING, ONOUYE e ZUBERBUHLER, 2009).

Figura 38 - Elementos estruturais: laje, viga, pilar e fundação tipo estaca com bloco



Fonte: (CARVALHO e FIGUEIREDO FILHO, 2014, p. 25)

Segundo (CARVALHO e FIGUEIREDO FILHO, 2014), os elementos estruturais, exemplificados na Figura 38, são peças que têm uma ou duas dimensões preponderantes sobre as demais, que compõem uma estrutura. Os elementos e suas funções são:

- Laje: plana, feita de concreto, suporta seu próprio peso, os revestimentos e cargas acidentais, como água da chuva, pessoas, móveis, etc.;

- Vigas: recebem os esforços da laje e os transmitem, junto com seu peso próprio e o peso de parede, se houver, aos pilares;
- Pilares: recebem todas as cargas e, juntamente com seu peso próprio, as transmitem para as fundações;
- Fundações (blocos e estacas): recebem todas as cargas da edificação e as transmitem ao solo, sustentando a estrutura.

Lajes, vigas e pilares são elementos da chamada superestrutura, enquanto que as fundações são elementos de infraestrutura.

A Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), órgão responsável pela regulamentação e normatização dos projetos e obras de prédios escolares no estado de São Paulo, através de catálogo técnico (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2015), estabelece todos os parâmetros necessários à produção do projeto estrutural de uma escola. Segundo este órgão, a escolha do tipo de fundação e dos demais dados necessários ao projeto estrutural devem ser feitos com base em parecer técnico de sondagem do terreno e do entorno onde será implantada a edificação.

Além disso, a FDE fornece subsídios para os cálculos da estrutura entre os quais: cargas permanentes e acidentais dos ambientes escolares, tamanhos e tipos preferenciais de vãos de laje, características do concreto armado estrutural e alvenarias requeridos, entre outros. (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2015).

3.1.1. Superestrutura

Existem diversos métodos construtivos diferentes que podem ser aplicados na construção da superestrutura de uma edificação, entre eles elementos de concreto armado pré-moldados, elementos pré-fabricados ou ainda moldados *in loco* e alvenaria estrutural. A escolha do melhor método depende da análise de suas características e das peculiaridades do local da obra, com base nas orientações e delimitações das normas específicas de cada um.

A FDE (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2015), porém, orienta que deve-se optar por sistema estrutural independente das paredes e que alvenaria autoportante (alvenaria estrutural) deve ser usada somente em casos especiais.

A NBR 9062 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017) define concreto pré-moldado como sendo um elemento produzido fora do local no qual será definitivamente empregado. O controle de qualidade acerca deste concreto é menos rigoroso, devendo ser inspecionado por pessoal capacitado do próprio construtor ou proprietário.

Figura 39 - Exemplo de uso de elementos de concreto pré-moldado



Fonte: <http://centralpremoldados.com.br/home/2013-01-16-22-35-25/2013-01-16-23-04-23/itemlist/category/82-produtos-principais>. Acesso em: 25 set. 16.

Já o concreto pré-fabricado, que também é definido como sendo um material confeccionado externamente, mas de forma industrial, atende a padrões mais rigorosos de controle de qualidade, sendo avaliado em várias etapas de sua fabricação, além de armazenamento, transporte e utilização final. Para garantir a qualidade deste material, ele deve ser registrado, constando na documentação informações referentes à identificação, data, tipo de concreto e aço empregados e assinaturas de profissionais responsáveis da garantia de qualidade do produto.

Figura 40 - Exemplo de uso de elementos em concreto pré-fabricado



Fonte: <http://www.matpar.com.br/vantagens-dos-pre-fabricados/>. Acesso em: 25 set. 16.

Apesar de serem econômicas do ponto de vista do tempo de construção e redução de resíduos, os sistemas pré-moldados e pré-fabricados costumam ser relativamente mais caros e demandar mão de obra especializada desde o projeto do que a estrutura em concreto moldado *in loco*.

Por este motivo e pelo projeto arquitetônico ser basicamente térreo, optou-se pelo uso do concreto armado moldado *in loco*.

Estruturas de concreto moldadas *in loco* são um tipo de sistema no qual as peças estruturais são concretadas usando-se fôrmas de madeira ou metálicas, unindo todas as peças num conjunto único. Esta interligação entre as peças permite obter uma estrutura mais “esbelta”, o que economiza materiais.

Figura 41 - Exemplo de uso de concreto moldado *in loco* em lajes, vigas e pilares



Fonte: <http://www.ufrgs.br/eso/content/?p=642>. Acesso em: 28 set. 16.

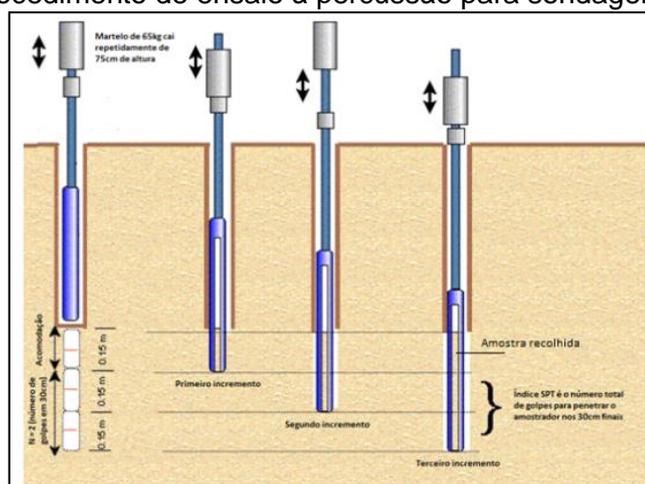
Para o projeto da superestrutura de concreto armado seguiu-se as diretrizes das normas NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – procedimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017) e NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003), além das diretrizes da FDE (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2015).

3.1.2. Fundação

Para determinação do tipo de fundação que melhor atenderá à obra necessita-se do estudo de solo do terreno através da sondagem (SPT) e topografia da área.

(QUARESMA, DÉCOURT, *et al.*, 1998) define sondagem como um procedimento geotécnico de campo, capaz de amostrar o solo e medir sua resistência ao longo da profundidade perfurada, sendo que sua medição é dada pelo número de golpes necessários para cravação dos últimos 30 centímetros de um barrilete amostrador padrão por um peso de 65 kgf (quilograma-força) caindo em queda livre de uma altura de 75 centímetros.

Figura 42 - Procedimento de ensaio à percussão para sondagem do solo (SPT)



Fonte: <https://blogdopetcivil.com/2015/11/16/sondagem-de-solos-ensaio-a-percussao-spt/>. Acesso em: 03 out. 16.

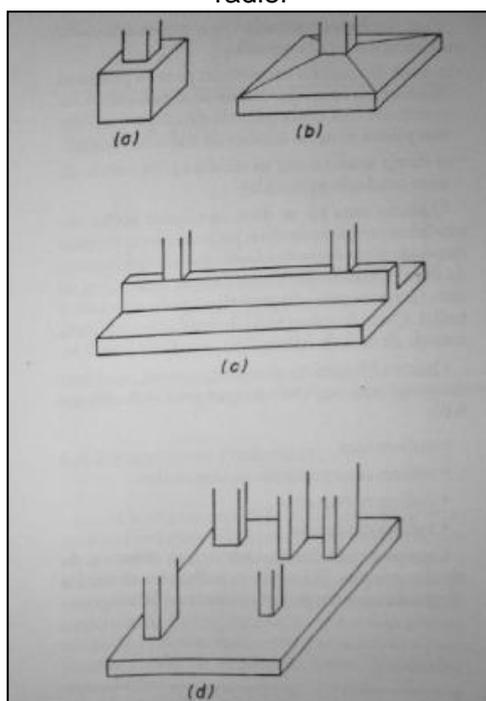
Conforme apresentado em (VELLOSO e LOPES, 1998) as fundações são separadas em dois grandes grupos: fundações superficiais (diretas) e fundações profundas. A distinção entre os dois tipos é feita seguindo a NBR 6122: 2010 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010c) que estabeleceu que as fundações profundas são aquelas cujas bases estão implantadas a mais de duas vezes sua menor dimensão, e a pelo menos três metros de profundidade.

(VELLOSO e LOPES, 1998) define os principais tipos de fundações:

- Superficiais:
 - Bloco: elemento de fundação de concreto simples, dimensionado de maneira que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armadura;
 - Sapata: elemento de fundação de concreto armado, de altura menor que o bloco, utilizando armadura para resistir aos esforços de tração;

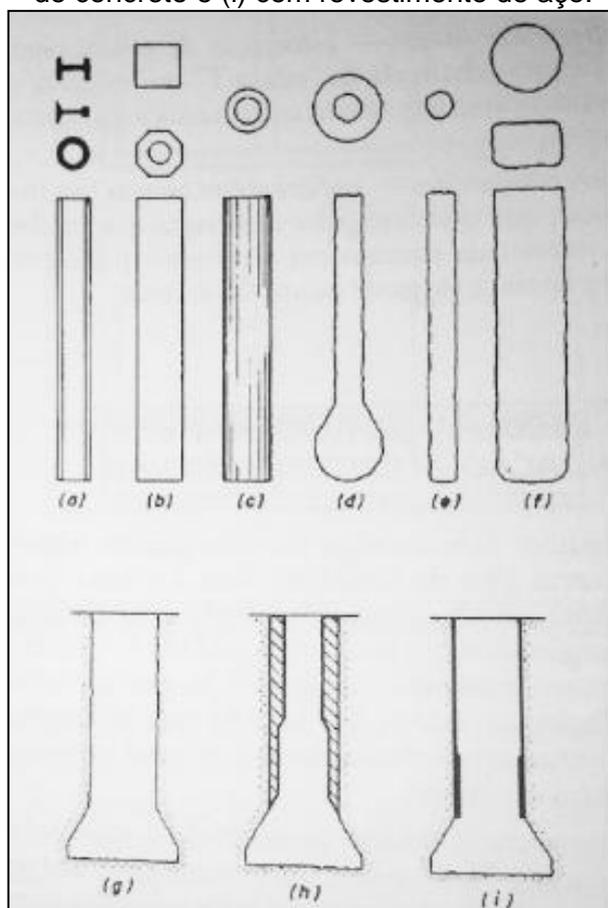
- Viga de fundação: elemento de fundação que recebe pilares alinhados, geralmente de concreto armado;
- Sapatas associadas: elemento de fundação que recebe parte dos pilares da obra, diferenciando-se do radier, e por receber pilares não alinhados também se difere das vigas de fundação;
- Radier: elemento de fundação que recebe todos os pilares da obra;
- Profundas:
 - Estacas: elemento de fundação profunda executado com auxílio de ferramentas ou equipamentos, pode ser por cravação à percussão, prensagem, vibração ou por escavação. Seu diâmetro define sua resistência estrutural e seu comprimento sua resistência do ponto de vista geotécnico;
 - Tubulão: elemento de fundação profunda de forma cilíndrica em que pelo menos na sua fase final, há a descida do operário para escavação manual da sua base;
 - Caixaão: elemento de fundação profunda prismático, concretado na superfície e instalado por escavação interna.

Figura 43 - Principais tipos de fundações superficiais: (a) bloco, (b) sapata, (c) viga e (d) radier



Fonte: (VELLOSO e LOPES, 1998, p. 213).

Figura 44 - Principais tipos de fundações profundas: (a) metálica, (b) pré-moldada de concreto vibrado, (c) pré-moldada de concreto centrifugado, (d) tipo Franki, (d) tipo Strauss, (e) tipo raiz, (f) escavada; tubulões (g) a céu aberto, sem revestimento, (h) com revestimento de concreto e (i) com revestimento de aço.



Fonte: (VELLOSO e LOPES, 1998, p. 213).

3.1.3. Dimensionamento do projeto estrutural

Para a demonstração do dimensionamento de estruturas, foi selecionado o prédio do Ensino Fundamental e dele foram calculadas as lajes de cobertura, duas vigas de cobertura, um pilar, duas vigas baldrame e um bloco de fundação. O projeto estrutural completo, com os cálculos, detalhamentos, plantas de fôrmas vigas e a de locação dos blocos de fundação encontra-se nos Anexos H, I, J, K e L.

Para a cobertura foi utilizado laje exposta com inclinação de 1%, em duas águas e aplicação de manta líquida impermeabilizante acrílica, moldada *in loco* após a regularização. Esse tipo de manta apresenta ótimas características em elasticidade, flexibilidade e aderência, tendo grande durabilidade e alta resistência a intempéries (VEDACIT).

Em sua estrutura, optou-se pela laje tipo treliça pré-moldada com enchimento em EPS, que é um elemento mais leve do que a lajota cerâmica tradicionalmente usada, diminuindo as reações na estrutura como um todo, além de ser um excelente isolante térmico e oferecer baixa absorção à água que favorece estabilidade da relação água-cimento na concretagem (PINI).

A Figura 45 demonstra a instalação do tipo de laje citado.

Figura 45 – Instalação de laje treliçada pré-moldada com enchimento em EPS



Fonte: (ARCELORMITTAL, p. 15).

Nos cálculos da superestrutura, definiu-se que as vigas de cobertura terão seção retangular de 20x40cm (vigas externas) e 15x45cm (vigas internas), os pilares terão seção retangular de 30x30cm (pilares externos) e 15x40 (pilares internos), conforme projeto estrutural. Definiu-se também que o concreto utilizado terá resistência de 25 MPa e o aço será do tipo CA 50.

Para a infraestrutura, definiu-se as vigas-baldrame com seção retangular de 20x40cm e bloco selecionado para demonstração (bloco 9) para uma estaca tipo hélice-contínua, com 7 metros de comprimento e 25 cm de diâmetro. Essa definição se deu com base na sondagem de solo de um terreno com as mesmas características, tendo sido feita uma estimativa de cálculo para o terreno deste projeto e a carga admissível da estaca.

A escolha da aplicação da estaca tipo hélice-contínua se deu por esta ser indicada para terrenos em áreas densamente ocupadas, já que a tecnologia permite a perfuração de solos com ruído e vibração extremamente baixos. Outra vantagem

desse tipo de fundação é a rápida execução, elevando a produtividade nessa etapa da obra, além da alta capacidade de carga que as estacas suportam. Esse tipo de solução também é indicado para solos com baixa resistência nos primeiros níveis. (GIRIBOLA, 2015)

3.2. Projeto de Instalações de Gás

Para atendimento, com segurança, da demanda de uma grande escola, faz-se necessário o correto dimensionamento e instalação do sistema de abastecimento de gás.

Existem dois tipos de gás utilizados atualmente no Brasil, o gás natural (GN) e o gás liquefeito de petróleo (GLP). Definiu-se que será utilizado no projeto do CIEM, o GLP por ser o tipo de gás mais disponível na região e com facilidade de instalações.

3.2.1. Gás natural (GN)

Gás natural como uma mistura de hidrocarbonetos leves que, à temperatura e pressão atmosféricas ambientes, permanece no estado gasoso. Na natureza, ele é originalmente encontrado em acumulações de rochas porosas no subsolo (terrestre ou marinho). Frequentemente, encontra-se associado ao petróleo. Para todos os efeitos, denominam-se gás natural as misturas de hidrocarbonetos gasosos com predominância de moléculas de metano (CH₄) (DOS SANTOS, FAGÁ, *et al.*, 2007).

O GN apresenta-se em grande desenvolvimento, com o crescimento das reservas no país e com os investimentos em infraestrutura, sendo assim, uma alternativa viável e de fácil operação, oferecendo um custo de geração mais baixo do que os outros combustíveis. A sua queima é limpa, não gerando cinzas ou detritos poluentes e apresenta uma menor contribuição de emissões de gás carbônico (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2010)

A distribuição é a etapa final do sistema, quando o gás chega ao consumidor, que pode ser residencial, comercial, industrial (como matéria-prima, combustível ou redutor siderúrgico), automotivo, ou as termelétricas (geração de energia). Nessa fase, o gás já deve atender a padrões rígidos de especificação e estar praticamente isento de contaminantes, para não causar problemas aos equipamentos nos quais será utilizado como combustível ou matéria-prima. Assim como no transporte, o GN pode ser distribuído via dutos, ou na forma comprimida e liquefeita (COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO, 2011).

Os gasodutos, que transportam o gás desde a fonte produtora até as centrais de distribuição, são construídos dentro das normas internacionais mais rigorosas. Em alguns casos, como nas travessias de zonas urbanas, as medidas de segurança são redobradas. Os dutos são construídos com chapas de aço que recebem vários tratamentos contra corrosão e passam por inspeções frequentes por meio de modernos equipamentos e monitoramento à distância. (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2009)

Entre os dispositivos de segurança estão válvulas de bloqueio, instaladas em vários intervalos das tubulações para impedir a passagem do produto em caso de anormalidades, preservando as condições naturais das áreas marginais. No caso desse tipo de gás não há forma de armazenamento, diferentemente do gás GLP. Todos os procedimentos de instalação do gás natural em edifícios escolares devem cumprir as devidas normas técnicas de instalação de gás e devem ser feitos por profissionais qualificados. (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2009)

Segundo a NBR 13933 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997b), uma instalação de GN é composta por:

- Abrigo de entrada: construída em alvenaria, coberta, e com aberturas com área definida por norma, com o intuito de mantê-la ventilada. No interior do abrigo localiza-se o medidor de consumo e o regulador de pressão;
- Tubulação: aparente, na cor amarela, protegida de choques mecânicos. Se estiverem próximos de conduítes, manter afastamento mínimo de 0,30m e 2m de para-raios;
- Registro no ponto de consumo.

As tubulações não podem ser instaladas no interior de dutos, reservatórios de água, poços de elevador, dormitórios, lugares não ventilados (exceto quando são utilizados tubos-luva), etc. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997b).

3.2.2. Gás liquefeito de petróleo (GLP)

A (COPAGAZ, 2005) define Gás Liquefeito de Petróleo, também popularmente chamado Gás de cozinha, como “uma mistura gasosa de hidrocarbonetos (butano e

propano) obtido do gás natural das reservas do solo, ou do processo de refino cru nas refinarias”.

O GLP é acondicionado dentro de cilindros em estado líquido. O cilindro quando cheio, contém em seu interior 85% de GLP em estado líquido e 15% em estado de vapor. O GLP em estado líquido começa a se transformar em vapor a medida que os aparelhos a gás são utilizados (COPAGAZ, 2005).

Uma característica marcante do GLP é não possuir cor nem cheiro próprio. No entanto, por motivo de segurança, uma substância do grupo Mercaptan é adicionada ao GLP ainda nas refinarias. Ela produz o cheiro característico quando há um vazamento de gás. O GLP não é uma substância tóxica, porém se inalado em grande quantidade, produz efeito anestésico (COPAGAZ, 2005).

Figura 46 - Tipos de botijões de GLP



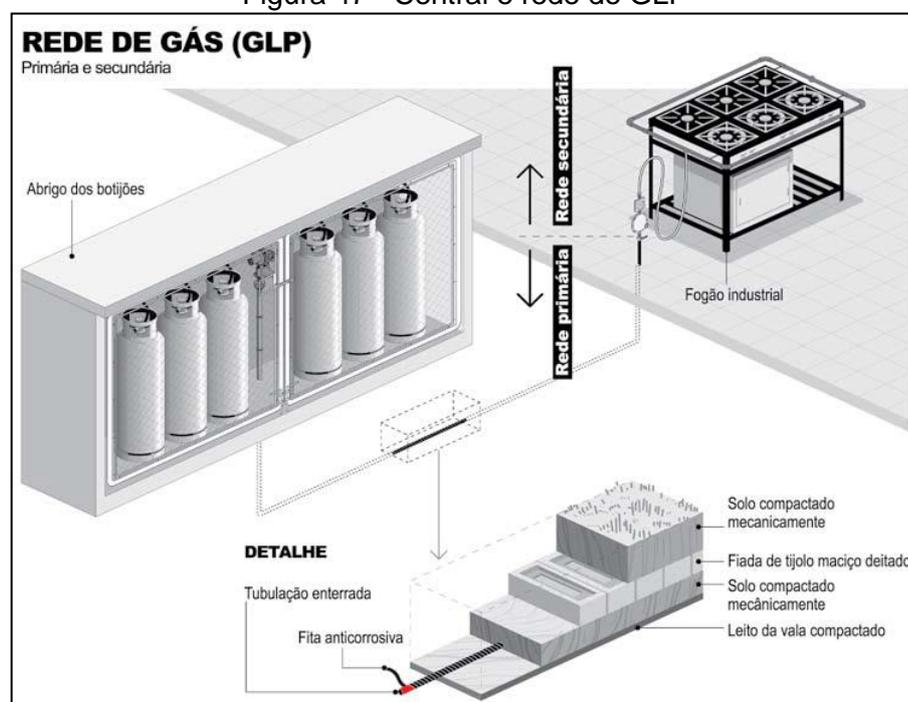
Fonte: <http://www.transoliveira.com.br/gas/produto/botijao-p45-45-kg/>. Acesso em 26 set. 16.

Conforme apresentado na Figura 46, o GLP, diferentemente do Gás Natural, pode ser armazenado, tanto em recipientes trocáveis ou abastecidos no local, dependendo da demanda de gás e do tamanho da edificação. O tamanho dos botijões também varia, como P2, P5, P13, P20 e P45.

De acordo com o catálogo da FDE (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2009) para instalações de Gás Liquefeito de Petróleo, no caso de escolas, pode ser utilizado o cilindro P45.

Além disso, a FDE (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2009) recomenda entre outras coisas, por exemplo, que o abrigo deve estar no exterior da edificação, ventilado, sem contato com água e com equipamentos de proteção contra incêndio próximos do local. Pode ser feito em alvenaria, com cobertura de laje, protegido com tela e com placas de sinalização. Tais recomendações obedecem às normas referentes às centrais prediais de gás (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Figura 47 - Central e rede de GLP



Fonte: (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2009)

3.2.3. Dimensionamento das Instalações de Gás

O projeto da tubulação de gás GLP para atender a cozinha do CIEM foi realizado dentro das normativas vigentes:

- NBR13523: Central de gás liquefeito de petróleo – GLP
- NBR15526: Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais — Projeto e execução

O projeto de instalações de gás e o projeto isométrico da tubulação de gás encontram-se nos Anexos M e N, respectivamente.

3.2.3.1. Tubulação

Quando a distância entre o fogão e os recipientes for maior que 1,25 m utiliza-se tubo de cobre. Dessa forma, o material utilizado para as tubulações do presente projeto será de cobre Classe E.

Potência de cada aparelho a gás:

Forno industrial (8 bocas) – 56.921,75 kcal/h

Chapa – 15.907,14 kcal/h

Cálculo da potência adotada:

$$A = \frac{F \times C}{100}$$

Onde:

A = Potência adotada (kcal/h)

F = Fator de simultaneidade

C = Potência computada (kcal/h)

O fator de simultaneidade não se aplica ao dimensionamento de uma unidade domiciliar, ao dimensionamento de comércio, ao dimensionamento de caldeiras e outros aparelhos de gás de grande consumo, podendo ser através das seguintes equações:

$C < 21000$ kcal/h utilizar $F=100$;

$$21000 \text{ kcal/h} \leq C < 576720 \text{ kcal/h, utilizar } F = \frac{100}{\left[1 + 0,001 \left(\frac{C}{60} - 349\right)^{0,8712}\right]}$$

$$576720 \text{ kcal/h} \leq C < 1200000 \text{ kcal/h, utilizar } F = \frac{100}{\left[1 + 0,4705 \left(\frac{C}{60} - 1055\right)^{0,19931}\right]}$$

$C > 1200000$ kcal/h, utilizar $F=100$

$$\text{Trecho AB: } A = \frac{100 \times 80722,3}{100} = 80722,3 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Trecho BC: } A = \frac{100 \times 16061,9}{100} = 16061,9 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Trecho CD: } A = \frac{100 \times 64660,4}{100} = 64660,4 \text{ kcal/h}$$

Cálculo das vazões em cada trecho:

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

Onde:

Q = Vazão de gás (m³/h)

A = Potência adotada (kcal/h)

PCI = Poder calorífico inferior (kcal/m³)

Para fins de aplicação da norma, considera-se o PCI (poder calorífico inferior do GLP), portanto PCI: 24000 kcal/m³

$$\text{Trecho AB: } Q = \frac{80722,3}{24000} = 3,36 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Trecho BC: } Q = \frac{16061,9}{24000} = 0,669 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Trecho CD: } Q = \frac{64660,4}{24000} = 2,694 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cálculo do comprimento total de cada trecho:

Perdas de Carga Equivalentes

Cotovelo 90° = 1,2 m

Tê bilateral = 2,4 m

Trecho AB: 2 cotovelos + 1 Tê = 1,2 m + 1,2 m + 2,4 m = 4,8 m

Trecho BC: 2 cotovelos = 2 x 1,2 m = 2,4 m

Trecho CD: 2 cotovelos = 2 x 1,2 m = 2,4 m

Comprimento Total:

$$\text{Comprimento total} = \text{Real} + \text{Equivalente}$$

Trecho AB: 9,17 + 4,8 = 13,97 m

Trecho BC: 2,4 + 2,4 = 4,8 m

Trecho CD: 3,25 + 2,4 = 5,65 m

Perda de carga H:

Para pressões até 7,5 kPa

Utilizando-se $D = 14 \text{ mm}$

$$H = 2273 \times S \times L \times \left(\frac{Q^{1,82}}{D^{4,82}} \right)$$

Varição da pressão nos trechos horizontais:

$$\Delta P = 1,318 \cdot 10^{-2} \times H \times (S - 1)$$

Sendo $H =$ altura

Verificação da pressão:

$$PB = PA - H \pm \Delta P$$

Fazendo isso para os seguintes trechos obteve-se os resultados apresentados na Tabela 5:

Tabela 5 – Verificação da pressão em cada trecho

Trecho	Perda de carga (kPa)	Varição de Pressão (kPa)	Descendente ou ascendente	Pressão final (kPa)	Verificação da pressão
AB	0,23054	0,02499	descendente	2,594	OK!
BC	0,00419	0,01582	ascendente	2,574	OK!
BD	0,06226	0,01582	ascendente	2,496	OK!

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Velocidade

$$V = 554 \times Q \times (P + 1,033)^{-1} \times D^{-2}$$

Velocidade máxima: 20 m/s

Calculou-se as velocidades para cada trecho, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 6:

Tabela 6 – Cálculo da velocidade em cada trecho

Trecho	Velocidade (m/s)	Verificação da velocidade
AB	2,599	OK!
BC	0,517	OK!
BD	2,084	OK!

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

3.2.3.2. Abrigo

Os recipientes de GLP situam-se fora da edificação, em local ventilado, obedecendo aos afastamentos mínimos prescritos na NBR 13523:2008, conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Afastamentos de segurança, em metros.

Capacidade individual do recipiente m ³	Divisa de propriedades edificáveis / edificações d, f, g, h		Entre recipientes	Aberturas abaixo da descarga da válvula de segurança		Fontes de ignição e outras aberturas (portas e janelas) j		Produtos tóxicos, perigosos, inflamáveis e chama aberta i	Materiais combustíveis
	Superfície a, c, e	Enterrados /Aterrados b		Abastecidos no local	Destrocáveis	Abastecidos no local	Destrocáveis		
Até 0,5	0	3	0	1	1	3	1,5	6	3
> 0,5 a 2	1,5	3	0	1,5	-	3	-	6	3
> 2 a 5,5	3	3	1	1,5	-	3	-	6	3
> 5,5 a 8	7,5	3	1	1,5	-	3	-	6	3
> 8 a 120	15	15	1,5	1,5	-	3	-	6	3
> 120	22,5	15	¼ da soma dos diâmetros adjacentes	1,5	-	3	-	6	3

^a Nos recipientes de superfície, as distâncias apresentadas são medidas a partir da superfície externa do recipiente mais próximo. A válvula de segurança dos recipientes estacionários deve estar fora das projeções da edificação, tais como telhados, balcões, marquises.

^b A distância para os recipientes enterrados/aterrados deve ser medida a partir da válvula de segurança, enchimento e indicador de nível máximo. Caso o recipiente esteja insulado em caixa de alvenaria esta distância pode ser reduzida pela metade, respeitando um mínimo de 1,0 m do costado de recipiente para divisa de propriedades edificáveis/edificações.

^c As distâncias de afastamento das edificação não devem considerar projeções de complementos ou partes destas, tais como telhados, balcões, marquises.

^d Em uma instalação, se a capacidade total com recipientes até 0,5 m³ for menor ou igual a 2 m³, a distância mínima continuará sendo de 0 metros; se for maior que 2 m³, considerar:

- no mínimo 1,5 m para capacidade total > 2 m³ até 3,5 m³;
- no mínimo 3 m para capacidade total > 3,5 m³ até 5,5 m³;
- no mínimo 7,5 m para capacidade total > 5,5 m³ até 8 m³;
- no mínimo 15 m para capacidade total acima de 8 m³.

Caso o local destinado à instalação da central que utilize recipientes de até 0,5 m³ não permita os afastamentos acima, a central pode ser subdividida com a utilização de paredes divisórias resistentes ao fogo com TRF mínimo de 2 h de acordo com ABNT NBR 10636, com comprimento e altura de dimensões superiores ao recipiente. Neste caso, deve se adotar o afastamento mínimo referente à capacidade total de cada subdivisão.

Para recipientes até 0,5 m³, abastecidos no local, a capacidade conjunta total da central é limitada em até 10 m³.

^e No caso de existência de duas ou mais centrais de GLP com recipientes de até 0,5 m³, estas devem distar entre si em no mínimo 7,5 m se a capacidade total exceder ao limite das faixas de capacidade volumétrica da tabela 1, obedecendo para esta soma os respectivos afastamentos de segurança.

^f Para recipientes acima de 0,5 m³, o número máximo de recipientes deve ser igual a 6. Se mais que uma instalação como esta for feita ela deve distar pelo menos 7,5 m da outra.

^g A distância de recipientes de superfície de capacidade individual de até 5,5 m³, para edificações/divisa de propriedade, pode ser reduzida à metade, desde que sejam instalados no máximo três recipientes. Este recipiente ou conjunto de recipientes deve estar distante de pelo menos 7,5 m de qualquer outro recipiente com capacidade individual maior que 0,5 m³.

^h Os recipientes de GLP não podem ser instalados dentro de bacias de contenção de outros combustíveis.

ⁱ No caso de depósitos de oxigênio e hidrogênio, os afastamentos devem ser conforme as Tabelas 2 e 3, respectivamente.

^j Para recipientes transportáveis contidos em abrigos com no mínimo paredes laterais e cobertura, a distância pode ser reduzida à metade.

Fonte: NBR 13523:2008.

3.2.3.3. Extinção de incêndio

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) se enquadra na Classe B dos incêndios. Então o combate ao incêndio será feito com pó químico lançado com extintor com pressão injetável.

3.2.3.4. Teste de estanqueidade

O teste de estanqueidade é muito importante para verificar se a tubulação está estanque e não possui nenhum problema de vedação, suportando a pressão necessária para o bom funcionamento. A ocorrência de vazamentos pode ser muito prejudicial porque podem causar danos graves como contaminações nos fluidos, explosões e incêndios (TANK TEST - TESTES DE ESTANQUEIDADE).

O teste de estanqueidade é válido por doze meses, sendo que após esse período, é preciso solicitar uma nova verificação para conferir se as tubulações continuam estanques e se não aconteceu algum problema durante as manutenções, o material utilizado e como foram feitas (TANK TEST - TESTES DE ESTANQUEIDADE).

O teste é dividido em duas etapas, cada qual com características próprias e passos a serem seguidos, conforme descrito em (QUALY TESTE, 2017) e apresentado a seguir.

Na realização da primeira etapa do ensaio, devem ser observadas as seguintes atividades:

- a) todas as válvulas dentro da área de prova devem ser ensaiadas na posição aberta, colocando nas extremidades livres em comunicação com a atmosfera um bujão para terminais com rosca ou um flange cego para terminais não roscados;
- b) deve ser considerado um tempo adicional de 15 minutos para estabilizar a pressão do sistema em função da temperatura e pressão atmosférica, ou de eventuais bolsas de ar na tubulação;
- c) a pressão deve ser aumentada gradativamente em intervalos não superiores a 10 % da pressão de ensaio, dando tempo necessário para sua estabilização;
- d) a fonte de pressão deve ser separada da tubulação, logo após a pressão na tubulação atingir o valor de ensaio;
- e) a pressão deve ser verificada durante todo o período de ensaio;

- f) caso seja observada uma diminuição de pressão de ensaio, o vazamento deve ser localizado e reparado. Neste caso a primeira etapa do ensaio deve ser repetida;
- g) uma vez finalizada a primeira etapa do ensaio, deve-se fazer uma exaustiva limpeza interior da tubulação através de jatos de ar comprimido ou gás inerte, por toda a rede de distribuição interna.

Esse processo de verificação é então repetido quantas vezes forem necessárias até que o ar ou gás de saída esteja livre de óxidos e partículas. Após a realização desses procedimentos, inicia-se a segunda etapa do ensaio, que consiste na realização das seguintes atividades:

- a) os reguladores de pressão e as válvulas de alívio ou de bloqueio devem ser instalados, mantendo as válvulas de bloqueio na posição aberta e as extremidades livres em comunicação com a atmosfera fechadas;
- b) pressurizar toda a rede com a pressão de operação;
- c) a fonte de pressão deve ser separada da tubulação, logo após a pressão na tubulação atingir o valor de ensaio;
- d) ao final do período de ensaio, se for observada uma diminuição de pressão de ensaio, o vazamento deve ser localizado e reparado. Neste caso a segunda etapa do ensaio deve ser repetida.

3.3. Projeto de Instalações Prediais de Água Fria

As instalações de água fria devem ser projetadas e construídas de modo a garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas para que:

- O sistema de tubulações e peças de utilização (chuveiro, torneiras, etc.) funcionem perfeitamente;
- Preservar rigorosamente a qualidade da água do sistema de abastecimento;
- Garantir o máximo de conforto aos usuários, incluindo a redução dos níveis de ruído nas tubulações.

O memorial de cálculo e o projeto de instalações prediais de água fria para o CIEM II, encontram-se nos Anexos O, P e Q. Os mesmos foram realizados dentro das normativas vigentes:

- ABNT NBR 5626 - 1998: Instalação predial de água fria;
- ABNT NBR 5648 - 1999: Sistemas prediais de água fria - Tubos e conexões de PVC 6,3, PN 750 kPa, com junta soldável - Requisitos;
- ABNT NBR 15884 - 2010: Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Policloreto de Vinila Clorado (CPVC)

Para o prédio do Ensino Fundamental, o número de peças de utilização (bebedouros, lavatórios, bacias sanitárias e mictórios) foi calculado de acordo com os dados da Tabela 8.

Tabela 8 – Instalações mínimas

<i>Tipo de Edifício ou de Ocupação</i>	<i>Bacias Sanitárias</i>		<i>Mictórios</i>	<i>Lavatórios</i>		<i>Banheiras ou Chuveiros</i>	<i>Bebedouros**</i>
Residência ou apartamento***	1 para cada residência ou apart. + 1 para serviço			1 para cada residência		1 para cada residência ou apart. + 1 ch. para serviço	—
Escolas primárias	Meninos : 1 para cada 100 Meninas : 1 para cada 35		1 para cada 30 meninos	1 para cada 60 pessoas		—	1 para cada 75 pessoas
Escolas secundárias	Meninos : 1 para cada 100 Meninas : 1 para cada 45		1 para cada 30 meninos	1 para cada 100 pessoas		1 para cada 20 alunos (caso haja educação física)	
Edifícios públicos ou de escritórios	Número de pessoas	Número de aparelhos	Quando há mictórios, instalar 1 WC a menos para cada mictório, contanto que o número de WC não seja reduzido a menos de 2/3 do especificado	Número de pessoas	Número de aparelhos		1 para cada 75 pessoas
	1-15	1		1-15	1		
	16-35	2		16-35	2		
	36-55	3		36-60	3		
	56-80	4		61-90	4		
	81-110	5		91-125	5		
	111-150	6		acima de 125, adicionar 1 aparelho para cada 45 pessoas			
	acima de 150, adicionar 1 aparelho para cada 40 pessoas						

Fonte: (CREDER, 2006, p. 15)

O dimensionamento das instalações prediais de água fria envolve basicamente duas etapas: dimensionamento dos reservatórios e dimensionamento das tubulações.

3.3.1. Reservatório

O reservatório tem como finalidade o armazenamento e regulação da pressão da água. Nenhum edifício poderá ser abastecido diretamente pela rede pública.

Tabela 9 - Estimativa de consumo médio diário

Alojamentos provisórios	80	<i>per capita</i>
Ambulatórios	25	<i>per capita</i>
Apartamento de padrão médio	250	<i>per capita</i>
Apartamentos de padrão luxo	300	<i>per capita</i>
Cavalaria	100	por cavalo
Cinemas e teatros	2	por lugar
Creches	50	<i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	80	<i>per capita</i>
Escolas – externatos	50	<i>per capita</i>
Escolas – internatos	150	<i>per capita</i>
Escolas – semi-internatos	100	<i>per capita</i>
Escritórios	50	<i>per capita</i>
Garagens e postos de serviço	150	por automóvel
Garagens e postos de serviço	200	por caminhão
Hotéis (sem cozinha e sem lavanderia)	120	por hóspede
Hotéis (com cozinha e com lavanderia)	250	por hóspede
Hospitais	250	por leito
Indústrias – uso pessoal	80	por operário
Indústrias – com restaurante	100	por operário
Jardins (rega)	1,5	por m ²
Lavanderias	30	por kg de roupa seca
Matadouros – animais de grande porte	300	por animal abatido
Matadouros – animais de pequeno porte	150	por animal abatido
Mercados	5	por m ² de área
Oficinas de costura	50	<i>per capita</i>
Orfanatos, asilos, berçários	150	<i>per capita</i>
Postos de serviços para automóveis	150	por veículo
Piscinas – lâmina de água	2,5	cm por dia
Quartéis	150	<i>per capita</i>
Residência popular	150	<i>per capita</i>
Residência de padrão médio	250	<i>per capita</i>
Residência de padrão luxo	300	<i>per capita</i>
Restaurante e similares	25	por refeição
Templos	2	por lugar

Fonte: (BOTELHO e RIBEIRO JÚNIOR, 2014, p. 56).

A Tabela 9 foi utilizada como base para cálculo do consumo diário da escola. Para o cálculo do Auditório, utilizou-se o valor de “Cinemas e Teatros” que está na tabela. O prédio Administrativo foi calculado utilizando “Escritório”, também situado na tabela. Os demais dados foram tirados do projeto.

Tabela 10 – Dimensionamento do volume de consumo diário

CONSUMO DIÁRIO							
	Salas	Média de alunos	Total de Alunos por Período	Funcionários por sala	Total por período	Consumo diário [L/dia* pessoa]	Consumo diário total [L/dia]
CRECHE	4	16	64	2	72	150	10800
INFANTIL	6	20	120	1	126	50	6300
FUNDAMENTAL	9	30	270	1	279	50	13950
CAADE	6	2	12	1	18	50	900
ADMINISTRATIVO					50	50	2500
AUDITÓRIO					133	2	266
CASA CASEIRO					2	150	300
TOTAL							35016

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

$$\text{Consumo diário} = P \times C$$

Considerando que:

P = total de pessoas por período;

C = consumo diário

Foi considerado que o jardim será regado com água de aproveitamento pluvial e a piscina será abastecida pelo sistema direto da rede de abastecimento público.

Com base no valor calculado de 35.016 litros de consumo diário, começou-se a dimensionar o reservatório, alimentador predial, tubulação de limpeza, hidrômetro e recalque:

Tabela 11 – Dimensionamento do volume do Reservatório

Consumo Diário [L/dia]	35016
Reserva de 24 horas [L]	35016
Área Construída [m ²]	6126,6
Reserva técnica de incêndio [L]	PISCINA
Reservatório [L]	35016

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 12 – Dimensionamento do alimentador predial

Consumo Diário [L/dia]	35016
1 Dia [s]	86400
Vazão Mínima [m ³ /s]	0,0004053
Diâmetro [mm]	29,3262025
Velocidade [m/s]	0,6

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

$$Vazão\ Mínima = \left(\frac{CD}{86400} \right) / 1000$$

$$\phi = \left(\sqrt{\frac{4 * Q_{mín}}{\pi * V}} \right)$$

Onde:

CD = Consumo diário (L/dia);

V = Velocidade (m/s);

Q_{mín} = Vazão mínima (m³/s);

Para o alimentador predial o diâmetro escolhido foi DN 40 (DI=35,2 mm).

Tabela 13 - Dimensionamento da tubulação de Recalque

Consumo Diário [L/dia]	35016
1 Dia [s] de funcionamento da bomba	18000
Vazão Mínima [m ³ /s]	0,0019453
X	0,2083333
Diâmetro [mm]	38,74

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Como dado prático, considera-se que a carga horária de funcionamento da bomba é de 20% do dia, o que faz com que ela funcione 5h por dia para recalcar o consumo diário.

$$Qr = \left(\frac{CD}{1\ dia(bomba)} \right) / 1000$$

$$X = \frac{n^{\circ}\ horas}{horas\ do\ dia}$$

$$\phi = 1,3 * \sqrt{Qr} * \sqrt[4]{X}$$

Onde:

Q_r = Vazão mínima de recalque (m³/s);

CD = Consumo diário (L/dia);

Φ = Diâmetro (mm);

Para o recalque o diâmetro escolhido foi DN 50 (DI = 44,0 mm).

Tabela 14 - Dimensionamento da Tubulação de Limpeza

Área Seção Tubo [m ²]	0,001462901
Área Reservatório [m ²]	3,91
Altura Nível D'Água [m]	13,20
Tempo Esvaziamento [h]	2
Diâmetro [mm]	43,16

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

$$S = \frac{A * \sqrt{h}}{4850 * t} = \frac{\pi * \phi^2}{4}$$

Onde:

S = Área da seção do tubo (m²);

A = Área da base do reservatório (m²);

h = Altura do nível da água (m);

t = tempo em horas para esvaziar a caixa (2 horas);

ϕ = Diâmetro (mm);

Para a tubulação de limpeza o diâmetro escolhido foi DN 50 (DI = 44,0 mm)

Tabela 15 - Dimensionamento do Hidrômetro

Ramal predial diâmetro D [mm]	40
Consumo provável [m ³ /dia]	35
Vazão característica [m ³ /hora]	10
Cavalete diâmetro D [mm]	32
Abrigo dimensões: altura, largura e profundidade [m]	2,00 x 0,90 x 0,40

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 16 - Tabela de ramais prediais, hidrômetros e abrigos

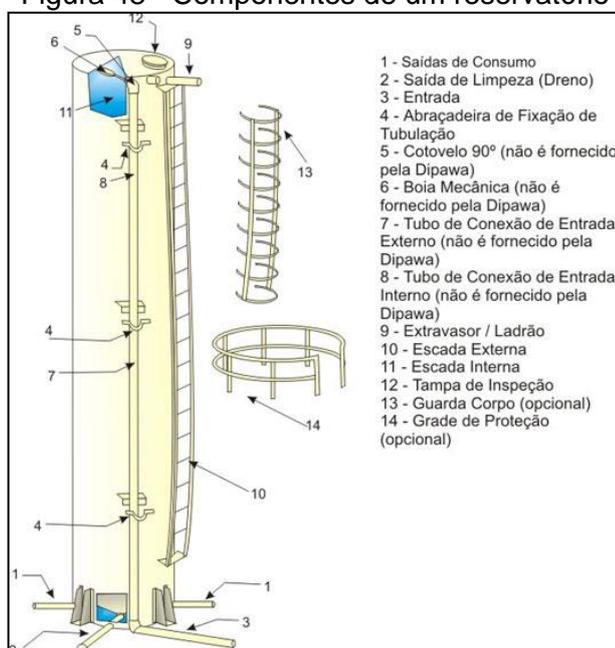
Ramal predial diâmetro D (mm)	Hidrômetro		Cavalete diâmetro D (mm)	Abrigo dimensões: altura, largura e profundidade (m)
	Consumo provável (m ³ /dia)	Vazão característica (m ³ /hora)		
20	5	3	20	0,85 x 0,65 x 0,30
25	8	5	25	0,85 x 0,65 x 0,30
25	16	10	32	0,85 x 0,65 x 0,30
25	30	20	40	0,85 x 0,65 x 0,30
50	50	30	50	2,00 x 0,90 x 0,40

Fonte: (BOTELHO e RIBEIRO JÚNIOR, 2014, p. 58)

As concessionárias adotam tabelas para adoção do tipo de hidrômetro, em função da vazão prevista, como mostra a Tabela 16.

Optou-se pelo reservatório tubular de fundo reto. O reservatório tipo tubular propicia uma boa pressão de água, pois com pequeno diâmetro e altura considerável faz a reserva necessária de água e permite uma boa estética. Confeccionado de Aço Carbono A36, SAC300, distribuídos de forma a garantir a integridade estrutural dos reservatórios. A Figura 48 esquematiza todas as partes integrantes de um reservatório tubular e a Figura 49 demonstra o espaço útil de água em um reservatório tubular, sendo que a altura do reservatório é igual à altura de nível de água.

Figura 48 - Componentes de um reservatório



Fonte: <http://www.dipawa.com.br/novo/products/01-%252d-Reservat%C3%B3rio-de-%C3%81gua-Tubular.html>. Acesso em: 30 set. 17.

Figura 49 – Altura do nível de água em um reservatório tubular



FONTE: <http://www.rplreservatorios.com.br/reservatorio-tubular-fundo-reto>. Acesso em 30 de set. 17.

Com base na Tabela 17 definiu-se que o reservatório será do modelo RTB-40* com dimensões de 9,20 metros de altura e 2,38 metros de diâmetro

Tabela 17 - Modelos de reservatório tubular de fundo reto disponíveis

Descrição - Reservatório de Água Modelo Tubular		
Modelo	Altura	Diâmetro
RTB-3.6	7,20	0,80
RTB-5	6,00	1,11
RTB-10	6,00	1,43
RTB-15	9,60	1,43
RTB-20	12,60	1,43
RTB-20	7,00	1,91
RTB-25	15,60	1,43
RTB-30*	10,80	1,91
RTB-34*	12,00	1,91
RTB-40*	9,20	2,38
RTB-50*	13,20	2,23
RTB-50*	9,80	2,55
RTB-60*	12,00	2,55
RTB-80*	12,60	2,86
RTB-100*	12,60	3,20

Fonte: www.comasareserv.com.br. Acesso em: 27 fev. 17

3.3.2. Dimensionamento das tubulações

Segundo a NBR 5626:1998 – Instalação Predial de Água Fria (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998), os passos para o dimensionamento das tubulações podem ser seguidos conforme apresentados na Tabela 18.

A norma também disponibiliza um modelo de planilha para os cálculos de dimensionamento, porém, neste trabalho utilizou-se uma planilha própria seguindo os mesmos passos de dimensionamento indicados pela NBR 5626:1998 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

As tubulações da rede de água fria trabalham como condutos forçados, razão pela qual é necessário dimensionar e caracterizar os quatro parâmetros hidráulicos a saber:

- Vazão (Q);
- Velocidade (V);
- Perda de Carga (h);
- Pressão (P).

Para a determinação dessas variáveis, conta-se com as fórmulas básicas da hidráulica, materializadas em ábacos convenientes para facilitar os cálculos.

A vazão é um dado estabelecido em função dos consumos dos pontos de utilização e a outra variável adotada é a velocidade, fixada no valor máximo de 3 m/s, visando minorar os ruídos nas tubulações e sobrepressões (golpes de aríete).

Toda instalação de água fria deve ser calculada trecho a trecho, visando economia e racionalização.

Tabela 18 – Rotina para dimensionamento das tubulações

Passo	Atividade	Coluna da planilha a preencher
1º	Preparar o esquema isométrico da rede e numerar seqüencialmente cada nó ou ponto de utilização desde o reservatório ou desde a entrada do cavalete	
2º	Introduzir a identificação de cada trecho da rede na planilha	1
3º	Determinar a soma dos pesos relativos de cada trecho, usando a tabela A.1	2
4º	Calcular para cada trecho a vazão estimada, em litros por segundo, com base na equação apresentada em A.1.2	3
5º	Partindo da origem de montante da rede, selecionar o diâmetro interno da tubulação de cada trecho, considerando que a velocidade da água não deva ser superior a 3 m/s. Registrar o valor da velocidade e o valor da perda de carga unitária (calculada pelas equações indicadas em A.2.1) de cada trecho	4, 5 e 6
6º	Determinar a diferença de cotas entre a entrada e a saída de cada trecho, considerando positiva quando a entrada tem cota superior à da saída e negativa em caso contrário	7
7º	Determinar a pressão disponível na saída de cada trecho, somando ou subtraindo à pressão residual na sua entrada o valor do produto da diferença de cota pelo peso específico da água (10 kN/m ³)	8
8º	Medir o comprimento real do tubo que compõe cada trecho considerado	9
9º	Determinar o comprimento equivalente de cada trecho somando ao comprimento real os comprimentos equivalentes das conexões	10
10º	Determinar a perda de carga de cada trecho, multiplicando os valores das colunas 6 e 10 da planilha	11
11º	Determinar a perda de carga provocada por registros e outras singularidades dos trechos	12
12º	Obter a perda de carga total de cada trecho, somando os valores das colunas 11 e 12 da planilha	13
13º	Determinar a pressão disponível residual na saída de cada trecho, subtraindo a perda de carga total (coluna 13) da pressão disponível (coluna 8)	14
14º	Se a pressão residual for menor que a pressão requerida no ponto de utilização, ou se a pressão for negativa, repetir os passos 5º ao 13º, selecionando um diâmetro interno maior para a tubulação de cada trecho	

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 33).

Após traçado o esquema isométrico da rede e numeração de cada trecho foi necessário determinar a soma dos pesos relativos de cada trecho, utilizando a Tabela 19.

Tabela 19 - Vazões de projeto e pesos relativos dos pontos de utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 28).

Existem diferentes métodos que poderiam ser utilizados para a determinação dos diâmetros das tubulações. O método recomendado pela NBR 5626:1998 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998), e que atende ao critério do consumo máximo provável, é o Método da Soma dos Pesos.

Usando a equação apresentada a seguir esse somatório é convertido do grupo de peças de utilização considerado, que é expressa como uma estimativa da vazão a ser usada no dimensionamento da tubulação.

$$Q = 0,3 * \sqrt{\sum P}$$

Onde:

Q = Vazão estimada na seção considerada (L/s);

$\sum P$ = Soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

Logo depois, verificou-se no ábaco luneta (Figura 50) qual o diâmetro de tubo correspondente ao resultado da soma de cada trecho:

Figura 50 – Ábaco luneta para definição dos diâmetros da tubulação

0	1,1	3,5	18	44	100	SOMA DOS PESOS
20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm		Ø SOLDÁVEL (mm)
1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"		Ø ROSCÁVEL (pol.)

Fonte: http://www.renomassano.com.br/dicas/residencial/dimensionamento_das_instalacoes.asp.
Acesso em: 30 set. 17.

Conhecendo-se o diâmetro e a vazão da tubulação, a velocidade pode ser calculada através da equação:

$$V = \frac{4000 * Q}{\pi * D^2}$$

Onde:

Q = Vazão em (l/s),

D = Diâmetro (mm)

V = Velocidade em m/s.

Para determinação da perda de carga em tubos, a NBR 5626:1998 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998) estabelece que podem ser utilizadas as expressões de Fair-Whipple-Hsiao.

No caso de tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre), utiliza-se a equação:

$$J = 8,69 * 10^5 * Q^{1,75} * D^{-4,75}$$

Onde:

J = Perda de carga unitária (mca/m);

Q = Vazão estimada na seção considerada (litros/s);

D = Diâmetro interno do tubo (mm).

Para dimensionar a perda de carga advinda das conexões (comprimento equivalente), a NBR 5626:1998 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998) estabelece que quando for impraticável prever os tipos e números de conexões a serem utilizadas, um procedimento alternativo consiste em estimar uma porcentagem do comprimento real da tubulação como o comprimento equivalente necessário para cobrir as perdas de carga em todas as conexões. Essa porcentagem varia de 10% a 40% do comprimento real, dependendo da complexidade de desenho da tubulação, sendo que o valor utilizado depende da experiência do projetista. Foi estabelecido para o dimensionamento a porcentagem de 30% do comprimento real.

Determinou-se o comprimento real da tubulação, medindo na planta o comprimento em metros. O comprimento total é a soma do comprimento equivalente com o comprimento real;

A perda de carga total é obtida através da seguinte fórmula:

$$H_t = J * L_t$$

Onde:

H_t = Perda de carga total (mca);

J = Perda de carga unitária (mca/m);

L_t = Comprimento total (m);

Em seguida, determinou-se a diferença de cotas entre entrada e saída de cada trecho; no trecho 1, a cota de início determinada foi de 35 metros, pois de acordo com a planilha dinâmica, observou necessária a utilização de bomba de 35 mca para que a pressão disponível no trecho mais distante não seja menor que 1 mca. Foi considerado o uso de uma bomba reserva também de 35 mca logo após o reservatório, pois caso uma falhe, a outra entrará em operação.

A cota final do trecho foi determinada pela subtração da cota de início do trecho com a perda de carga total. A cota de início dos demais trechos será sempre o valor a montante do mesmo trecho.

A altura do ponto foi determinada pela altura de instalação dos aparelhos e em uma elevação no qual tenha mais de um ponto, utilizou-se a altura do aparelho instalado mais alto.

Pressão disponível foi dada em mca e obtida pela subtração da cota final do trecho menos altura do ponto.

Podemos concluir que no ponto mais distante que é o trecho TR 110 do projeto de instalação de água fria foi possível garantir água de forma contínua com pressão e velocidade adequada para o sistema de tubulações e peças de utilização. A velocidade encontrada nesse trecho foi de 0,42 m/s, segundo a NBR 5626 as tubulações devem ser dimensionadas de modo que a velocidade da água em qualquer trecho da tubulação não atinja valores superiores a 3 m/s. A pressão disponível foi de 3,51 mca. Segundo a NBR em qualquer caso, a pressão não deve ser inferior a 10 kPa (1 mca), e nem superior a 400 kPa (40 mca).

Neste mesmo trecho, TR 110, a pressão disponível também atende ao requerido na Tabela 20 relativo à pressão dinâmica mínima exigida nos pontos de utilização.

Tabela 20 – Tabela de pressão dinâmica mínima nos pontos de utilização.

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Pressão dinâmica mínima (kPa)
Bacia sanitária	Caixa de descarga	5
Bacia sanitária	Válvula de descarga	15
Banheira	Misturador (água fria)	10
Bebedouro	Registro de pressão	10
Bidê	Misturador (água fria)	10
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	10
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	10
Lavadora de pratos	Registro de pressão	10
Lavadora de roupas	Registro de pressão	10
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	10
Mictório cerâmico com sifão integrado	Válvula de descarga	10
Mictório cerâmico sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	10
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	10
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	10
Pia	Torneira elétrica	10
Tanque	Torneira	10
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	10

Fonte: NBR 5626: 1998.

O material da tubulação de água fria foi definido como sendo de PVC soldável e os diâmetros foram definidos conforme a Tabela 21.

Tabela 21 – Diâmetro nominal e interno das tubulações de PVC soldável

DN projeto (mm)	Di (diâmetro interno)
20	17 mm
25	21,6 mm
32	27,8 mm
40	35,2 mm
50	44 mm

Fonte: NBR 5626: 1998

3.4. Projeto de Sistema Predial de Esgoto Sanitário

O sistema predial de esgoto sanitário (SPES) é um conjunto de tubulações e acessórios, o qual destina-se a coletar e conduzir o esgoto sanitário a uma rede pública de coleta ou sistema particular de tratamento. Além desta função básica, o SPES deve atender aos seguintes requisitos segundo a norma brasileira NBR 8160:1999 Sistemas prediais de esgotos sanitários – Projeto e execução (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999):

- Garantir a qualidade da água de consumo;
- Permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos, evitando a ocorrência de vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações;
- Impedir que os gases provenientes do interior do SPES atinjam áreas de utilização;
- Garantir separação absoluta em relação ao sistema predial de águas pluviais.

A contaminação da água de consumo deve ser evitada, protegendo-se tanto o interior dos sistemas de suprimento, como os ambientes receptores. A necessidade de viabilizar o rápido e seguro escoamento do esgoto sanitário, assim como garantir o funcionamento adequado dos fechos hídricos, deve ser considerada desde a concepção do SPES.

A disposição inadequada do esgoto sanitário se constitui em uma fonte potencial de contaminação do meio ambiente e, devido à grande quantidade de doenças de veiculação hídrica, coloca em risco também a saúde pública.

Visando garantir a qualidade da água de consumo, e evitar a contaminação tanto no interior dos sistemas de suprimentos de água e equipamentos sanitários, como nos ambientes receptores, a normalização brasileira estabelece que os despejos provenientes do uso da água para fins higiênicos devem ser coletados e

afastados da edificação até a rede pública ou sistema de instalação ou retorno a aparelhos não utilizados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999).

A velocidade do escoamento nos trechos horizontais está associada à eficiência no transporte dos materiais sólidos, evitando que estes venham se depositar no fundo das tubulações. Nos trechos verticais, a velocidade do escoamento influencia significativamente nas pressões pneumáticas desenvolvidas no interior das tubulações. Já os fechos hídricos funcionarão adequadamente se os mesmos não se romperem, uma vez que os mesmos impedem que os gases no interior das tubulações penetrem no ambiente, conforme já comentado. Esta condição de não rompimento será garantida se as variações das pressões pneumáticas no interior do sistema forem limitadas, conforme o clássico trabalho de (WYLY e EATON, 1965).

A NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999) recomenda a separação absoluta do SPES em relação ao sistema predial de águas pluviais, assegurando a inexistência de ligação entre tais sistemas. Isto é recomendado não somente porque os sistemas não foram dimensionados para a vazão conjunta, mas também porque, na ocasião de chuvas intensas, os condutores poderão escoar praticamente cheios, o que poderá acarretar o retorno do esgoto para os edifícios e/ou o rompimento dos fechos hídricos, com a conseqüente entrada de odores.

O SPES pode ser dividido nos seguintes subsistemas:

- Coleta e Transporte de Esgoto;
- Ventilação.

O subsistema de coleta e transporte é composto pelo conjunto de aparelhos sanitários, tubulações e acessórios destinados a captar o esgoto sanitário e conduzi-lo a um destino adequado.

O subsistema de ventilação, por sua vez, consta de um conjunto de tubulações e/ou dispositivos destinados a assegurar a integridade dos fechos hídricos, de modo a impedir a passagem de gases para o ambiente utilizado, assim como conduzir tais gases à atmosfera.

O subsistema de ventilação pode ser composto apenas de ventilação primária ou pelo conjunto de ventilação primária e secundária. A ventilação primária constitui-se no prolongamento do tubo de queda além da cobertura do prédio, denominado tubo

ventilador primário, enquanto que a ventilação secundária consiste de ramais e colunas de ventilação ou de apenas colunas de ventilação. Não obstante, a ventilação secundária pode ser configurada também pela utilização de dispositivos de admissão de ar, os quais podem substituir ramais e colunas de ventilação, conforme (FERNANDES, 1993).

A eficiência deste subsistema será satisfatória na medida em que os fechos hídricos sejam preservados. As definições destes componentes são as seguintes:

- Tubo Ventilador Primário: É o prolongamento do tubo de queda além da cobertura do prédio, cuja extremidade deve ser aberta à atmosfera;
- Ramal de Ventilação: Tubulação que conecta o desconector, ramal de descarga ou ramal de esgoto à coluna de ventilação;
- Coluna de Ventilação: Tubulação vertical que abrange um ou mais andares, com a extremidade superior aberta ou conectada a um barrilete de ventilação;
- Barrilete de Ventilação: Consta de uma tubulação horizontal aberta à atmosfera, na qual são conectadas as colunas de ventilação, quando necessário;
- Dispositivos de Admissão de Ar: Elementos cuja finalidade é a atenuação das flutuações das pressões pneumáticas desenvolvidas no interior das tubulações.

3.4.1. Componentes

a) Aparelhos Sanitários

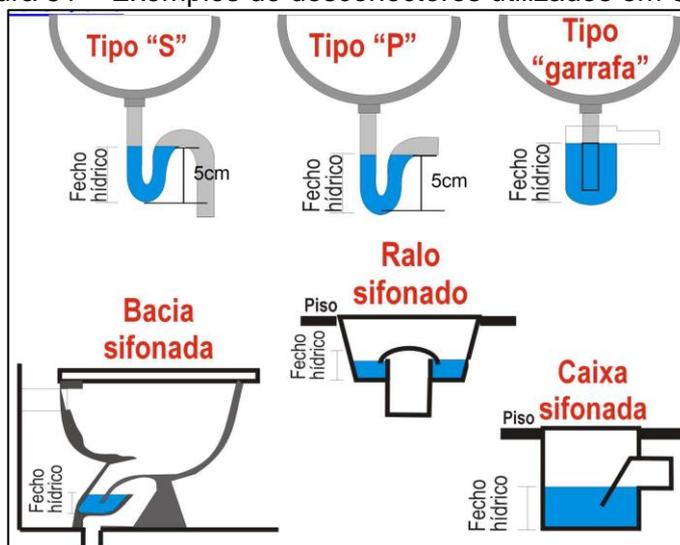
Com a função básica de coletar os dejetos, os aparelhos sanitários devem propiciar uma utilização confortável e higiênica por parte do usuário. Entre os aparelhos sanitários usuais encontram-se a bacia sanitária, o lavatório, a banheira, o bidê, etc. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999; FRANCESCATO, 2009)

b) Desconectores

Um desconector tem por função, através de um fecho hídrico próprio, vedar a passagem de gases oriundos das tubulações de esgoto para o ambiente utilizado. Tal contenção ocorre através da manutenção do referido fecho hídrico por meio do controle das ações atuantes sobre o mesmo. Entre estas ações, vale citar a auto-sifonagem, a sifonagem induzida, a sobre pressão e a evaporação. Exemplos de

desconectores são a caixa sifonada, o ralo sifonado e os sifões. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999; BOTELHO e RIBEIRO JÚNIOR, 2014).

Figura 51 – Exemplos de desconectores utilizados em SPES



Fonte: (RAYMUNDO, 1 - 30 set. de 2016)

As caixas sifonadas recebem o esgoto de vários ramais de descarga, encaminhando-os para o tubo de queda, através de um ramal de esgoto.

c) Tubulações

As tubulações do sistema predial de esgoto sanitário compreendem os ramais de descarga e de esgoto, tubos de queda, subcoletores e coletores. Suas respectivas definições são as seguintes, conforme (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999; FRANCESCATO, 2009):

- Ramal de Descarga: Tubulação que recebe diretamente os efluentes dos aparelhos sanitários
- Ramal de Esgoto: Tubulação, usualmente horizontal, que recebe os efluentes dos ramais de descarga, diretamente, ou através de um desconector (caixa sifonada, por exemplo);
- Tubo de Queda: Tubulação vertical para a qual se dirigem os efluentes dos ramais de esgoto e de descarga;
- Subcoletor: Tubulação horizontal que recebe efluentes dos tubos de queda e/ou dos ramais de esgoto;
- Coletor: É a tubulação horizontal que se inicia a partir da última inserção do subcoletor (ou ramal de descarga ou ramal de esgoto) e estende-se

até o coletor público ou sistema particular de tratamento e disposição de esgoto.

d) Conexões

Elementos cuja função é interligar tubos, tubos e aparelhos sanitários, tubos e equipamentos, além de viabilizar mudanças de direção e diâmetro da tubulação. São exemplos o tê, o cotovelo, a junção simples, curvas, etc., nos mais variados diâmetros.

Os desvios na horizontal das tubulações do sistema de esgoto sanitário devem ser efetuados com peças com ângulo central igual ou inferior a 45°. Em função disso, as conexões disponíveis no mercado possibilitavam desvios a 45° ou a 90° (vertical ou horizontal). Atualmente, dispõe-se de algumas conexões que permitem desvios em ângulos variáveis, sempre inferiores a 45° (FRANCESCATO, 2009).

e) Caixas de Gordura

Trata-se de um dispositivo complementar, cuja finalidade é a retenção de substâncias gordurosas contidas no esgoto (BOTELHO e RIBEIRO JÚNIOR, 2014).

f) Dispositivos de Inspeção

São elementos complementares, através dos quais tem-se acesso ao interior do sistema, de maneira a possibilitar inspeções e desobstruções eventuais. A caixa de inspeção e as conexões com uma das derivações com um *plug* ou com um *cap* são dispositivos de inspeção bastante usados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999; FRANCESCATO, 2009).

3.4.2. Dimensionamento do Sistema Predial de Esgoto Sanitário

As tubulações do SPES podem ser dimensionadas pelo Método das Unidades de Hunter de Contribuição (UHC) ou pelo Método Racional devendo, em qualquer um dos casos, ser respeitados os diâmetros mínimos dos ramais de descarga.

O método de dimensionamento considerado neste trabalho foi o Método das Unidades de Hunter de Contribuição (UHC).

Este método baseia-se na atribuição de Unidades de Hunter de Contribuição (UHC) para cada aparelho sanitário integrante do SPES em questão. Tais unidades constam na NBR 8160:1999 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999), e encontram-se reproduzidos na Tabela 22. Definidas as UHC dos aparelhos sanitários integrantes do sistema, inicia-se o dimensionamento dos demais componentes, conforme será apresentado a seguir.

3.4.2.1. Subsistema de Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário

- Ramais de Descarga: Para os ramais de descarga devem ser adotados, no mínimo, os diâmetros apresentados na Tabela 22. Para aparelhos não relacionados nesta tabela, devem ser estimadas as UHC correspondentes e o dimensionamento deve ser feito pela Tabela 23.

- Ramais de esgoto: Neste caso, deve ser utilizada a Tabela 24, conforme demonstrado na Tabela 25. Recomenda-se ainda, com relação às declividades mínimas:

- 2% para tubulações com diâmetro nominal (DN) igual ou inferior a 75;
- 1% para tubulações com diâmetro nominal (DN) igual ou superior a 100.

- Tubos de Queda: devem ser dimensionados pela somatória das UHC conforme a Tabela 26. Todavia, quando apresentarem desvios da vertical, os tubos de queda devem ser dimensionados da seguinte forma:

- quando o desvio formar ângulo inferior a 45° com a vertical, o tubo de queda é dimensionado pela Tabela 26;
- quando o desvio formar ângulo superior a 45° com a vertical, deve-se dimensionar:
 - a parte do tubo de queda acima do desvio como um tubo de queda independente, com base no número de unidades Hunter de contribuição dos aparelhos acima do desvio, de acordo com a Tabela 26 e a parte horizontal do desvio de acordo com a Tabela 27, uma vez que, neste caso, o trecho é tratado como subcoletor;
 - a parte do tubo de queda abaixo do desvio com base no número de unidades Hunter de contribuição de todos os aparelhos que descarregam neste tubo de queda, de acordo com a Tabela 26, não podendo o diâmetro adotado, neste caso, ser menor do que o da parte horizontal.

No presente trabalho, não foi dimensionado o tubo de queda por se tratar de uma construção térrea.

- Coletor Predial e Subcoletores

O coletor predial e os subcoletores podem ser dimensionados pela somatória das UHC conforme a Tabela 27.

O coletor predial deve ter, no mínimo, um DN igual a 100 mm.

No dimensionamento do coletor predial e dos subcoletores em prédios residenciais, deve ser considerado apenas o aparelho de maior descarga de cada banheiro para a somatória do número de unidades Hunter de contribuição. Nos demais casos, devem ser considerados todos os aparelhos contribuintes para o cálculo do número de UHC.

No presente trabalho, os coletores e subcoletores não foram dimensionados, pois deu-se enfoque ao dimensionamento do prédio do Ensino Fundamental, sendo que para dimensionar o coletor predial e sub coletor seria necessário dimensionar o UHC total de todos os prédios do CIEM.

Tabela 22: Unidades de Hunter de Contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		Número de Unidades de Hunter de Contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN
bacia sanitária		6	100 ⁽¹⁾
banheira de residência		2	40
bebedouro		0,5	40
bidê		1	40
chuveiro	de residência	2	40
	coletivo	4	40
lavatório	de residência	1	40
	de uso geral	2	40
mictório	válvula de descarga	6	75
	caixa de descarga	5	50
	descarga automática	2	40
	de calha	2 ⁽²⁾	50
pia de cozinha residencial		3	40
pia de cozinha industrial	preparação	3	40
	lavagem de panelas	4	50
tanque de lavar roupas		3	40
máquina de lavar louças		2	50 ⁽³⁾
máquina de lavar roupas		3	50 ⁽³⁾
<p>(1) O diâmetro nominal DN mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para DN75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da norma NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico) pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de DN75, sem necessidade de peça especial de adaptação.</p> <p>(2) Por metro de calha – considerar como ramal de esgoto (ver Tabela 5)</p> <p>(3) Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.</p>			

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 16).

Tabela 23: Unidades de Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados na Tabela 22

Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga (DN)	Número de unidades de Hunter de contribuição (UHC)
40	2
50	3
75	5
100	6

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 17).

Tabela 24: Dimensionamento de ramais de esgoto

Diâmetro nominal do tubo (DN)	Número máximo de Unidades de Hunter de Contribuição (UHC)
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 17).

Tabela 25: Cálculo dos ramais de descarga e de esgoto

Dimensionamento Ramais de Descarga							Dimensionamento Ramais de Esgoto		
Ambientes	Aparelhos	Quantidade	Nº Unidades Hunter Contribuição	Total de UHC	Diâmetro Nominal Mínimo	Inclinação (i)	Total de UHC	Diâmetro Nominal Mínimo	Inclinação (i)
Banheiro Masculino	Bacia Sanitária	3	6	18	100	1%	58	100	1%
	Ralo Sifonado	2	2	4	40	2%			
	Mictório	4	6	24	75	2%			
	Lavatório	6	2	12	40	2%			
Banheiro Deficiente 1	Bacia Sanitária	1	6	6	100	1%	10	100	1%
	Ralo Sifonado	1	2	2	40	2%			
	Lavatório	1	2	2	40	2%			
Banheiro Deficiente 2	Bacia Sanitária	1	6	6	100	1%	10	100	1%
	Ralo Sifonado	1	2	2	40	2%			
	Lavatório	1	2	2	40	2%			
Banheiro Feminino	Bacia Sanitária	6	6	36	100	1%	52	100	1%
	Ralo Sifonado	2	2	4	40	2%			
	Lavatório	6	2	12	40	2%			
Corredor das salas de aula	Ralo Sifonado	5	2	10	40	2%			
	Bebedouro	5	0,5	2,5	40	2%			
TOTAL				142,5					

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 26: Dimensionamento de tubos de queda

Diâmetro nominal do tubo (DN)	Número máximo de Unidades de Hunter de Contribuição (UHC)	
	Prédio de até 03 pavimentos	Prédio com mais de 03 pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1900
200	2200	3600
250	3800	5600
300	6000	8400

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 18).

Tabela 27: Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

Diâmetro nominal do tubo (DN)	Número máximo de Unidades Hunter de Contribuição em função das declividades mínimas (%)			
	0,5	1	2	4
100	---	180	216	250
150	---	700	840	1000
200	1400	1600	1920	216
250	2500	2900	3500	840
300	3900	4600	5600	1920
400	7000	8300	10000	3500

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 18).

As caixas sifonadas devem ser dimensionadas de acordo com as orientações abaixo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999):

- DN 100 quando receberem efluentes de aparelhos sanitários até o limite de 6 UHC;
- DN 125 quando receberem efluentes de aparelhos sanitários até o limite de 10 UHC;
- DN 150 quando receberem efluentes de aparelhos sanitários até o limite de 15 UHC

A partir desses valores, as caixas sifonadas foram definidas como consta na Tabela 28.

Tabela 28: Cálculo das caixas sifonadas para o prédio Fundamental

Dimensionamento Caixa Sifonada				
Ambientes	Caixa Sifonada	Aparelhos	Somatoria de UHC	DN Utilizado
Banheiro Masculino	A	3 Lavatórios + 1 Ralo Sifonado	8	125
	B	3 Lavatórios + 1 Ralo Sifonado	8	125
Banheiro Deficiente	C	1 Lavatório + 1 Ralo Sifonado	4	100
Banheiro Deficiente	D	1 Lavatório + 1 Ralo Sifonado	4	100
Banheiro Feminino	E	3 Lavatórios + 1 Ralo Sifonado	8	125
	F	3 Lavatórios + 1 Ralo Sifonado	8	125

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

No caso das caixas sifonadas especiais, o fecho hídrico deve ter altura mínima de 0,20 m; as mesmas devem ser fechadas hermeticamente com tampa facilmente removível e o orifício de saída deve ter o diâmetro nominal, de no mínimo 75 mm.

3.4.2.2. Dispositivos de Inspeção

Caixas de Inspeção: A caixa de inspeção é um dispositivo destinado a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução das canalizações, a junção de coletores e a mudança de declividade.

Caixas de Passagem: Caixas de passagem são dispositivos que permitem a inspeção, limpeza e desobstrução das canalizações de esgoto. São caixas de inspeção com apenas uma entrada e uma saída para o esgoto. Quando cilíndricas, devem ter diâmetro mínimo de 0,15 m e, quando prismáticas de base poligonal, permitir na base a inscrição de um círculo de diâmetro mínimo de 0,15 m; as mesmas devem possuir grelha ou tampa cega, e uma altura mínima de 0,10 m.

3.4.2.3. Substema de Ventilação

São apresentados a seguir os critérios a serem coletados para o dimensionamento do sistema de ventilação secundária.

a) Ramal de Ventilação: os diâmetros mínimos a serem utilizados constam na Tabela 29 e foram definidos como consta na Tabela 30;

b) Coluna de Ventilação: Os diâmetros nominais mínimos são apresentados na Tabela 31, em função das UHC e do comprimento. Este comprimento é medido desde

a extremidade superior da coluna, que se encontra em contato com a atmosfera até sua base, no encontro com o tubo de queda;

c) Barrilete de Ventilação: Os diâmetros nominais mínimos são apresentados na Tabela 31. O número de UHC de cada trecho é a soma das unidades de todos os tubos de queda servidos pelo trecho e o comprimento a considerar é o mais extenso, da base da coluna de ventilação mais distante da extremidade aberta do barrilete até essa extremidade;

Tabela 29: Dimensionamento de ramais de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
até 12	40	até 17	50
13 a 18	40	18 a 60	75
19 a 36	50	---	---

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 21).

Tabela 30: Dimensionamento dos ramais de ventilação para o prédio Fundamental

Dimensionamento Ramais de Ventilação				
Ambientes	Soma de UHC para os Ramais de Ventilação	Nº Máx Unid. Hunter com Bacia Sanitária	DN Mínimo Permitido	DN Utilizado
Banheiro Masculino	58	18 à 60	75	75
Banheiro Deficiente	10	Até 17	50	50
Banheiro Deficiente	10	Até 17	50	50
Banheiro Feminino	52	18 à 60	75	75

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 31: Dimensionamento de colunas e barriletes de ventilação

Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto (DN)	Número de Unidades Hunter de Contribuição (UHC)	Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação							
		40	50	75	100	150	200	250	300
		Comprimento permitido (m)							
40	8	46	--	--	--	--	--	--	--
40	10	30	--	--	--	--	--	--	--
50	12	23	61	--	--	--	--	--	--
50	20	15	46	--	--	--	--	--	--
75	10	13	46	317	--	--	--	--	--
75	21	10	33	247	--	--	--	--	--
75	53	8	29	207	--	--	--	--	--
75	102	8	26	189	--	--	--	--	--
100	43	--	11	76	299	--	--	--	--
100	140	--	8	61	229	--	--	--	--
100	320	--	7	52	195	--	--	--	--
100	530	--	6	46	177	--	--	--	--
150	500	--	--	10	40	305	--	--	--
150	1100	--	--	8	31	238	--	--	--
150	2000	--	--	7	26	201	--	--	--
150	2900	--	--	6	23	183	--	--	--
200	1800	--	--	--	10	73	286	--	--
200	3400	--	--	--	7	57	219	--	--

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 12).

Tabela 32: Dimensionamento das colunas de ventilação

Dimensionamento Colunas de Ventilação					
Coluna	Soma de UHC para os Coluna de Ventilação	DN Ramal de esgoto	Comprim. Permitido	DN Mínimo Permitido	DN Utilizado
Banheiro Masculino	58	100	8	50	50
Banheiro Deficiente	10	100	11	50	50
Banheiro Deficiente	10	100	11	50	50
Banheiro Feminino	52	100	8	50	50

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

3.5. Projeto de Instalações de Águas Pluviais

Seguindo a norma NBR 10844:1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais – Procedimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989), o projeto de captação de águas da chuva deve objetiva a estanqueidade, fácil desobstrução e limpeza, resistência às intempéries e resistência aos esforços no sistema. O conjunto de calhas, condutores, grelhas, caixas de areia e de passagem e demais dispositivos que são responsáveis por captar as águas da chuva e de lavagem

de piso e conduzir a um destino adequado foi dimensionado atendendo às condições técnicas mínimas de higiene, segurança, durabilidade, economia e conforto.

Utilizou-se a equação de chuva encontrada no material publicado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (MAGNI e MARTINEZ JÚNIOR, 1999, p. 31) para o dimensionamento da intensidade pluviométrica da região mais próxima (Bragança Paulista). Não foram encontradas referências da cidade de Atibaia, tampouco dados mais atualizados para a região.

- Duração da precipitação (t) = 10 minutos;
- Período de retorno (T) = 25 anos (utilizado para coberturas e áreas onde não são permitidos empoçamentos ou extravasamento);
- Intensidade pluviométrica adotada (i) = 145,5 mm/h

O cálculo foi elaborado para a captação de uma área de 773,76 m² (cobertura do prédio do ensino fundamental). Esta cobertura possui duas águas, sendo de 386,88 m² cada.

As calhas serão de concreto impermeabilizado em formato retangular, com um condutor vertical instalado a cada 10 metros de distância ao longo das faces de 50 metros da edificação, ficando cada um responsável por conduzir o volume de água captado em 77,38 m² de cobertura.

Através do cálculo obtido pela fórmula abaixo, foram definidas as dimensões e características das instalações:

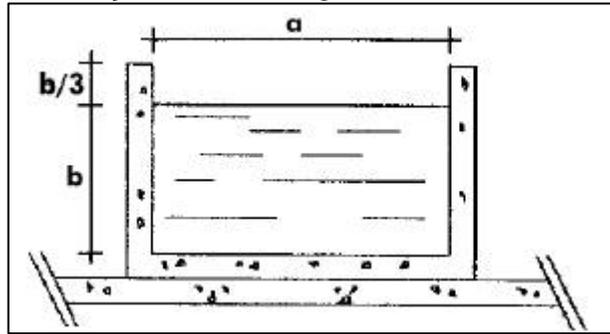
- Área de contribuição: A = 77,38 m²;
- Vazão de projeto: $Q = \frac{i \cdot A}{60} = \frac{145,5 \text{ mm/h} \cdot 77,38 \text{ m}^2}{60} = 187,64 \text{ L/min}$

Calhas:

- Declividade = 0,5%;
- Coeficiente de rugosidade (n) = 0,01 (concreto);
- Largura (a) = 20 cm;
- Altura útil (b) = 10 cm;
- Altura total (b + b/3) = 15 cm;
- Capacidade máxima de vazão = 1151 L/min.

A Figura 52 apresenta a seção transversal genérica da calha de concreto dimensionada.

Figura 52 – Seção transversal genérica de calha de concreto



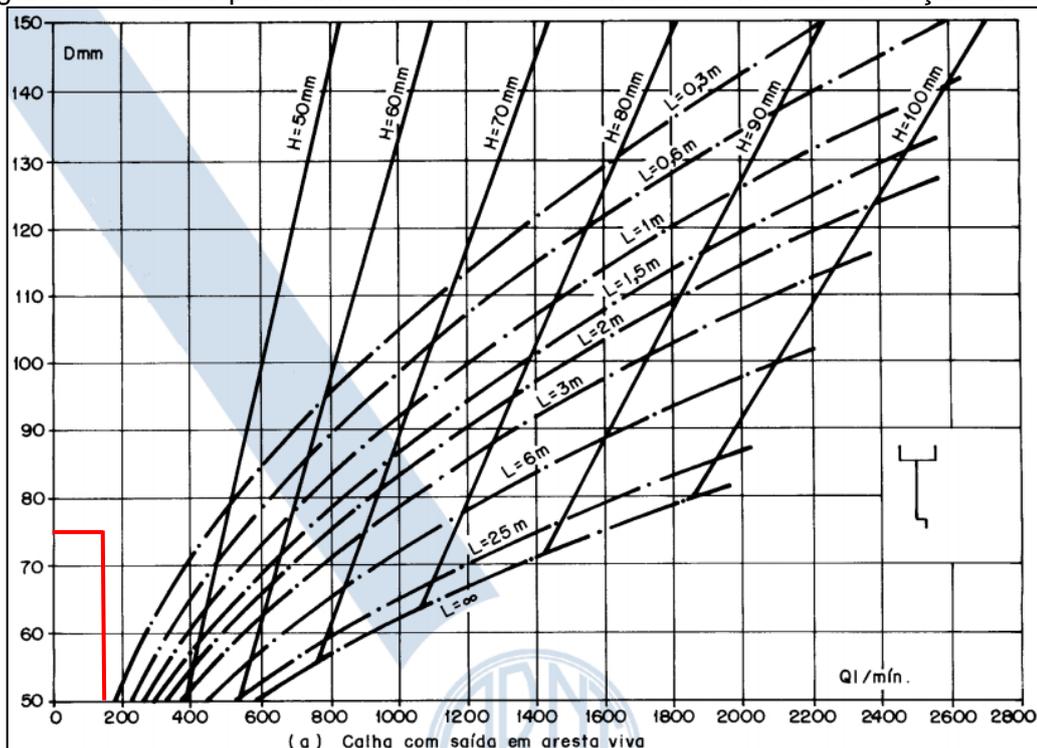
Fonte: (RAYMUNDO, 1 - 30 out. de 2016)

Figura 53 – Capacidade de vazão de calhas de seção retangular

Dimensões da calha (em metros)		Declividade		
a	b	0,5%	1%	2%
0,2	0,1	1151	1629	2303
0,3	0,2	4949	6998	9897
0,4	0,3	12386	17517	24772
0,5	0,4	24363	34454	48725
0,6	0,5	41696	58967	83391
0,7	0,6	65145	92129	130290
0,8	0,7	95426	134953	190852
0,9	0,8	133218	188399	266437
1,0	0,9	179171	253386	358343

Fonte: (RAYMUNDO, 1 - 30 out. de 2016)

Figura 54 – Âbaco para dimensionamento de condutores verticais de seção circular:



Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989, p. 8).

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

H = altura da lâmina de água na calha, em mm;

L = comprimento do condutor vertical, em m.

Através do ábaco apresentado na Figura 54, para condutores verticais para calhas com saída em aresta viva da NBR 10844:1989 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989), conforme indicado, obteve-se um diâmetro interno menor do que 70 mm, mínimo permitido pela norma. Portanto, adotou-se o diâmetro comercial de 75 mm (3").

Tabela 33 - Capacidade de vazão de condutores horizontais de seção circular

D (mm)	Vazão (L/min)											
	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

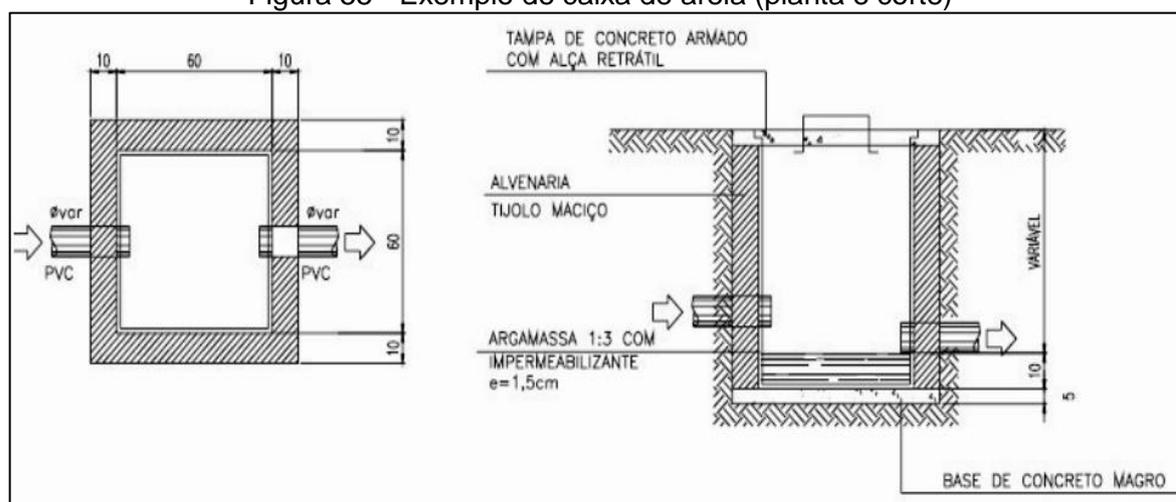
Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989, p. 9).

Através da Tabela 33, define-se que os condutores horizontais terão diâmetro de 100 mm (4") e inclinação de 1%, suficiente para atender a vazão de projeto que é de 187,64 L/min.

Caixas de areia:

Foram previstas caixas de areia, conforme Figura 55, nos locais de ligação entre condutores verticais e horizontais, nas mudanças de direção da tubulação e a cada 20 metros retilíneos da mesma.

Figura 55 - Exemplo de caixa de areia (planta e corte)



Fonte: http://www.unifra.br/professores/julianepinto/aula/unidade_4_aguas%20pluviais.pdf. Acesso em 3 set. 2017.

3.5.1. Aproveitamento de águas pluviais

O aproveitamento de água de chuva pode contribuir com a conservação de mananciais, redução de enchentes nas cidades e com a diminuição da utilização de energia e insumos na captação, adução, tratamento e distribuição de água potável. (TOMAZ, 2011)

A água de chuva armazenada sem tratamento adequado pode ser utilizada apenas para consumo não potável, como em: descargas de vasos sanitários, lavagem de roupas, irrigação de jardins, na lavagem de carros, em sistemas de combate de incêndios, entre outros. (TOMAZ, 2011)

Para este projeto, foi feito o pré-dimensionamento de um reservatório para aproveitamento de água de chuva na irrigação dos jardins, lavagem dos pisos dos prédios de salas de aula, do pátio coberto e do refeitório. No cálculo foi considerado a área de captação de 1547,52 m² referente às coberturas dos prédios do ensino fundamental e infantil.

A captação e a utilização da água de chuva são facilitadas, pois, os prédios escolhidos para captação e os locais de destino são próximos.

O reservatório foi dimensionado pelo método analítico de Rippl para demandas constantes e chuvas mensais, descrito por (TOMAZ, 2011).

A Tabela 34 apresenta o dimensionamento da demanda de consumo de água de chuva para diferentes usos na escola.

Tabela 34 - Demanda de consumo para uso de água de chuva, com base nos parâmetros da tabela 3.2 de Tomaz, 2011

	Área (m ²)	Consumo por m ² (litros)	Frequência por mês	Consumo mensal (m ³)
Rega de Jardins	1313,56	2	12	31,53
Lavagem do refeitório	311,74	2	8	4,99
Lavagem do pátio coberto	435	2	8	6,96
Lavagem de pisos de salas	1547,52	2	4	12,38
TOTAL				55,85

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 35 - Dimensionamento do reservatório de aproveitamento de águas pluviais pelo Método de Rippl

	Chuva mensal (mm)	Demanda constante mensal (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva mensal (m ³)	Diferença (m ³)	Diferença positiva acumulada (m ³)	Obs.
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	271,77	55,85	1547,52	336,46	-280,60	0	E
Fevereiro	203,06	55,85	1547,52	251,39	-195,54	0	E
Março	170,82	55,85	1547,52	211,48	-155,62	0	E
Abril	74,35	55,85	1547,52	92,05	-36,19	0	E
Mai	67,91	55,85	1547,52	84,07	-28,22	0	E
Junho	58,77	55,85	1547,52	72,76	-16,90	0	E
Julho	46,16	55,85	1547,52	57,15	-1,29	0	E
Agosto	33,67	55,85	1547,52	41,68	14,17	14,17	D
Setembro	79,10	55,85	1547,52	97,93	-42,07	-27,90	E
Outubro	136,82	55,85	1547,52	169,39	-113,53	-141,44	E
Novembro	155,53	55,85	1547,52	192,55	-136,70	-278,13	E
Dezembro	227,05	55,85	1547,52	281,09	-225,24	-503,37	E

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

As colunas da Tabela 35 são explicadas abaixo:

- Coluna 1 – Período de tempo que vai de janeiro a dezembro;
- Coluna 2 – Chuvas médias mensais do município de Atibaia, de 1960 a 2016;
- Coluna 3 – Demanda mensal imposta de acordo com as necessidades descritas na Tabela 15;
- Coluna 4 – Área de captação da água de chuva, referente a projeção da cobertura dos prédios do ensino fundamental e infantil sobre o terreno;
- Coluna 5 – Volumes mensais disponíveis de água de chuva. É obtido multiplicando-se a coluna 2 pela coluna 4 e pelo coeficiente de escoamento superficial de 0,80 e dividindo-se por 1000 para que o resultado do volume seja expresso em metros cúbicos;
- Coluna 6 – Diferenças entre os volumes da demanda e os volumes de chuva mensais. É igual a coluna 3 menos a coluna 5. O sinal negativo indica que há excesso de água e o sinal positivo indica que o volume de demanda, nos meses correspondentes supera o volume de água disponível;
- Coluna 7 – Diferenças acumuladas da coluna 6 considerando somente os valores positivos. Para preencher esta coluna admite-se a hipótese inicial de o reservatório estar cheio. Os valores negativos não foram computados, pois, correspondem a meses em que há excesso de água (volume disponível superando a demanda). Começa-se com a soma pelos valores positivos, prosseguindo-se até que a diferença se anule, desprezando-se todos os valores negativos seguintes, recomeçando-se a soma quando aparecer o primeiro valor positivo;
- Coluna 8 – O preenchimento da coluna 8 é feito usando as letras E, D e S sendo: E = água escoando pelo extravasor; D = nível de água baixando e S = nível de água subindo.

Dessa forma, o reservatório para regularizar a demanda constante de 55,85 m³/mês deve ter 14,17 m³ de capacidade.

3.6. Projeto de Instalações Elétricas

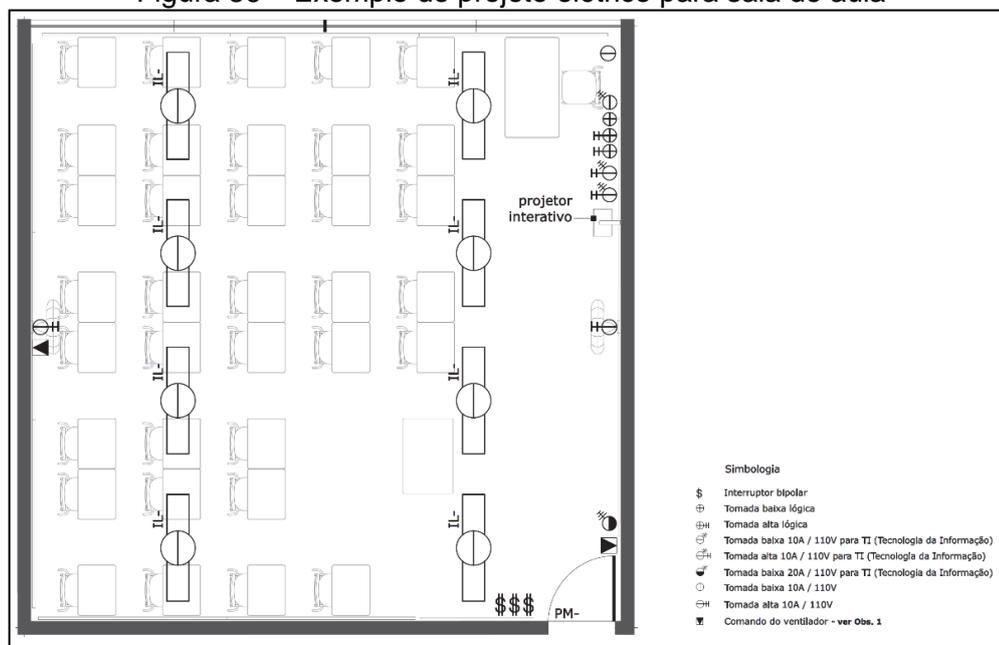
Conforme explica (LIMA FILHO, 1997) uma instalação elétrica tem como objetivo garantir e transferir energia de uma fonte, no caso as redes de distribuição da concessionária, até os pontos de utilização (pontos de luz, tomadas, etc.). O projeto elétrico é a previsão escrita da instalação, com todos seus detalhes, localização dos pontos, trajetos dos condutores e demais informações necessárias para sua execução.

O projeto elétrico deve atender as seguintes normas técnicas:

- NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5419:2005 - Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas;
- NBR 5413:1992– Iluminância de Interiores.

Além disso, por se tratar de uma escola, sugere-se que sejam observadas as orientações dos catálogos técnicos da FDE, que apresenta orientações importantes no que se refere à iluminância dos ambientes e quantidade de pontos elétricos, como exemplificado na Figura 56:

Figura 56 – Exemplo de projeto elétrico para sala de aula



Fonte: (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2015, p. 5).

Exigências mínimas de projeto do exemplo da Figura 56:

- Nível mínimo de iluminamento: 300 lux;
- Iluminação fluorescente;
- As instalações para computadores, impressoras e racks devem ser exclusivas, não admitindo-se compartilhamento de eletrodutos, caixas de passagem e quadro de distribuição com os outros circuitos elétricos;
- Tomada baixa, 10A / 110V ou de acordo com a tensão local (h=0,40m do piso), de uso geral;
- 2 tomadas altas, 10A / 110V ou de acordo com a tensão local (h=2,20m do piso), para os ventiladores;
- 1 tomada baixa lógica (h=0,40m do piso);
- 2 tomadas altas lógica (h=0,05m abaixo da laje superior);
- 1 tomada baixa, 10A / 110V para TI (Tecnologia da Informação) - h=0,40m do piso;
- 1 tomada baixa, 20A / 110V para TI (Tecnologia da Informação) - h=0,40m do piso;
- 2 tomadas altas 10A / 110V para TI (Tecnologia da Informação) h=0,10m abaixo da laje superior;
- 2 caixas 4" x 2" embutidas na parede para comando do ventilador (h=1,00m do piso);
- 3 interruptores bipolares (h=1,00m do piso);
- 8 luminárias / lâmpadas fluorescentes / 2 x 32W.

Além das normas já citadas, o projeto também deve atender as normas técnicas da concessionária do local que será executado.

As etapas do projeto elétrico consistem em:

- Quantificar, determinar os tipos e localizar os pontos de utilização de energia elétrica;
- Dimensionar, definir o tipo e o caminhamento dos condutores e condutos;
- Dimensionar, definir o tipo e a localização dos dispositivos de proteção, de comando, de medição de energia elétrica e demais acessórios.

De acordo com a Resolução nº 1010, de 22 de agosto de 2005 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), as atribuições profissionais do

engenheiro civil são vinculadas à sua formação profissional e sistematizadas através do Anexo II da referida resolução, da referida resolução, limitando seu campo de atuação ao currículo efetivamente cursado pelo profissional.

Portanto, após análise prévia do empreendimento de que trata o presente trabalho, considerando a grande quantidade de ambientes existentes e área construída e, conseqüentemente, a complexidade do projeto a ser realizado, optou-se por não incluí-lo no escopo deste trabalho, sendo que o mesmo deve ser desenvolvido apenas por profissional habilitado em engenharia elétrica.

3.7. Ginásio Poliesportivo

Segundo os parâmetros estabelecidos pela FDE a área mínima solicitada para um ginásio poliesportivo coberto para o Ensino Fundamental Ciclo I é de 700 m², e seguindo os projetos arquitetônicos já definidos no site da FNDE (FNDE - FUNDAÇÃO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2016), utilizaremos o projeto arquitetônico de quadra coberta nº 1 contendo projeto arquitetônico, hidráulico, elétrico, estrutural e memorial descritivo, sendo a área do projeto arquitetônico de 862,00 m² com vestiários e arquibancada.

3.8. Piscinas

O site Planejamento de Instalações de Educação Física, Esportes e Lazer (RIBEIRO) explica que existem dois tipos de piscinas que podem ser planejados para escolas elementares.

A primeira é a piscina de treinamento, destinada basicamente a ensinar natação às crianças. Podendo esta, ser uma piscina toda rasa com profundidades variando de 0,75 m a 1,35 m ou até 1,50 m. As dimensões mínimas recomendáveis são de 6,00 m por 15,00 m, sendo preferível uma dimensão de 7,50 m por 18,00 m, em que no caso definiu-se a dimensão preferível E, com base na NBR 9818 – Projeto de execução de piscina (tanque e área circundante) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987) no item 4.1.3.4 - Profundidade e inclinações de piscinas (exceto infantis, especiais, desportivas, residenciais privativas e naturais), será utilizada inclinação de 10% seguindo a norma para piscinas com profundidade até 1,80 m.

A segunda será a piscina escola / comunidade que é mais larga e mais profunda e destinada a acomodar tanto adolescentes quanto adultos nos períodos noturnos e fins de semana. As dimensões mínimas recomendadas são 6,00 m x 18,00 m, sendo preferível 22,50 m x 9,00 m, onde no caso serão utilizadas as medidas preferíveis, também com a mesma inclinação de 10%.

Dessa forma, as piscinas foram definidas com as seguintes dimensões:

- Piscina 1: 18 x 7,50 metros, com 1,20 metros de profundidade;
- Piscina 2: 23 x 10 metros, com 1,5 metros de profundidade.

3.9. Projeto de Segurança contra Incêndio

O projeto de combate a incêndio foi elaborado seguindo a classificação do Decreto Estadual SP nº 56.819, de 10 de março de 2011 que regulamenta a segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo. Segundo este decreto, cada tipo de construção segue exigências de segurança específicas devido a seu uso e dimensões, sendo classificadas conforme Tabela 36, Tabela 37 e Tabela 38 abaixo:

Tabela 36 - Classificação das edificações quanto à ocupação

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
		A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos, divisão A-3 com mais de 16 leitos
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se <i>apart-hotéis</i> , <i>flats</i> , hotéis residenciais)
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio	Artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros
		C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, armazéns, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros
		C-3	<i>Shopping centers</i>	Centro de compras em geral (<i>shopping centers</i>)
D	Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleiros, centros profissionais e assemelhados
		D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados
		D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G-4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros e outros
		D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados

E	Educativa e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, natação, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados. Sem arquibancadas.
		E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas, jardins de infância
		E-6	Escola para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e assemelhados
F	Local de Reunião de Público	F-1	Local onde há objeto de valor inestimável	Museus, centro de documentos históricos, galerias de arte, bibliotecas e assemelhados
		F-2	Local religioso e velório	Igrejas, capelas, sinagogas, mesquitas, templos, cemitérios, crematórios, necrotérios, salas de funerais e assemelhados
		F-3	Centro esportivo e de exibição	Arenas em geral, estádios, ginásios, piscinas, rodeios, autódromos, sambódromos, pista de patinação e assemelhados. Todos com arquibancadas
		F-4	Estação e terminal de passageiro	Estações rodoviárias e marítimas, portos, metrô, aeroportos, heliponto, estações de transbordo em geral e assemelhados
		F-5	Arte cênica e auditório	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão, auditórios em geral e assemelhados
		F-6	Clubes sociais e diversão	Boates, clubes em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais, bingo, bilhares, tiro ao alvo, boliche e assemelhados
		F-7	Construção provisória	Circos e assemelhados
		F-8	Local para refeição	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados
		F-9	Recreação pública	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados
		F-10	Exposição de objetos ou animais	Salões e salas para exposição de objetos ou animais. Edificações permanentes

Fonte: (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011, p. 13-15).

Tabela 37 - Classificação das edificações quanto à altura

Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação Térrea	Um pavimento
II	Edificação Baixa	$H \leq 6,00$ m
III	Edificação de Baixa-Média Altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00$ m
IV	Edificação de Média Altura	$12,00 \text{ m} < H \leq 23,00$ m
V	Edificação Mediamente Alta	$23,00 \text{ m} < H \leq 30,00$ m
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

Fonte: (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011, p. 16).

Tabela 38 - Classificação das edificações quanto à carga de incêndio

Risco	Carga de Incêndio MJ/m ²
Baixo	até 300MJ/m ²
Médio	Entre 300 e 1.200MJ/m ²
Alto	Acima de 1.200MJ/m ²

Fonte: (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011, p. 16).

Após a classificação e verificação das medidas de segurança contra incêndio necessárias para cada tipo de edificação, empregou-se as Instruções Técnicas (IT) do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, a fim de adequar o projeto arquitetônico às exigências, além de dimensionar e locar os equipamentos solicitados.

A Tabela 39 apresenta as classificações adotadas para cada tipo de edificação.

Tabela 39 - Classificação das edificações conforme Tabelas 37, 38 e39

Ensino Fundamental	E-1	Edificação Térrea	Risco baixo
Creche/Educação Infantil	E-5	Edificação Térrea	Risco baixo
Administrativo	D-1	Edificação Térrea	Risco baixo
Cozinha/Refeitório	F-8	Edificação Térrea	Risco baixo
Complexo Esportivo	F-3	Edificação Térrea	Risco baixo
Auditório	F-5	Edificação Térrea	Risco baixo
CAADE	E-6	Edificação Térrea	Risco baixo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

A Tabela 40, apresenta as medidas de segurança contra incêndio exigidas para os prédios componentes do presente projeto, de acordo com suas classificações.

Tabela 40 - Medidas de segurança contra incêndio exigidas para cada edificação, de acordo com o Decreto Estadual SP nº 56.819, de 10 de março de 2011

	Ensino Fundamental	Creche/Educação Infantil	Administrativo	Cozinha/Refeitório	Complexo Esportivo	Auditório	CAADE
	E-1	E-5	D-1	F-8	F-3	F-5	E-6
Acesso de viatura na edificação	X	X	X	X	X	X	X
Segurança estrutural contra incêndio	X	X	X	X	X	X	X
Compartimentação horizontal ou sistema de chuveiros automáticos			X			X	
Controle de materiais de acabamento	X	X	X	X	X	X	X
Saídas de emergência	X	X	X	X	X	X	X
Plano de emergência					X	X	
Brigada de incêndio	X	X	X	X	X	X	X
Iluminação de emergência	X	X	X	X	X	X	X
Alarme de incêndio	X	X	X	X	X	X	X
Sinalização de emergência	X	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X	X
Hidrante e mangotinhos	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Os próximos itens descrevem o dimensionamento e especificações das medidas de segurança contra incêndio adotadas. Além disso, encontram-se nos Anexos S, T, U, V e W, o memorial de cálculo da rede de hidrantes, o plano de emergência para situações de incêndio e o projeto de segurança contra incêndio, bem como o projeto isométrico da rede de hidrantes.

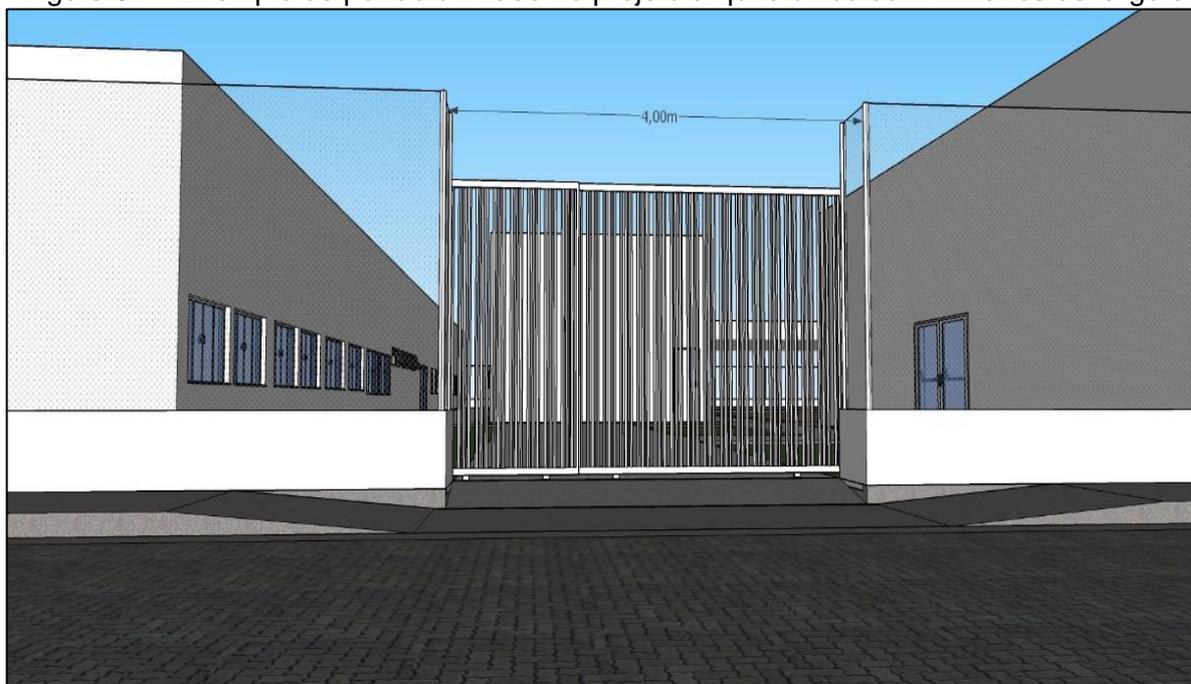
3.9.1. Acesso de viatura na edificação

Seguindo as condições mínimas estabelecidas pela IT 06/2011 – Acesso de viaturas nas edificações e áreas de risco (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011a), o projeto do CIEM conta com:

- Vias de acesso de 7 metros de largura, sendo o mínimo requerido 6 metros e com pavimento que suporta viaturas com peso de 25 toneladas distribuídas em dois eixos;
- Portão de acesso da viatura com largura de 4 metros, atendendo ao mínimo necessário;
- Portão de acesso sem cobertura.

A Figura 57 demonstra um tipo de portão utilizado no projeto arquitetônico que atende ao requisitado na IT 06/2011, permitindo a passagem de viaturas do Corpo de Bombeiros quando necessário.

Figura 57 – Exemplo de portão utilizado no projeto arquitetônico com 4 metros de largura



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

3.9.2. Segurança estrutural contra incêndio

A IT 08/2011 - Resistência ao fogo dos elementos de construção (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011c) estabelece as condições necessárias aos elementos estruturais e de compartimentação das edificações para que, em situação de incêndio, seja evitado o colapso estrutural por tempo suficiente para permitir a saída segura das pessoas e o acesso para as operações do corpo de bombeiros.

De acordo com a Tabela A da IT 08/2011, considerando que a edificação é do tipo educacional (divisão E1 a E6) e com altura menor do que 6 metros, o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) é de no mínimo 30 minutos.

Os tipos de alvenarias a serem utilizados na construção são blocos vazados de concreto de 14 cm e de 19 cm, com revestimento. Sendo assim, conforme o Anexo B (Tabela de resistência ao fogo para alvenarias) da IT 08/2011, a resistência promovida por esse tipo de material é de 2h e 3h, respectivamente, atendendo ao requerido.

3.9.3. Compartimentação horizontal

A compartimentação horizontal objetiva impedir a propagação de incêndio no pavimento de origem para outros ambientes no plano horizontal, sendo a IT 09/2011 – Compartimentação horizontal e compartimentação (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011d) vertical que regulamenta sua aplicação.

No projeto do CIEM, será exigido esse tipo de item de segurança apenas no prédio administrativo e no auditório. As características exigidas pela IT 09/2011 contempladas no referido projeto para as paredes de compartimentação são as seguintes:

- Parede corta-fogo: dimensionada estruturalmente e construída em blocos vazados de concreto de 14 cm e de 19 cm, com revestimento, que não entram em colapso caso ocorra a ruína da cobertura do edifício do lado afetado pelo incêndio, além disso possui TRRF de 120 minutos, estando de acordo com o exigido pela IT 08/2011 - Resistência ao fogo dos elementos de construção (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011c);
- Porta corta-fogo: destinada a impedir a passagem de fogo ou fumaça em caso de incêndio, facilitando a fuga de pessoas e resgates;
- Afastamento entre fachadas paralelas, segundo o Anexo B da IT nº 07/2011 – Separação entre edificações (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011b), para paredes corta-fogo com TRRF de 120 minutos, a distância é eliminada.

3.9.4. Controle de materiais de acabamento

De acordo com a IT 10/2011 - Controle de materiais de acabamento e de revestimento (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011e), que estipula as condições a serem atendidas pelos materiais de acabamento e revestimento das edificações para restringir a propagação de fogo e desenvolvimento de fumaça, no caso de ocorrência de incêndio, ficam isentos deste controle os materiais comprovadamente incombustíveis. Esses materiais são classificados como sendo de Classe I e, entre outros, são compostos somente de vidro, concreto, gesso, produtos cerâmicos, pedra natural, alvenaria, metais e ligas metálicas.

Todos os materiais dimensionados para a construção do CIEM II deverão ser incombustíveis.

3.9.5. Saídas de emergência

O dimensionamento das saídas de emergência das edificações do CIEM foram feitos com base na IT 11/2014 – Saídas de emergência (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2014a), de modo a determinar as dimensões mínimas necessárias para que a população possa abandonar com segurança a edificação em caso de incêndio ou pânico e permitir a entrada do corpo de bombeiros para combate ao fogo ou retirada de pessoas. Os procedimentos realizados estão descritos nas Tabela 41, Tabela 42 e Tabela 43.

Tabela 41 - Dados para dimensionamento das saídas de emergência

Ocupação ^(O)		População ^(A)	Capacidade da Unidade de Passagem (UP)		
Grupo	Divisão		Acessos / Descargas	Escadas / rampas	Portas
A	A-1, A-2	Duas pessoas por dormitório ^(C)	60	45	100
	A-3	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m ² de área de alojamento ^(D)			
B		Uma pessoa por 15 m ² de área ^{(H) (G)}			
C		Uma pessoa por 5 m ² de área ^{(E) (J) (M)}			
D		Uma pessoa por 7 m ² de área ^(L)	100	75	100
E	E-1 a E-4	Uma pessoa por 1,50 m ² de área de sala de aula ^(F)	30	22	30
	E-5, E-6	Uma pessoa por 1,50 m ² de área de sala de aula ^(F)			
	F-1, F-10	Uma pessoa por 3 m ² de área ^(N)			
F	F-2, F-5, F-8	Uma pessoa por m ² de área ^{(E) (G) (N) (Q)}	100	75	100
	F-3, F-9	Duas pessoas por m ² de área ^{(G) (N) (1:0,5 m²) (Q)}			
	F-4	Uma pessoa por 3 m ² de área ^{(H) (J) (I) (N)}			
	F-6, F-7	Duas pessoas por m ² de área ^{(G) (N) (P) (Q)}	80	60	80

Fonte: (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2014a, p. 22).

Tabela 42 - Dimensionamento das saídas de emergência

Edificação	Divisão	Taxa de População	Área	População	Capacidade da Unidade de Passagem		Número de Unidades de Passagem		Largura mínima total (m)		Largura total adotada (m)	
					Acessos	Portas	Acessos	Portas	Acessos	Portas	Acessos	Portas
Fundamental	E-1	1 pessoa/ 1,5m ²	564,48	377	100	100	4	4	2,20	2,20	6,50	6,30
Infantil	E-5	1 pessoa/ 1,5m ²	556,07	371	30	30	13	13	7,15	7,15	8,00	7,80
Administrativo	D-1	1 pessoa/ 7m ²	588,53	85	100	100	1	1	1,20	1,20	10,00	6,50
Cozinha / Refeitório	F-8	1 pessoa/ 7m ²	513,62	74	100	100	1	1	1,20	1,20		8,20
Complexo esportivo	F-3	2 pessoas/ m ²	1024,14	513	100	100	6	6	3,30	3,30	Aberto	Aberto
Auditório	F-5	133	-	133	100	100	2	2	1,20	1,20		1,90
CAADE	E-6	1 pessoa/ 1,5m ²	159,05	107	30	30	4	4	2,20	2,20	4,15	5,80

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Tabela 43 - Distâncias máximas a serem percorridas

Grupo e divisão de ocupação	Andar	Sem chuveiros automáticos				Com chuveiros automáticos			
		Saída única		Mais de uma saída		Saída única		Mais de uma saída	
		Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça	Com detecção automática de fumaça
A e B	De saída da edificação (piso de descarga)	45 m	55 m	55 m	65 m	60 m	70 m	80 m	95 m
	Demais andares	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, L e M	De saída da edificação (piso de descarga)	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
	Demais andares	30 m	35 m	40 m	45 m	45 m	55 m	65 m	75 m

Fonte: (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2014a, p. 24).

Foram respeitados os critérios mínimos de tamanhos de saídas de emergência e distâncias máximas a serem percorridas até às mesmas em todo o projeto, atendendo às normas da IT 11/2014.

3.9.6. Plano de emergência

A IT 16/2011 – Plano de emergência contra incêndio (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011f) tem como exigência o levantamento e detalhamento das informações da edificação e os procedimentos básicos de emergência em caso de incêndio, conforme exemplos contidos nos anexos B e C da referida norma.

Além disso, o plano de emergência prevê que após a entrega da edificação seja feita uma planta de risco de incêndio que deve permanecer afixada na entrada da edificação, portaria ou recepção, nos pavimentos de descarga e junto ao hall dos pavimentos, de forma que seja visualizada por ocupantes e usuários da edificação, além da equipe de bombeiros em caso de emergência.

O plano de emergência para situações de incêndio do projeto do CIEM, se encontra no Anexo T.

3.9.7. Brigada de incêndio

A IT 17/2015 – Brigada de incêndio (parte 1 e parte 2) (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2014b) define as condições mínimas para composição, formação, implantação, treinamento e reciclagem da brigada de incêndio e dimensionamento da quantidade de bombeiros civis, para atuação na prevenção e combate a incêndio nas edificações e áreas de risco, até a chegada do socorro especializado.

Seguindo as orientações contidas na citada instrução técnica, a composição da brigada de incêndio do CIEM deve obedecer ao disposto na tabela 45 abaixo:

Tabela 44 - Composição mínima da brigada de incêndio por compartimento

Edificação	Divisão	Grau de Risco	População fixa por compartimento	Número de brigadistas	Nível de treinamento
Fundamental	E-1	Baixo	Acima de 10	1 brigadista para cada 20 pessoas	Básico
Infantil	E-5	Baixo	Acima de 10	80% da população fixa	Básico
Administrativo	D-1	Baixo	Acima de 10	1 brigadista para cada 20 pessoas	Básico
Cozinha/Refeitório	F-8	Baixo	Até 6	3	Básico
Complexo esportivo	F-3	Baixo	Até 4	3	Básico
Auditório	F-5	Médio	Até 4	3	Intermediário
CAADE	E-6	Baixo	Até 10	8	Básico

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

3.9.8. Iluminação de emergência

Para o correto dimensionamento e localização dos pontos de iluminação de emergência, foram seguidas as diretrizes da IT 18/2011 – Iluminação de emergência (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011g) que fixa as condições necessárias para o projeto e instalação do sistema de iluminação de emergência em edificações e áreas de risco, de modo a garantir condições mínimas de iluminação até que seja totalmente evacuada de forma segura a população presente nas edificações em caso de falta de energia, além de fornecer condições mínimas para atuação de equipes de salvamento e combate a incêndios.

Conforme a IT 18/2011 estão previstas no projeto do CIEM:

- Blocos autônomos de iluminação de emergência;
- Pontos de iluminação de aclaramento a menos de 15 metros de distância entre um e outro;
- Pontos de iluminação de balizamento em todas as saídas das salas e das edificações.

3.9.9. Alarme de incêndio

A fim de estabelecer os requisitos mínimos do sistema de detecção e alarme de incêndio para segurança e proteção das edificações deste projeto, seguiu-se a IT nº 19/2011 – Sistema de detecção e alarme de incêndio (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011h). O sistema está detalhado no projeto específico e conta, entre outras, com as seguintes características, de acordo com a IT citada:

- Fonte de alimentação auxiliar constituída por baterias com autonomia de 24 horas em regime de supervisão e de 15 minutos em regime de alarme;
- Central de detecção e alarme e painel repetidor localizados na secretaria, de modo a garantir a vigilância humana constante e segurança do equipamento;
- Acionadores manuais distribuídos a no máximo 30 metros de distância de qualquer ponto das edificações

3.9.10. Sinalização de emergência

As edificações do projeto do CIEM contêm sinalizações de emergência de forma a alertar para os riscos existentes e garantir que sejam adotadas ações

adequadas às situações de risco, facilitando as ações de combate e localização dos equipamentos e rotas de saída em caso de incêndio, de acordo com o disposto na IT 20/2011 – Sinalização de emergência (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011i).

3.9.11. Extintores

Os equipamentos extintores de incêndio para combate a princípios de incêndios foram dimensionados e posicionados de acordo com os critérios estabelecidos pela IT 21/2011 – Sistema de proteção por extintores de incêndio (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011j) e estão detalhados no projeto específico. Entre outras especificações:

- A quantidade e tipo de extintores foram definidos de acordo com a área e o risco a ser protegido;
- Os extintores foram distribuídos de forma que, em caso de necessidade, um operador não percorra distância maior do que 25 metros.

3.9.12. Reserva técnica de incêndio (RTI)

O dimensionamento da RTI foi feito com base na IT 22/2011 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011k).

Considerando a Tabela 45, definiu-se o sistema do tipo 1 para todas as edificações, com exceção do auditório que exige o dimensionamento de sistema tipo 3.

A IT 22/2011, orienta que, no caso de edificações de múltiplos usos, o dimensionamento do sistema de hidrantes deve seguir a classificação de maior risco, logo o dimensionamento geral foi feito para sistema do tipo 3.

Considerando que a soma total das áreas construídas das edificações é de 6.126,60 m², a RTI mínima é de 25 m³, a qual será atendida pela piscina conforme permitido pelo item 1.4 do Anexo B da IT 22/2011:

B.1.4 O reservatório pode ser uma piscina da edificação a ser protegida, desde que garantida a reserva efetiva permanentemente, por meio de uma declaração do responsável pelo uso.

Logo, o volume de RTI, igual ao volume da maior piscina, será de 460,00 m³.

Tabela 45 - Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m³)

Área das edificações e áreas de risco	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO CONFORME TABELA 1 DO DECRETO ESTADUAL 56.819/11				
	A-2, A-3, C-1, D-1(até 300 MJ/m ²), D-2, D-3 (até 300 MJ/m ²), D-4 (até 300 MJ/m ²), E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-1 (até 300 MJ/m ²), F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1, J-1, J-2 e M-3	D-1 (acima de 300 MJ/m ²), D-3 (acima de 300 MJ/m ²), D-4 (acima de 300 MJ/m ²), B-1, B-2, C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m ²), C-3, F-1 (acima de 300 MJ/m ²), F-5, F-6, F-7, F-9, F-10, H-4, I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m ²), J-2 e J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m ²)	C-2 (acima de 1000 MJ/m ²), I-2 (acima de 800 MJ/m ²), J-3 (acima de 800 MJ/m ²), L-1, M-1, M-5	G-5, I-3, J-4, L-2 e L-3	
Até 2.500 m ²	Tipo 1 RTI 5 m ³	Tipo 2 RTI 8 m ³	Tipo 3 RTI 12 m ³	Tipo 4 RTI 28 m ³	Tipo 4 RTI 32 m ³
Acima de 2.500 m ² até 5.000 m ²	Tipo 1 RTI 8 m ³	Tipo 2 RTI 12 m ³	Tipo 3 RTI 18 m ³	Tipo 4 RTI 32 m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³
Acima de 5.000 m ² até 10.000 m ²	Tipo 1 RTI 12 m ³	Tipo 2 RTI 18 m ³	Tipo 3 RTI 25 m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³	Tipo 5 RTI 64 m ³
Acima de 10.000 m ² até 20.000 m ²	Tipo 1 RTI 18 m ³	Tipo 2 RTI 25 m ³	Tipo 3 RTI 35 m ³	Tipo 4 RTI 64 m ³	Tipo 5 RTI 96 m ³
Acima de 20.000 m ² até 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 25 m ³	Tipo 2 RTI 35 m ³	Tipo 3 RTI 48 m ³	Tipo 4 RTI 96 m ³	Tipo 5 RTI 120 m ³
Acima de 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 35 m ³	Tipo 2 RTI 48 m ³	Tipo 3 RTI 70 m ³	Tipo 4 RTI 120 m ³	Tipo 5 RTI 180 m ³

Fonte: (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011k, p. 9).

3.9.13. Hidrante e mangotinhos

A partir do sistema de hidrantes definido como sendo do tipo 3, adotou-se os valores definidos pela Tabela 46:

- Esguicho regulável: DN 40 mm;
- Mangueiras de incêndio: DN 40 mm;
- Comprimento da mangueira: 30 metros;
- Vazão mínima no hidrante mais desfavorável: 200 L/min;
- Pressão mínima no hidrante mais desfavorável: 40 mca.

Tabela 46 - Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinho

Tipo	Esguicho regulável (DN)	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (l/min)	Pressão mínima no hidrante mais desfavorável (mca)
		DN (mm)	Comprimento (m)			
1	25	25	30	simples	100	80
2	40	40	30	simples	150	30
3	40	40	30	simples	200	40
4	40	40	30	simples	300	65
	65	65	30	simples	300	30
5	65	65	30	duplo	600	60

Fonte: (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011k, p. 9).

Com esses dados, utilizou-se tabela própria elaborada pelo autor, que consta no Anexo S, para o cálculo dos diâmetros da tubulação e bomba do sistema de hidrantes. A condição exigida pela IT 22/2011 é de que, nos dois hidrantes mais distantes da reserva de incêndio, seja garantido o abastecimento com a vazão e pressão mínimas necessárias já que, nessa condição, garante-se que todos os outros hidrantes serão atendidos.

Dessa forma, foram definidas as seguintes características da tubulação e bomba:

- Material da tubulação: aço galvanizado;
- Diâmetro da sucção: 3”;
- Diâmetro do recalque: 2 1/2”
- Diâmetro dos ramais: 2”;
- Bomba:
 - Altura Manométrica total: 41 mca
 - Vazão: 413 litros/min

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do presente trabalho possibilitou envolver-se com as necessidades de desenvolvimento da educação básica no município de Atibaia. Através de coleta de dados, visita realizada ao CIEM existente e escolha do local da obra, pôde-se perceber também a importância de implantar no local correto um equipamento público essencial como é uma escola, de forma a atender com qualidade a população da região.

Foi necessário realizar extenso levantamento bibliográfico acerca das normas e padrões de referência utilizados para projetos de prédios escolares, tomando como base as diretrizes da Fundação para o Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo (FDE-SP) e do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Optou-se por seguir tais diretrizes devido a inexistência de normas específicas para projetos de escolas com o padrão CIEM. As mesmas orientaram a escolha dos ambientes componentes da escola e dos métodos construtivos a serem seguidos, tendo sido complementados pelas normas técnicas brasileiras e bibliografias pertinentes para dimensionamento de cada projeto. Entendendo ainda que o presente trabalho trata de uma obra pública, as definições dos processos e materiais se deram também com base na economia e facilidade de execução, porém sem deixar de seguir os parâmetros legais e normativos.

O projeto arquitetônico foi produzido tendo como premissa atender o conforto, acessibilidade, segurança e a funcionalidade das edificações, buscando que os serviços prestados no local e a movimentação de pessoas funcionem de maneira eficaz no interior e ao redor da escola, com mínima influência no trânsito local, facilitando o dia-a-dia e aumentando a produtividade dos funcionários, professores, alunos e demais usuários da escola. Ao mesmo tempo, buscou-se harmonizar o arquitetônico com os demais projetos propostos (estrutural, hidrossanitário, de gás, águas pluviais e segurança contra incêndios) de modo que atendeu as demandas necessárias e promover uma experiência com a maior parte das responsabilidades de um Engenheiro Civil em uma obra desse porte.

Cabe ressaltar que na realização dos projetos não foi utilizado nenhum *software* de dimensionamento especializado, somente planilhas de cálculo elaboradas pelos autores. Apesar de tornar os dimensionamentos mais conservadores e demandar mais tempo e esforço, realizar os cálculos manualmente demonstrou-se de elevada

importância para o desenvolvimento do senso crítico de engenheiro, da capacidade de pensar em como será a execução e funcionamento real do que se está projetando a fim de aprimorar os cálculos e projetos, bem como propiciar experiência de projeto necessária para, no futuro, utilizar de forma consciente e adequada os *softwares* disponíveis.

Considerando o enorme impacto social que tem uma escola de grande porte com múltiplas áreas para desenvolvimento integral das crianças, como é o projeto do CIEM, nota-se a relevância do trabalho do engenheiro civil para a sociedade, pois é o profissional indispensável para realização, execução e acompanhamento dos diversos projetos que concretizam no ambiente os meios para transformar a realidade das pessoas.

Por fim, como apontado na introdução do presente trabalho, em suas diversas etapas desenvolvidas, o mesmo favoreceu também a aplicação prática dos conceitos e conteúdos acadêmicos. Tais etapas forneceram experiências importantes para o crescimento pessoal e profissional, desenvolvendo habilidades como capacidade de tomar decisões, organização, raciocínio lógico e crítico, entre outras, cruciais para a futura carreira dos graduandos em Engenharia Civil.

5. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, A. C. A. **Procedimentos para análise e avaliação da iluminação em ambientes escolares**. In: Anais do ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Rio de Janeiro, RJ. Rio de Janeiro, RJ: [s.n.], 1995. p. 587-592.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 1ª. ed. Brasília: ANEEL, 2002. 5-16 p.

ARCELORMITTAL. **Manual Técnico de Lajes Treliçadas**. [S.l.].

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9818**: Projeto de execução de piscina (tanque e área circundante) - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

_____. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

_____. **NBR 13932**: Instalações internas de gás liquefeito. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

_____. **NBR 13933**: Instalações internas de gás natural (GN) - Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1997b.

_____. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

_____. **NBR 5648**: Sistemas prediais de água fria - Tubos e conexões de PVC 6,3, PN 750 kPa, com junta soldável - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

_____. **NBR 8160**: Sistema Predial de Esgoto Sanitário - Projeto e Execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

_____. **NBR 8681**: Ações e segurança nas estruturas - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. **NBR 13523**: Central de gás liquefeito de petróleo - GLP. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **NBR 15884**: Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Policloreto de Vinila Clorado (CPVC). Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

_____. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

_____. **NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

_____. **NBR 9062:** Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ATIBAIA comemora resultados positivos na área da educação. **Jornal O Atibaense**, Atibaia, 14 Maio 2015. Disponível em: <<http://www.oatibaense.com.br/News/8/12693/atibaia-comemora-resultados-positivos-na-area-da-educacao/>>. Acesso em: 13 Junho 2016.

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JÚNIOR, G. D. A. **Instalações Hidráulicas Prediais:** Utilizando tubos plásticos. 4ª. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. D. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado:** segundo a NBR 6118:2014. 4ª. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014.

CHAGURI, J. **Sistemas prediais de aquecimento de água à gás: parâmetros de dimensionamento e gerenciamento.** Escola Politécnica da USP. São Paulo. 2009.

CHING, F. D. K.; ONOUYE, B. S.; ZUBERBUHLER, D. **Sistemas estruturais ilustrados:** padrões, sistema e projeto. 2ª. ed. São Paulo: Bookman, 2009.

CHPS - COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS. Best Practices Manual. **The Collaborative for High Performance Schools.** Disponível em: <www.chps.net/manual/index.htm>. Acesso em: 10 Junho 2016.

COMMISSION FOR ARCHITECTURE AND THE BUILT ENVIRONMENT (CABE). **Picturing school design - a visual guide to secondary school buildings and their surroundings using the design quality indicator for schools.** Londres. 2005.

_____. **Assessing secondary schools design quality.** Londres. 2006.

COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **Manual Técnico para Projeto e Construção de Sistemas de Aquecimento Solar e Gás Natural.** São Paulo, p. 61. 2011.

COPAGAZ. O que é GLP? **Site da Copagaz**, 2005. Disponível em: <http://www.copagaz.com.br/representantes/o_que_e_glp.asp>. Acesso em: 26 Setembro 2016.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica nº 06/2011 - Acesso de viatura na edificação e áreas de risco**. São Paulo. 2011a.

_____. **Instrução Técnica nº 07/2011 - Separação entre edificações (isolamento de risco)**. São Paulo. 2011b.

_____. **Instrução Técnica nº 08/2011 - Resistência ao fogo dos elementos de construção**. São Paulo. 2011c.

_____. **Instrução Técnica nº 09/2011 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical**. São Paulo. 2011d.

_____. **Instrução Técnica nº 10/2011 - Controle de materiais de acabamento e de revestimento**. São Paulo. 2011e.

_____. **Instrução Técnica nº 16/2011 - Plano de emergência contra incêndio**. São Paulo. 2011f.

_____. **Instrução Técnica nº 18/2011 - Iluminação de emergência**. São Paulo. 2011g.

_____. **Instrução Técnica nº 19/2011 - Sistema de detecção e alarme de incêndio**. São Paulo. 2011h.

_____. **Instrução Técnica nº 20/2011 - Sinalização de emergência**. São Paulo. 2011i.

_____. **Instrução Técnica nº 21/2011 - Sistema de proteção por extintores de incêndio**. São Paulo. 2011j.

_____. **Instrução Técnica nº 22/2011 - Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. São Paulo. 2011k.

_____. **Instrução Técnica nº 11/2014 - Saídas de emergência**. São Paulo. 2014a.

_____. **Instrução Técnica nº 17/2014 - Brigada de incêndio (parte 1 e parte 2)**. São Paulo. 2014b.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 15 p.

DELTA - ARTEFATOS DE CONCRETO. Vantagens do piso intertravado de concreto. **Site da Delta - Artefatos de Concreto**, 2017. Disponível em:

<<http://www.artefatosdelta.com.br/vantagens-piso-intertravado.php>>. Acesso em: 12 Setembro 2017.

DOS SANTOS, E. M. et al. **Gás natural: a construção de uma nova civilização**. USP/Instituto de Estudos Avançados. São Paulo. 2007.

DUDEK, M. **Schools and Kindergartens - a design manual**. Berlin: Birkäuser, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional**. Rio de Janeiro: EPE, 2010.

FERNANDES, V. M. C. **Influência do Uso de Dispositivos de Admissão de Ar no Comportamento Hidráulico-Pneumático dos Sistemas Prediais de Coleta de Esgotos Sanitários Residenciais**. São Paulo: PCC-EPUSP, 1993.

FNDE - FUNDAÇÃO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. Quadra coberta com vestiário - 2014 a 2016. **FNDE Projetos arquitetônicos para construção**, 2016. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/par/par-projetos-arquitetonicos-para-construcao/quadra-coberta-com-vesti%C3%A1rio>>. Acesso em: 24 Setembro 2016.

FRANCESCATO, J. A. G. **Projeto de instalações prediais hidráulico-sanitárias**. Limeira. Unicamp/Divisão Tecnológica da Construção Civil, p. 58. Apostila. 2009.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Manual de uso e segurança de instalações de gás em escolas**. São Paulo: FDE, 2009.

_____. **Ambientes - 08A**. São Paulo: FDE, 2015.

_____. **Normas de Apresentação de Projetos - Estrutura**. São Paulo: FDE, 2015. Disponível em: <http://catalogotecnico.fde.sp.gov.br/meu_site/AP%20Download/NORMAS%20ESTRUTURA_REV-JULHO15_.pdf>. Acesso em: 18 Maio 2016.

GIRIBOLA, M. Estaca-hélice contínua - Além da qualidade técnica do serviço, aspectos como disponibilidade de equipamento e rápida manutenção também devem ser avaliados na hora da contratação. **Construção Mercado - Negócios de Incorporação e Construção**, 2015. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/163/artigo338060-1.aspx>>. Acesso em: 11 Setembro 2017.

GOOGLE. Google Earth Pro versão 7.3. **Visão de satélite da Avenida Industrial Walter Kloth, Atibaia/SP**, 2016. Disponível em:

<<https://www.google.com/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 29 Setembro 2016.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decreto Estadual nº 56.819 de 10 de março de 2011**: Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e estabelece outras providências. São Paulo, SP: [s.n.], 2011.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et al. **Melhoria do conforto ambiental em edificações escolares de Campinas/SP**. UNICAMP. Campinas, SP, p. 8. 2001.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et al. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Revista Online da ANTAC - Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. VI, n. 2, p. 7-19, 2006. Acesso em: 10 Junho 2016.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; DA GRAÇA, V. A. C.; PETRECHE, J. R. D. An evaluation method for school building design at the preliminary phase with optimisation of aspects of environmental comfort for the school system of the State São Paulo in Brazil. **Building and Environment**, United Kingdon, p. 984-999, Fevereiro 2007.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; DELIBERADOR, M. S. **O processo de projeto de arquitetura escolar no estado de São Paulo e as possibilidades de intervenção**. In: Anais do 1º Workshop O lugar do pátio escolar no sistema de espaços livres - uso, forma e apropriação, 2010, Rio de Janeiro, RJ. Rio de Janeiro, RJ: [s.n.]. 2010. p. 104-127.

LAMBERTS, R. **Desempenho térmico de edificações**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 42. 2005.

LIMA FILHO, D. L. **Projetos de Instalações Elétrica Prediais**. 12ª. ed. São Paulo: Érica, 1997.

MAGNI, N. L. G.; MARTINEZ JÚNIOR, F. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo**. Convênio Departamento de Águas e Energia Elétrica e Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, p. 141. 1999.

MIMBACAS, A. et al. **Avaliação de desempenho térmico, lumínico e acústico**: escola padrão de alvenaria (EPA) e projeto nova escola (PNE). In: ANAIS DO ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1998, Florianópolis, SC. Florianópolis, SC: ANTAC. 1998. p. 339-346.

NAIR, P.; FIELDING, R. **The language of school design**: Design patterns for the 21st century school. [S.l.]: National Clearinghouse for Educational Facilities, 2005.

PAIXÃO, D. X.; SANTOS, J. L. P. **A acústica da sala de aula**. In: Anais do ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC, 1995, São Paulo, SP. São Paulo, SP: Piedade Ltda M.E. 1995. p. 61-64.

PINI. Manual de utilização EPS na construção Civil. **Sita de Editora PINI**. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/manual-de-utilizacao-de-eps-na-construcao-civil-79317-1.aspx>>. Acesso em: 11 Junho 2017.

PREFEITURA da Estância de Atibaia. **Centro Integrado de Educação Municipal será inaugurado no dia 1º de fevereiro**, 2014. Disponível em: <<http://prefeituradeatibaia.com.br/>>. Acesso em: 14 Maio 2016.

PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA. Prefeitura da Estância de Atibaia. **Centro Integrado de Educação Municipal será inaugurado no dia 1º de fevereiro**, 2014. Disponível em: <<http://prefeituradeatibaia.com.br/>>. Acesso em: 08 Dezembro 2017.

_____. **Lei complementar Nº 714 de 05 de agosto de 2015: Legislação de uso e ocupação do solo**. Atibaia: [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://prefeituradeatibaia.com.br/imprensa/pdf/2015/1717%20B.pdf>>. Acesso em: 28 Setembro 2016.

_____. **Central de Vagas em Creches**, 2016. Disponível em: <<http://www.atibaia.sp.gov.br/cvc/porcreche.asp>>. Acesso em: 14 Maio 2016.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **IP 06/2004 - Dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto**. Prefeitura de São Paulo. São Paulo, p. 16. 2004.

QUALY TESTE. A norma que rege o teste de estanqueidade. **Site da Qualy Teste**, 2017. Disponível em: <<http://www.qualyteste.com.br/artigos/norma-que-rege-o-teste-de-estanqueidade>>. Acesso em: 3 Novembro 2017.

QUARESMA, A. R. et al. Investigações geotécnicas. In: AUTORES, V. **Fundações: teoria e prática**. 2ª. ed. São Paulo: Pini, 1998. Cap. 3, p. 119.

RAYMUNDO, C. A. C. **Sistema predial de águas pluviais: Instalações Prediais II**. Notas de aula. Arquivo digital, p. 26. 1 - 30 out. de 2016.

_____. **Sistema predial de esgoto sanitário: Instalações Prediais II**. Notas de aula. Arquivo digital, p. 20. 1 - 30 set. de 2016.

RIBEIRO, F. T. Instalações Aquáticas. **Planejamento de Instalações de Educação Física, Esportes e Lazer**. Disponível em: <http://www.planesporte.com.br/inst_aquaticas.php>. Acesso em: 26 Setembro 2016.

SANOFF, H. **A Visioning Process for Designing Responsible Schools**. Washington, DC: National Clearing House for Educational Facilities, 2001. 22 p.

SOARES, M. M. **Aspectos ergonômicos na relação entre o comportamento, o espaço físico e os objetos na sala de aula**. In: Anais do II ENCONTRO NAICONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2003, Florianópolis, SC. Florianópolis, SC: [s.n.]. 2003. p. 373-378.

TANK TEST - TESTES DE ESTANQUEIDADE. Teste de estanqueidade GLP. **Site da Tank Test - Teste de Estanqueidade**. Disponível em: <<http://www.tanktest.com.br/teste-estanqueidade-glp>>. Acesso em: 3 Novembro 2017.

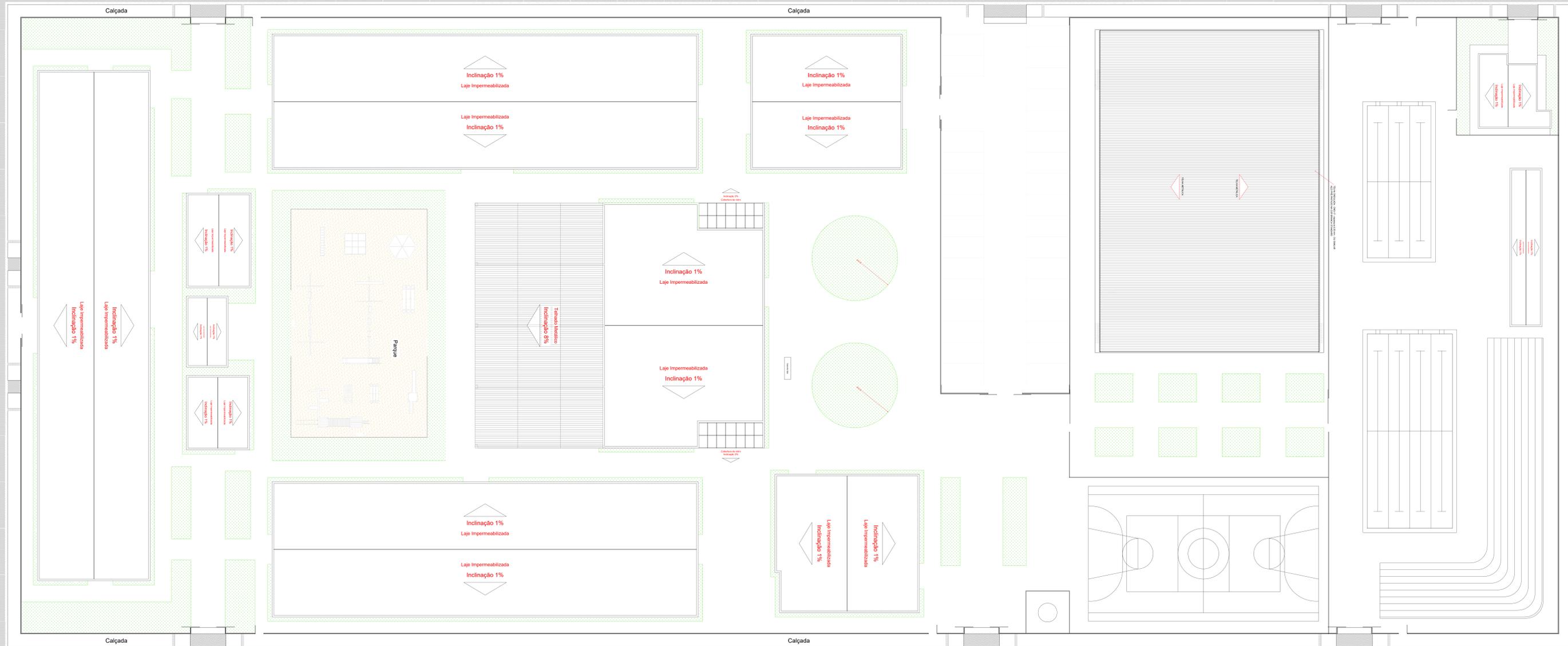
TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. [S.l.]: Livro Digital, 2011. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%205%20dez%202015.pdf>. Acesso em: 03 Setembro 2017.

URA, A. M.; BERTOLI, S. **A acústica das salas de aula das escolas da rede estadual de Campinas/SP**. In: Anais do VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1998, Florianópolis, SC. Florianópolis, SC: ANTAC. 1998. p. 333-337.

VEDACIT. Produto Vedapren Fast. **Sita da Vedacit**. Disponível em: <<http://vedacit.com.br/produtos/vedapren-fast>>. Acesso em: 11 Junho 2017.

VELLOSO, D.; LOPES, F. D. R. Concepção de obras de fundações. In: AUTORES, V. **Fundações: teoria e prática**. 2ª. ed. São Paulo: Pini, 1998. Cap. 6, p. 211-226.

WYLY, R. S.; EATON, H. N. **Capacities of stacks in sanitary drainage systems for buildings**. Washington D. C.: United States Departmente of Commerce - National Bureau of Standards, 1965.



Projeto da Cobertura

Esc.: 1:125

- Notas:**
- I - O projeto está de acordo com o Decreto Estadual nº 12.342/79 - Código Técnico de Edificações.
 - II - O Projeto está desenvolvido em conformidade com as normas técnicas e o dimensionamento de água e esgoto conforme permissão de uso pública e normas NBR.
 - III - O local possui permeabilidade de via pública, gás e esgoto, gerando-se com adição.
 - IV - O dimensionamento de água e esgoto no sistema de saneamento, com projeto em projeto.
 - V - São mostrados pontos, cotas, curvas, níveis, servidos, no caso de se alterar, a rede de drenagem.
 - VI - O material não possui caráter de obra, não contém risos, cotas, níveis, cotas, níveis, e são dimensionados de acordo com o projeto de arquitetura.
 - VII - Não há garantia, porém se o projeto de obra, projeto de instalação, projeto de pedras, pontos, bases de laje, etc. não forem elaborados no local, não serão responsáveis pelo projeto e obra de instalação.

PROJETO COMPLETO FOLHA **02/07** PREC. AP. FILE ARR

OBJETO: Projeto da Cobertura

LOCAL: Avenida Industrial Walter Klotz, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETÁRIO(A): ESCOLA ENSINADA ZORILANETE - ZMI INSC. CADASTRAL:

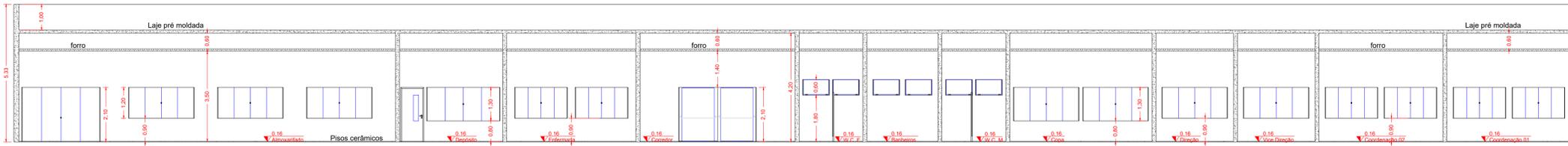
DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

PROPOSTA ARQUITETÔNICA: BRG / ENR /

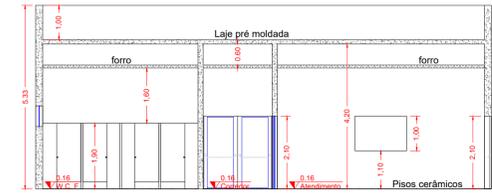
TERRENO:	ÁREA TOTAL:	16.800,00 m ²
ÁREA ÚTIL:	TERRENO:	7.548,74 m ²
ÁREA ÚTIL:	ÁREA ÚTIL:	945,07 m ²
T.C. 30,25	T.C. 30,25	T.C. 30,25

APROVAÇÃO: ANEXO APROVAÇÃO PREFEITURA E ESTANDE DE OBRAS

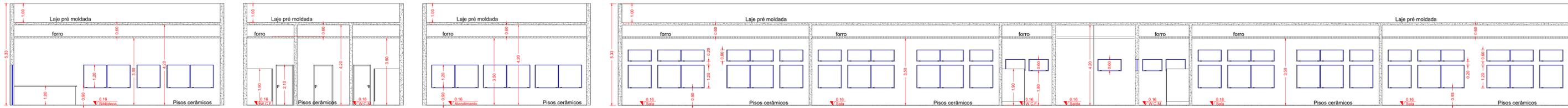
CONTATO DO AUTOR DO PROJETO: TEL. E-MAIL:



Corte A-A (Administrativo)
Esc.: 1:100

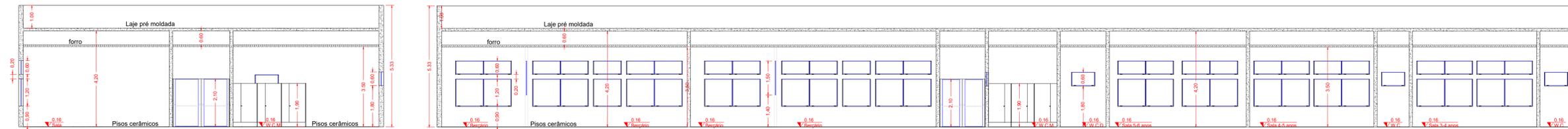


Corte B-B (Administrativo)
Esc.: 1:100



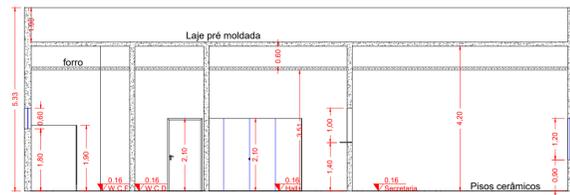
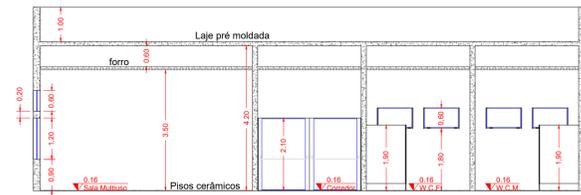
Corte C-C (Biblioteca/Banheiros/Informatica)
Esc.: 1:100

Corte D-D (Fundamental)
Esc.: 1:100

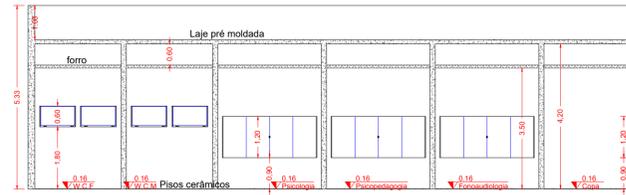


Corte E-E (Fundamental)
Esc.: 1:100

Corte F-F (Infantil)
Esc.: 1:100

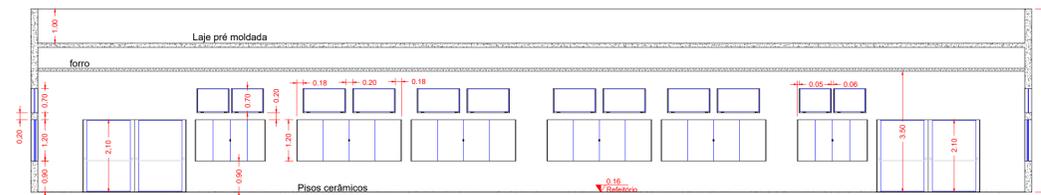


Corte H-H (CAADE)
Esc.: 1:100



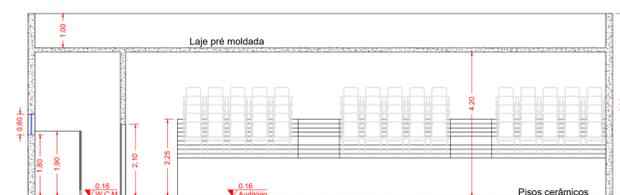
Corte I-I (CAADE)
Esc.: 1:100

Corte G-G (Infantil)
Esc.: 1:100



Corte J-J (Refeitório)
Esc.: 1:100

Corte K-K (Vide Folha 03)



Corte L-L (Auditório)
Esc.: 1:100



Corte M-M (Auditório)
Esc.: 1:100

PROJETO COMPLETO FOLHA **03/07** PROC. Nº
FLS.
ASS.

OBRA:
Projeto das Seções de Corte - Cortes de A até M

LOCAL:
Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETARIO(A) ESCALA INDICADA
ZONAMENTO: ZM3
INSC. CADASTRAL:



DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

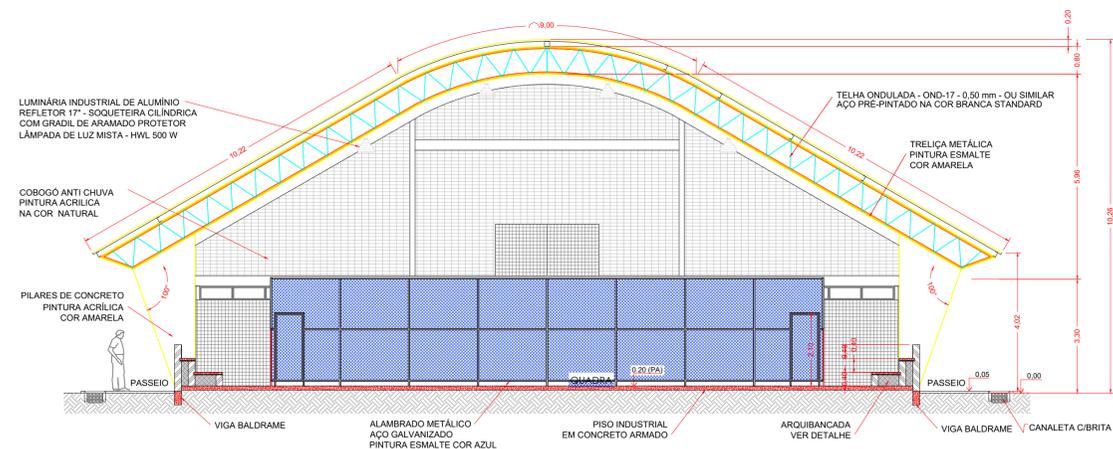
ÁREAS EM m²:	
TERRENO:	18.000,00 m²
ACONSTRUIR:	7.144,74 m²
TÉRREO:	7.144,74 m²
TOTAL:	7.144,74 m²
ÁREA LIVRE:	9.653,87 m²
To = 39,56 %	In = 39,69 %
Ex. Perm. = 51,31 %	

PROPRIETARIO (A):
RG:
CPF / CNPJ:

ENGº / ARQº:
AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO
CREA / CAU Nº
ART. / RRT. Nº
INSC. MUNICIPAL Nº

APROVAÇÃO:
(USO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)

CONTATO DO AUTOR DO PROJETO:
TEL: _____ CEL: _____
E-MAIL: _____



Corte N-N (Ginásio)

Esc.: 1:100



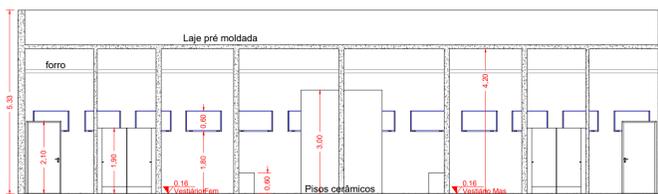
Corte P-P (Quadra Poliesportiva)

Esc.: 1:100



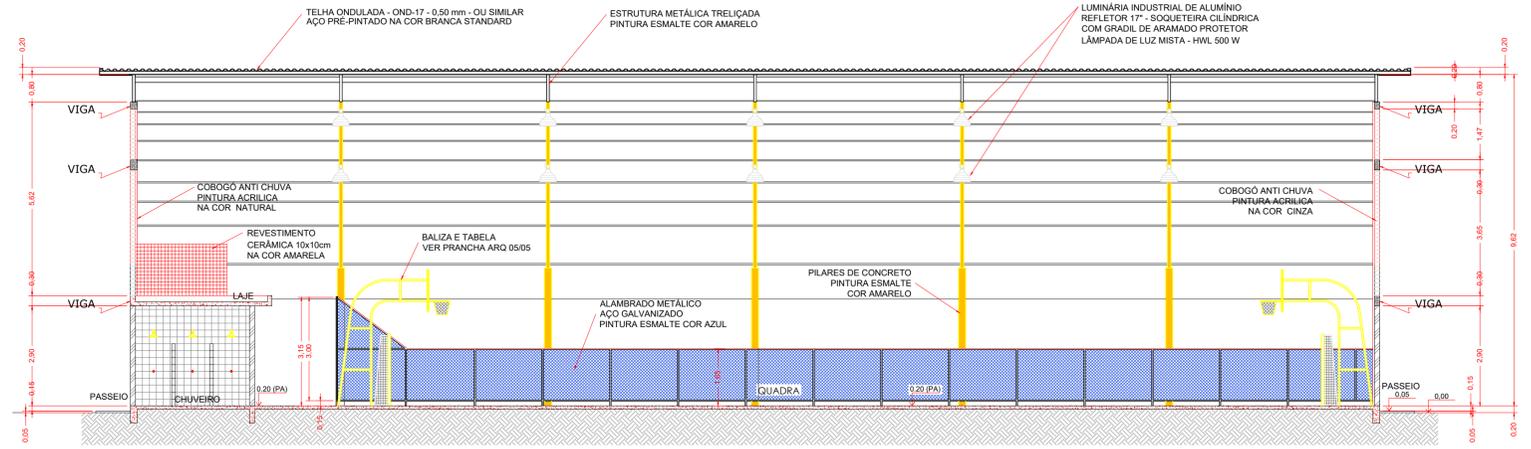
Corte Q-Q (Piscinas)

Esc.: 1:100



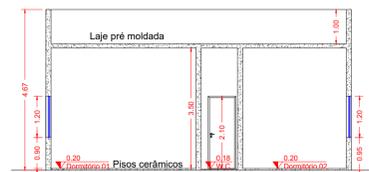
Corte R-R (Vestiários)

Esc.: 1:100



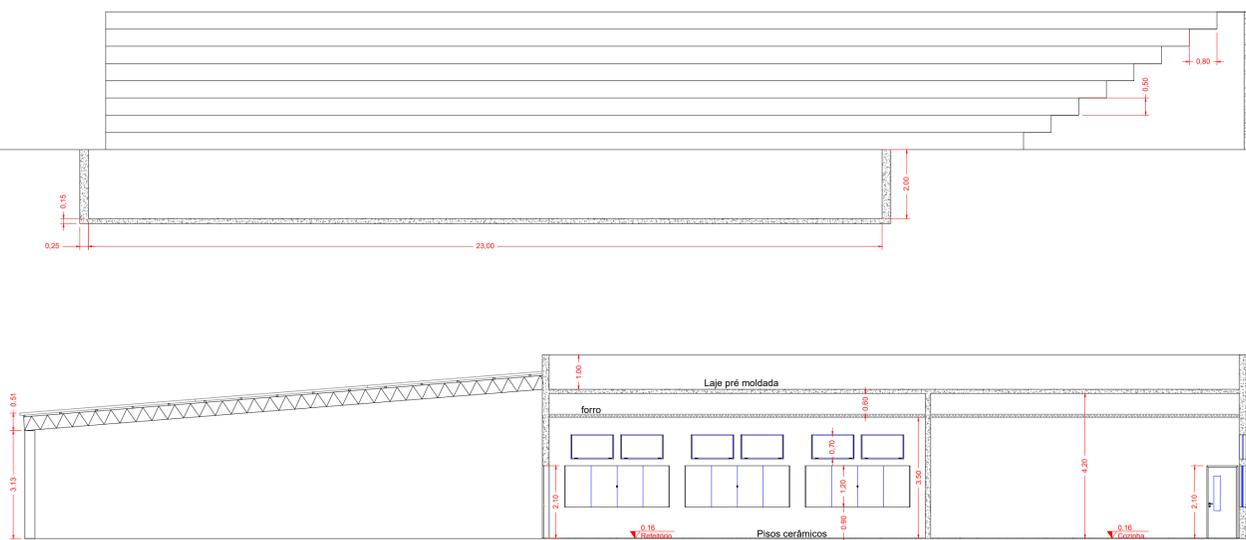
Corte O-O (Ginásio)

Esc.: 1:100



Corte S-S (Caseiro)

Esc.: 1:100



Corte K-K (Cozinha/Refeitório)

Esc.: 1:100

PROJETO COMPLETO

FOLHA
04/07

PROC. Nº
FLS
ASS.

OBRA:

Projeto das Seções de Corte - Cortes de N até S

LOCAL:

Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETÁRIO(A)

ESCALA INDICADA
ZONAMENTO: ZM3
INSC. CADASTRAL:



DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

PROPRIETÁRIO (A):
RG:
CPF / CNPJ:

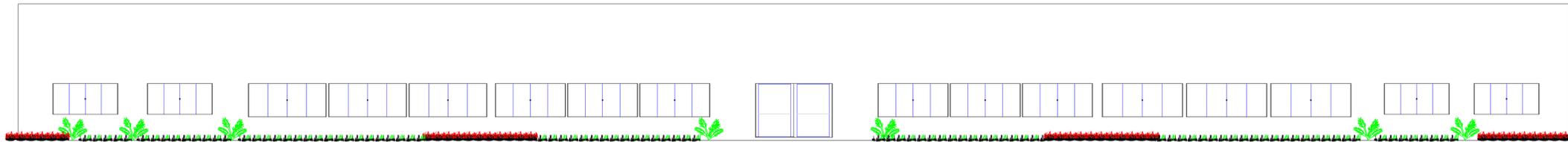
ÁREAS EM m ² :	
TERRENO:	18.000,00 m ²
A CONSTRUIR:	7.144,74 m ²
TÉRREO:	7.144,74 m ²
TOTAL:	7.144,74 m ²
ÁREA LIVRE:	9.653,87 m ²

To = 33,56 %	Io = 39,69 %	Tx. Perm. = 51,31 %
--------------	--------------	---------------------

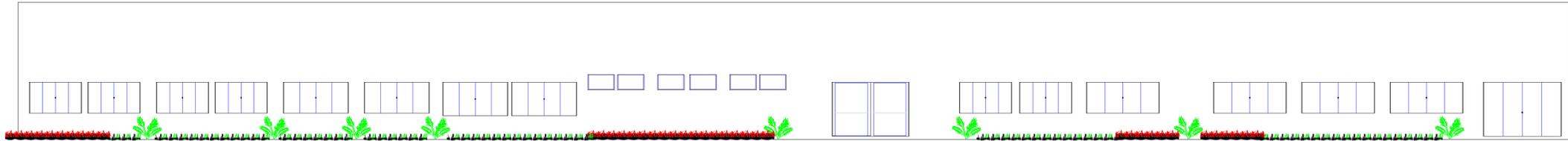
ENGº / ARQº:
AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO
CREA / CAU Nº
ART. / RRT. Nº
INSC. MUNICIPAL Nº

APROVAÇÃO:
(USO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)

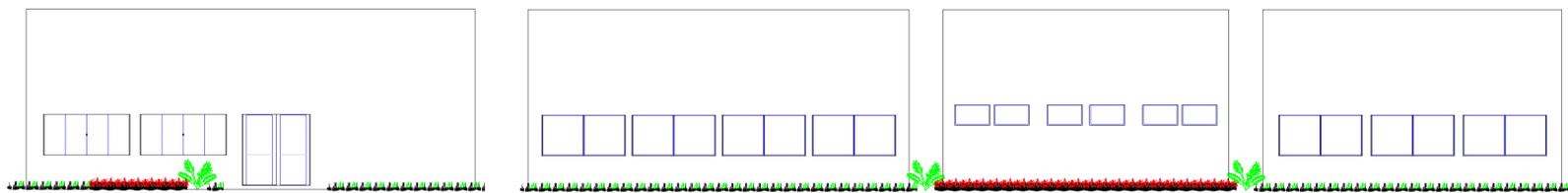
CONTATO DO AUTOR DO PROJETO.
TEL: _____ CEL: _____
E-MAIL: _____



Fachada A (Administrativo)
Esc.: 1:100

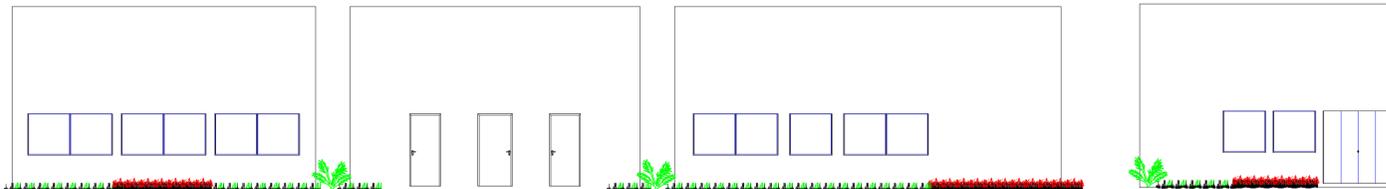


Fachada B (Administrativo)
Esc.: 1:100



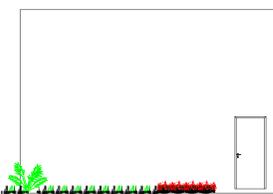
Fachada C (Administrativo)
Esc.: 1:100

Fachada D (Biblioteca/Informatica/Banheiros)
Esc.: 1:100

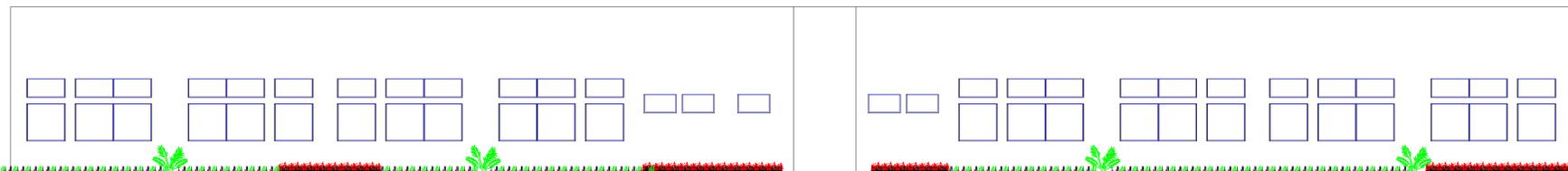


Fachada E (Biblioteca/Informatica/Banheiros)
Esc.: 1:100

Fachada F (Biblioteca/Informatica/Banheiros)
Esc.: 1:100



Fachada G (Biblioteca/Informatica/Banheiros)
Esc.: 1:100



Fachada H (Fundamental)
Esc.: 1:100

PROJETO COMPLETO

FOLHA
05/07

PRC. Nº
FLS.
ASS.

OBRA:

Projeto das Fachadas de A até H

LOCAL:

Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETARIO(A)

ESCALA INDICADA
ZONEAMENTO: ZM3
INSC. CADASTRAL:



SITUAÇÃO SEM ESCALA
NÃO SERVE PARA CENSO DE FOTOGRAFIA

DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

PROPRIETARIO (A):
RG:
CPF / CNPJ:

ÁREAS EM m²	
TERRENO:	18.000,00 m²
A CONSTRUIR:	7.144,74 m²
TÉRREO:	7.144,74 m²
TOTAL:	7.144,74 m²
ÁREA LIVRE:	9.653,87 m²

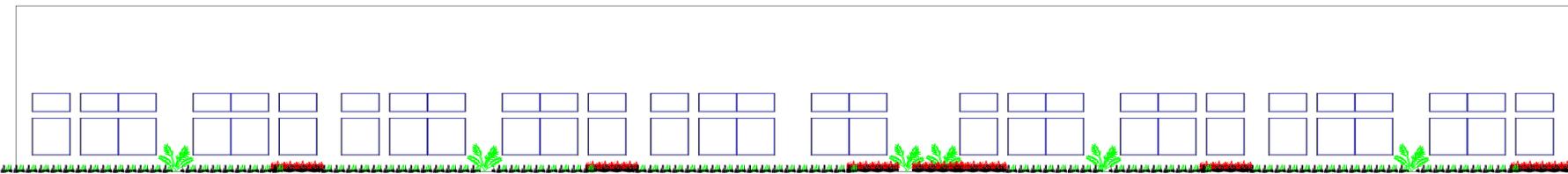
To = 33,56 %	Io = 39,69 %	Ex. Perm. = 51,31 %
--------------	--------------	---------------------

ENGº / ARQº:
AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO
CREA / CAU Nº
ART. / RRT. Nº
INSC. MUNICIPAL Nº

APROVAÇÃO:

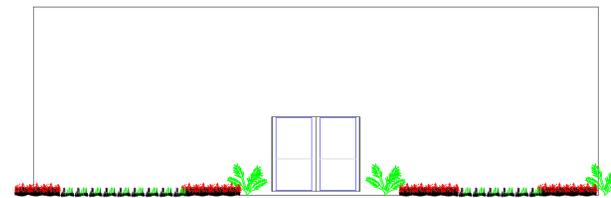
(USO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)

CONTATO DO AUTOR DO PROJETO:
TEL: _____ CEL: _____
E-MAIL: _____



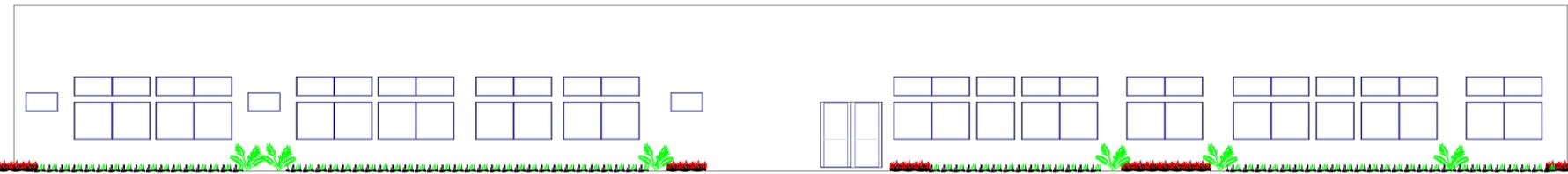
Fachada I (Fundamental)

Esc.: 1:100



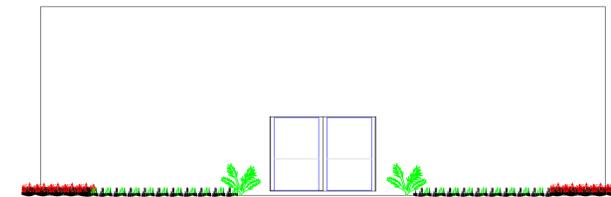
Fachada J (Fundamental)

Esc.: 1:100



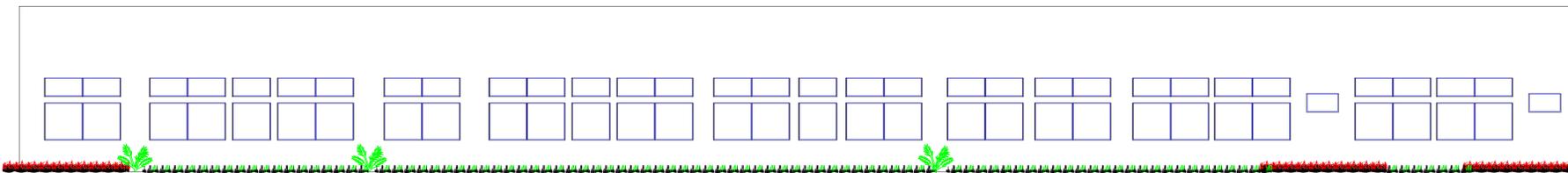
Fachada K (Infantil)

Esc.: 1:100



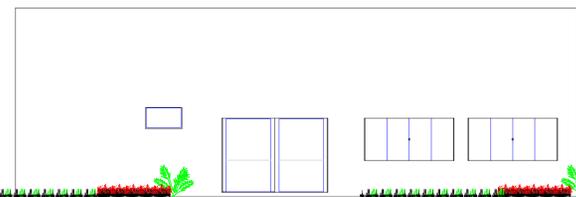
Fachada M (Infantil)

Esc.: 1:100



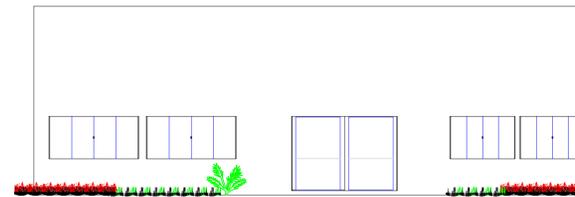
Fachada L (Infantil)

Esc.: 1:100



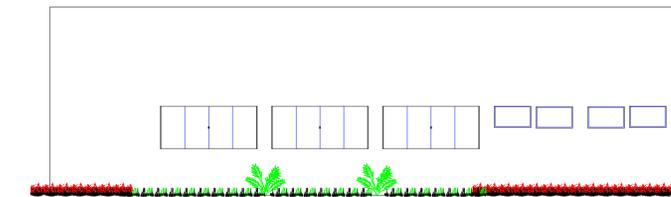
Fachada N (CAADE)

Esc.: 1:100



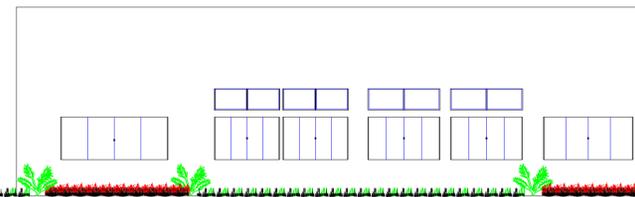
Fachada O (CAADE)

Esc.: 1:100



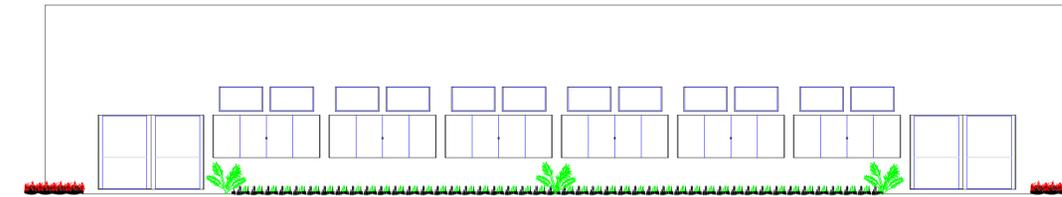
Fachada P (CAADE)

Esc.: 1:100



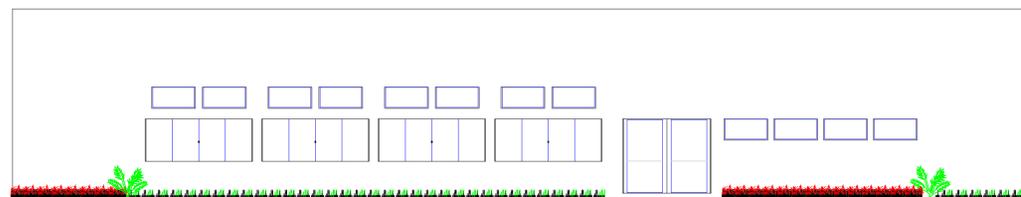
Fachada Q (CAADE)

Esc.: 1:100



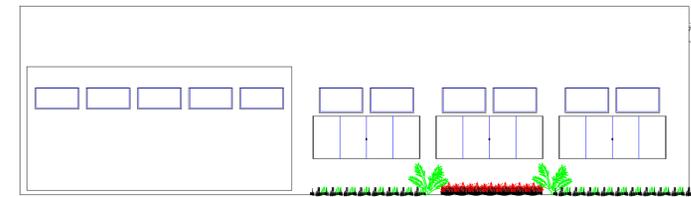
Fachada R (Refeitório)

Esc.: 1:100



Fachada S (Cozinha)

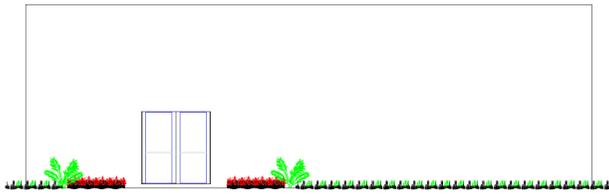
Esc.: 1:100



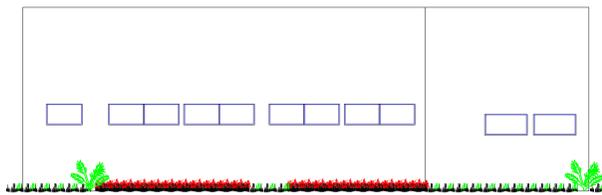
Fachada T (Cozinha / Refeitório)

Esc.: 1:100

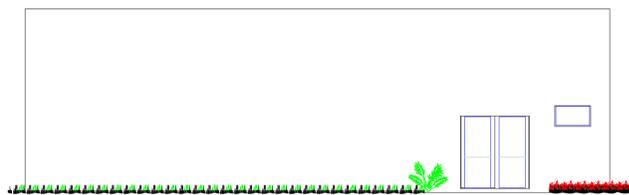
PROJETO COMPLETO		FOLHA 06/07	PROC. Nº FLS. ASS.												
OBRA: Projeto de Fachadas de I até T															
LOCAL: Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP															
PROPRIETÁRIO(A)		ESCALA INDICADA	ZONEAMENTO: ZM3												
		INSC. CADASTRAL:													
DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO															
PROPRIETÁRIO (A): RG: CPF / CNPJ:															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ÁREAS EM m².</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TERRENO:</td> <td>18.000,00 m²</td> </tr> <tr> <td>A CONSTRUIR:</td> <td>7.144,74 m²</td> </tr> <tr> <td>TÉRREO:</td> <td>7.144,74 m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL:</td> <td>7.144,74 m²</td> </tr> <tr> <td>ÁREA LIVRE:</td> <td>9.653,87 m²</td> </tr> </tbody> </table>				ÁREAS EM m².		TERRENO:	18.000,00 m²	A CONSTRUIR:	7.144,74 m²	TÉRREO:	7.144,74 m²	TOTAL:	7.144,74 m²	ÁREA LIVRE:	9.653,87 m²
ÁREAS EM m².															
TERRENO:	18.000,00 m²														
A CONSTRUIR:	7.144,74 m²														
TÉRREO:	7.144,74 m²														
TOTAL:	7.144,74 m²														
ÁREA LIVRE:	9.653,87 m²														
<table border="1"> <tr> <td>To = 33,56 %</td> <td>Io = 39,69 %</td> <td>Ex. Perm. = 51,81 %</td> </tr> </table>				To = 33,56 %	Io = 39,69 %	Ex. Perm. = 51,81 %									
To = 33,56 %	Io = 39,69 %	Ex. Perm. = 51,81 %													
APROVAÇÃO: (USO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)															
CONTATO DO AUTOR DO PROJETO. TEL: _____ CEL: _____ E-MAIL: _____															



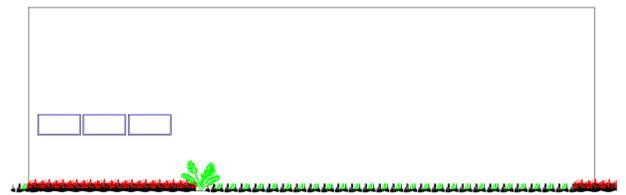
Fachada U (Auditorio)
Esc.: 1:100



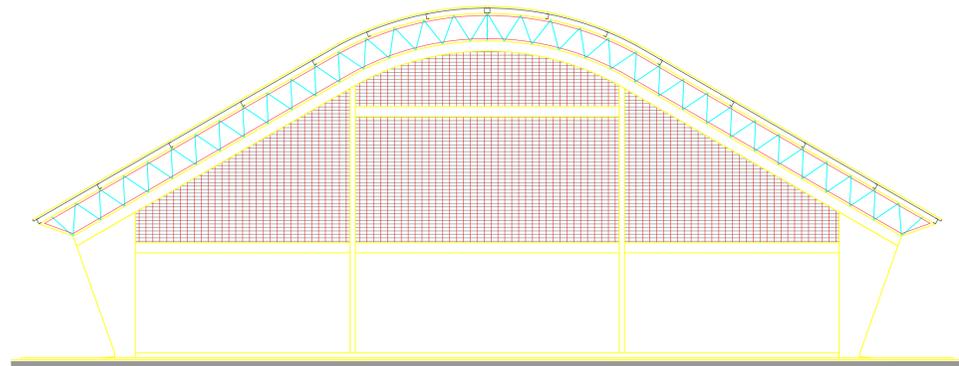
Fachada V (Auditorio)
Esc.: 1:100



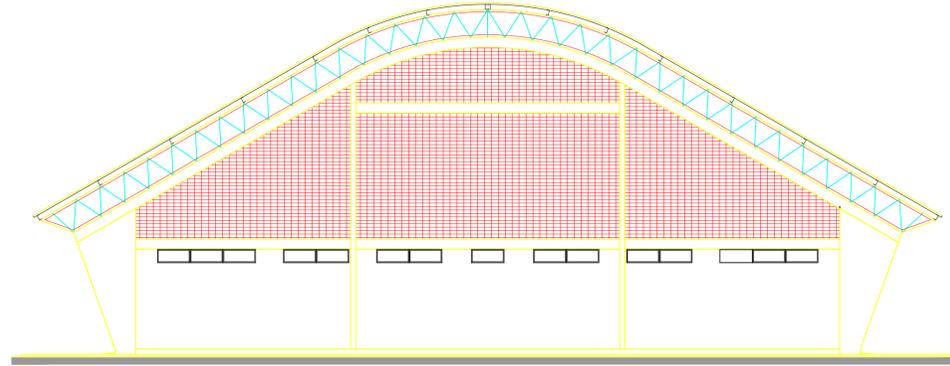
Fachada W (Auditorio)
Esc.: 1:100



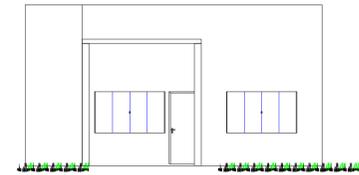
Fachada X (Auditorio)
Esc.: 1:100



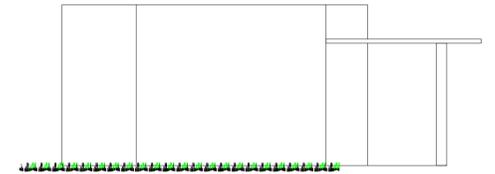
Fachada Y (Ginásio)
Esc.: 1:100



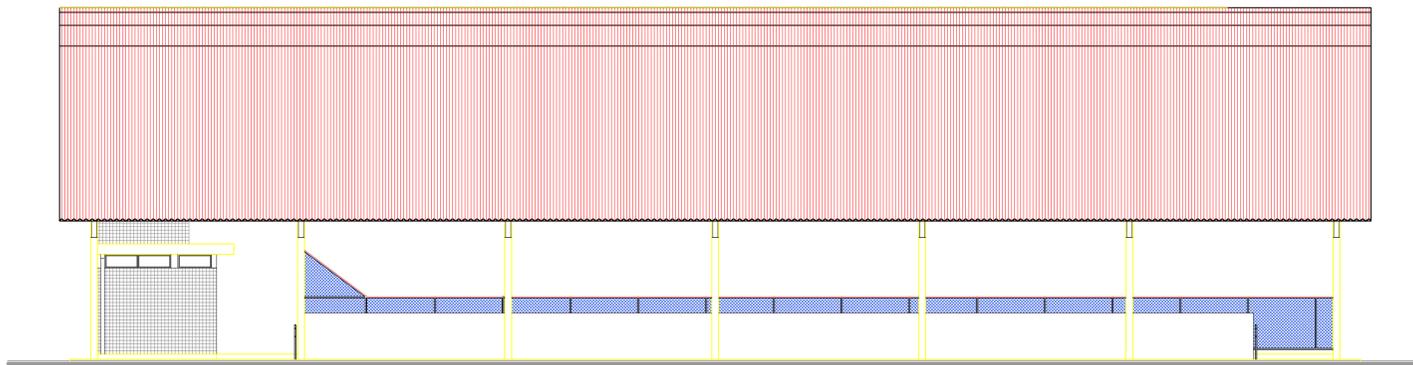
Fachada Z (Ginásio)
Esc.: 1:100



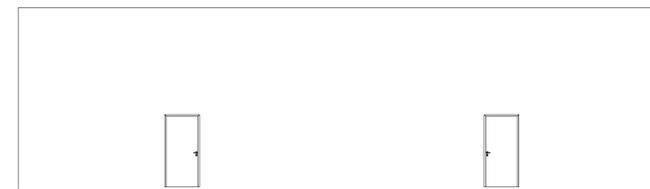
Fachada AF (Caseiro)
Esc.: 1:100



Fachada AG (Caseiro)
Esc.: 1:100



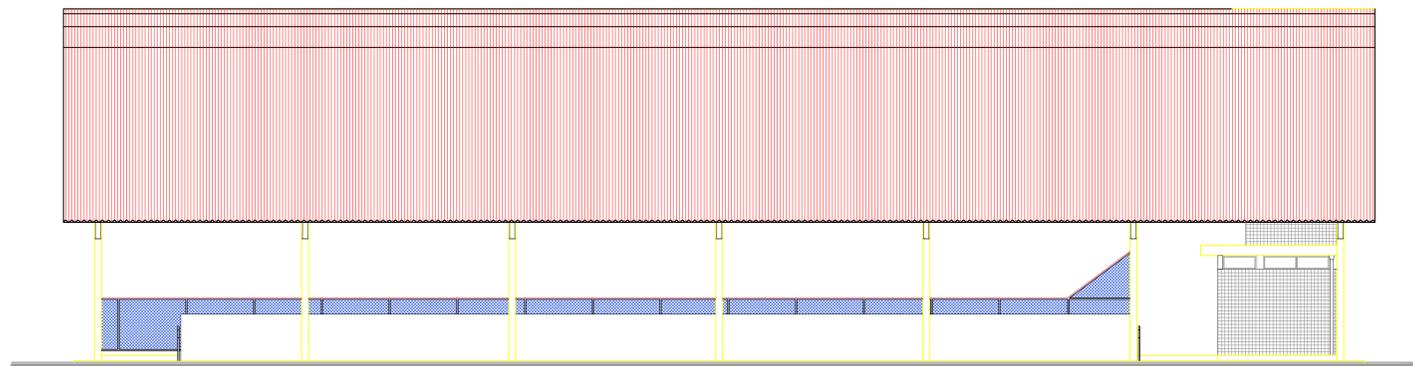
Fachada AA (Ginásio)
Esc.: 1:100



Fachada AC (Vestiários)
Esc.: 1:100



Fachada AD (Vestiários)
Esc.: 1:100



Fachada AB (Ginásio)
Esc.: 1:100



Fachada AE (Vestiários)
Esc.: 1:100

PROJETO COMPLETO FOLHA **07/07** PROC. Nº
FLS.
ASS.

OBRA:
Projeto das Fachadas de U até AG

LOCAL:
Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETARIO(A) _____
ESCALA INDICADA
ZONAMENTO: **ZM3**
INSC. CADASTRAL: _____



DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

ÁREAS EM m²	
TERRENO:	18.000,00 m²
A CONSTRUIR:	7.144,74 m²
TÉRREO:	7.144,74 m²
TOTAL:	7.144,74 m²
ÁREA LIVRE:	9.653,87 m²
To = 33,56 %	Is = 39,69 %
Ex. Perm. = 51,31 %	

PROPRIETARIO (A):
RG: _____
CPF / CNPJ: _____

ENGº / ARQº:
AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO
CREA / CAU Nº _____
ART. / RRT. Nº _____
INSC. MUNICIPAL Nº _____

APROVAÇÃO:
(USO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)

CONTATO DO AUTOR DO PROJETO:
TEL: _____ CEL: _____
E-MAIL: _____

ANEXO H

Memorial de cálculo: projeto estrutural do prédio do ensino fundamental - CIEM II - Atibaia

1. LAJES

Características

Carga de impermeabilização, regularização e reboco = 1,2 kN/m²

Carga acidental = 0,5 kN/m²

Sobrecarga total atuante = 1,7 kN/m²

LT1 - Menor vão = 5 m

LT2 – Menor vão = 2,65 m

Tipo de laje treliçada escolhida

Laje Treliça Unidirecional EPS Apoio: (Bi-apoiado)								
VÃO VIVRE EM M.								
Kgf/m ²	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
100	LT 12(8+4)	LT 12(8+4)	LT 12(8+4)	LT 16(12+4)	LT 20(16+4)	LT 20(16+4)	LT 24(20+4)	LT 29(25+4)
200	LT 12(8+4)	LT 12(8+4)	LT 16(12+4)	LT 16(12+4)	LT 20(16+4)	LT 24(20+4)	LT 29(25+4)	LT 29(25+4)
300	LT 12(8+4)	LT 12(8+4)	LT 16(12+4)	LT 20(16+4)	LT 20(16+4)	LT 24(20+4)	LT 29(25+4)	LT 29(25+4)
400	LT 12(8+4)	LT 12(8+4)	LT 16(12+4)	LT 20(16+4)	LT 24(20+4)	LT 24(20+4)	LT 29(25+4)	LT 30(25+5)
500	LT 12(8+4)	LT 16(12+4)	LT 16(12+4)	LT 20(16+4)	LT 24(20+4)	LT 29(25+4)	LT 29(25+4)	LT 35(30+5)
600	LT 12(8+4)	LT 16(12+4)	LT 20(16+4)	LT 20(16+4)	LT 24(20+4)	LT 29(25+4)	LT 35(30+5)	LT 35(30+5)
700	LT 12(8+4)	LT 16(12+4)	LT 20(16+4)	LT 24(20+4)	LT 24(20+4)	LT 29(25+4)	LT 35(30+5)	LT 36(30+6)
800	LT 12(8+4)	LT 16(12+4)	LT 20(16+4)	LT 24(20+4)	LT 24(20+4)	LT 29(25+4)	LT 35(30+5)	LT 38(32+6)
900	LT 12(8+4)	LT 16(12+4)	LT 20(16+4)	LT 24(20+4)	LT 29(25+4)	LT 29(25+4)	LT 35(30+5)	LT 40(34+6)
1000	LT 16(12+4)	LT 16(12+4)	LT 20(16+4)	LT 24(20+4)	LT 29(25+4)	LT 35(30+5)	LT 38(32+6)	LT 42(36+6)

LT- Unidirecional		
Laje	Peso	Consumo
Tipo	Próprio	Concreto
LT 12(08+4)	150 KgF/m ²	61,0 L/m ²
LT 16(12+4)	173 KgF/m ²	74,0 L/m ²
LT 20(16+4)	195 KgF/m ²	90,0 L/m ²
LT 24(20+4)	217 KgF/m ²	99,0 L/m ²
LT 29(25+4)	245 KgF/m ²	117 L/m ²
LT 34(30+4)	273 KgF/m ²	128 L/m ²

Fonte: <http://www.tijolaje.com.br/lajes-trelicadas/lajes-trelicadas-eps/>. Acesso em 24/08/17.

LT1 – Laje Tipo H16 – peso próprio = 1,73 kN/m²

LT2 – Laje Tipo H12 – peso próprio = 1,5 kN/m²

Carga de cálculo total das lajes (Coef. Majoração 1,4)

$$LT1 - P_{LT1} = 1,4 \cdot (1,2 + 0,5 + 1,73) = 4,80 \text{ kN/m}^2$$

$$LT2 - P_{LT2} = 1,4 \cdot (1,2 + 0,5 + 1,5) = 4,48 \text{ kN/m}^2$$

2. VIGAS

V102

Comprimento do maior tramo = 658 cm

Cobrimento = 3 cm (Classe de agressividade ambiental II)

Seção escolhida = 15x45 cm

Altura útil = 40 cm

Cargas atuantes

$$\text{Peso próprio} = 1,35 \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 0,45 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 2,28 \text{ kN/m}$$

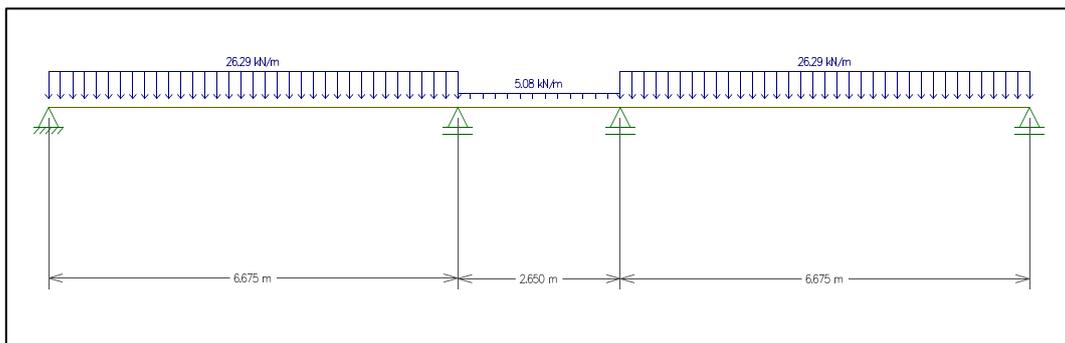
Carga advinda das lajes

$$\frac{4,8 \text{ kN/m}^2}{2} \cdot 5 \text{ m} \cdot 2 = 24,01 \text{ kN/m}$$

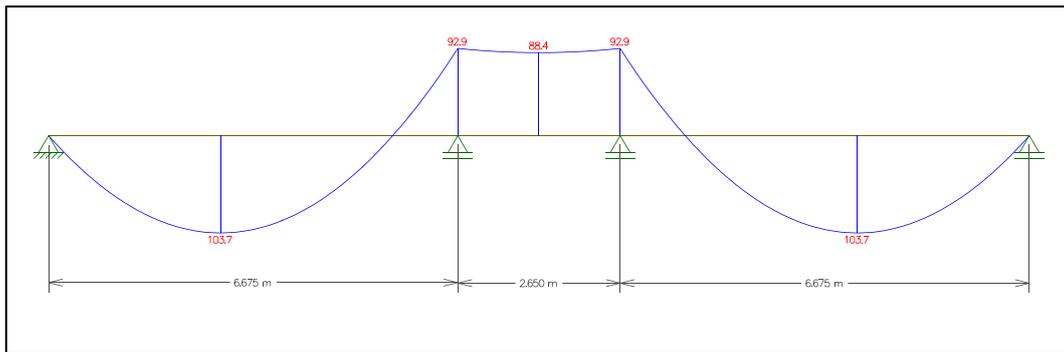
$$\frac{0,25}{2} \cdot \frac{4,48 \text{ kN}}{\text{m}^2} \cdot 5 \text{ m} = 2,8 \text{ kN/m}$$

Cargas lineares totais

26,29 kN/m e 5,08 kN/m



Fonte: FTool



Fonte: FTool

Momentos máximos atuantes para cálculo:

Positivo: $M_{dp} = 103,7 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Negativo: $M_{dn} = 92,9 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Dimensionamento das Armaduras

$b_w = 0,15 \text{ m}$

$d = 0,40 \text{ m}$

$F_{ck} = 25 \text{ MPa} \rightarrow F_{cd} = \frac{25000}{1,4} = 17.857,14 \text{ kN/m}^2$

$F_y = 50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow F_{yd} = \frac{50}{1,15} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$

Armadura para Momento Positivo

$KMD = 0,2420$

$KX = 0,3558$

$KZ = 0,8577$

$A_s = \frac{M_{dp}}{KZ \cdot d \cdot F_{yd}} = 6,95 \text{ cm}^2 \Rightarrow 6 \text{ } \emptyset \text{ } 12,5 \text{ mm} = 7,36 \text{ cm}^2$

Armadura para Momento Negativo

$KMD = 0,2168$

$KX = 0,3188$

$KZ = 0,8725$

$A_s = \frac{M_{dn}}{KZ \cdot d \cdot F_{yd}} = 6,12 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2 \text{ } \emptyset \text{ } 12,5 \text{ mm e } 2 \text{ } \emptyset \text{ } 16 \text{ mm} = 6,48 \text{ cm}^2$

V201

Comprimento do maior tramo = 500 cm

Cobrimento = 3 cm (Classe de agressividade ambiental II)

Seção escolhida = 20x40 cm

Altura útil = 35 cm

Cargas atuantes

$$\text{Peso próprio} = 1,35 \cdot 0,20 \text{ m} \cdot 0,40 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 2,70 \text{ kN/m}$$

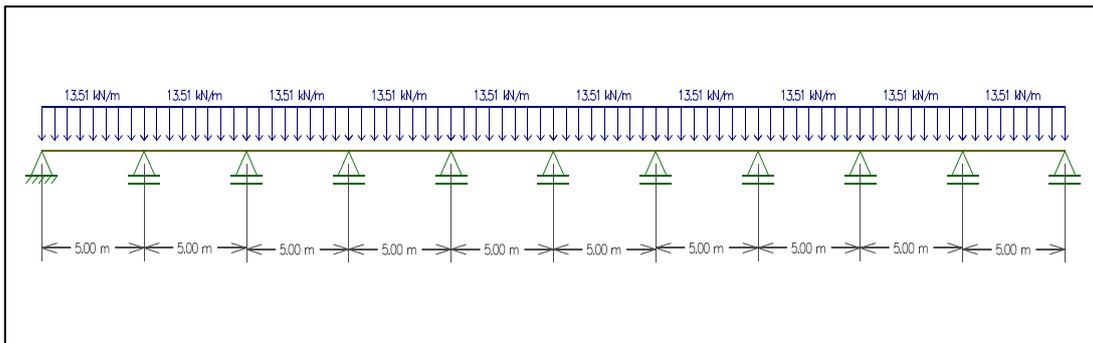
$$\text{Carga da alvenaria (Platibanda)} = 1,4 \cdot 0,20 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 24,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 6,86 \text{ kN/m}$$

Carga advinda das lajes

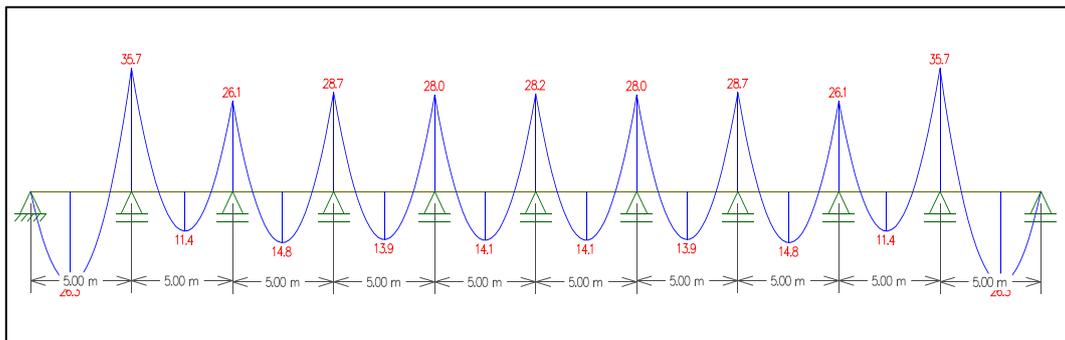
$$\frac{0,25}{2} \cdot 4,80 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 6,57 \text{ m} = 13,51 \text{ kN/m}$$

Carga linear total

13,51 kN/m



Fonte: FTool



Fonte: FTool

Momentos máximos atuantes para cálculo:

$$\text{Positivo: } M_{dp} = 26,3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Negativo: } M_{dn} = 35,7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dimensionamento das Armaduras

$$b_w = 0,20 \text{ m}$$

$$d = 0,35 \text{ m}$$

$$F_{ck} = 25 \text{ MPa} \rightarrow F_{cd} = \frac{25000}{1,4} = 17.857,14 \text{ kN/m}^2$$

$$F_y = 50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow F_{yd} = \frac{50}{1,15} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

Armadura para Momento Positivo

$$KMD = 0,0601$$

$$KX = 0,0884$$

$$KZ = 0,9646$$

$$A_s = \frac{M_{dp}}{KZ \cdot d \cdot F_{yd}} = 1,79 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3 \text{ } \emptyset 10 \text{ mm} = 2,36 \text{ cm}^2$$

Armadura para Momento Negativo

$$KMD = 0,0816$$

$$KX = 0,1200$$

$$KZ = 0,9520$$

$$A_s = \frac{M_{dn}}{KZ \cdot d \cdot F_{yd}} = 2,46 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ } \emptyset 10 \text{ mm} = 3,14 \text{ cm}^2$$

3. PILAR

P5

Comprimento geométrico = 418 cm

Comprimento equivalente = $0,7 \cdot 418 = 292 \text{ cm}$ (vinculação tipo rotulado-engaste)

Seção do pilar = 30x30 cm

Cobrimento = 3 cm (Classe de agressividade ambiental II)

Índice de esbeltez

$$\lambda_x = \lambda_y = \frac{2,92 \cdot \sqrt{12}}{0,3} = 33,75$$

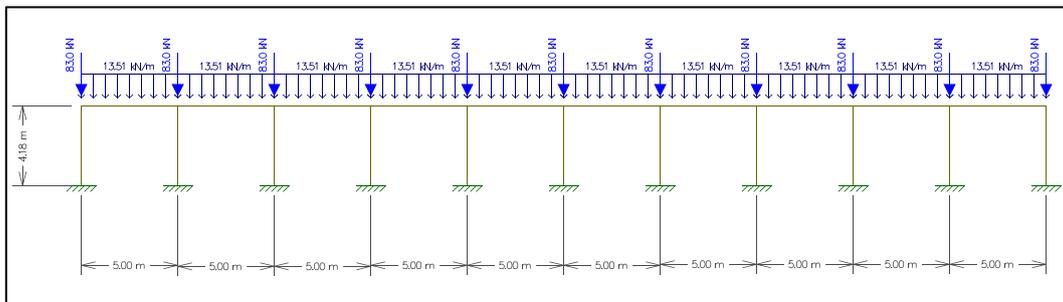
$\lambda_x = \lambda_y \leq 35 \rightarrow$ pilar curto

Cargas atuantes no pilar

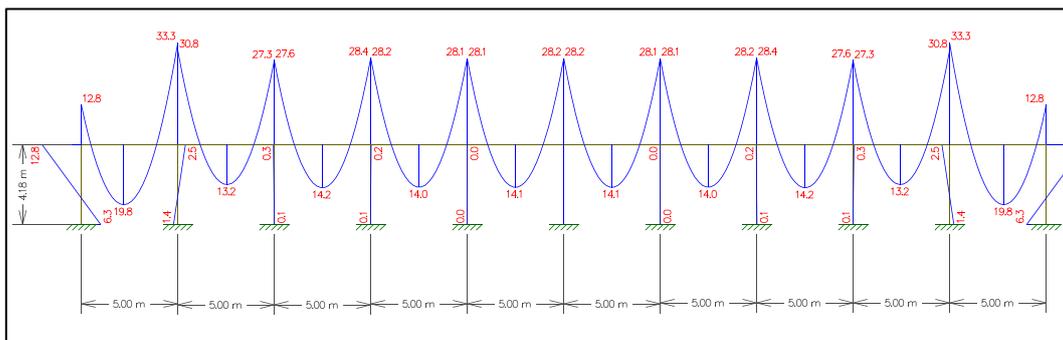
Carga advinda das vigas = 96,51 kN

Peso próprio = 9,39 kN

$$\text{Carga total de cálculo} = 1,4 \cdot (96,51 + 9,39) = 148,27 \text{ kN}$$



Fonte: FTool



Fonte: FTool

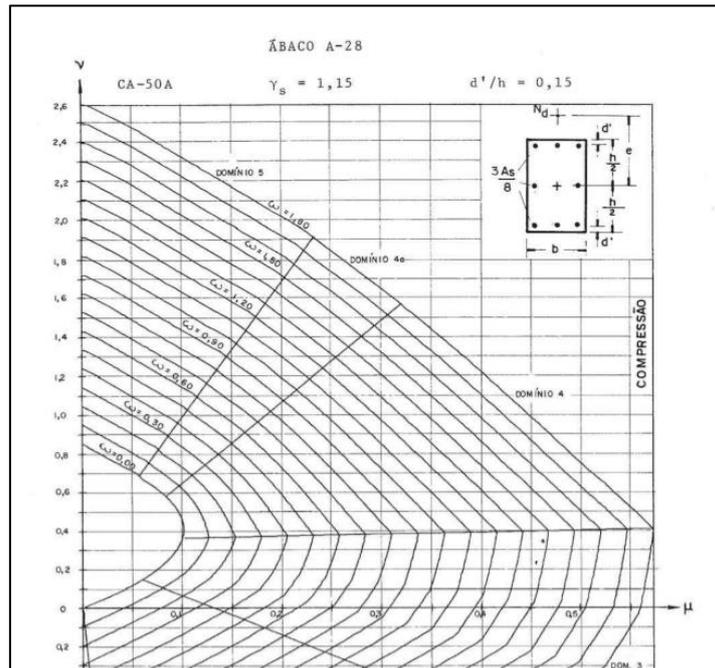
Momento máximo atuante = 2,5 kN · m

Normal adimensional = 0,09225

Momento adimensional = 0,00519

$$\frac{d'}{h} = \frac{4}{30} = 0,133$$

Pelo ábaco A-28 Venturini de Dimensionamento de Pilares ($d'/h = 0,15$), taxa de aço (ω) = 0.



Fonte: Venturini, Wilson Sérgio; Rodrigues, Rogério de Oliveira.

Dimensionamento de peças retangulares de concreto armado solicitadas à flexão reta. Escola de Engenharia de São Carlos, USP. São Carlos. 1987.

Logo, utilizar armadura mínima:

$$A_{s,mín} = 0,4\% \cdot A_c = \frac{0,4}{100} \cdot 30 \cdot 30 = 3,60 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ } \emptyset \text{ 12,5 mm} = 4,91 \text{ cm}^2$$

4. VIGAS BALDRAME

V303

Comprimento do maior tramo = 658 cm

Cobrimento = 3 cm (Classe de agressividade ambiental II)

Seção escolhida = 20x40 cm

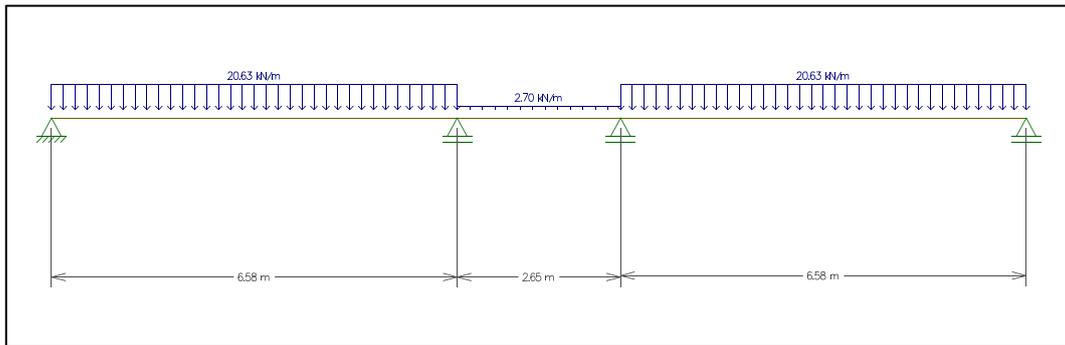
Altura útil = 35 cm

Cargas atuantes

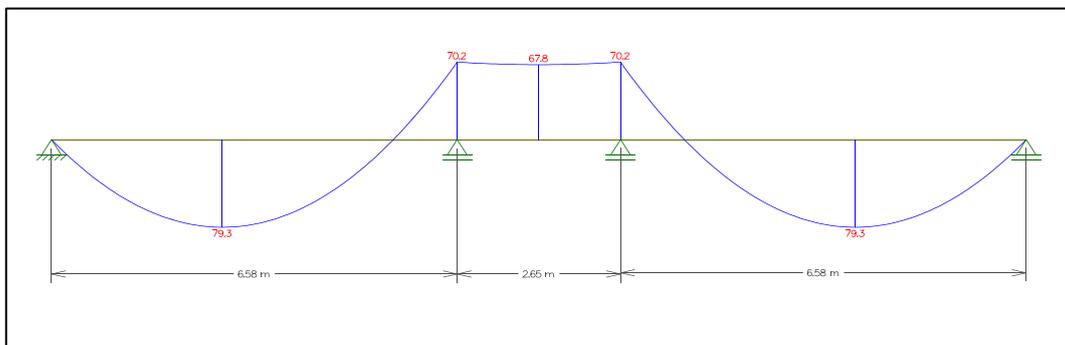
$$\text{Peso próprio} = 1,35 \cdot 0,20 \text{ m} \cdot 0,40 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 2,70 \text{ kN/m}$$

$$\text{Carga da alvenaria} = 1,4 \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 3,50 \text{ m} \cdot 24,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 17,93 \text{ kN/m}$$

$$\text{Carga linear total} = 20,63 \text{ kN/m}$$



Fonte: FTool



Fonte: FTool

Momentos máximos atuantes para cálculo:

$$\text{Positivo: } M_{dp} = 79,3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Negativo: } M_{dn} = 70,2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dimensionamento das Armaduras

$$b_w = 0,20 \text{ m}$$

$$d = 0,35 \text{ m}$$

$$F_{ck} = 25 \text{ MPa} \rightarrow F_{cd} = \frac{25000}{1,4} = 17.857,14 \text{ kN/m}^2$$

$$F_y = 50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow F_{yd} = \frac{50}{1,15} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

Armadura para Momento Positivo

$$\text{KMD} = 0,1813$$

$$KX = 0,2666$$

$$KZ = 0,8934$$

$$A_s = \frac{M_{dp}}{KZ \cdot d \cdot F_{yd}} = 5,83 \text{ cm}^2 \Rightarrow 5 \text{ } \varnothing 12,5 \text{ mm} = 6,14 \text{ cm}^2$$

Armadura para Momento Negativo

$$KMD = 0,1605$$

$$KX = 0,2360$$

$$KZ = 0,9056$$

$$A_s = \frac{M_{dn}}{KZ \cdot d \cdot F_{yd}} = 5,09 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2 \text{ } \varnothing 10 \text{ mm} + 3 \text{ } \varnothing 12,5 \text{ mm} = 5,25 \text{ cm}^2$$

V401

Comprimento do maior tramo = 500 cm

Cobrimento = 3 cm (Classe de agressividade ambiental II)

Seção escolhida = 20x40 cm

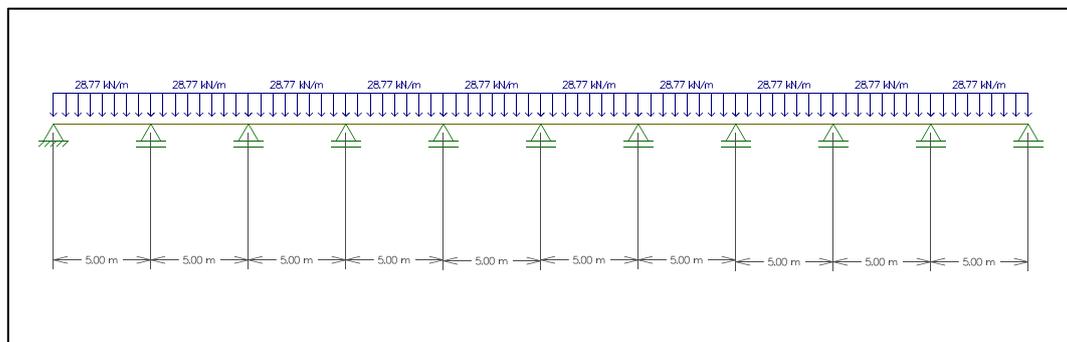
Altura útil = 35 cm

Cargas atuantes

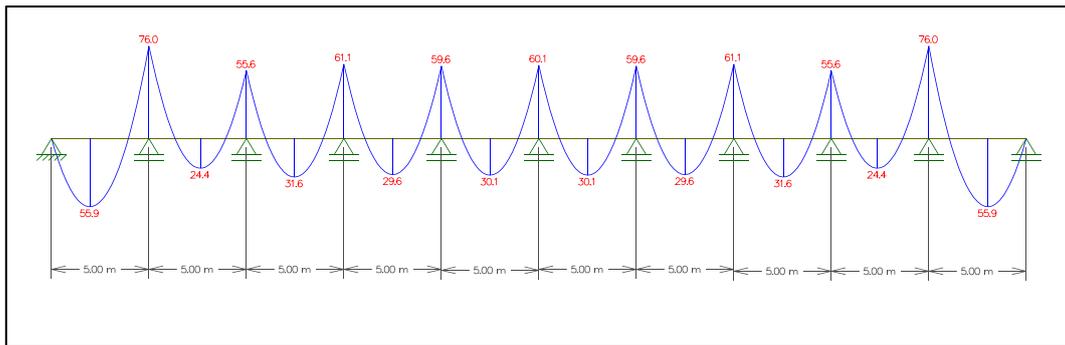
$$\text{Peso próprio} = 1,35 \cdot 0,20 \text{ m} \cdot 0,40 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 2,70 \text{ kN/m}$$

$$\text{Carga da alvenaria} = 1,4 \cdot 0,20 \text{ m} \cdot 3,80 \text{ m} \cdot 24,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 26,07 \text{ kN/m}$$

$$\text{Carga linear total} = 28,77 \text{ kN/m}$$



Fonte: FTool



Fonte: FTool

Momentos máximos atuantes para cálculo:

Positivo: $M_{dp} = 55,9 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Negativo: $M_{dn} = 76,0 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Dimensionamento das Armaduras

$b_w = 0,20 \text{ m}$

$d = 0,35 \text{ m}$

$F_{ck} = 25 \text{ MPa} \rightarrow F_{cd} = \frac{25000}{1,4} = 17.857,14 \text{ kN/m}^2$

$F_y = 50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow F_{yd} = \frac{50}{1,15} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$

Armadura para Momento Positivo

$KMD = 0,1278$

$KX = 0,1879$

$KZ = 0,9248$

$A_s = \frac{M_{dp}}{KZ \cdot d \cdot F_{yd}} = 3,97 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2 \text{ } \emptyset 10 \text{ mm} + 2 \text{ } \emptyset 12,5 \text{ mm} = 4,03 \text{ cm}^2$

Armadura para Momento Negativo

$KMD = 0,1737$

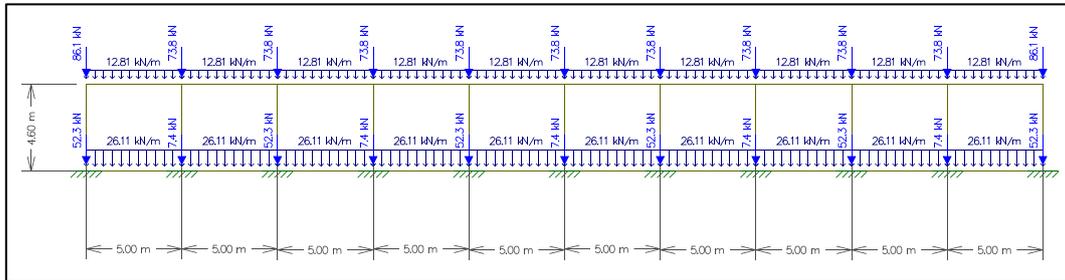
$KX = 0,2555$

$KZ = 0,8978$

$A_s = \frac{M_{dn}}{KZ \cdot d \cdot F_{yd}} = 5,56 \text{ cm}^2 \Rightarrow 5 \text{ } \emptyset 12,5 \text{ mm} = 6,14 \text{ cm}^2$

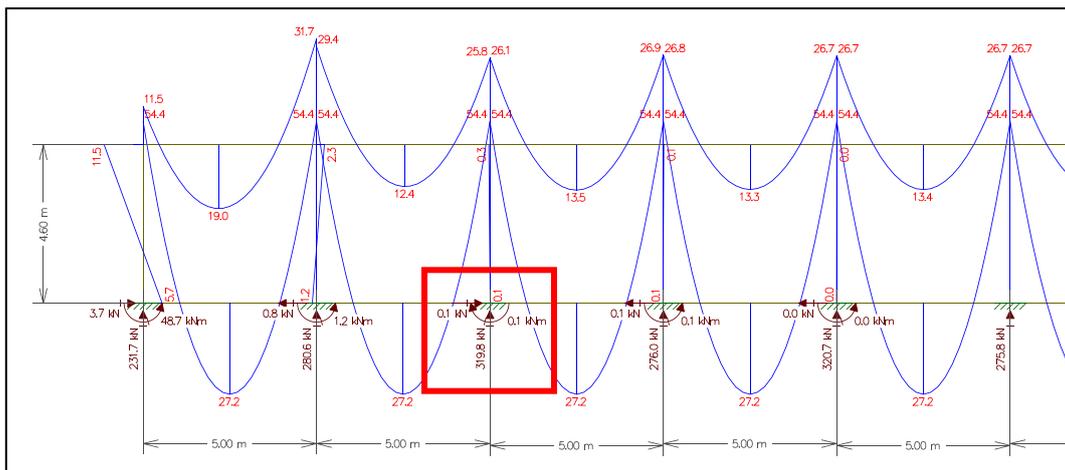
5. FUNDAÇÃO PARA O PILAR P9

Modelo de pórtico para cálculo das reações no blocos de fundação:



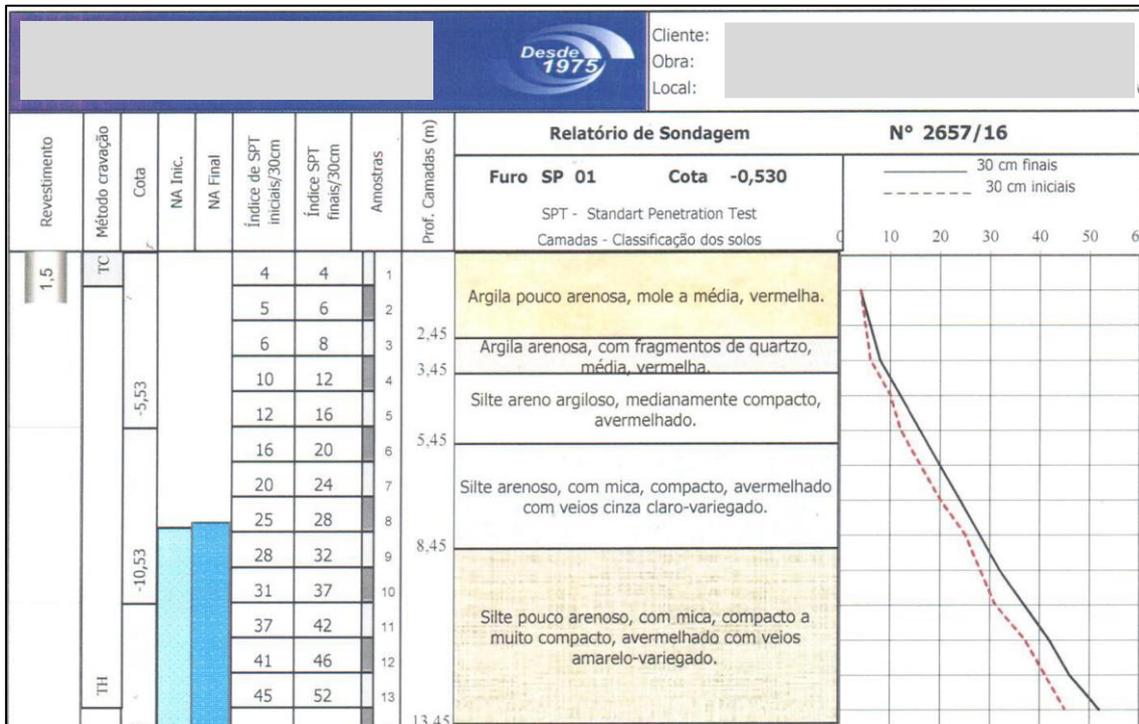
Fonte: FTool

Modelo de pórtico para cálculo das reações no blocos de fundação, com destaque para a reação no bloco referente ao pilar P9:



Fonte: FTool

Relatório de sondagem SPT de um terreno próximo ao local do projeto do CIEM II, utilizado no dimensionamento da fundação:



Fonte: Disponibilizado pelo escritório de engenharia Verde Selva. Engenheiro Felipe Verde Selva.

Planilha para cálculo da carga admissível das estacas tipo hélice-contínua:

DIMENSIONAMENTO DE ESTACAS TIPO HÉLICE-CONTÍNUA													
Diâmetro [m]		0,25		Fator K				Fator α			Fator β		
Perímetro [m]		0,785		Tipo de solo (tf / m ²) (kPa)				areia 0,30			areia 1,00		
Área [m ²]		0,049		areia 40 400				argila 0,30			argila 1,00		
				argila 25 250				silte 0,30			silte 1,00		
				silte 20 200				Carga admissível da Estaca [tf]					
Trecho	Nspt	Tipo de solo	rL [tf/m ²]	Fator β	RL (tf)	RL acumulada (tf)	Fator K	Fator α	Nspt médio	Rp (tf)	Decourt	NBR 6122	
0-1	4	argila	2,33	1,0	1,83	1,83	25	0,3	3,33	1,23	1,72	1,53	
1-2	6	argila	3,00	1,0	2,36	4,19	25	0,3	6,00	2,21	3,77	3,20	
2-3	8	silte	3,67	1,0	2,88	7,07	20	0,3	8,67	2,55	6,08	4,81	
3-4	12	silte	5,00	1,0	3,93	11,00	20	0,3	12,00	3,53	9,34	7,26	
4-5	16	silte	6,33	1,0	4,97	15,97	20	0,3	16,00	4,71	13,46	10,34	
5-6	20	silte	7,67	1,0	6,02	21,99	20	0,3	20,00	5,89	18,39	13,94	
6-7	24	silte	9,00	1,0	7,07	29,06	20	0,3	24,00	7,07	24,12	18,06	
7-8	28	silte	10,33	1,0	8,12	37,18	20	0,3	-	-	-	-	
7,85	nível d'água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Fonte: Elaborado pelo autor

Carga admissível por estaca de diâmetro 25 cm: 18,06 tf → 180,60 kN

Carga característica atuante 319,8 kN

Quantidade de estacas no bloco do pilar P9: $\frac{319,8kN}{180,60kN} = 1,77 \rightarrow 2$ estacas

Profundidade das estacas: 7 metros

Dimensões do pilar P9 = 30 x 30 cm

Cobrimento = 3 cm

Distância entre a borda da estaca e a borda do bloco = 10 cm

Distância entre eixos das estacas (moldadas *in-loco*) (e) = $3 \cdot \varnothing_{estaca} = 3 \cdot 25 = 75$ cm

Comprimento do bloco = $e + \varnothing_e + 2 \cdot 10 = 75 + 25 + 2 \cdot 10 = 120$ cm

Largura do bloco = $\varnothing_e + 2 \cdot 10 = 25 + 20 = 45$ cm

Altura útil = $\tan \alpha = \frac{d}{(e/2) - (\frac{a_p}{4})} \Rightarrow \alpha = 53,13 \Rightarrow d = 35$ cm

Altura do bloco = $d + d' = 35 + 5 = 40$ cm

Carga de cálculo atuante = 447,72 kN

Verificação das tensões nas bielas

Tensão limite = $0,9 \cdot F_{ck} = 0,9 \cdot 20 = 18$ MPa

Região do pilar

$$\sigma_{pil} = \frac{N_d}{A_p \cdot \text{sen}^2 \alpha} \Rightarrow \frac{447,72}{0,09 \cdot \text{sen}^2 53,13} \Rightarrow 7773 \text{ kN/m}^2 = 7,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{pil} < \sigma_{lim} \rightarrow ok!$$

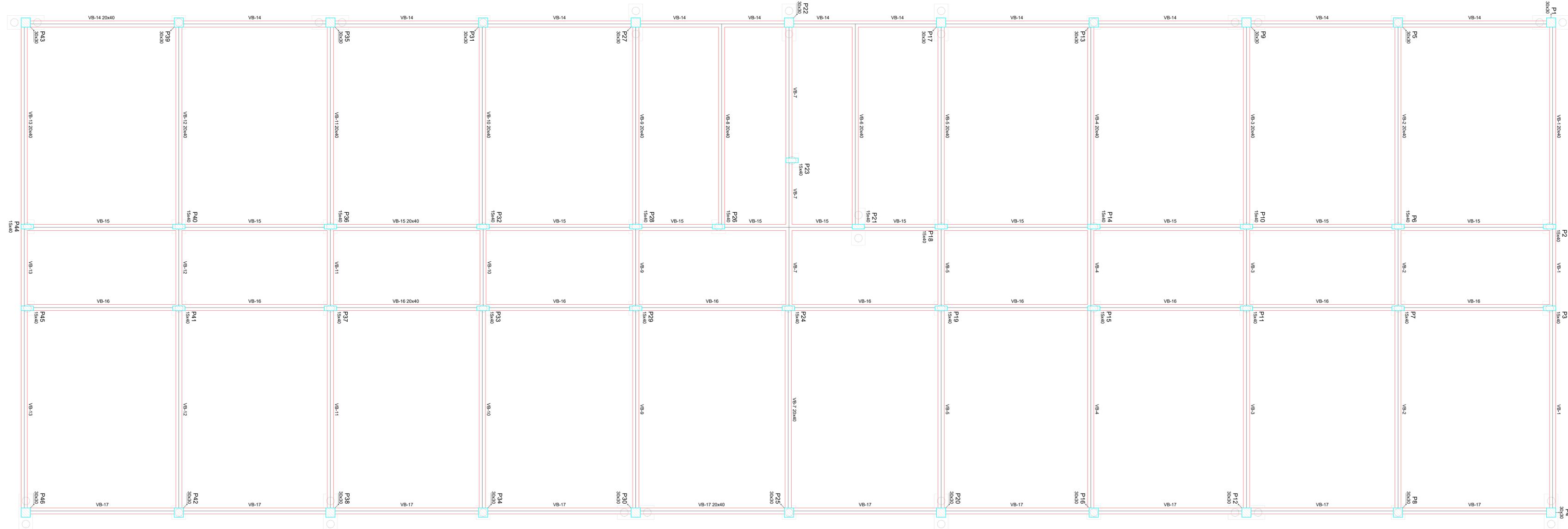
Região da estaca

$$\sigma_{est} = \frac{N_d}{2 \cdot A_e \cdot \text{sen}^2 \alpha} \Rightarrow \frac{447,72}{2 \cdot 0,049 \cdot \text{sen}^2 53,13} \Rightarrow 7130 \text{ kN/m}^2 = 7,13 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{est} < \sigma_{lim} \rightarrow ok!$$

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VB-1	20x40	0	0
VB-2	20x40	0	0
VB-3	20x40	0	0
VB-4	20x40	0	0
VB-5	20x40	0	0
VB-6	20x40	0	0
VB-7	20x40	0	0
VB-8	20x40	0	0
VB-9	20x40	0	0
VB-10	20x40	0	0
VB-11	20x40	0	0
VB-12	20x40	0	0
VB-13	20x40	0	0
VB-14	20x40	0	0
VB-15	20x40	0	0
VB-16	20x40	0	0
VB-17	20x40	0	0

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	30 x 30	0	0
P2	15 x 40	0	0
P3	15 x 40	0	0
P4	30 x 30	0	0
P5	30 x 30	0	0
P6	15 x 40	0	0
P7	15 x 40	0	0
P8	30 x 30	0	0
P9	30 x 30	0	0
P10	15 x 40	0	0
P11	15 x 40	0	0
P12	30 x 30	0	0
P13	30 x 30	0	0
P14	15 x 40	0	0
P15	15 x 40	0	0
P16	30 x 30	0	0
P17	30 x 30	0	0
P18	15 x 40	0	0
P19	15 x 40	0	0
P20	30 x 30	0	0
P21	15 x 40	0	0
P22	30 x 30	0	0
P23	15 x 40	0	0
P24	15 x 40	0	0
P25	30 x 30	0	0
P26	15 x 40	0	0
P27	30 x 30	0	0
P28	15 x 40	0	0
P29	15 x 40	0	0
P30	30 x 30	0	0
P31	30 x 30	0	0
P32	15 x 40	0	0
P33	15 x 40	0	0
P34	30 x 30	0	0
P35	30 x 30	0	0
P36	15 x 40	0	0
P37	15 x 40	0	0
P38	30 x 30	0	0
P39	30 x 30	0	0
P40	15 x 40	0	0
P41	15 x 40	0	0
P42	30 x 30	0	0
P43	30 x 30	0	0
P44	15 x 40	0	0
P45	15 x 40	0	0
P46	30 x 30	0	0



Legenda dos Pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa
	Pilar que nasce
	Pilar com mudança de seção

Características dos materiais		
Elemento	fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
Vigas	250	241500
Pilares	250	241500
Blocos	200	212874

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

PROJETO DE FORMAS

FOLHA
01/02

PROC. Nº
FLS.
ASS.

OBRAS:
Projeto de Formas do Prédio Fundamental - Pavimento Térreo

LOCAL:
Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETÁRIO(A)
ESCALA INDICADA
ZONAMENTO: ZM3
INSC. CADASTRAL:



DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

PROPRIETÁRIO(A):
RG:
CPF / CNPJ:

ÁREAS EM m².	
TERRENO:	18.000,00 m²
A CONSTRUIR:	7.144,74 m²
TOTAL:	7.144,74 m²
ÁREA LIVRE:	9.653,87 m²

T_o = 33,56% I_o = 39,69% Ex. Perm. = 51,31%

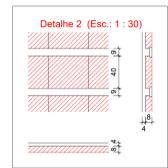
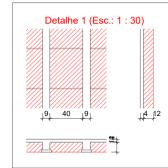
ENGº / ARQº:
AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO
CREA / CAU Nº
ART. / RRT. Nº
INSC. MUNICIPAL Nº

APROVAÇÃO:
(USO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)

CONTATO DO AUTOR DO PROJETO:
TEL:
E-MAIL:

Fôrmas do Pavimento de Térreo (Nível 00)

Esc.: 1:50

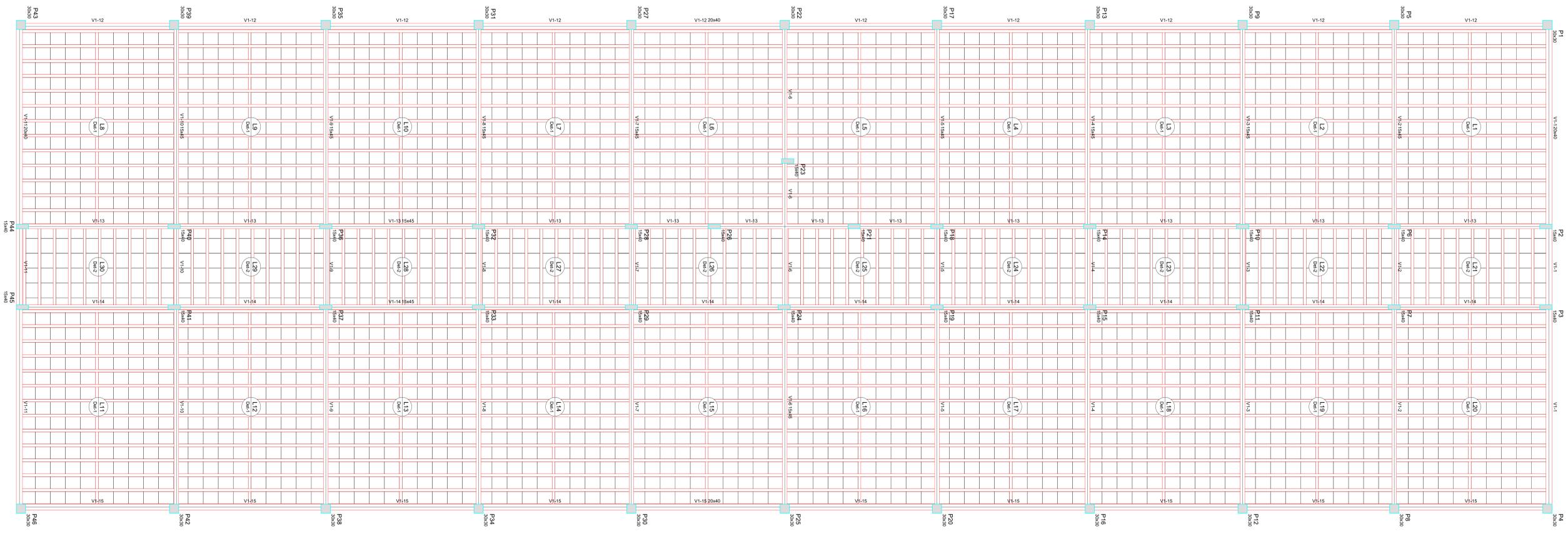


Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V1-1	20x40	0	390
V1-2	15x45	0	390
V1-3	15x45	0	390
V1-4	15x45	0	390
V1-5	15x45	0	390
V1-6	15x45	0	390
V1-7	15x45	0	390
V1-8	15x45	0	390
V1-9	15x45	0	390
V1-10	15x45	0	390
V1-11	20x40	0	390
V1-12	20x40	0	390
V1-13	15x45	0	390
V1-14	15x45	0	390
V1-15	20x40	0	390

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	30 x 30	0	390
P2	15 x 40	0	390
P3	15 x 40	0	390
P4	30 x 30	0	390
P5	30 x 30	0	390
P6	15 x 40	0	390
P7	15 x 40	0	390
P8	30 x 30	0	390
P9	30 x 30	0	390
P10	15 x 40	0	390
P11	15 x 40	0	390
P12	30 x 30	0	390
P13	30 x 30	0	390
P14	15 x 40	0	390
P15	15 x 40	0	390
P16	30 x 30	0	390
P17	30 x 30	0	390
P18	15 x 40	0	390
P19	15 x 40	0	390
P20	30 x 30	0	390
P21	15 x 40	0	390
P22	30 x 30	0	390
P23	15 x 40	0	390
P24	15 x 40	0	390
P25	30 x 30	0	390
P26	15 x 40	0	390
P27	30 x 30	0	390
P28	15 x 40	0	390
P29	15 x 40	0	390
P30	30 x 30	0	390
P31	30 x 30	0	390
P32	15 x 40	0	390
P33	15 x 40	0	390
P34	30 x 30	0	390
P35	30 x 30	0	390
P36	15 x 40	0	390
P37	15 x 40	0	390
P38	30 x 30	0	390
P39	30 x 30	0	390
P40	15 x 40	0	390
P41	15 x 40	0	390
P42	30 x 30	0	390
P43	30 x 30	0	390
P44	15 x 40	0	390
P45	15 x 40	0	390
P46	30 x 30	0	390

Blocos de enchimento						
Detalhe	Tipo	Nome	Dimensões(cm)			Quantidade
			hb	bx	by	
1	EPS Unidirecional	B12/40/49	12	40	49	2600
2	EPS Unidirecional	B8/40/49	8	40	49	600

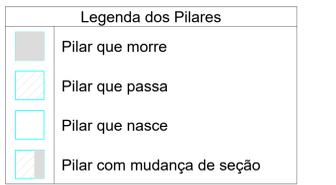
Lajes								
Nome	Tipo	Dados			Sobrecarga (kgf/m²)			
		Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L2	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L3	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L4	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L5	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L6	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L7	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L8	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L9	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L10	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L11	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L12	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L13	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L14	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L15	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L16	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L17	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L18	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L19	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L20	Treliçada 1D	16	0	390	163	120	50	-
L21	Treliçada 1D	12	0	390	138	120	50	-
L22	Treliçada 1D	12	0	390	138	120	50	-
L23	Treliçada 1D	12	0	390	138	120	50	-
L24	Treliçada 1D	12	0	390	138	120	50	-
L25	Treliçada 1D	12	0	390	138	120	50	-
L26	Treliçada 1D	12	0	390	138	120	50	-
L27	Treliçada 1D	12	0	390	138	120	50	-
L28	Treliçada 1D	12	0	390	138	120	50	-
L29	Treliçada 1D	12	0	390	138	120	50	-
L30	Treliçada 1D	12	0	390	138	120	50	-



Fôrmas do Pavimento de Cobertura (Nível 390)
Esc.: 1:50

Características dos materiais	
fk (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	241500

Dimensão máxima do agregado = 19 mm



PROJETO DE FORMAS
FOLHA 02/02
PRD. Nº
FLS.
ASS.

OBRA: Projeto de Formas do Prédio Fundamental - Pavimento Cobertura
LOCAL: Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETÁRIO(A): ESCALA INDICADA: ZONA URBANA: ZM INSC. CADASTRAL:



DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

ÁREAS EM m²	
TERRENO:	18.000,00 m²
A CONSTRUIR:	7.144,74 m²
TERRENO:	7.144,74 m²
TOTAL:	9.600,00 m²
ÁREA LIVRE:	9.600,00 m²

En = 33,6% Es = 39,8% Es.Perm = 53,3%

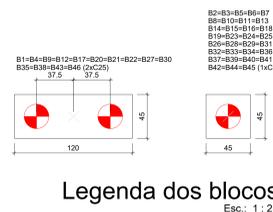
ENFº/ARFº: AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO
CREA / CAU Nº ART. / RET. Nº INSC. MUNICIPAL Nº

APROVAÇÃO: (SÓ EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)

CONTATO DO AUTOR DO PROJETO:
TEL. CEL. E-MAIL:

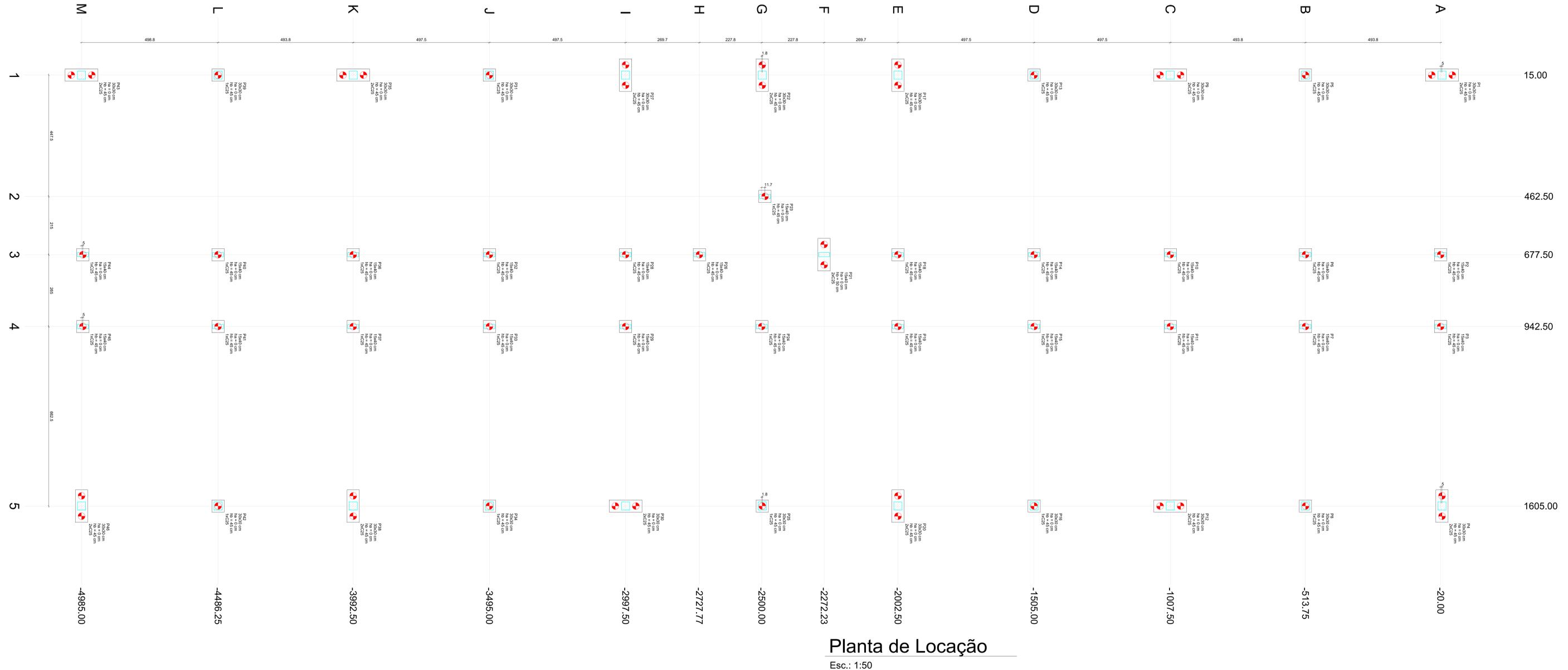
Localção no eixo X	
Coordenadas (cm)	Nome
15.00	P1, P5, P9, P13, P17, P22, P27, P31, P35, P39, P43
462.50	P23
677.50	P2, P6, P10, P14, P18, P21, P26, P28, P32, P36, P40, P44
942.50	P3, P7, P11, P15, P19, P24, P29, P33, P37, P41, P45
1605.00	P4, P8, P12, P16, P20, P25, P30, P34, P38, P42, P46

Localção no eixo Y	
Coordenadas (cm)	Nome
-15.00	P1, P4
-20.00	P2, P8
-513.75	P5, P6, P7, P8
-1007.50	P9, P10, P11, P12
-1505.00	P13, P14, P15, P16
-2002.50	P17, P18, P19, P20
-2272.23	P21
-2488.30	P23
-2498.23	P22, P25
-2500.00	P24
-2727.77	P26
-2997.50	P27, P28, P29, P30
-3495.00	P31, P32, P33, P34
-3992.50	P35, P36, P37, P38
-4486.25	P39, P40, P41, P42
-4980.00	P44, P45
-4985.00	P43, P46



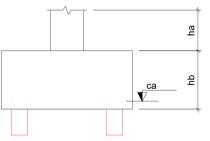
Legenda dos blocos
Esc.: 1:25

Nome	Seção (cm)	X (cm)	Y (cm)	Carga Máx. (tf)	Pilar	Carga Mín. (tf)	Mx (kgf.m)	My (kgf.m)	Fx (tf)	Fy (tf)	Lado B (cm)	Lado H (cm)	h0 / ha (cm)	ne	Estaca	ca (cm)	Base tub. (cm)
P1	30x30	15.00	-15.00	10.1	9.2	200	100	0	0	0	45	2	0	45	2	C25	-30
P2	15x40	677.50	-20.00	13.2	12.3	400	400	0.6	0.6	45	45	0	45	1	C25	-30	
P3	15x40	942.50	-20.00	13.1	12.3	400	400	0.7	0.6	45	45	0	45	1	C25	-30	
P4	30x30	1605.00	-15.00	11.8	10.9	400	800	1.4	0.7	120	45	0	45	2	C25	-30	
P6	30x30	15.00	-513.75	13.0	11.8	400	200	0.6	0.8	45	45	0	45	1	C25	-30	
P6	15x40	677.50	-513.75	15.2	13.8	200	100	0.2	0.2	45	45	0	45	1	C25	-30	
P7	15x40	942.50	-513.75	15.0	13.7	200	100	0.1	0.2	45	45	0	45	1	C25	-30	
P8	30x30	1605.00	-513.75	14.9	13.6	200	200	0.6	0.2	45	45	0	45	1	C25	-30	
P9	30x30	15.00	-1007.50	16.9	15.7	200	900	1.3	0.2	120	45	0	45	2	C25	-30	
P10	15x40	677.50	-1007.50	17.3	15.9	100	400	0.7	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P11	15x40	942.50	-1007.50	17.2	15.8	100	400	0.7	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P12	30x30	1605.00	-1007.50	16.9	15.7	100	800	1.3	0.1	120	45	0	45	2	C25	-30	
P13	30x30	15.00	-1505.00	14.5	13.3	200	200	0.5	0.2	45	45	0	45	1	C25	-30	
P14	15x40	677.50	-1505.00	15.2	13.8	100	100	0.1	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P15	15x40	942.50	-1505.00	14.9	13.6	100	100	0.1	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P16	30x30	1605.00	-1505.00	14.7	13.4	100	200	0.5	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P17	30x30	15.00	-2002.50	17.9	16.7	500	1100	1.6	0.8	120	45	0	45	2	C25	-30	
P18	15x40	677.50	-2002.50	15.3	13.9	400	400	0.7	0.7	45	45	0	45	1	C25	-30	
P19	15x40	942.50	-2002.50	17.1	15.7	100	500	0.8	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P20	30x30	1605.00	-2002.50	17.0	15.7	100	700	1.2	0.1	120	45	0	45	2	C25	-30	
P21	15x40	677.50	-2272.23	9.0	8.4	300	500	1.4	0.6	120	45	0	50	2	C25	-35	
P22	30x30	15.00	-2498.23	15.8	14.8	500	500	0.7	0.8	120	45	0	45	2	C25	-30	
P23	15x40	462.50	-2488.30	17.4	15.8	200	200	0.2	0.2	45	45	0	45	1	C25	-30	
P24	15x40	942.50	-2500.00	17.4	15.7	100	200	0.3	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P25	30x30	1605.00	-2498.23	14.6	13.3	100	300	0.3	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P26	15x40	677.50	-2727.77	6.5	5.9	300	200	0.4	0.5	45	45	0	45	1	C25	-30	
P27	30x30	15.00	-2997.50	17.1	15.8	200	900	1.4	0.2	120	45	0	45	2	C25	-30	
P28	15x40	677.50	-2997.50	15.3	13.9	400	400	0.7	0.7	45	45	0	45	1	C25	-30	
P29	15x40	942.50	-2997.50	17.1	15.8	100	400	0.7	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P30	30x30	1605.00	-2997.50	17.9	15.8	100	800	1.3	0.1	120	45	0	45	2	C25	-30	
P31	30x30	15.00	-3495.00	14.6	13.3	200	200	0.5	0.2	45	45	0	45	1	C25	-30	
P32	15x40	677.50	-3495.00	15.3	13.9	100	100	0.1	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P33	15x40	942.50	-3495.00	15.0	13.6	100	100	0.1	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P34	30x30	1605.00	-3495.00	14.7	13.4	100	200	0.6	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P35	30x30	15.00	-3992.50	16.8	15.6	100	900	1.3	0.1	120	45	0	45	2	C25	-30	
P36	15x40	677.50	-3992.50	17.2	15.8	100	400	0.7	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P37	15x40	942.50	-3992.50	17.1	15.7	100	400	0.7	0.1	45	45	0	45	1	C25	-30	
P38	30x30	1605.00	-3992.50	16.9	15.7	100	800	1.3	0.1	120	45	0	45	2	C25	-30	
P39	30x30	15.00	-4486.25	14.8	13.5	200	200	0.5	0.2	45	45	0	45	1	C25	-30	
P40	15x40	677.50	-4486.25	15.4	13.9	200	100	0.2	0.2	45	45	0	45	1	C25	-30	
P41	15x40	942.50	-4486.25	15.2	13.8	200	100	0.1	0.2	45	45	0	45	1	C25	-30	
P42	30x30	1605.00	-4486.25	14.9	13.6	200	200	0.6	0.2	45	45	0	45	1	C25	-30	
P43	30x30	15.00	-4985.00	11.8	10.9	400	900	1.4	0.7	120	45	0	45	2	C25	-30	
P44	15x40	677.50	-4985.00	13.2	12.3	400	400	0.6	0.7	45	45	0	45	1	C25	-30	
P45	15x40	942.50	-4980.00	13.1	12.2	400	400	0.7	0.7	45	45	0	45	1	C25	-30	
P46	30x30	1605.00	-4985.00	11.8	11.0	400	800	1.4	0.8	120	45	0	45	2	C25	-30	



Planta de Localização
Esc.: 1:50

Simbologia	Estacas	Nome	d (cm)	Quantidade
	C25		25.00	60



PLANTA DE LOCAÇÃO

OBRA:
Planta de Localização dos Blocos de Fundação

LOCAL:
Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETÁRIO(A):
ESCALA INDICADA ZONAMENTO: ZMU INSC. CADASTRAL:

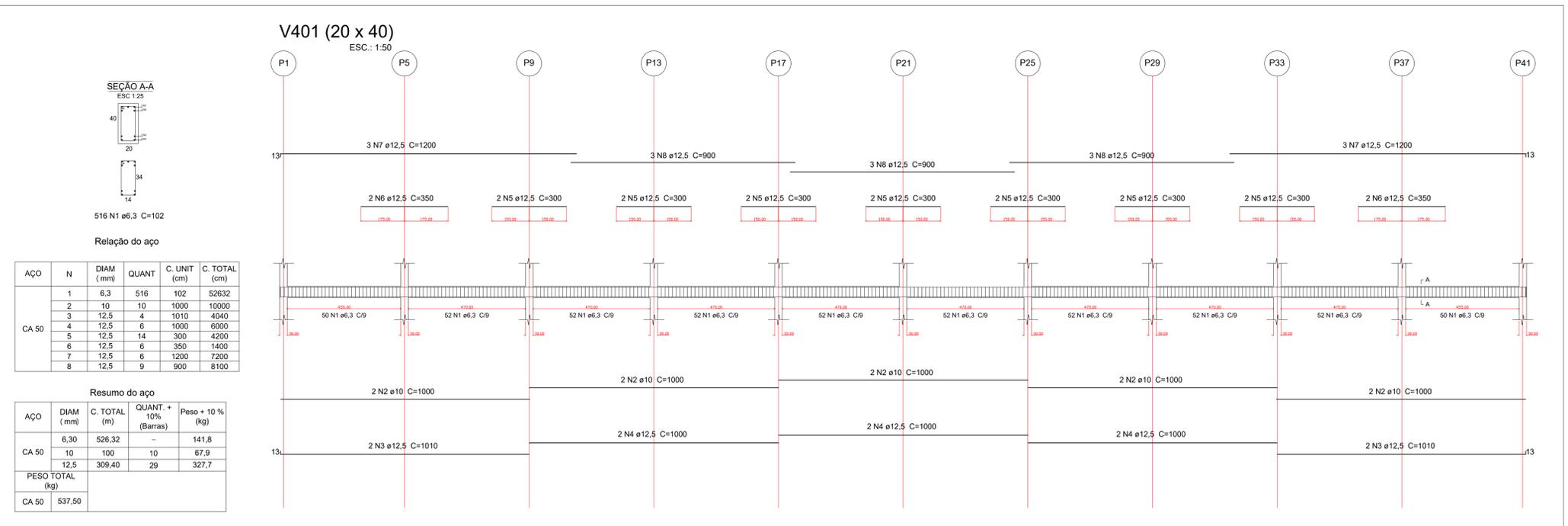
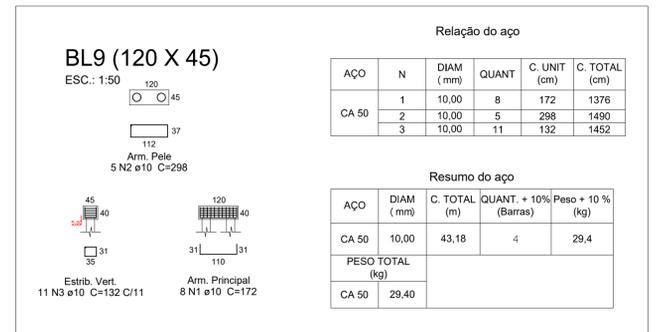
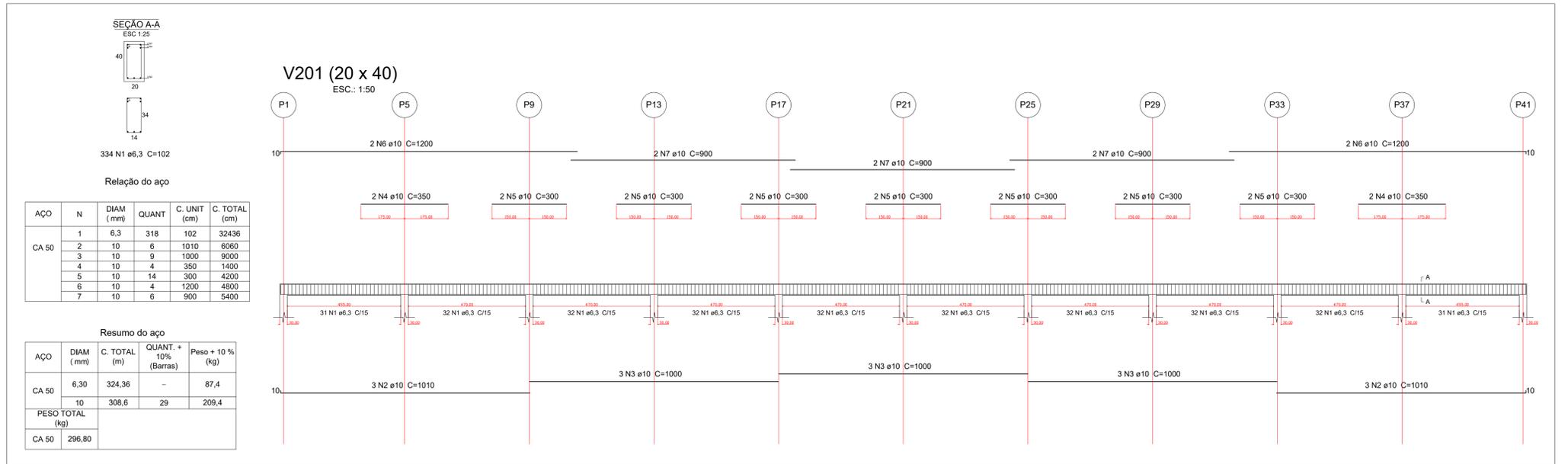
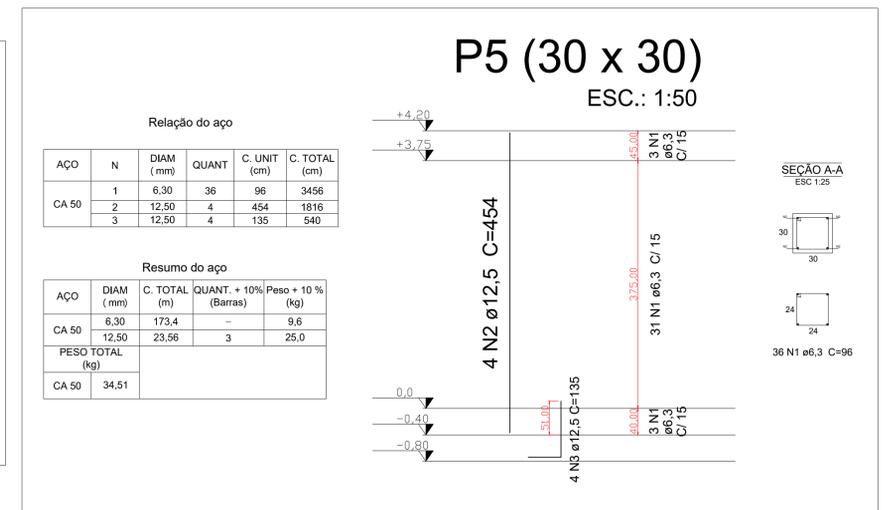
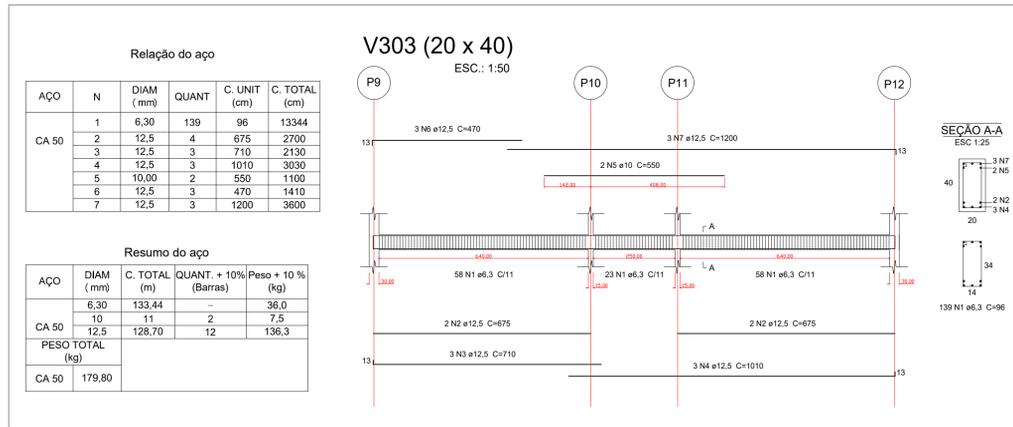
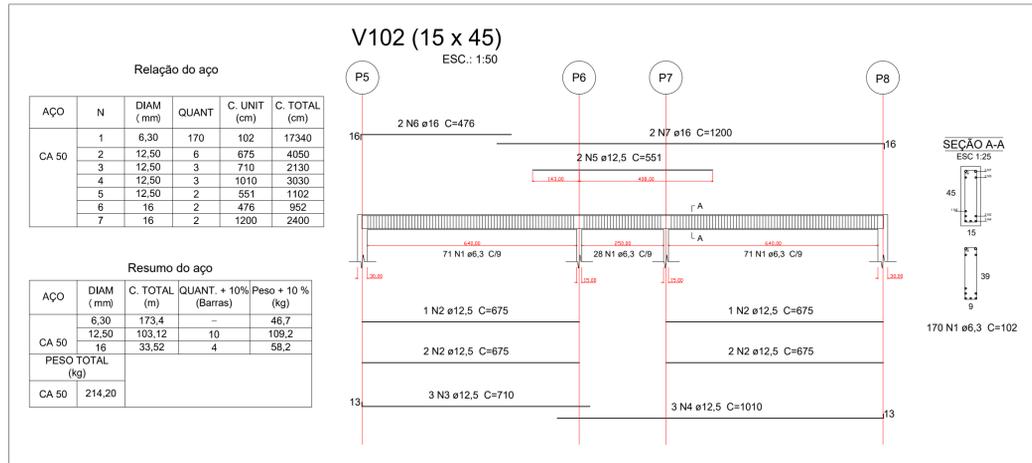
PROPRIETÁRIO(A):
REG: CTF / CNPJ:

APROVAÇÃO:
GOVERNADOR DA PREFEITURA DA ESTADAL DE ATIBAIA

CONTATO DO AUTOR DO PROJETO:
TEL: _____
E-MAIL: _____

ÁREAS em m²	ÁREAS em m²
TERRENO ACOSERREB: 18.006,00	TERRENO: 7.144,74
TOTAL: 7.144,74	TERRENO: 7.144,74
ÁREA LÍBRE: 9.653,87	TERRENO: 7.144,74

INSP/ARQ/...
AUTOR DO PROJETO/RESPONSÁVEL TÉCNICO
CREA/CAU Nº...
ART./ERT Nº...
INSC. MUNICIPAL Nº...



PROJETO ESTRUTURAL

FOLHA UNICA PRDC. Nº FLS. ASS.

OBRA:
Projeto de Formas e Armações de Vigas e Pilares

LOCAL:
Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETARIO(A) _____ ESCALA INDICADA ZONEAMENTO: ZM3 INSC. CADASTRAL: _____

SITUAÇÃO SPALCADA. Não se responsabiliza pelo projeto.

DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

PROPRIETARIO (A): _____ RG: _____ CPF / CNPJ: _____

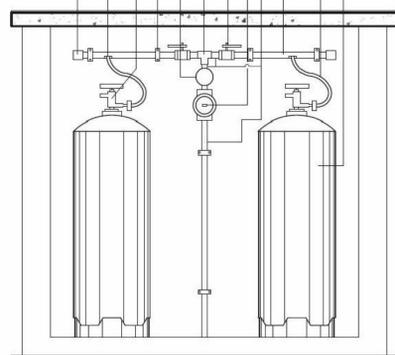
ÁREAS EM m².	
TERRENO:	18.000,00 m²
A CONSTRUIR:	
TERREO:	7.144,74 m²
TOTAL:	7.144,74 m²
ÁREA LIVRE:	9.653,87 m²

ENGº / ARQº: _____ AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO CREA / CAU Nº _____ ART. / RRT Nº _____ INSC. MUNICIPAL Nº _____

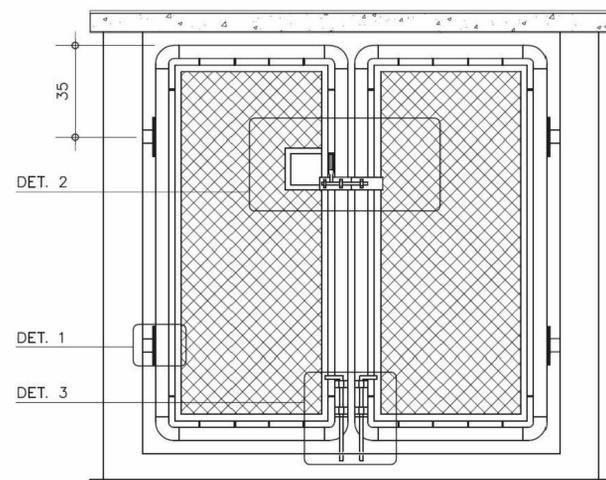
APROVAÇÃO: (USO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)

CONTATO DO AUTOR DO PROJETO. TEL: _____ CEL: _____ E-MAIL: _____

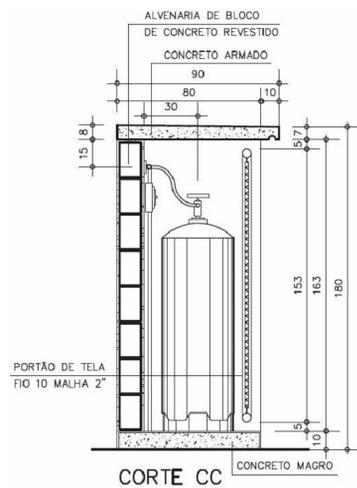
TE 3/4" NPT
 VALV. BLOQUEIO AUTOMÁTICO
 BRAÇADEIRAS DE FIXAÇÃO A ALVEN.
 VALVULA POL.
 MEIA LUVA POL.
 TAMPÃO 3/4" NPT
 VÁLVULA ESFÉRICA 3/4" NPT
 REGULADOR DE PRESSÃO - 1º ESTÁGIO
 TUBO DE AÇO 3/4"
 NBR 5590 CLASSE
 PESADA SEM COSTURA
 PIGTAIL
 CILINDRO DE AÇO 45 Kg



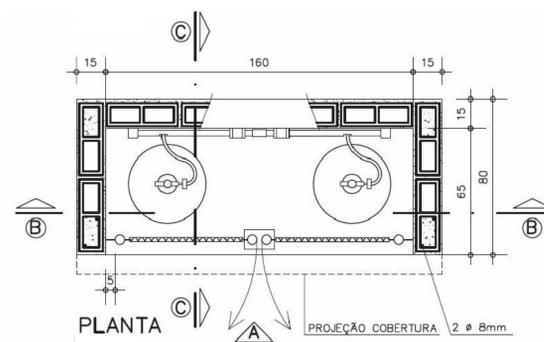
CORTE BB



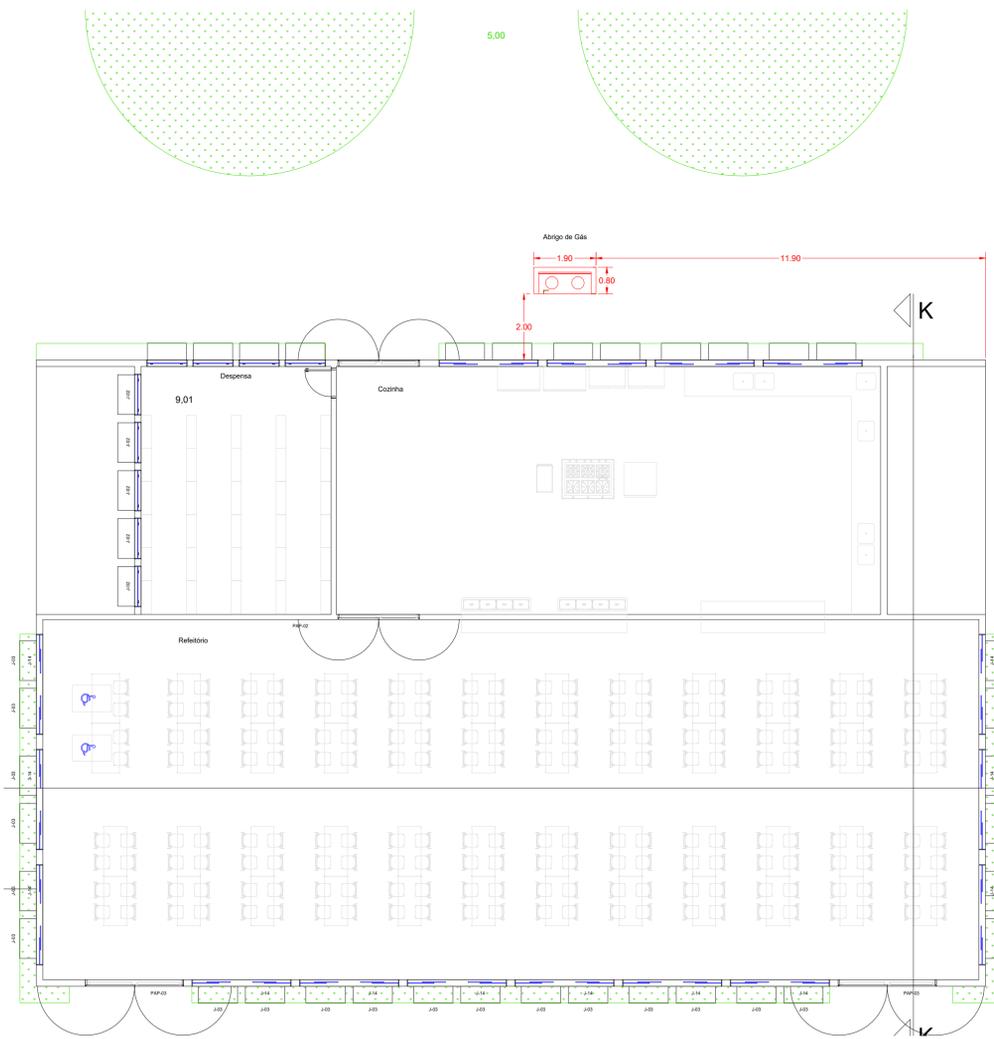
VISTA A



CORTE CC



PLANTA



Projeto da Rede de Gás

Esc.: 1:100

PROJETO DA REDE DE GÁS

FOLHA
01/02

PROC. Nº
FLS.
ASS.

OBRA:
Projeto da Rede de Gás

LOCAL:
Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETÁRIO(A)

ESCALA INDICADA
ZONAMENTO: ZM3
INSC. CADASTRAL:



DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

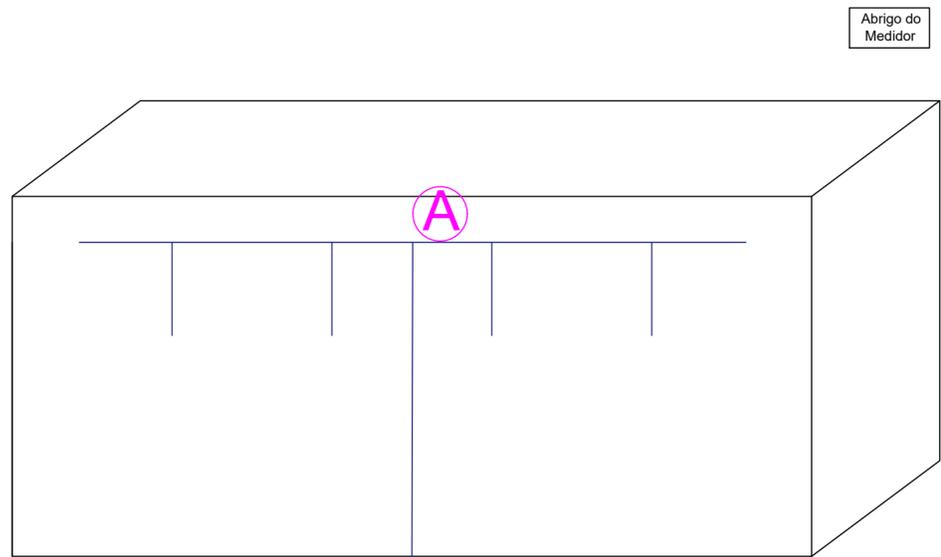
PROPRIETÁRIO (A):
RG:
CPF / CNPJ:

ÁREAS EM m².	
TERRENO:	18.000,00 m²
A CONSTRUIR:	
TÉRREO:	7.144,74 m²
TOTAL:	7.144,74 m²
ÁREA LIVRE:	9.653,87 m²
T _o = 33,86 %	I _o = 39,69 %
	Ex. Perm. = 51,31 %

ENGº / ARQº:
AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO
CREA / CAU Nº
ART. / RRT. Nº
INSC. MUNICIPAL Nº

APROVAÇÃO:
(USO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)

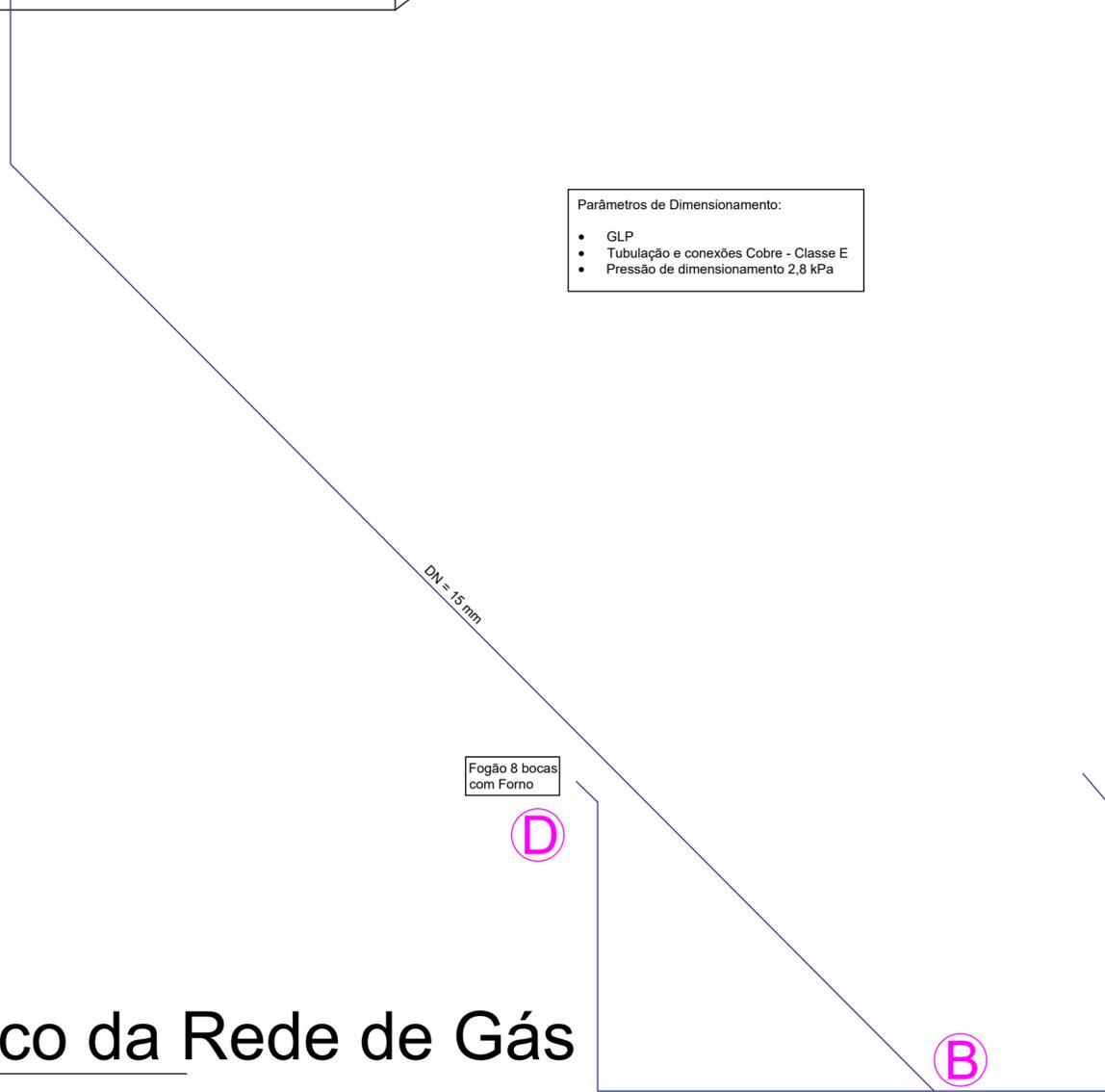
CONTATO DO AUTOR DO PROJETO.
TEL.:
CEL.:
E-MAIL:



Abrigo do Medidor

A

- Parâmetros de Dimensionamento:
- GLP
 - Tubulação e conexões Cobre - Classe E
 - Pressão de dimensionamento 2,8 kPa



DN = 15 mm

Fogão 8 bocas com Forno

D

Chapa

C

B

Projeto Isométrico da Rede de Gás

Esc.: 1:100

PROJETO DA REDE DE GÁS

FOLHA
02/02

PROC. Nº
FLS
ASS.

OBRA:
Projeto da Rede de Gás - Isométrico

LOCAL:
Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETARIO(A)

ESCALA INDICADA
ZONEAMENTO: ZM3
INSC. CADASTRAL:



DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

PROPRIETARIO (A):
RG:
CPF / CNPJ:

ÁREAS EM m².	
TERRENO:	18.000,00 m²
A CONSTRUIR:	
TÉRREO:	7.144,74 m²
TOTAL:	7.144,74 m²
ÁREA LIVRE:	9.653,87 m²
To = 33,56 %	Io = 39,69 %
Tx. Perm. = 51,31 %	

ENGº / ARQº:
AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO
CREA / CAU Nº
ART. / RRT. Nº
INSC. MUNICIPAL Nº

APROVAÇÃO:
(USO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)

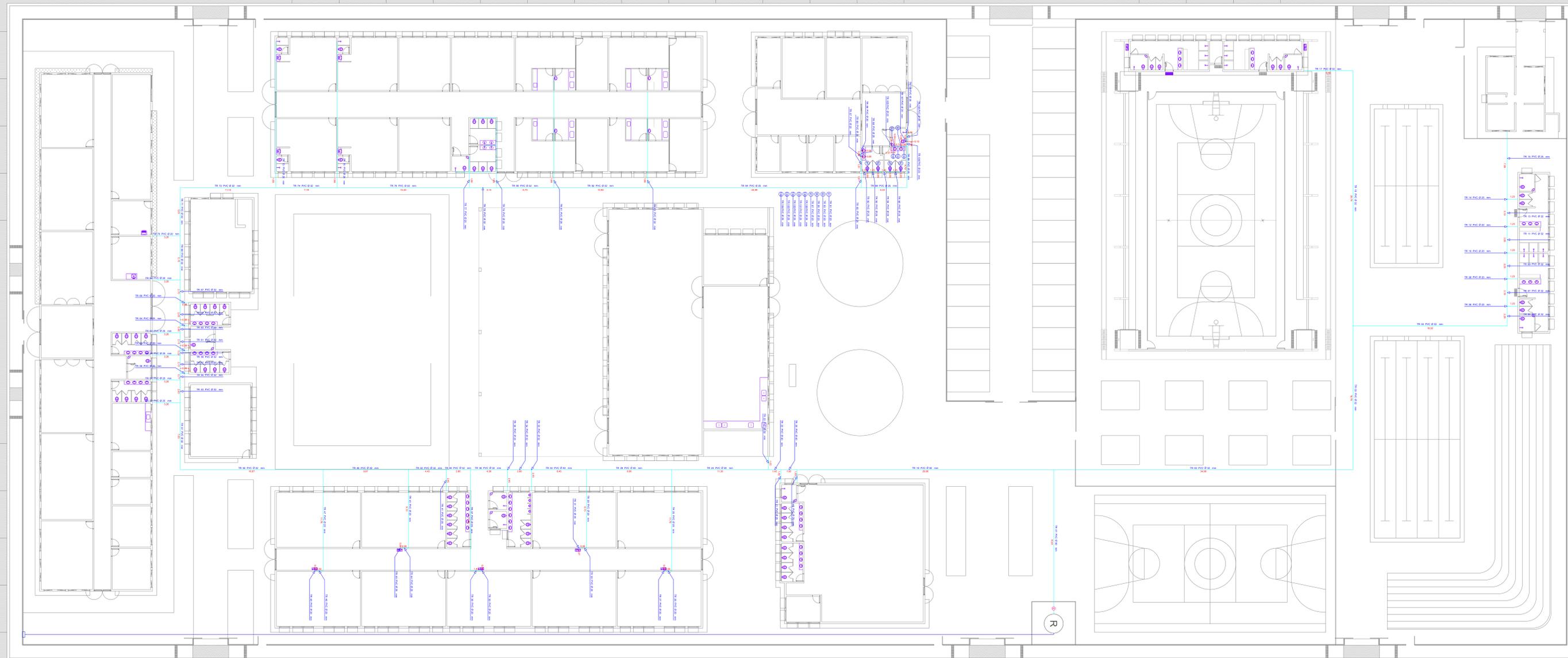
CONTATO DO AUTOR DO PROJETO.
TEL: CEL:
E-MAIL:

ANEXO O
Memorial de cálculo: Instalações Prediais de Água Fria - CIEM II - Atibaia

Pontos	Trecho	Peso total	Vazão (l/s)	ALTURA DO RESERVATÓRIO		0	BOMBA	35	Comprimento real (m)	Comprimento total (m)	Perda de carga total (mca)	Cota início do trecho (m)	Cota final do trecho (m)	Altura do Ponto	Pressão disponível (mca)
				Diâmetro Nominal (DN)	Pré Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (mca/m)	Comprimento equivalente (m)							
Reservatório	TR 1	60,4	2,3315	50	44	1,5334	0,0597	5,043	16,81	21,853	1,3047	35	33,6953	0,0000	33,6953
	TR 2	13,9	1,1185	32	27,8	1,8427	0,1462	10,494	34,98	45,474	6,6477	33,6953	27,0476	0,0000	27,0476
	TR 3	13,9	1,1185	32	27,8	1,8427	0,1462	4,602	15,34	19,942	2,9153	27,0476	24,1324	0,0000	24,1324
	TR 4	8,5	0,8746	32	27,8	1,4410	0,0951	5,406	18,02	23,426	2,2269	24,1324	21,9055	0,0000	21,9055
	TR 5	8,5	0,8746	32	27,8	1,4410	0,0951	0,687	2,29	2,977	0,2830	21,9055	21,6225	0,0000	21,6225
Bacia, Chuveiro, Lavatório	TR 6	1,3	0,3421	25	21,6	0,9335	0,0610	0,369	1,23	1,599	0,0975	21,6225	21,5250	2,2000	19,3250
	TR 7	7,2	0,8050	32	27,8	1,3262	0,0822	0,954	3,18	4,134	0,3399	21,6225	21,2826	0,0000	21,2826
Lavatório	TR 8	0,9	0,2846	20	17	1,2539	0,1378	0,369	1,23	1,599	0,2204	21,2826	21,0622	0,6500	20,4122
	TR 9	6,3	0,7530	32	27,8	1,2405	0,0731	0,915	3,05	3,965	0,2900	21,2826	20,9926	0,0000	20,9926
Chuveiro	TR 10	0,6	0,2324	20	17	1,0238	0,0967	0,369	1,23	1,599	0,1546	20,9926	20,8380	2,2000	18,6380
	TR 11	5,7	0,7162	32	27,8	1,1800	0,0670	0,915	3,05	3,965	0,2657	20,9926	20,7269	0,0000	20,7269
Lavatório	TR 12	0,9	0,2846	20	17	1,2539	0,1378	0,369	1,23	1,599	0,2204	20,7269	20,5065	0,6500	19,8565
	TR 13	4,8	0,6573	32	27,8	1,0828	0,0577	0,957	3,19	4,147	0,2391	20,7269	20,4878	0,0000	20,4878
Bacia, Chuveiro, Lavatório	TR 14	1,3	0,3421	25	21,6	0,9335	0,0610	0,369	1,23	1,599	0,0975	20,4878	20,3903	2,2000	18,1903
Bacia, Chuveiro, Lavatório, Lavadora de louça, Pia, Tanque, Torneira de jardim	TR 15	3,5	0,5612	25	21,6	1,5316	0,1450	2,862	9,54	12,402	1,7984	20,4878	18,6894	2,2000	16,4894
	TR 16	5,4	0,6971	32	27,8	1,1485	0,0639	9,348	31,16	40,508	2,5891	24,1324	21,5433	0,0000	21,5433
Bacia, Bebedouro, Chuveiro, Lavatório	TR 17	5,4	0,6971	32	27,8	1,1485	0,0639	1,734	5,78	7,514	0,4803	21,5433	21,0630	2,2000	18,8630
	TR 18	46,5	2,0457	50	44	1,3454	0,0475	8,988	29,96	38,948	1,8496	33,6953	31,8457	0,0000	31,8457
Lavatório	TR 19	2,7	0,4930	25	21,6	1,3453	0,1155	0,465	1,55	2,015	0,2328	31,8457	31,6129	0,6500	30,9629
	TR 20	43,8	1,9854	40	35,2	2,0402	0,1301	0,579	1,93	2,509	0,3264	31,8457	31,5193	0,0000	31,5193
Bacia, Chuveiro	TR 21	2,8	0,5020	25	21,6	1,3699	0,1193	0,465	1,55	2,015	0,2404	31,5193	31,2790	2,2000	29,0790
	TR 22	41	1,9209	40	35,2	1,9740	0,1228	0,429	1,43	1,859	0,2282	31,5193	31,2911	0,0000	31,2911
Bebedouro, Lavadora de louça, Lavatório, Pia, Tanque	TR 23	10,9	0,9905	32	27,8	1,6318	0,1182	0,465	1,55	2,015	0,2381	31,2911	31,0530	1,2000	29,8530
	TR 24	30,1	1,6459	40	35,2	1,6913	0,0937	3,39	11,30	14,69	1,3762	31,2911	29,9149	0,0000	29,9149
	TR 25	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	3,534	11,78	15,314	0,3086	29,9149	29,6063	0,0000	29,6063
	TR 26	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,27	0,90	1,17	0,0236	29,6063	29,5827	0,0000	29,5827
Bebedouro	TR 27	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,024	0,08	0,104	0,0021	29,5827	29,5806	1,0000	28,5806

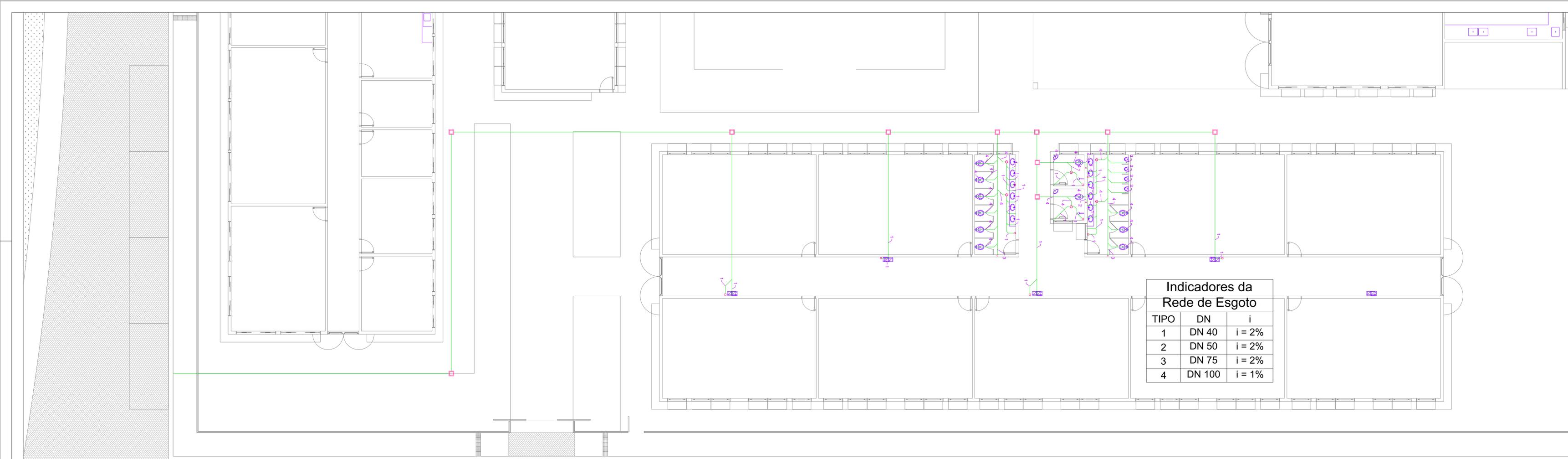
				ALTURA DO RESERVATÓRIO		0	BOMBA	35								
Pontos	Trecho	Peso total	Vazão (l/s)	Diâmetro Nominal (DN)	Pré Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (mca/m)	Comprimento equivalente (m)	Comprimento real (m)	Comprimento total (m)	Perda de carga total (mca)	Cota início do trecho (m)	Cota final do trecho (m)	Altura do Ponto	Pressão disponível (mca)	
	TR 28	30	1,6432	40	35,2	1,6885	0,0934	2,985	9,95	12,935	1,2082	29,9149	28,7067	0,0000	28,7067	
	TR 29	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	2,739	9,13	11,869	0,2392	28,7067	28,4675	0,0000	28,4675	
	TR 30	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,27	0,90	1,17	0,0236	28,4675	28,4439	0,0000	28,4439	
Bebedouro	TR 31	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,021	0,07	0,091	0,0018	28,4439	28,4421	1,0000	27,4421	
	TR 32	29,9	1,6404	40	35,2	1,6857	0,0931	1,935	6,45	8,385	0,7809	28,7067	27,9258	0,0000	27,9258	
Bacia, Mictório	TR 33	12,1	1,0436	32	27,8	1,7192	0,1295	0,735	2,45	3,185	0,4124	27,9258	27,5134	1,0000	26,5134	
	TR 34	17,8	1,2657	32	27,8	2,0852	0,1815	0,84	2,80	3,64	0,6607	27,9258	27,2651	0,0000	27,2651	
Bacia, Chuveiro, Lavatório	TR 35	3,2	0,5367	25	21,6	1,4645	0,1341	0,735	2,45	3,185	0,4270	27,2651	26,8381	2,2000	24,6381	
	TR 36	14,6	1,1463	32	27,8	1,8885	0,1526	1,308	4,36	5,668	0,8650	27,2651	26,4001	0,0000	26,4001	
Lavatório	TR 37	1,8	0,4025	25	21,6	1,0984	0,0810	3,534	11,78	15,314	1,2410	26,4001	25,1591	0,6500	24,5091	
	TR 38	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,42	1,40	1,82	0,0367	25,1591	25,1224	0,0000	25,1224	
Bebedouro	TR 39	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,024	0,08	0,104	0,0021	25,1224	25,1203	1,0000	24,1203	
	TR 40	12,8	1,0733	32	27,8	1,7683	0,1360	0,84	2,80	3,64	0,4951	26,4001	25,9050	0,0000	25,9050	
Bacia	TR 41	1,8	0,4025	25	21,6	1,0984	0,0810	0,735	2,45	3,185	0,2581	25,9050	25,6469	0,2000	25,4469	
	TR 42	11	0,9950	32	27,8	1,6392	0,1191	1,329	4,43	5,759	0,6860	25,9050	25,2190	0,0000	25,2190	
	TR 43	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	2,739	9,13	11,869	0,2392	25,2190	24,9798	0,0000	24,9798	
	TR 44	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,279	0,93	1,209	0,0244	24,9798	24,9554	0,0000	24,9554	
Bebedouro	TR 45	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,024	0,08	0,104	0,0021	24,9554	24,9533	1,0000	23,9533	
	TR 46	10,9	0,9905	32	27,8	1,6318	0,1182	2,991	9,97	12,961	1,5316	25,2190	23,6874	0,0000	23,6874	
	TR 47	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	3,534	11,78	15,314	0,3086	23,6874	23,3787	0,0000	23,3787	
	TR 48	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,279	0,93	1,209	0,0244	23,3787	23,3544	0,0000	23,3544	
Bebedouro	TR 49	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,024	0,08	0,104	0,0021	23,3544	23,3523	1,0000	22,3523	
	TR 50	10,8	0,9859	32	27,8	1,6243	0,1172	5,001	16,67	21,671	2,5404	23,6874	21,1470	0,0000	21,1470	
	TR 51	10,8	0,9859	32	27,8	1,6243	0,1172	2,349	7,83	10,179	1,1932	21,1470	19,9538	0,0000	19,9538	
Bacia	TR 52	1,2	0,3286	25	21,6	0,8968	0,0568	0,978	3,26	4,238	0,2409	19,9538	19,7129	0,2000	19,5129	
	TR 53	9,6	0,9295	32	27,8	1,5314	0,1057	0,789	2,63	3,419	0,3615	19,9538	19,5922	0,0000	19,5922	
Lavatório	TR 54	1,2	0,3286	25	21,6	0,8968	0,0568	0,978	3,26	4,238	0,2409	19,5922	19,3514	0,6500	18,7014	
	TR 55	8,4	0,8695	32	27,8	1,4325	0,0941	0,231	0,77	1,001	0,0942	19,5922	19,4981	0,0000	19,4981	
Bacia	TR 56	1,2	0,3286	25	21,6	0,8968	0,0568	0,297	0,99	1,287	0,0731	19,4981	19,4249	0,2000	19,2249	
	TR 57	7,2	0,8050	32	27,8	1,3262	0,0822	0,639	2,13	2,769	0,2276	19,4981	19,2704	0,0000	19,2704	
Bacia, Lavatório	TR 58	1,8	0,4025	25	21,6	1,0984	0,0810	0,978	3,26	4,238	0,3434	19,2704	18,9270	0,6500	18,2770	
	TR 59	5,4	0,6971	32	27,8	1,1485	0,0639	0,156	0,52	0,676	0,0432	19,2704	19,2272	0,0000	19,2272	
Bacia, Lavatório	TR 60	1,8	0,4025	25	21,6	1,0984	0,0810	0,297	0,99	1,287	0,1043	19,2272	19,1229	0,6500	18,4729	
	TR 61	3,6	0,5692	32	27,8	0,9378	0,0448	0,63	2,10	2,73	0,1224	19,2272	19,1048	0,0000	19,1048	
Bacia	TR 62	1,2	0,3286	25	21,6	0,8968	0,0568	0,978	3,26	4,238	0,2409	19,1048	18,8640	0,2000	18,6640	
	TR 63	2,4	0,4648	25	21,6	1,2683	0,1042	0,24	0,80	1,04	0,1084	19,1048	18,9964	0,0000	18,9964	
Lavatório	TR 64	1,2	0,3286	25	21,6	0,8968	0,0568	0,297	0,99	1,287	0,0731	18,9964	18,9233	0,6500	18,2733	
	TR 65	13,25	1,0920	32	27,8	1,7991	0,1402	0,795	2,65	3,445	0,4829	18,9964	18,5135	0,0000	18,5135	
Bacia	TR 66	1,2	0,3286	25	21,6	0,8968	0,0568	0,297	0,99	1,287	0,0731	18,5135	18,4403	0,2000	18,2403	
	TR 67	12,05	1,0414	32	27,8	1,7157	0,1290	0,81	2,70	3,51	0,4528	18,5135	18,0607	0,0000	18,0607	
Pia	TR 68	0,7	0,2510	20	17	1,1058	0,1106	0,978	3,26	4,238	0,4688	18,0607	17,5919	1,0000	16,5919	
	TR 69	11,35	1,0107	32	27,8	1,6651	0,1224	1,545	5,15	6,695	0,8197	18,0607	17,2410	0,0000	17,2410	
Tanque	TR 70	0,7	0,2510	20	17	1,1058	0,1106	0,978	3,26	4,238	0,4688	17,2410	16,7722	0,9000	15,8722	
	TR 71	10,65	0,9790	32	27,8	1,6129	0,1158	1,683	5,61	7,293	0,8445	17,2410	16,3965	0,0000	16,3965	
	TR 72	10,65	0,9790	32	27,8	1,6129	0,1158	3,342	11,14	14,482	1,6770	16,3965	14,7195	0,0000	14,7195	
Bacia, Chuveiro, Lavatório	TR 73	1,4	0,3550	25	21,6	0,9687	0,0650	0,498	1,66	2,158	0,1404	14,7195	14,5791	2,2000	12,3791	
	TR 74	9,25	0,9124	32	27,8	1,5032	0,1024	2,154	7,18	9,334	0,9555	14,7195	13,7640	0,0000	13,7640	
Bacia, Chuveiro, Lavatório	TR 75	1,4	0,3550	25	21,6	0,9687	0,0650	0,498	1,66	2,158	0,1404	13,7640	13,6237	2,2000	11,4237	
	TR 76	7,85	0,8405	32	27,8	1,3848	0,0887	4,635	15,45	20,085	1,7810	13,7640	11,9831	0,0000	11,9831	

				ALTURA DO RESERVATÓRIO		0	BOMBA	35							
Pontos	Trecho	Peso total	Vazão (l/s)	Diâmetro Nominal (DN)	Pré Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda de carga unitária (mca/m)	Comprimento equivalente (m)	Comprimento real (m)	Comprimento total (m)	Perda de carga total (mca)	Cota início do trecho (m)	Cota final do trecho (m)	Altura do Ponto	Pressão disponível (mca)
Bacia, Chuveiro Lavatório	TR 77	1,6	0,3795	25	21,6	1,0356	0,0731	0,498	1,66	2,158	0,1578	11,9831	11,8253	2,2000	9,6253
	TR 78	6,25	0,7500	32	27,8	1,2356	0,0726	0,945	3,15	4,095	0,2975	11,9831	11,6856	0,0000	11,6856
Bacia, Lavatório	TR 79	2,1	0,4347	25	21,6	1,1864	0,0927	0,498	1,66	2,158	0,2001	11,6856	11,4855	0,6500	10,8355
	TR 80	4,15	0,6111	32	27,8	1,0069	0,0508	2,019	6,73	8,749	0,4441	11,6856	11,2415	0,0000	11,2415
Lavatório	TR 81	0,6	0,2324	20	17	1,0238	0,0967	0,498	1,66	2,158	0,2086	11,2415	11,0329	0,6500	10,3829
	TR 82	3,55	0,5652	32	27,8	0,9312	0,0443	3,279	10,93	14,209	0,6292	11,2415	10,6123	0,0000	10,6123
Lavatório	TR 83	0,6	0,2324	20	17	1,0238	0,0967	0,498	1,66	2,158	0,2086	10,6123	10,4037	0,6500	9,7537
	TR 84	2,95	0,5153	25	21,6	1,4062	0,1249	7,497	24,99	32,487	4,0563	10,6123	6,5560	0,0000	6,5560
	TR 85	1,8	0,4025	25	21,6	1,0984	0,0810	0,543	1,81	2,353	0,1907	6,5560	6,3653	0,0000	6,3653
	TR 86	0,6	0,2324	20	17	1,0238	0,0967	0,543	1,81	2,353	0,2274	6,3653	6,1379	0,0000	6,1379
Lavatório	TR 87	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,024	0,08	0,104	0,0055	6,1379	6,1324	0,6500	5,4824
	TR 88	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,204	0,68	0,884	0,0466	6,1379	6,0913	0,0000	6,0913
Lavatório	TR 89	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,024	0,08	0,104	0,0055	6,0913	6,0858	0,6500	5,4358
	TR 90	1,2	0,3286	25	21,6	0,8968	0,0568	0,21	0,70	0,91	0,0517	6,3653	6,3136	0,0000	6,3136
Bacia	TR 91	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,018	0,06	0,078	0,0041	6,3136	6,3095	0,2000	6,1095
	TR 92	0,9	0,2846	20	17	1,2539	0,1378	0,375	1,25	1,625	0,2240	6,3136	6,0896	0,0000	6,0896
Bacia	TR 93	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,018	0,06	0,078	0,0041	6,0896	6,0855	0,2000	5,8855
	TR 94	0,6	0,2324	20	17	1,0238	0,0967	0,42	1,40	1,82	0,1759	6,0896	5,9137	0,0000	5,9137
Bacia	TR 95	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,018	0,06	0,078	0,0041	5,9137	5,9096	0,2000	5,7096
	TR 96	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,375	1,25	1,625	0,0856	5,9137	5,8281	0,0000	5,8281
Bacia	TR 97	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,018	0,06	0,078	0,0041	5,8281	5,8240	0,2000	5,6240
	TR 98	1,15	0,3217	25	21,6	0,8780	0,0548	1,599	5,33	6,929	0,3794	6,5560	6,1766	0,0000	6,1766
	TR 99	1,15	0,3217	25	21,6	0,8780	0,0548	1,437	4,79	6,227	0,3410	6,1766	5,8356	0,0000	5,8356
	TR 100	0,9	0,2846	20	17	1,2539	0,1378	0,207	0,69	0,897	0,1236	5,8356	5,7120	0,0000	5,7120
Lavatório	TR 101	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,024	0,08	0,104	0,0055	5,7120	5,7065	0,6500	5,0565
	TR 102	0,6	0,2324	20	17	1,0238	0,0967	0,219	0,73	0,949	0,0917	5,7120	5,6203	0,0000	5,6203
Lavatório	TR 103	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,024	0,08	0,104	0,0055	5,6203	5,6148	0,6500	4,9648
	TR 104	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,111	0,37	0,481	0,0253	5,6203	5,5949	0,0000	5,5949
Lavatório	TR 105	0,3	0,1643	20	17	0,7239	0,0527	0,024	0,08	0,104	0,0055	5,5949	5,5894	0,6500	4,9394
	TR 106	0,25	0,1500	20	17	0,6609	0,0449	0,174	0,58	0,754	0,0339	5,8356	5,8017	0,0000	5,8017
	TR 107	0,15	0,1162	20	17	0,5119	0,0287	0,03	0,10	0,13	0,0037	5,8017	5,7980	0,0000	5,7980
	TR 108	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,315	1,05	1,365	0,0275	5,8017	5,7742	0,0000	5,7742
	TR 109	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,03	0,10	0,13	0,0026	5,7742	5,7716	0,0000	5,7716
Chuveiro	TR 110	0,1	0,0949	20	17	0,4180	0,0202	0,66	2,20	2,86	0,0576	5,7716	5,7140	2,2000	3,5140
Bacia	TR 111	0,15	0,1162	20	17	0,5119	0,0287	0,06	0,20	0,26	0,0075	5,7980	5,7905	0,2000	5,5905



Projeto Rede de Abastecimento de Água
Esc.: 1:125

PROJETO INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA		FOLHA	PROJ. Nº
		01/02	PLS
			ABR.
OBRA: Projeto de Instalação de Água Fria			
LOCAL: Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerjeiras, Atibaia/SP			
PROPRIETÁRIO(A)		ENCLAVAMENTO	PROJ. Nº
		PROJ. Nº	ABR.
SITUAÇÃO SEM ESCALA: Sobretudo para fins de localização		DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO	
EDRO/Google Drive/TC/Localização Projeto		PROPRIETÁRIO(A) R.G. CPF: CNPJ:	
TERRENO:	ÁREA S.M. m²:	ENCLAVAMENTO	
ACORDENHO:	TERRENO:	PROJ. Nº	
TOTAL:	1.144,74 m²	AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO	
ÁREA ÚTIL:	1.053,87 m²	ÁREA ÚTIL	
TER. - RUA:	12,87 m²	ENCLAVAMENTO Nº	
APROVAÇÃO: ANEXO 1 - PLANILHA DE PREÇOS DE MATERIAIS			
CONTATO DO AUTOR DO PROJETO			
TEL: (11) 4111-1111			
E-MAIL: (11) 4111-1111			



LEGENDA	
⊙	C.S. D - DN 100
⊙	C.S. A - DN 125
○	C.V.
□	C.I.
□	R.S.

Indicadores da Rede de Esgoto		
TIPO	DN	i
1	DN 40	i = 2%
2	DN 50	i = 2%
3	DN 75	i = 2%
4	DN 100	i = 1%

PROJETO INSTALAÇÃO DE ESGOTO		FOLHA ÚNICA	PROC. Nº
Projeto de Instalação de Esgotos Sanitários		FLS.	ASS.
OBJETO: Projeto de Instalação de Esgotos Sanitários			
LOCAL: Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerceiras, Atibaia/SP			
PROPRIETÁRIO(A):		ESCALA INDICADA: ZONEAMENTO: ZM3 INSC. CADASTRAL:	
		DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO.	
TERRENO: 18.900,00 m² A CONSTRUIR: 7.144,74 m² TERREO: 7.144,74 m² TOTAL: 7.144,74 m² ÁREA LIVRE: 9.653,87 m²		PROPRIETÁRIO (AE): RG: CPF / CNPJ: ENGº / ARQº: AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO: CREA / CAU Nº: ART. / RRT. Nº: INSC. MUNICIPAL Nº:	
T _u = 33,58 % I _u = 25,03 % Ex. Prim. = 52,31 %		APROVAÇÃO: (SO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)	
CONTATO DO AUTOR DO PROJETO: TEL: E-MAIL:		CEL: E-MAIL:	

Projeto da Rede de Esgoto
Esc.: 1:75

ANEXO S
Memorial de cálculo: sistema de hidrantes - CIEM II - Atibaia

PLANILHA DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

Obra: **CIEM II**

Cliente: **TCC FAAT - Faculdades Atibaia**

Local: **Avenida Industrial Walter Kloth, s/nº - Jardim Cerejeiras**

Tipo hidrante (IT nº 22): **3**

diam. do esguicho: **40,00 mm**

tubulação: **Aço Galvanizado**

TRECHO	COTA Mont. (m)	PRESSÃO Mont. (m.c.a.)	Diam. (mm)	CANALIZAÇÕES					MANGUEIRAS				COTA jus. (m)	PRESSÃO Jus. (m.c.a.)	VAZÃO		PRESSÃO Estimada (m.c.a.)	VAZÃO (l/s)
				Lreal (m)	Leq. (m)	Ltotal (m)	j (m/m)	Hfc (m.c.a.)	Diam. (mm)	Comp. (m)	j (m/m)	Hfm. (m.c.a.)			(l/s)	(l/min)		
R-SUC	-2,00	0,00	76,2	1,50	0,30	1,80	0,0497	0,09					-0,90	-1,19	6,88	412,69		6,88
SUC-F	-0,90	41,00	63,5	103,60	20,72	124,32	0,1209	15,03					-0,50	66,57	6,88	412,69		6,88
F-H5	-0,50	66,57	50,8	11,67	2,33	14,00	0,1019	1,43	40,00	30,00	0,2497	7,49	-0,50	57,65	3,52	211,11	57,65	3,52
F-H6	-0,50	66,57	50,8	64,00	12,80	76,80	0,0934	7,17	40,00	30,00	0,2277	6,83	-0,50	52,56	3,36	201,58	52,56	3,36

Bomba de Incêndio: Vazão: **413** l/min. Hman.= **41** m.c.a.

Resumo:		VAZÃO (l/min)	PRESSÃO (m.c.a.)
	H5	211,1	57,65
	H6	201,6	52,56

Volume da reserva para combate a incêndio: **345 m3**

Altura sobre o último hidrante: **-1,50 m**

ANEXO T

PLANO DE EMERGÊNCIA PARA SITUAÇÕES DE INCÊNDIO

1. Descrição da edificação ou área de risco

1.1. **Identificação da edificação:** Centro Integrado de Educação Municipal - CIEM.

1.2. **Localização:** urbana.

- Endereço: Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras – Atibaia/SP
- Característica da vizinhança: alta concentração de edificações residenciais.
- Distância do Corpo de Bombeiros: 4 Km.
- Meios de ajuda externa: Posto de Bombeiros do Centro a 4 Km (fone 193)

1.3. **Estrutura:** concreto armado.

1.4. **Dimensões:** térreo; terreno de 18.000 m²; conjunto formado por 11 edificações com área construída total de 4793 m², 2 piscinas com área total de 425,5 m², pátio coberto de 690 m² e casa de caseiro com 70 m².

1.5. **Ocupação:** creche, escola de ensino infantil à fundamental ciclo I, centro de atendimento educacional especializado, complexo esportivo e auditório.

1.6. **População:** (total e por setor, área, andar)

- Fixa: em média 540 pessoas.
- Flutuante: 300 pessoas.

1.7. **Características de funcionamento:** dias úteis, das 7h às 18h. Em casos extraordinários, horário pode ser estendido para uso do auditório e/ou complexo esportivo.

1.8. **Pessoas portadoras de necessidades especiais:** sem informação.

1.9. **Riscos específicos inerentes à atividade:** botijões de gás localizados próximos à cozinha.

1.10. **Recursos humanos:**

- Brigada de incêndio: 30 membros;

1.11. **Recursos materiais:**

- Extintores de incêndio portáteis;
- Sistema de hidrantes e mangotinhos;
- Iluminação de emergência;
- Alarme de incêndio manual (central na secretaria);
- Compartimentação horizontal no prédio administrativo e no auditório.

2. Procedimentos básicos de emergência contra incêndio

2.1. **Alerta:** ao ser detectado um princípio de incêndio, o alarme de incêndio manual será acionado por meio de botoeira, tipo quebra-vidro, localizado nos corredores de cada edificação. Deve-se ligar para o Corpo de Bombeiros (Fone 193).

2.2. **Análise da situação:** após identificação da edificação sinistrada (pelo painel da central) localizado na secretaria, o alarme deve ser desligado e o brigadista de plantão deve comparecer ao local para análise final da emergência.

Nota: Sempre que houver uma suspeita de princípio de incêndio (por calor, cheiro, fumaça ou outros meios), esta deverá ser investigada. Nunca deve ser subestimada uma suspeita.

2.3. Apoio externo: um Brigadista deve acionar o Corpo de Bombeiros dando as seguintes informações:

- Nome e número do telefone utilizado;
- Endereço da escola (completo);
- Pontos de referência (próximo à Empresa Flexboat);
- Características do incêndio;
- Quantidade e estado das eventuais vítimas;

Nota: O mesmo brigadista que acionou o Corpo de Bombeiros preferencialmente deve orientá-los quando da sua chegada sobre as condições e acessos, e apresentá-los ao Chefe da Brigada.

2.4. Primeiros socorros e hospitais próximos: os primeiros socorros devem ser prestados às eventuais vítimas, conforme treinamento específico dado aos brigadistas. Em caso de necessidade encaminhar ao Hospital Santa Casa de Atibaia, Praça Miguel Vairo, 104 – Centro – Atibaia/SP, telefone: 4412-4376.

2.5. Eliminar riscos: caso necessário, deve ser providenciado o corte da energia elétrica (parcial ou total). O corte geral deve ser executado pelo pessoal da manutenção, que deve estar à disposição do Chefe da Brigada.

2.6. Abandono de área: caso seja necessário abandonar a edificação, deve ser acionado novamente o alarme de incêndio para que se inicie o abandono geral. Os ocupantes da edificação sinistrada, que já devem estar cientes da emergência, devem ser os primeiros a sair, em fila e sem tumulto, após o primeiro toque, com um brigadista liderando a fila e outro encerrando a mesma. Antes do abandono definitivo do local, um ou dois brigadistas devem verificar se não ficaram ocupantes retardatários e providenciar o fechamento de portas e/ou janelas, se possível. Cada pessoa portadora de deficiência física, permanente ou temporária, deve ser acompanhada por dois brigadistas ou voluntários, previamente designados pelo Chefe da Brigada. Todos os demais ocupantes de cada edificação, após soar o primeiro alarme, devem parar o que estiverem fazendo, pegar apenas seus documentos pessoais e agruparem-se nos corredores, organizados em fila direcionada à porta de saída de emergência. Após o segundo toque do alarme, os ocupantes devem iniciar a saída, dando preferência às demais filas, quando cruzarem com as mesmas (como numa rotatória de trânsito), até a saída, onde devem se deslocar até o ponto de encontro.

2.7. Isolamento de área: a área sinistrada deve ser isolada fisicamente, de modo a garantir os trabalhos de emergência e evitar que pessoas não autorizadas adentrem ao local.

2.8. Confinamento do incêndio: o incêndio deve ser confinado de modo a evitar a sua propagação e consequências.

2.9. Combate ao incêndio: os demais Brigadistas devem iniciar, se necessário e/ou possível, o combate ao fogo sob comando de Brigadista Profissional, podendo ser auxiliados por outros ocupantes da edificação, desde que

devidamente treinados, capacitados e protegidos. O combate ao incêndio deve ser efetuado conforme treinamento específico dado aos Brigadistas.

- 2.10. **Investigação:** após o controle total da emergência e a volta à normalidade, incluindo a liberação da escola pelas autoridades, o Chefe da Brigada deve iniciar o processo de investigação e elaborar um relatório, por escrito, sobre o sinistro e as ações de controle, para as devidas providências e/ou investigação.

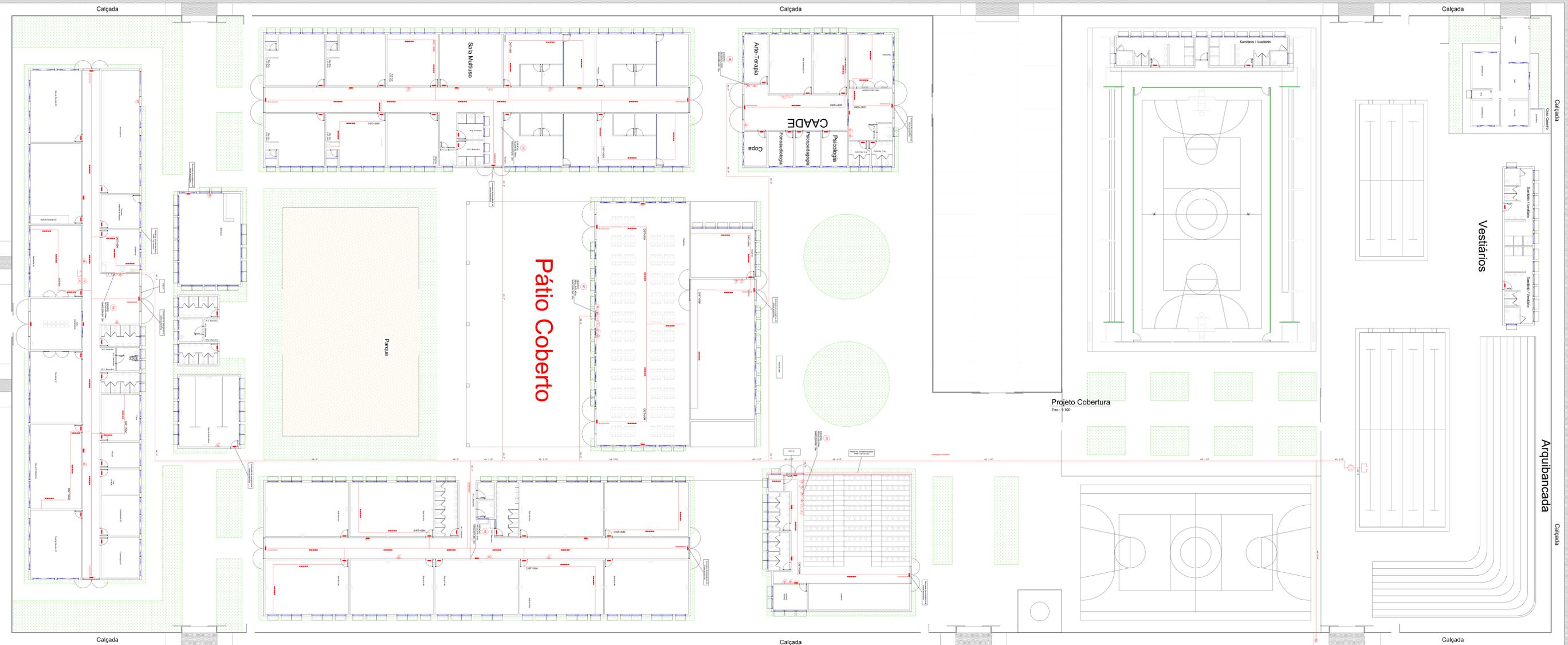
Atibaia, 08 de dezembro de 2017.

Responsável pela Edificação

(nome legível, RG e assinatura)

Responsável Técnico

(nome legível, RG e assinatura)



LEGENDA

	PO QUÍMICO SECO 20 BC
	HIDRANTE SIMPLES
	AVISADOR SONORO
	ACIONADOR MANUAL DO ALARME CONTRA INCENDIO
	CENTRAL DE DETECCAO E ALARME
	REGISTRO DE RECALQUE SEM VALVULA DE RETENCAO
	RESERVA DE INCENDIO
	PONTO DE ILUMINACAO DE EMERGENCIA - ACLARAMENTO
	DIRECAO DO FLUXO DA ROTA DE FUGA
	BATERIAS DO ALARME CONTRA INCENDIO
	SAIDA FINAL DA ROTA DE FUGA
	PONTO DE ILUMINACAO DE EMERGENCIA - BALIZAMENTO
	AGUA PRESSURIZADA 2 A
	BOMBA DE INCENDIO
	ACIONADOR DE BOMBA DE INCENDIO
	CHAVE ELETRICA
	TUBULACAO SISTEMA HIDRANTES
	ROTAS DE FUGA

PROJETO DE BOMBEIRO FOLHA **01/03** PREC. Nº **ARR**

OBRA: **Projeto de Bombeiro**

LOCAL: **Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Crezeiras, Atibaia/SP**

PROPRIETÁRIO(A): **ESCALANBANCADA ZONAMENTO - ZM01 INSC. CADASTRAL:**

DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO.

PROF. ARQUIT.: **BRG - ENR01**

TERRENO: **ÁREA TOTAL: 10.000,00 m²**

ÁREA CONSTR. TERRENO: **3.141,76 m²**

ÁREA CONSTR. PROJETO: **3.141,76 m²**

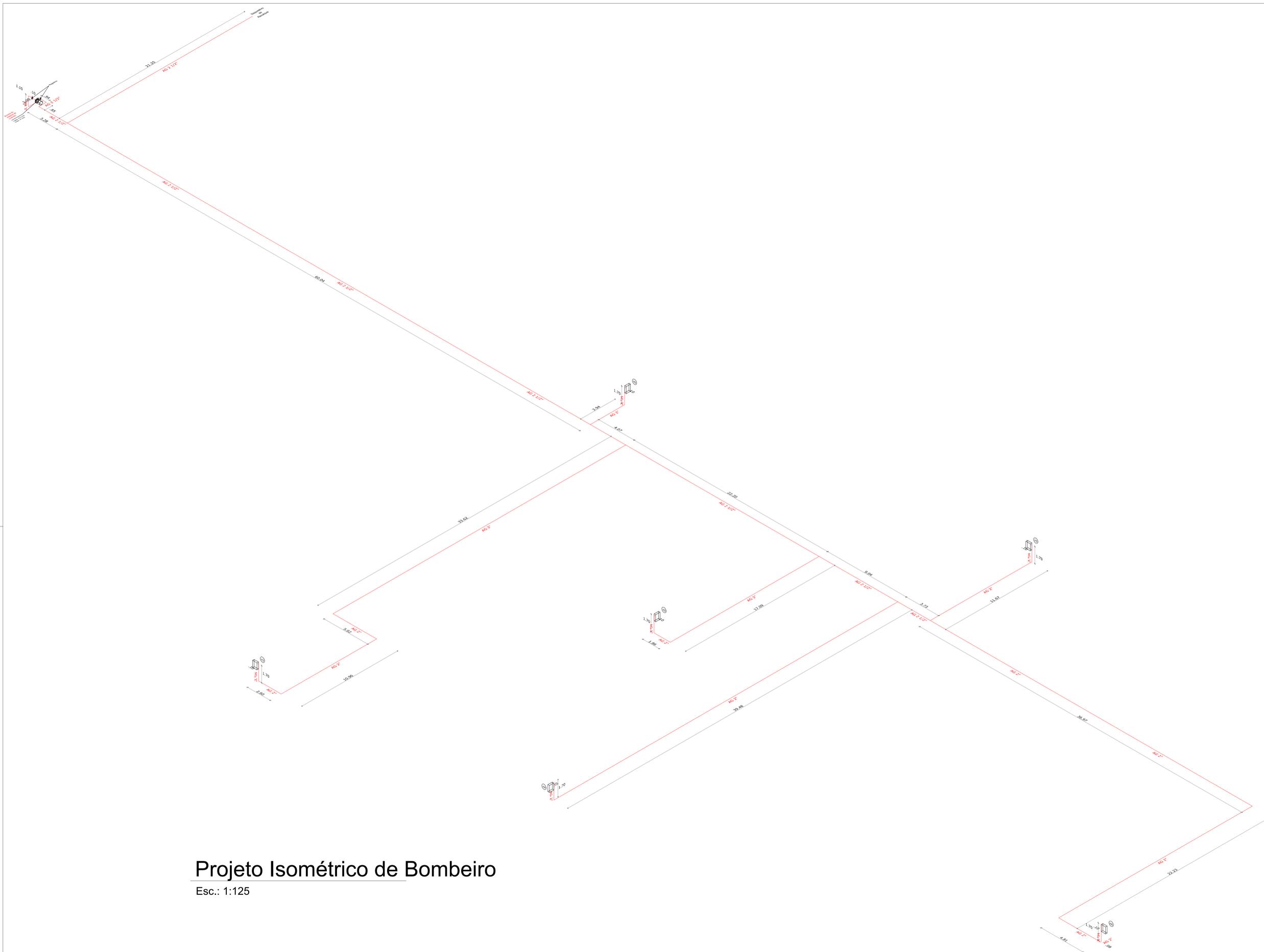
ÁREA CONSTR. PROJETO: **3.141,76 m²**

Tel.: 34853-1111 Insc. Estadual: 13.100.000.000

APROVAÇÃO: **ANEXO CENSO DA PREFEITURA E DA SECRETARIA DE SAÚDE**

CONTATO DO AUTOR DO PROJETO: **Tel.: 34853-1111 E-MAIL:**

Projeto de Bombeiro
Esc.: 1:125



Projeto Isométrico de Bombeiro

Esc.: 1:125

PROJETO DE BOMBEIRO

FOLHA: **03/03**
 PROC. Nº:
 FLS:
 ASS.

OBRA:
Projeto de Bombeiro - Isométrico da Rede de Hidrantes

LOCAL:
Avenida Industrial Walter Kloth, s/n - Jardim Cerejeiras, Atibaia/SP

PROPRIETARIO(A):
 ESCALA INDICADA:
 ZONAMENTO: ZM3
 INSC. CADASTRAL:



DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO POR PARTE DA PREFEITURA DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO

PROPRIETARIO(A):
 RG:
 CPF / CNPJ:

ÁREAS EM m ² .	
TERRENO:	18.000,00 m ²
A CONSTRUIR:	7.144,74 m ²
TÉRREO:	7.144,74 m ²
TOTAL:	7.144,74 m ²
ÁREA LIVRE:	9.653,87 m ²

Ta = 33,56% Ia = 39,69% Tx Perm. = 51,31%

ENG^o / ARQ^o:
 AUTOR DO PROJETO / RESPONSÁVEL TÉCNICO
 CREA / CAU Nº:
 ART. / RRT. Nº:
 INSC. MUNICIPAL Nº:

APROVAÇÃO:
 (USO EXCLUSIVO DA PREFEITURA DA ESTÂNCIA DE ATIBAIA)

CONTATO DO AUTOR DO PROJETO:
 TEL:
 E-MAIL:
 CEL: