



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LUIZ FERNANDO PINTO GARCIA NETO

IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIFAP

Macapá/AP

2019

LUIZ FERNANDO PINTO GARCIA NETO

**IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIFAP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal do Amapá, para obtenção do
título de Bacharelado em Engenharia Civil

Área de concentração:

Tecnologia

Orientador:

Professor Mestre Heldio José Carneiro de Souza

Macapá/ AP

2019

LUIZ FERNANDO PINTO GARCIA NETO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá
Elaborado por Cristina Fernandes - CRB2/1569

Garcia Neto, Luis Fernando Pinto.

Implementação do bim na matriz curricular do curso de engenharia civil da Unifap / Luis Fernando Pinto Garcia Neto ; Orientador, Heldio José Carneiro de Souza. – Macapá, 2019.
117 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil.

1. Tecnologia. 2. Modelagem. 3. Universidades e faculdades – Currículos. 4. Engenharia Civil. I. Souza, Heldio José Carneiro de, orientador. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

624 G216i
CDD. 22 ed.

IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIFAP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal do Amapá, para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil

Área de concentração:
Tecnologia

Orientador:
Professor Doutorando Heldio José Carneiro de
Souza

Macapá, _____ de _____ de 2019.

Banca Examinadora

_____ Orientador e Presidente

Professor Mestre Heldio José Carneiro de Souza
Curso de Bacharelado em Engenharia Civil/Universidade Federal do Amapá

_____ Membro Titular

Prof. Mestre Adenilson Costa de Oliveira
Curso de Bacharelado em Engenharia Civil/Universidade Federal do Amapá

_____ Membro Titular

Prof. Doutor Fábio Araújo Pereira
Curso de Bacharelado em Engenharia Civil/Universidade Federal do Amapá

_____ Membro Titular

Prof. Doutor Jair José dos Santos Gomes
Curso de Bacharelado em Engenharia Civil/Universidade Federal do Amapá

Dedico à minha mãe Maria Nilma pelo exemplo de vida.

À minha esposa Thais Oliveira, pelo apoio e companheirismo durante esses anos de formação.

Ao meu filho Pedro Henrique, cuja existência me faz ter esperança de dias melhores para nossa família.

LUIZ FERNANDO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele não seríamos capazes de realizar nossas ações. Por meio da fé, conseguimos sucesso.

Aos amigos de classe que se tornaram mais do que amigos, tornaram-se irmãos: Franklin Colle e Louise Bezerra.

Ao meu orientador Prof. Doutorando Heldio José Carneiro de Souza, pelo seu apoio e conhecimento, pelas valiosas sugestões que tanto contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos professores que ao longo dessa jornada nos transmitiram seus conhecimentos, os quais serão usados ao longo da nossa vida profissional.

“A vida me ensinou a nunca desistir. Nem ganhar, nem perder mas procurar evoluir”.

Chorão

GARCIA NETO, Luiz Fernando Pinto. **Implementação do BIM na matriz curricular do Curso de Engenharia Civil da UNIFAP**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Amapá, 2019.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso, intitulado “Implementação do BIM na matriz curricular do Curso de Engenharia Civil da UNIFAP”, evidencia uma pesquisa teórico-prática com a finalidade de verificar o nível de conhecimento sobre BIM dos alunos de graduação do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Amapá, identificando-se as mudanças que a modelagem BIM traz para o cenário nacional da construção civil, apresentando formas de se introduzir esse conteúdo na matriz da graduação. O objetivo do estudo consiste em analisar a necessidade de implementação do BIM na matriz curricular de curso de Engenharia civil da Universidade Federal do Amapá. Os objetivos específicos são evidenciar o conceito e apresentar as vantagens da utilização do BIM; apontar as mudanças que o decreto BIM Nº 9.377 trouxe para elaboração de projetos de modo a difundir a estratégia BIM no Brasil; verificar nível de informação sobre BIM dentro da universidade, e de que forma é possível introduzir esses conhecimentos durante a formação e estudo de caso, apresentando projeto hidrossanitário utilizando BIM. A metodologia do estudo combina a pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo de natureza quali-quantitativa que se reporta à centralidade da temática no contexto da Engenharia Civil. Após o estudo, inferiu-se que tendo em vista a importância do BIM como um processo facilitador tanto de uma visão sistêmica quanto de uma visão de projeto na engenharia civil, seu ensino/aprendizado constitui um desafio fundamental para o currículo do curso de Engenharia Civil da UNIFAP, mas que pode ser implementado como fundamento de outras disciplinas já existentes, especificamente aquelas relacionadas ao projeto.

Palavras-chave: Tecnologia. Modelagem. Currículo. BIM. Engenharia Civil.

GARCIA NETO, Luiz Fernando Pinto Garcia. **Implementação do BIM na matriz curricular do Curso de Engenharia Civil da UNIFAP.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Amapá, 2019.

ABSTRACT

This course completion paper, entitled “Implementation of BIM in the Curriculum Matrix of the UNIFAP Civil Engineering Course”, highlights a theoretical-practical research aimed at verifying the BIM knowledge level of undergraduate students of the Civil Engineering course at UNIFAP. Federal University of Amapá, identifying the changes that BIM modeling brings to the national scenario of civil construction, presenting ways of introducing this content in the course curriculum. The objectives of the study are to analyze the need for implementation of BIM in the curriculum of civil engineering course at the Federal University of Amapá. The specific objectives are to highlight the concept and present the advantages of using BIM; point out the changes that BIM Decree No. 9,377 brought to project design to spread the BIM strategy in Brazil; to verify level of information about BIM within the university, and how it is possible to introduce this knowledge during the training, Case Study, presenting water sanitary project using BIM. The study methodology combines bibliographic research and qualitative field research that reports on the centrality of the subject in the context of Civil Engineering. After the study it was inferred whereas, given the importance of BIM as a process that facilitates both a systemic and a project vision in civil engineering, its teaching / learning is a key challenge for UNIFAP's Civil Engineering curriculum, but it can be implemented as a foundation for other existing disciplines, specifically those related to the project

Keywords: Technology. Modeling. Curriculum. BIM civil Engineering

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUÇÃO | 10 |
| CAPÍTULO 1 – BIM | 12 |
| 1.1 BIM: Conceitos e definições | 12 |
| 1.2 Motivos para a utilização do BIM | 12 |
| 1.3 Interoperabilidade BIM | 15 |
| CAPÍTULO 2 - ESTRATÉGIA BIM | 18 |
| 2.1 CONHECIMENTOS BIM PARA O MERCADO DE TRABALHO | 24 |
| 2.2 Decreto BIM | 27 |
| 2.3 Estratégias para disseminação do BIM | 29 |
| CAPÍTULO 3 - BIM NO CONTEXTO DAS UNIVERSIDADES | 31 |
| 3.1 BIM no cenário acadêmico nacional | 31 |
| 3.2 BIM na Universidade Federal Do Amapá – UNIFAP | 32 |
| 3.3 Matriz curricular do Curso De Engenharia Civil da UNIFAP | 38 |
| 3.4 Formas de desenvolver o BIM na matriz curricular do curso de Engenharia Civil da UNIFAP | 41 |
| CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO UTILIZANDO BIM | 43 |
| 4.1 REALIZAÇÃO DE PROJETO HIDROSSANITÁRIO UTILIZANDO BIM | 43 |
| 4.2 MODELAGEM 3D E COMPATIBILIZAÇÃO | 44 |
| 4.3 CÁLCULOS E VERIFICAÇÕES | 46 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 47 |
| REFERÊNCIAS | 49 |
| APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ACADÊMICO | 53 |
| APÊNDICE B – MEMORIAL DESCRITIVO DE PROJETO | 54 |
| APÊNDICE C – PROJETO HIDROSSANITÁRIO | 55 |
| ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO | 56 |
| ANEXO B – MATRIZ CURRICAULAR DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIFAP | 57 |

INTRODUÇÃO

A tecnologia está sempre se desenvolvendo e trazendo novos métodos e ferramentas para desempenhar atividades de formas mais eficientes e eficazes. Assim sendo, surge a “Modelagem da Informação da Construção” o BIM (Building Information Modelling), que representa um grande salto para a Construção Civil no uso da Tecnologia da Informação.

Trata-se de um processo que consiste em reunir todas as informações disponíveis nos projetos para que possa ser verificada todas as incompatibilidades, com isso, é possível identificar, antes da execução da obra, as não conformidades entre os projetos, com o objetivo de integrar as soluções, desde arquitetônicas até as instalações, otimizando tempo, reduzindo custos e desperdícios.

JUSTIFICATIVA

A utilização dessa modelagem é algo inovador, sua aplicação pode ser observada com certa regularidade em regiões mais desenvolvidas, ainda que sua seja recente no cenário nacional, sendo então necessário que a cadeia de profissionais se adaptem ao uso do BIM na compatibilização de projetos, e o ponto de partida deve ser dentro das universidades, preparando assim os profissionais do futuro. O novo modelo de processo exige, ainda, que os contratantes tenham uma visão global, com foco no custo e no desempenho do empreendimento a longo prazo, incluindo o custo de operação dos edifícios.

O BIM sem dúvida será o futuro da engenharia e arquitetura, tendo em vista expor a revolução que ele traz ao processo habitual dos profissionais da área. Assim, será feita sua análise, identificando os benefícios que poderão ser conquistados com a utilização e o impacto que promove no cenário da construção civil.

A demanda pela utilização de BIM no Brasil vem se tornando cada vez mais necessária, como exemplo o surgimento do decreto BIM nº 9.377, de 17 de maio 2018 que torna obrigatório seu uso para licitações de obras públicas, o qual foi revogado recentemente pelo Decreto nº 9.983 de 22 de agosto de 2019.

Diante desse contexto, cabe questionar: qual a necessidade de implementação do BIM na matriz curricular de curso de Engenharia civil da Universidade Federal do Amapá?

Como hipótese, afirma-se previamente que existe a necessidade de implementação dos conteúdos relacionados ao BIM na matriz curricular em razão da necessidade de capacitar o futuro profissional para a demanda existente no mercado de trabalho.

OBJETIVOS

O objetivo geral do estudo consiste em analisar a necessidade de implementação do BIM na matriz curricular do curso de Engenharia civil da Universidade Federal do Amapá. Os objetivos específicos são evidenciar o conceito e apresentar as vantagens da utilização do BIM; apontar as mudanças que o Decreto nº 9.983 de 22 de agosto de 2019 trouxe para elaboração de projetos de modo a difundir a estratégia BIM no Brasil; verificar nível de informação sobre BIM dentro da universidade, e de que forma é possível introduzir esses conhecimentos durante a formação, e estudo de caso, apresentando projeto hidrossanitário utilizando ferramentas BIM.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica de natureza quantitativa associada a pesquisa de campo realizada junto aos acadêmicos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amapá.

Desse modo, o trabalho está estruturado da seguinte maneira:

No primeiro capítulo, aborda-se o conceito, o histórico e os benefícios da utilização da modelagem da informação da construção.

No segundo capítulo, evidencia-se a demanda pela aplicação do BIM entre os profissionais que atuam no mercado de trabalho.

No terceiro capítulo, discorre-se sobre a análise do BIM no contexto das Universidades, destacando-se a Universidade Federal do Amapá, através dos resultados da pesquisa de campo realizada entre os acadêmicos do curso de Engenharia Civil.

Finalmente, apresenta-se o projeto hidrossanitário elaborado com fundamento no BIM, onde é feita a compatibilização junto ao projeto estrutural.

CAPÍTULO 1 - BIM

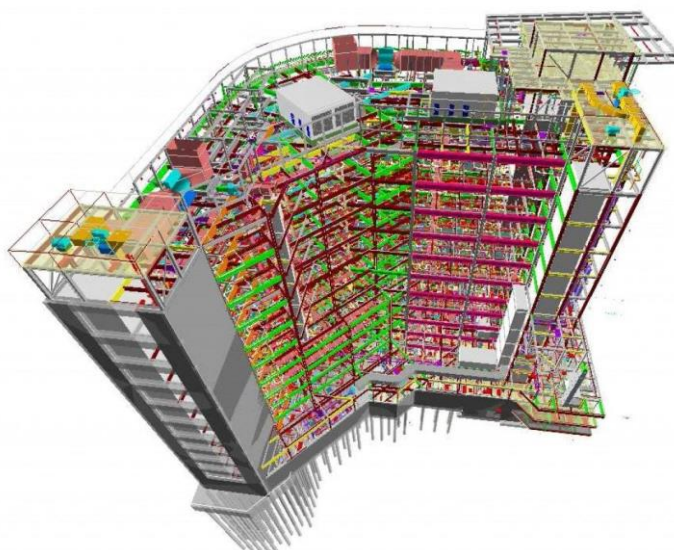
1.1 BIM: CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Ao se discorrer sobre a tecnologia/processo de *Building Information Modeling* (BIM), no português *Modelagem da Informação da Construção*, é necessário especificar que suas primeiras manifestações remetem a fins dos anos 1970 do século XX. Essa foi uma época em que as tecnologias da informação passaram a ser gestadas e utilizadas para os mais diversos fins e em diferentes áreas do conhecimento humano, incluindo-se a Educação, a Engenharia, a Medicina, a Arquitetura entre outros campos caracterizados pela atividade humana.

Diante desse fato, é possível compreender que o BIM e suas definições somente surgiram no cenário mundial duas décadas depois (anos 1990), a partir do uso da terminologia *Building Information Modeling*, levando mais uma década para se tornar popular (anos 2000).

Campestrin (2017) esclarece que o BIM consiste na reunião de todos dados referentes ao projeto desenvolvido por determinado profissional em um modelo virtual unificado, de onde podem ser absorvidas as informações no processo de construção ou mesmo ao seu término. Esse modelo agrupa informações das mais variadas, a exemplo da Figura 1, envolvendo geometria dos objetos, informações sobre a construção, os materiais construtivos, gerando um levantamento exato dos quantitativos referentes a materiais, preços e fornecedores.

Figura 1 – Exemplo de modelo virtual da edificação



Fonte: R. A. V. Projects (2018)

Essa visão conceitual da *Modelagem da Informação da Construção* é adequada no sentido de que engloba suas múltiplas tarefas, usos e aplicações, tornando-se uma ferramenta tecnológica apropriada para o desempenho de tarefas laborais que poderiam levar horas e dias para serem concluídas. O BIM economiza tempo, é prático e pode ter uma infinidade de utilizações.

Acrescente-se que, no BIM, os aspectos espaciais também podem ser incluídos, a exemplo da posição, topografia e iluminação solar. Nesse sentido, ao ocorrer o envolvimento com a construção de um modelo do projeto, combinado a fatores conhecidos pela equipe, como a mudança no escopo do projeto, o cronograma, ou mesmo a interferência de um agente externo, as decisões a serem tomadas sobre determinado projeto passam a ser melhor abalizadas, posto que os recursos e ferramentas que caracterizam a Modelagem da Informação da Construção, proporcionam a criação e o estudo de diversos cenários construtivos, financeiros e cronológicos.

Após saber o que é o BIM, torna-se necessário que se reconheça o que essa tecnologia não é. É frequente a associação do BIM com softwares de modelagem 3D como *Revit*, *SketchUp* e *Archicad*, assim como softwares de compatibilização como *Navisworks* e *Solibri*, considerados verificadores de modelos, nos quais pode-se importar diferentes arquivos em formato IFC e fazer detecções de interferências entre os projetos de maneira automática, gerando relatórios de conflitos. Entretanto, prioritariamente, o BIM não se resume a um software ou ferramenta de trabalho, mas sim à integração e interoperabilidade entre os diferentes processos para execução de um empreendimento (CAMPESTRIN, 2017).

Existe uma percepção de indiferença quando se trata de evidenciar a evolução trazida pelos softwares BIM, visto que ela engloba muito mais que apenas mudar a forma como um projeto é desenhado. Por exemplo, no CAD, que tem sido o meio mais assíduo de elaborar desenhos para projetos na engenharia civil, percebe-se que o modelo é elaborado tendo como ponto de partida o processo de vetorizações dos componentes, ou seja, conjuntos simples de linhas e curvas formando contornos mais complexos, especialmente em 3D.

Essencialmente, o uso do CAD, pela sua própria natureza funcional, produz informações dos componentes do projeto que podem estar presentes em forma de texto, ou espacialmente. Na realidade, alguns módulos e customizações de software podem adicionar algumas funcionalidades, mas o conceito e a essência do CAD

continuam os mesmos, ou seja, é um desenho assistido pelo computador (LINHARES, 2018).

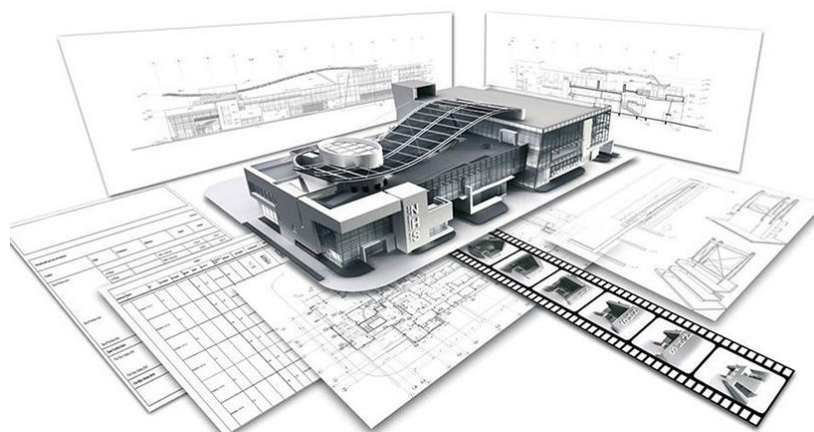
Por outro lado, no BIM a abordagem se mostra diferenciada, uma vez que o projetista não lida apenas com linhas, mas com objetos. Atribui-se parâmetros a esses objetos, que são caracterizados por muitas informações que resultarão na precisão de cada elemento. Após isso, cabe ao gerenciador tomar a decisão sobre quais delas são mais significativas e munir o sistema com informações e dados.

O BIM permite que o próprio administrador e/ou gerenciador pode inclusive criar seus próprios parâmetros. Mais além, nesses objetos está definido o modo de interagir com os associados de forma a automatizar futuras alterações, já que o próprio software estará encarregado de adaptar todos aqueles elementos que estão de alguma forma ligados àquele que sofreu modificações (CAMPESTRINI, 2017).

Outro aspecto próprio do BIM é a capacidade de definir uma estrutura organizacional racional que sistematiza esses objetos classificando-os em tipos, utilizações e categorias. Percebe-se que cada um desses recursos pode ser modificado, tendo seu próprio arquivo externo, ainda que esteja integrado e associado ao modelo central.

Pode-se afirmar que um benefício decorrente da utilização do BIM é a modelagem paramétrica: a partir do modelo em 3D, com alguns cliques é perfeitamente possível criar uma planta 2D e todas as mudanças realizadas no modelo central são imediatamente atualizadas em todas as plantas daquele segmento, nas quantificações e vistas.

De acordo com Santos (2018), o BIM possibilita a criação de um protótipo digital integrado que abrange todas as etapas de construção de uma determinada edificação, envolvendo a modelagem das informações. O profissional projetista insere no modelo informações estratégicas para cada um dos elementos que compõem os níveis existentes no todo do processo de projeto, onde, posteriormente, trabalham no modelo utilizando apenas um único protótipo que fica arquivado em um servidor, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 – Modelagem 3D

Fonte: Toledo (2019)

Assim, entende-se que com um único modelo sendo alimentado por informações de diversos profissionais, torna-se necessário uma coordenação eficiente do processo, na forma de um gestor de BIM, responsável por determinar como e quando os intervenientes irão trabalhar no modelo.

Segundo Crespo e Ruschel (2017) “cabe à coordenação garantir que as soluções técnicas desenvolvidas pelos projetistas de diferentes especialidades sejam congruentes com as necessidades e objetivos dos clientes”.

A partir dessa perspectiva, nota-se que é tarefa da coordenação: integrar os intervenientes envolvidos, controlar o fluxo de informações, tomar decisões e solucionar possíveis problemas. Isso significa que o objetivo principal é fazer com que todo o processo inicie e se desenvolva de maneira eficiente tendo como principal finalidade atribuir qualidade ao produto final.

Crespo e Ruschel (2007) apontam como motivos para esta coordenação a “especialização cada vez maior das diferentes áreas”; a “conformação de equipes de projeto localizadas em diferentes localidades” e o “número crescente de soluções tecnológicas sendo agregadas nos empreendimentos”.

1.2 MOTIVOS PARA A UTILIZAÇÃO DO BIM

Com o avanço rápido das tecnologias utilizadas em projetos no campo da engenharia civil é possível entender os motivos de lançar mão de expedientes tecnológicos de última geração para proporcionar maior fluidez e alto desempenho no trabalho do projetista. A contemporaneidade é reconhecida como a época de grandes

invenções, promovendo mudanças significativas na sociedade, aumentando o ritmo de produtividade e inventos tecnológicos até os dias atuais.

Assim, é importante entender porque é necessário a utilização do BIM. Pode-se mencionar que essa tecnologia melhora a visualização espacial do que está sendo concebido, já que a qualquer momento do projeto é possível visualizar a edificação em 3D. Comumente, utiliza-se modelos em 3D, não se limitando somente a esta dimensão, podendo se estender a outras representações com a denominação N-D (LEUSIN, 2017) .

As diversas atividades desempenhadas pelas equipes de projeto durante a vida útil do empreendimento abrem espaço para a classificação do BIM em diferentes camadas de informação, denominadas dimensões do BIM. Estas dimensões representam o nível de informações e funcionalidades do modelo, bem como o seu contexto de utilização no ciclo de vida do projeto. De acordo com a literatura atual, as dimensões do BIM variam do 3D ao 7D e expressam, respectivamente: a forma, o tempo, os custos, a sustentabilidade e o gerenciamento de instalações, ilustradas na Figura 3.

Figura 3 – Dimensões BIM



Fonte: BibLus (2018)

Segundo Matoso (2018), os benefícios obtidos através de cada dimensão da plataforma BIM são:

- Forma (3D): Modelagem paramétrica; representação aprimorada dos projetos; geração de animações e passeios virtuais que favorecem a comercialização de projetos; auxílio às partes envolvidas no gerenciamento de colaborações multidisciplinares durante a modelagem;
- Tempo (4D): Coordenação entre as equipes de trabalho; otimização no planejamento das atividades de construtores e fornecedores para atendimento aos prazos de projeto; simulações de processos e fluxos de trabalho; gerenciamento do canteiro de obras; estabelecimento de cronogramas enxutos (*Lean Construction*);
- Custo (5D): Orçamentos em tempo real; levantamento de quantitativos de insumos para dar suporte aos orçamentos;
- Sustentabilidade (6D): Realização de análises de consumo de energia durante a operação do edifício; simulações de iluminação solar, isolamento térmico, ventilação e emissão de CO₂; rastreamento de materiais sustentáveis aplicados à construção;
- Gerenciamento (7D): Armazenamento de informações referentes aos dispositivos que compõem o projeto, como manuais de operação e manutenção, especificações, prazos de garantia, informações do fabricante, contatos, entre outros; estabelecimento de planos de manutenção e substituição de peças e equipamentos; garantia de conformidade com as normas de operação do empreendimento.

Outra razão para empregar a tecnologia BIM refere-se ao fato de que, ao surgir um projeto mais complexo, que tem a participação de muitos profissionais ou o emprego de muitas tecnologias, procede-se a um gerenciamento menos difícil, uma vez que o BIM facilita o processo colaborativo. Na realidade, pode-se afirmar que a integração é uma ótima oportunidade de negócios para os fornecedores da construção (LEUSIN, 2017).

Sendo assim, se aquele que fornece e disponibiliza seus produtos dispõe de modelos na plataforma BIM, será muito mais fácil para o projetista especificar estes produtos. O fornecedor disponibiliza os dados para que o projetista use o seu produto e este profissional terá mais segurança de que os dados do protótipo são confiáveis e seguros, uma vez que foi o próprio fabricante quem os colocou à disposição.

Com base nisso, pode-se gerar as pranchas, os desenhos e a descrição detalhada com mais rapidez e facilidade, diminuindo de forma considerável o tempo gasto por muitos profissionais quando resolvem colocar por escrito a documentação

do projeto. Assim, dedica-se mais atenção ao projeto e melhor preocupação nas formas de representação gráfica (LAUBMEYER et al., 2018).

Outro motivo para a utilização do BIM refere-se ao que denomina-se “criação automática da documentação dos resultados”. No BIM, todas as formas de representações são atualizadas automaticamente quando se faz uma alteração no projeto. Por exemplo, quando se modifica o modelo tridimensional, as atualizações são automaticamente aplicadas na representação bidimensional, como na planta baixa, na qual uma alteração de dimensão em um elemento refletirá diretamente no levantamento de quantitativos do projeto.

Entende-se que os elementos que constituem os parâmetros utilizados permanecem integrados e interconectados. À medida que o BIM se aprimora pode-se considerar que aumentará a possibilidade de aprimorar a exatidão contida nos programas gráficos, criando-se formas mais seguras de alterar seus componentes já modelados e obter atualizações instantâneas que repercutem em todo o projeto (FLORIO, 2017),

1.3 INTEROPERABILIDADE BIM

O surgimento e desenvolvimento de tecnologias contemporâneas denominadas de TICs (Tecnologias da Informação e da Comunicação) em anos recentes viabilizou um aprimoramento paulatino dos procedimentos e métodos utilizados em muitos campos do conhecimento, entre eles a Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Com a inclusão do BIM, possibilitou-se, então maior agilidade nos processos de elaboração e efetivação dos projetos derradeiros. Assim, além de agilizar cálculos de considerável complexidade, oportunizou-se aos projetistas reservar maior tempo para a atividade de análise (LAUBMEYER et al., 2018).

É recorrente a relação estreita entre o BIM com aplicativos que utilizam a modelagem 3D, gerando uma falta de compreensão nítida a respeito da natureza do BIM, de modo que a maneira como se considera sua essência possui destaque, uma vez que, com base nisso, será possível realizar uma análise adequada se suas vantagens enquanto processo.

De acordo com Barison (2015), esse é um motivo razoável para que a modelagem BIM seja compreendida tão somente como uma ferramenta que apresenta avanços, especialmente na metodologia adotada, sendo que a repercussão

dessa percepção no contexto de uma instituição de nível superior pode gerar restrições no currículo do curso de Engenharia Civil, causando defasagem no conhecimento e aprendizagem dos acadêmicos.

Considera-se fundamental especificar que a segmentação do tempo de duração de determinada obra conduz a um distanciamento entre aqueles que estão envolvidos com o projeto, tanto na fase de elaboração quanto na fase de concretização da obra. Assim, cada profissional que cuida de uma determinada faceta da execução começa a desenvolver códigos particulares que nem sempre são plenamente esclarecidos entre si. Uma vez que a obra representa apenas um único objeto, conclui-se que se os envolvidos utilizam códigos diferenciados, essa diferenciação pode resultar na ocultação da unidade da obra que foi projetada.

Considerando-se esse aspecto, é possível afirmar que o BIM, como um agrupamento de padrões interoperáveis, credencia a anistia dos representantes privados à unidade da obra. O BIM disponibiliza a compatibilidade entre os padrões ao se reportar a unidade precípua da obra, com tarefas mais sistematizadas e orgânicas (BARISON (2015)).

Quando o BIM é utilizado com a consciência de suas múltiplas possibilidades, abre-se espaço para a conexão entre o projeto e a edificação em si, resultando em obras caracterizadas por um padrão de qualidade reconhecido pelo mercado, com custos mais reduzidos e limite de operacionalização do projeto mais reduzido (SACKS et Al., 2009).

Segundo Eastman (2008, *apud* Gonçalves, 2018), o BIM é uma filosofia de projeto que integra os profissionais da área, como arquitetos, engenheiros e construtores na elaboração de um modelo virtual preciso, gerando uma base de dados com informações topológicas, como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos, e ações em todas as fases da construção.

Seguindo a mesma linha, a *Autodesk* (2018) apresenta esta tecnologia como “um processo inteligente de modelagem 3D que oferece ferramentas e conhecimentos aos profissionais AEC para planejar, projetar, construir e gerenciar edificações e infraestruturas de forma mais eficiente”. Já para Martinez (2010, *apud* Santos et al., 2017), o BIM permite a construção de “um modelo digital do edifício que representa não só suas características geométricas, mas também o inter-relacionamento entre seus componentes e os inúmeros parâmetros e atributos destes, fornecendo informações relevantes para a tomada de decisão”.

Existem quatro características marcantes dos modelos em BIM, sendo elas: a modelagem paramétrica, o levantamento de insumos, a interoperabilidade e a geração de simulações. Assim, para que um *software* seja pertencente ao BIM, é necessário que ele atenda a todos estes requisitos.

A modelagem paramétrica é o fator que caracteriza a eficiência dos *softwares* pertencentes ao BIM. Ela permite a agilidade na construção e edição dos modelos, armazenando tanto as informações geométricas do projeto quanto as especificações de materiais, suas características físicas e custos unitários. A parametrização ainda permite que se estabeleçam critérios para a validação do projeto, a fim de checar a inconformidade de um determinado parâmetro em relação aos padrões estabelecidos por norma. Entre os exemplos de parâmetros de projeto do BIM, encontram-se: as dimensões da estrutura, coeficientes de empolamento e contração do solo, coeficiente de produtividade da mão de obra.

É válido ressaltar que durante a edição do modelo, todos os cálculos relativos ao levantamento de insumos são realizados automaticamente. Assim, reduz-se o risco de erros de previsão orçamentária devido a eventuais negligências na quantificação de insumos, especialmente em casos onde o modelo é editado repetidamente. Ao final da modelagem, é possível gerar automaticamente um relatório de materiais de acordo com a última atualização do projeto.

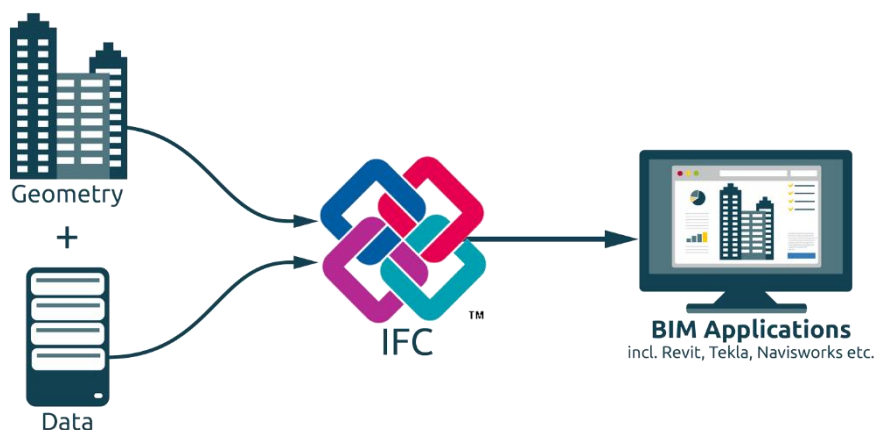
Segundo Alves *et al.* (2012), um dos grandes desafios na idealização de uma obra reside nas dificuldades de comunicação entre os profissionais de arquitetura, engenharia e construção. A fim de vencer esta barreira e garantir a efetiva colaboração entre todas as equipes envolvidas nas diversas disciplinas de projeto, as grandes empresas do mercado de *softwares* da plataforma BIM lançaram a abordagem *OpenBIM*.

A chave desta abordagem é a interoperabilidade entre as diversas ferramentas da plataforma, permitindo que todos os profissionais acompanhem o andamento das demais disciplinas do projeto, observando eventuais alterações em tempo real. Deste modo, evita-se a ocorrência de ruídos de comunicação entre profissionais de áreas distintas.

Para garantir a operação cooperativa dos *softwares* BIM em determinada obra na engenharia civil, a organização *BuildingSMART* desenvolveu a extensão de arquivos denominada *Industry Foundation Class* (IFC), de acordo com a Figura 4. O objetivo deste formato é permitir a troca de informações durante todo o ciclo de vida

do empreendimento, entre todos os participantes, independentemente do *software* que eles utilizem (BUILDINGSMART, 2018).

Figura 4 - Exportação em IFC

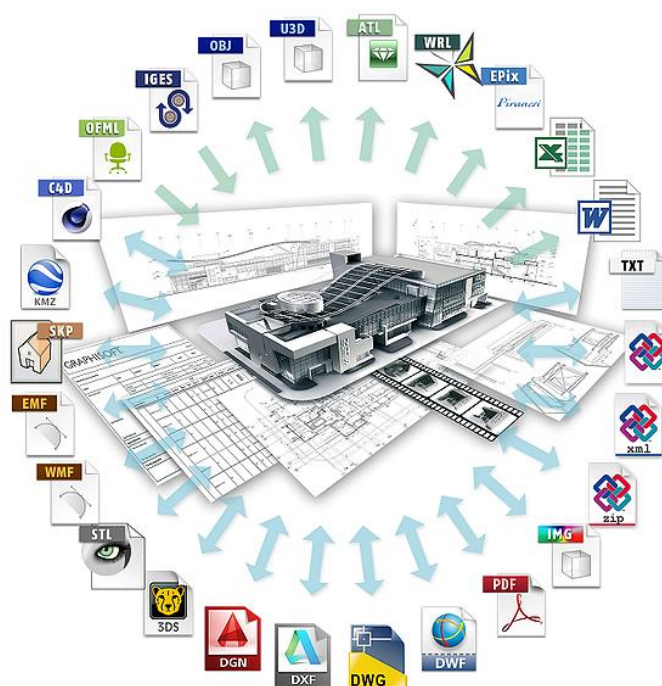


Fonte: Zigurat (2019)

Sendo assim, o IFC possibilita o trânsito de dados de um determinado arquivo, por aplicações de diferentes finalidades, permitindo a transparência no fluxo de trabalho de equipes multidisciplinares (GRAPHISOFT, 2018). Por este motivo, o IFC é considerado o formato padrão das ferramentas BIM, sendo suportado por 150 aplicações em todo o mundo (NBS, 2018a), tendo essa interação sido ilustrada na Figura 5.

Segundo Cardoso *et al.* (2013), existem cerca de 623 entidades reconhecidas pelo formato IFC, como tipos de paredes e revestimentos, custos de construção, horários entre outros.

Figura 5 - Interoperabilidade entre softwares



Fonte: Bracht (2018)

A possibilidade de simulações do mundo real proporcionada pelo BIM é um grande recurso que permite maior assertividade na tomada de decisões durante as fases de planejamento e execução do projeto. Por meio das simulações, identificam-se possíveis interferências entre as diversas disciplinas de projeto, elucidando a necessidade de correções ainda nas fases de anteprojeto e projeto básico. Durante a fase de execução, as simulações garantem a estabilidade do fluxo de trabalho, apresentando processos logísticos eficazes e tempos reduzidos de construção (BATAGLIN et al., 2016).

Por fim, as simulações operacionais de cunho térmico, acústico, estrutural, de eficiência energética, de inundações, de nível de serviço rodoviário entre outras, permitem avaliar a performance do empreendimento. Deste modo, é possível redimensionar um projeto que apresente um desempenho insatisfatório antes mesmo de sua execução. Assim, reduzem-se os custos com alterações no planejamento durante o andamento das obras, garantindo a eficiência na distribuição de recursos e o alinhamento com o cronograma.

Atualmente, no contexto da engenharia civil existem diversos conceitos para descrever as funcionalidades da plataforma BIM. Estes conceitos são complementares entre si e evidenciam efetivamente tanto os princípios de modelagem

quanto os benefícios proporcionados por esta tecnologia durante a vida útil de um empreendimento (MOREIRA, 2016).

Nesse sentido, é necessário também mencionar o Plano de Execução BIM (PEB), o qual é composto por determinados procedimentos ou etapas que contribuem para que a implantação da modelagem ocorra de forma segura, capaz de favorecer todo o processo, conforme mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Plano de execução BIM



Fonte: Darós (2019)

De acordo com Bataglin (2016), elementos como as informações do projeto e os objetivos; os usos previstos do BIM; a lista de participantes do processo; a definição das funções de cada participante; os requisitos mínimos de modelagem; a definição de instrumentos e procedimentos de colaboração; o mapa de processo geral – BIM e o controle de qualidade dos modelos BIM constituem processos essenciais para a consecução das finalidades pretendidas com o uso do BIM.

Finalmente, é importante contar com o que se denomina de *BIM Collaboration Format* (BCF), pois trata-se de uma modelagem de arquivo organizado e adequado para enviar um rastreamento através de um padrão de informações referentes a edificação (MOREIRA, 2016).

Na realidade, Bataglin (2016) informa que o BCF foi pensado para definir as perspectivas iniciais de um modelo de construção e dados relacionados entre si, a respeito de equívocos e ligados a objetos específicos na vista. O BCF constitui um formato de arquivo que proporciona ao usuário de diferentes softwares BIM e/ou diferentes disciplinas a manterem-se colaborativos durante as eventuais falhas que ocorram no projeto.

CAPÍTULO 2 - ESTRATÉGIA BIM

2.1 CONHECIMENTOS BIM PARA O MERCADO DE TRABALHO

No Brasil, o conceito de BIM vem se desenvolvendo ao longo dos anos, acompanhando uma curva de desenvolvimento econômico do país, sendo que algumas entidades ligadas à União já trabalham com os projetos BIM de forma regular, reforçando o conceito do modelo e transformando o ecossistema de fornecedores e parceiros ao seu redor, a exemplo do Estado de Santa Catarina (FRANCO, 2016).

Em decorrência desse fato, a União passou a exigir a utilização do BIM até o ano de 2021 como parte da estratégia de proliferação desse processo de modelagem em território nacional. Assim, na data de 17 de maio de 2018, o Presidente da República assinou um decreto que tem como objetivo divulgar um contexto adequado para que se façam investimentos nessa tecnologia, estimulando sua utilização em todo o território nacional, decreto esse que foi atualizado, sofrendo alterações no dia 22 de agosto de 2019 através do Decreto nº 9.983/19 (SILVA, 2016).

De acordo com estudos contratados pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a expectativa é de que haja um aumento de 10% na produtividade do setor e uma redução de custo com a utilização da metodologia BIM (FRANCO, 2016).

Frota (2016) informa que outro fator que impulsiona a metodologia é o caso de normativas como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que já publicou as primeiras normas de BIM. A adoção do modelo é de alto impacto para o futuro das obras de engenharia, arquitetura e infraestrutura.

Essa repercussão é significativa na medida em que o mercado tem seguido uma curva ascendente no que tange à modelagem BIM. Os projetos que aplicam o conceito dessa modelagem e tem como fundamento as tecnologias *Revit*, *AutoCAD* e *Infraworks* que resultam em ganhos quando se leva em conta a produtividade ao mesmo tempo em que se evita o desperdício em obras. Foi-se registrado, em determinadas situações, redução de até 22% no custo de construção e a eliminação de até 44% em retrabalhos (CARNICELLI, 2017).

O modelo BIM está em um cenário propício para o crescimento acelerado no Brasil. Levando em consideração a necessidade de diversas obras de infraestrutura e construção, nas quais é preciso melhorar a produtividade de entrega e reduzir custos,

tornar o BIM um aliado com tecnologias que suportam o modelo é essencial para atender essas demandas e transformar o conceito de construção de forma estratégica.

A obrigação de utilização do modelo até 2021 reforça que as empresas não podem mais ignorar essa modelagem, requerendo no menor tempo possível uma revisão de tecnologia, processos e projetos de construção.

Acredita-se que esse avanço não pode ser mais ignorado pelas empresas de Engenharia, Arquitetura e todas aquelas que prestam serviços para a União, tendo em mente que será exigido que os projetos sejam executados em BIM. Isso torna possível desenvolver o mercado de empresas privadas e, simultaneamente, apoiar o governo com iniciativas tecnológicas a favor do desenvolvimento (LEAL, 2017).

Em razão disso, levando em conta que o BIM se refere a uma modificação de padrão no contexto da Construção Civil, compreende-se que a preparação e formação de profissionais que tenham um claro entendimento das definições conceituais representa uma das grandes dificuldades a serem superadas. Nisso, as instituições de ensino superior devem aprimorar a matriz curricular oferecida nos seus respectivos cursos de modo a favorecer a formação de um profissional cada vez mais atualizado e que saiba como utilizar o BIM, a partir do conhecimento teórico e prático adquirido durante os anos de formação (LAUBMEYER et al., 2018).

Dessa forma, adotar o BIM como um novo método de modelagem envolve superar os limites impostos pelas disciplinas tradicionais que são oferecidas há muitos anos nos cursos que envolvem (AEC), trabalhando-se o conceito de engenharia simultânea que, em termos objetivos, refere-se a todas as fases do ciclo de vida da obra. Levando isso em consideração, percebe-se que o BIM constitui uma metodologia mediadora para dinamizar a efetivação da Engenharia Simultânea. Porém, quando se propõem um ensino segmentado, diminui-se as possibilidades de favorecer essa percepção interligada que é estabelecida pelas normas do Conselho Nacional de Educação.

Comunelo (2017) evidencia que a modelagem BIM estimula o estreitamento na percepção que se tem do projeto, realizando uma mudança da interrelação do cognitivo com o objeto que passará pelo processo de edificação, mudando-se a concepção de desenho convencional para a modelagem que se pretende implementar, numa sinopse que torna mais simples o pensamento que se pretende simultâneo quando se trata dos variados elementos do projeto. Assim, muito mais do que um modelo inovador para representar informações, a modelagem BIM requer o

desenvolvimento de competências individuais para que o profissional saiba como lidar com aquilo que lhe parece, de início, algo mais complexo.

Assim, a simples razão de combinar várias informações de maneira simultânea, relacionando conteúdos em forma gráfica e informações referentes ao ciclo de vida da obra requer o abandono da concepção meramente disciplinar, incentivando os profissionais que estarão no mercado de trabalho a aprimorar habilidades que se tornarão essenciais para saber como trabalhar com questões estratégicas envolvendo, por exemplo, a administração de conflitos entre as variadas formas de abordar determinada disciplina do projeto, as condições de concretas na forma de produzir o projeto e o sincronismo das diferentes disciplinas do projeto.

Não se pode desperceber o fato de que com as tecnologias da informação e da comunicação alcançando um patamar tão elevado, maiores possibilidades se avizinham do uso de softwares BIM.

O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) na engenharia civil faz com que os profissionais se sintam parte integrante do processo, tendo a oportunidade de conhecer recursos como o BIM para utilizá-los de forma consciente, aprendendo a dominar essas ferramentas para a sua vida pessoal ou profissional.

Comunelo (2017) informa que a leitura dos dados disponíveis na ferramenta BIM é uma prática capaz de estimular os profissionais a se tornarem sintonizados com as demandas que o mercado exige, aprendendo não apenas a copiar tudo o que veem em outros projetos, mas conseguir fazer uma leitura ainda mais avançada dos elementos contidos no BIM e de tudo o que está exposto no conteúdo.

Dessa forma o BIM só tem a agregar novos saberes e ampliar os processos e projetos, trazendo uma gama de alternativas para que o gerenciador possa criar um espaço de trabalho diferenciado e com um contexto com base nas modificações que possivelmente poderão vir a ser implementadas no projeto, baseado em novas situações diárias. Lembrando que o BIM é um meio e não um fim em si mesmo, é um recurso dentro da proposta curricular que deveria ser destaca ao longo do aprendizado durante o transcorrer do curso de Engenharia Civil (MOREIRA, 2016).

Ainda para Llano (2016) a discussão em torno da eficácia na utilização do software BIM deveria fazer parte do cotidiano dos futuros profissionais para que estes desenvolvam a capacidade para administrar e gerenciar um projeto com mais agilidade, que supõe a habilidade para o raciocínio, seleção, construção e adaptação

das informações adquiridas, para que posteriormente possam transformá-la em algo concreto.

Nesta perspectiva, o projetista/engenheiro pode partir de uma visão micro até chegar ao macro de uma forma interativa, sendo que o BIM pode proporcionar isso. É a oportunidade de visualizar de maneira mais clara e objetiva o que é mostrado no programa.

2.2 DECRETO BIM

O Governo Federal reconhece a importância do avanço nos processos de modelagem da construção e buscou aprimorar a legislação para o uso de tecnologias mais rápidas para investimento no setor da construção e engenharia civil. Assim, no dia 16 de maio de 2018, lançou normativa, através do Decreto nº 9.377, com o objetivo de difundir um cenário propício para o desenvolvimento do BIM e sua propagação no território nacional (MOREIRA, 2016).

Ainda em relação ao Decreto, ratifica-se a implantação do Comitê Gestor da Estratégia do BIM, como instituição deliberativa que tem a finalidade de efetivar a Estratégia BIM BR e administrar suas atividades. Com a reativação do Comitê Gestor, a mobilização dos setores particulares e públicos para essa implementação vão ganhando outros contornos. O apoio na formulação da Estratégia BIM BR figurou entre as tarefas em que a CBIC teve participação ativa das equipes de atividades técnicas mobilizadas pela indústria e geridas pelo governo.

Os objetivos, segundo o novo decreto, resumem-se a difundir o conceito BIM e seus benefícios; coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM; criar condições favoráveis para o investimento público e privado em BIM; estimular a capacitação em BIM; propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM; desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM; desenvolver a plataforma e a biblioteca nacional BIM; estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM (BRASIL, 2019).

Recentemente, o Decreto nº 9.377/18 foi revogado e passou a vigorar o Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Ocorreram então algumas mudanças em relação ao decreto anterior, sendo que a determinação normativa atual apresentou algumas características diferenciadas. Por exemplo, apesar das normativas instituírem a

Estratégia BIM BR, no decreto atual alguns comitês foram organizados e ficaram responsáveis pela difusão e aplicação dos objetivos acordados, a exemplo do Comitê Gestor (CG-BIM), o qual se tornou alvo de mudança quando foi revogado o decreto anterior.

De acordo com Brasil (2019), as mudanças implementadas por esse Comitê ocorreram quando se especificaram os responsáveis por determinar as formas de administrar e estabelecer uma comunicação entre eles. Para efeito de comparação, o antigo decreto especificava que o Comitê deveria ser formado por 9 ministérios. Entretanto com a fusão de alguns ministérios na atual gestão, esse total foi reduzido para 7 ministérios.

Compreende-se que algumas competências também foram retiradas, como de elaborar e aprovar o seu regime interno, além de aumentar a frequência de suas reuniões a cada 4 meses em lugar dos 3 meses que antes eram adotados. Estabeleceu-se que os grupos de trabalhos devem ter caráter temporário e com duração não superior a um ano.

Por fim, foi autorizado que os membros do Comitê que não residam no Distrito Federal podem participar das reuniões através de videoconferências, o que é um meio de provar o que a própria estratégia propõe, já que o BIM tem a capacidade de unir diversas equipes da mesma disciplina ou não, mesmo estando em lugares diferentes (BRASIL, 2019).

A utilização do BIM em projetos públicos brasileiros foi idealizada e efetivada por outros órgãos públicos além da Petrobras e do Exército Brasileiro, podendo-se destacar o Governo de Santa Catarina. O estado foi o primeiro estado a definir um programa de implantação de BIM por meio do desenvolvimento do Caderno de Apresentação de Projetos em BIM, no qual estão definidas a padronização e a formatação que devem orientar o desenvolvimento dos projetos em BIM nas contratações com o Governo do Estado (SANTA CATARINA, 2014).

Como exemplo, pode-se mencionar que o BIM foi aplicado nas obras do Instituto de Cardiologia de Santa Catarina (ICSC), da Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE), do Centro de Referência de Assistência Social (CRAS), do Instituto Estadual de Educação (IEE) e do Hemocentro de Santa Catarina (HEMOSC), nas quais foi possível antecipar a identificação de conflitos ainda na fase de projeto, evitando assim um maior número de retrabalhos nas fases posteriores dos empreendimentos (PECLAT, 2017).

Em relação à aplicação da estratégia BIM no contexto local, procedeu-se uma visita à Secretaria de Justiça e Segurança Pública (SEJUSP), onde se obteve a informação, junto ao núcleo de arquitetura e engenharia (NAE), sendo informado pela equipe que não houve iniciativa por parte do Estado em implementar a utilização da Modelagem BIM. Porém, por uma iniciativa pessoal do responsável pela equipe, está em andamento um projeto piloto para a implementação do BIM, sendo escolhida a obra de ampliação do 4º Batalhão da Polícia Militar de Santana, na qual o processo consiste em realizar a modelagem 3D de todos os projetos e suas respectivas compatibilizações.

2.3 ESTRATÉGIAS PARA DISSEMINAÇÃO DO BIM

A Estratégia BIM BR, exemplificada na Figura 7, está sendo disseminada a partir de alguns elementos essenciais e/ou tópicos que são finalidades, objetivos, ações, indicadores e metas. Para o gerenciamento dessa estratégia, foi formado um Comitê Gestor composto por 7 representantes de 7 Ministérios do Governo Federal, dentre eles os da Casa Civil; Indústria, Comércio Exterior e Serviços; Ministério do Planejamento; Ministério da Saúde; Ministério da Ciência e Tecnologia.

Esse colegiado fica incumbido de implementar a Estratégia e gerenciar suas ações e desempenho, monitorando o seu progresso, verificando o cumprimento das metas e, caso necessário, promovendo iniciativas de correção ou aprimoramento da Estratégia BIM (BRASIL, 2019).

No que tange aos indicadores e metas, pode-se apontar para ações que serão decisivas para tornar estratégia BIM cada vez mais difundida. Esses podem ser expressos da seguinte maneira: aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM); reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM); aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje, 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, sendo que a meta é de 50%); elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor, ao invés de se elevar 2,0% ao ano, patamar estimado sem alterações no status quo, elevar-se-á em 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito) (BRASIL, 2019).

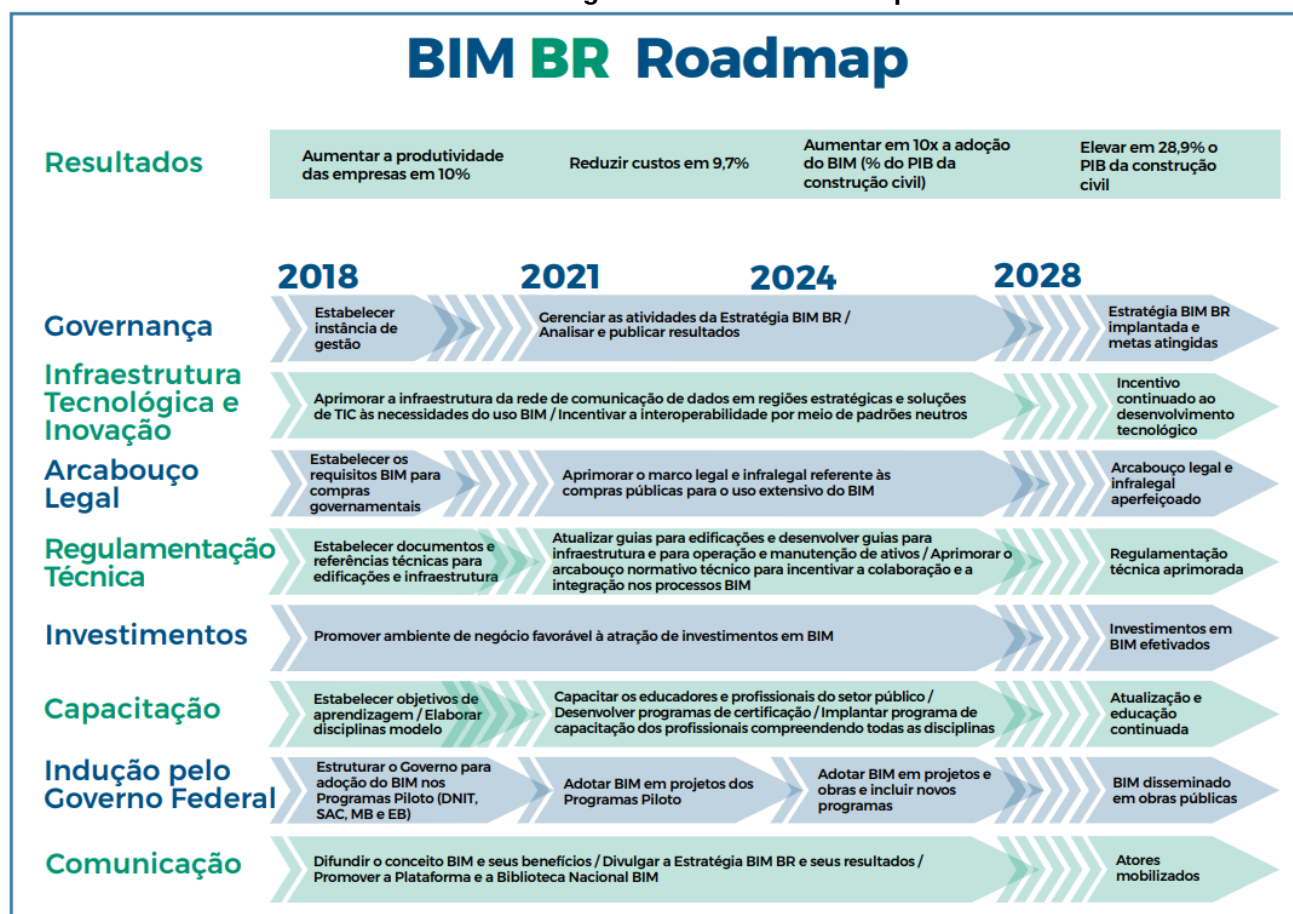
Na estratégia BIM, estabelece-se um cronograma para a implementação da metodologia, a qual se divide em 3 fases:

Primeira Fase - a partir de 2021: focada em projetos e modelos de arquitetura e engenharia; geração de documentação gráfica; extração de quantitativos e detecção de interferências.

Segunda Fase - a partir de 2024: contempla etapas que envolvem obra; orçamento; planejamento da execução; “As built”;

Terceira Fase - a partir de 2028: abrange todo o ciclo de vida da obra; atividades do pós-obra; serviços de gerenciamento e manutenção do empreendimento após sua construção.

Figura 7 - BIM BR Roadmap



Fonte: Comitê Estratégico do BIM (2018)

CAPÍTULO 3 - BIM NO CONTEXTO DAS UNIVERSIDADES

3.1 BIM NO CENÁRIO ACADÊMICO NACIONAL

As instituições que oferecem a formação em nível superior tem apresentado a preocupação de introduzir o conteúdo BIM nas mais variadas disciplinas que compõem a grade curricular de cursos ligados a AEC, reconhecendo a necessidade de inserir esse tipo de modelagem nas disciplinas fixas e optativas, sendo possível definir algumas como sendo: Tecnologia da Construção, Ateliê de Projetos, Workshop, Gestão da Construção Gráfica Digital, Tecnologia da Construção , Estágio e Trabalho de Conclusão de Curso. Diante disso, observa-se que existem muitas possibilidades de introduzir os conteúdos relativos ao BIM com base em diversas abordagens curriculares.

De maneira predominante, verifica-se que a abordagem do conteúdo BIM, é utilizada no que se denomina Ateliê de Projeto. Porém, existem situações pedagógicas em que essa mesma disciplina conecta-se a outras matérias. Além disso, uma outra forma de trabalhar os conteúdos referentes ao BIM é tão somente ensinar os materiais, métodos e a definição de BIM (CARVALHO, 2017).

Moreira (2016) evidencia que uma disciplina BIM pode se tornar eletiva ou fazer parte do rol curricular, ser disjunta ou interligada com outra matéria, normalmente na forma de Ateliê de Projeto. Igualmente, os workshops podem ser desconectados ou inter-relacionados em algumas matérias. Mesmo os aqueles que são colocados à disposição de forma online são modos apropriadas de se trabalhar com a Modelagem BIM e direcionados para acadêmicos ou profissionais já formados.

De acordo com Carvalho (2017), grande parte dos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Gestão da Construção inserem os conteúdos relacionados ao BIM numa matéria particular. As demais opções significativas consistem em ensinar BIM em contexto de uma disciplina como Ateliê de Projeto, ou mesmo ensiná-lo em projetos e cursos referentes à Representação Gráfica Digital ou mesmo em uma matéria ligada à Gestão da Construção.

A efetivação de um processo denominado BIM em instituições de nível superior trouxe à tona que não se deve fazer esforços para a criação de uma disciplina nova na grade curricular. Deve-se ter em mente que a modelagem BIM tem chances quase concretas de ser inserida ao longo do curso. Algumas Universidades direcionam o ensino para o campo da AEC estão pesquisando aplicativos BIM nas matérias que

são ministradas e não economizando esforços para as integrá-las com outras disciplinas. (BRONET et al., 2007).

Considerando isso numa perspectiva mais integrativa, na qual assuntos passam a ser divididos em matérias distintas, mas que possam manter um nível de colaboração adequado, os princípios do BIM podem ser introduzidos em disciplinas isoladas e depois, entre os cursos (HIETANEN; DROGEMULLER, 2008).

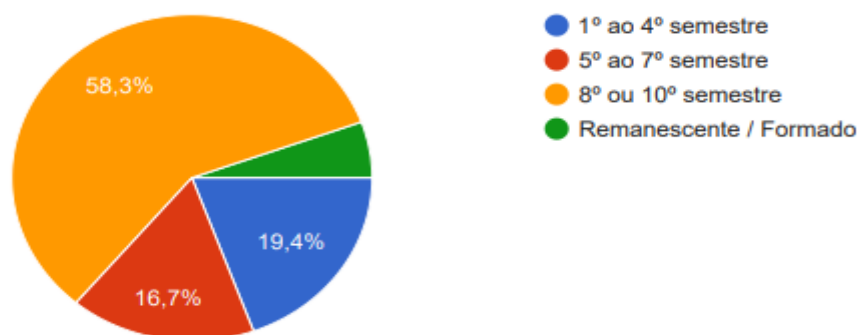
Sugere-se que nos dois anos iniciais deve-se focar nas potencialidades individuais para a realização da modelagem BIM e, simultaneamente, buscar a efetivação de uma investigação pela busca de um modelo (Representação Gráfica Digital). Em relação aos anos subsequentes, pode-se ter maior incidência nas tarefas coletivas nas quais a colaboração é mais indicada, a exemplo da disciplina de Ateliê de Projeto e Tecnologia de Construção (KYMMELL, 2008).

No ano final, seria importante sugerir atividades com base na elaboração e implementação de projetos de construção concretos em parceria com instituições empresariais, tratadas na disciplina Gestão da Construção. As instituições de nível superior que buscam efetivar o BIM como uma disciplina inserida nos cursos de AEC podem enfrentar muitos contrapontos, sendo que um dos mais consideráveis relaciona-se à instituição onde esses cursos estão disponíveis, ou seja, estimular a correlação entre as diversas áreas da matriz curricular (SCHEER, 2006),

3.2 BIM NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ - UNIFAP

Como forma de conhecer a realidade prática do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP em relação à efetividade dos conteúdos relacionados ao BIM, procedeu-se a uma pesquisa de campo em outubro de 2019 direcionada aos Acadêmicos do referido curso (Apêndice A). Participaram da pesquisa 92 acadêmicos que expressaram as percepções mostradas nos Gráficos 1 a 9.

Inicialmente, perguntou-se aos participantes que período do curso de Engenharia Civil da UNIFAP estavam cursando, obtendo-se as respostas conforme o Gráfico 1.

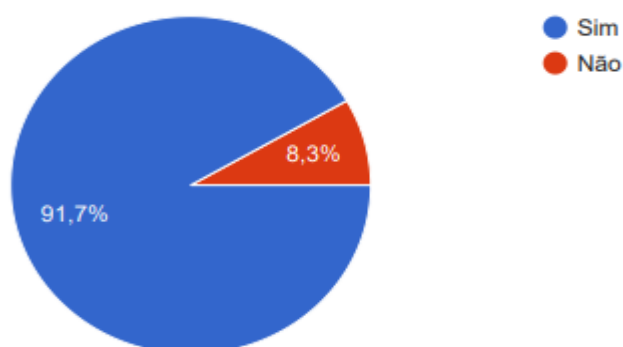
Gráfico 1 – Período que está cursando atualmente

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que 58,3% dos acadêmicos estão entre o 8º e o 10º semestre do curso, ou seja, já estão em fase de encerramento, pressupondo-se que possuem um conhecimento significativo sobre seu campo de trabalho e que adquiram conhecimento teórico-prático para o exercício da profissão.

Silva (2016) explica que a graduação em Engenharia Civil deixa ao final do curso, na maior parte dos estudantes, uma sensação de insegurança profissional, como se todo o conhecimento absorvido fosse insuficiente para uma atuação plena no mercado de trabalho.

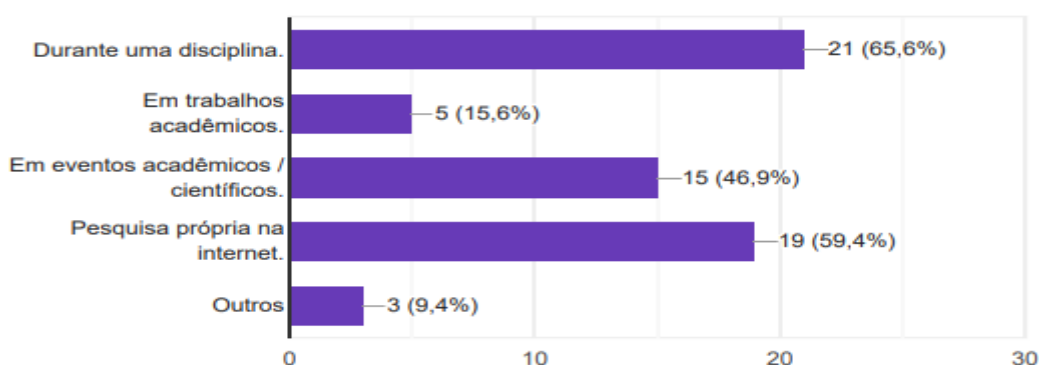
Em seguida, questionou-se junto aos acadêmicos participantes da pesquisa se, durante o transcorrer do curso, houve contato com o que se denomina de Modelagem da Informação da Construção (BIM). As respostas constam no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Contato com o conteúdo BIM

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que a maioria dos estudantes (91%) já haviam entrado em contato com os conteúdos referentes ao BIM. Foi então solicitado que mencionassem como isso ocorreu, gerando-se o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Forma como ocorreu o contato com o conteúdo BIM



Fonte: Elaborado pelo autor

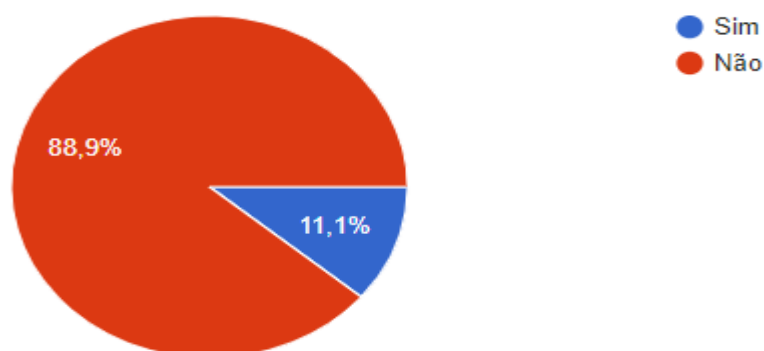
Nota-se, mediante a pesquisa, que a maioria dos acadêmicos estudaram sobre BIM ao cursarem uma disciplina específica (65,6%). Uma vez que esse quantitativo de participantes afirmou que o tema havia sido abordado, acredita-se que estão aptos a responderem a definição pessoal que tinham sobre esta ferramenta de interoperabilidade.

Pode-se observar, em algumas respostas, que o nível de compreensão que os acadêmicos têm a respeito dessa forma de trabalho é a de tornar as atividades do engenheiro civil mais compatíveis e sujeitas a resultados favoráveis na elaboração e efetivação de projetos.

Outras respostas significativas evidenciaram percepções diferenciadas sobre o BIM que nem sempre refletem a totalidade de sua essência. Por exemplo, muitos classificaram como “uma ferramenta para compatibilização de projetos”, sendo que esse ponto de vista não abrange a todos os processos que o BIM disponibiliza ao profissional

Na sequência, questionou-se junto aos acadêmicos se os professores das disciplinas de projeto ministram conteúdos referentes ao BIM, tendo as respostas gerado o Gráfico 4.

Gráfico 4 – Professores e a oferta de conteúdo BIM em disciplinas do curso



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir dos resultados pesquisa, foi possível notar que 88,9% dos acadêmicos foram categóricos em afirmar que os professores das disciplinas de projeto não ministram conteúdos referentes ao BIM, tornando claro que existe uma lacuna considerável no curso, principalmente porque as disciplinas de projetos são consideradas o momento ideal para se introduzir e aprofundar o conhecimento teórico do estudante sobre a tecnologia BIM e suas múltiplas aplicações, o que não tem ocorrido no contexto da Universidade Federal do Amapá.

Outra questão dirigida aos participantes da pesquisa buscava saber se estes acreditavam que o conhecimento sobre Modelagem de Informação da Construção (BIM) é fundamental para a carreira do engenheiro civil, obtendo-se as respostas mostradas no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Conhecimento sobre o BIM e o exercício da carreira

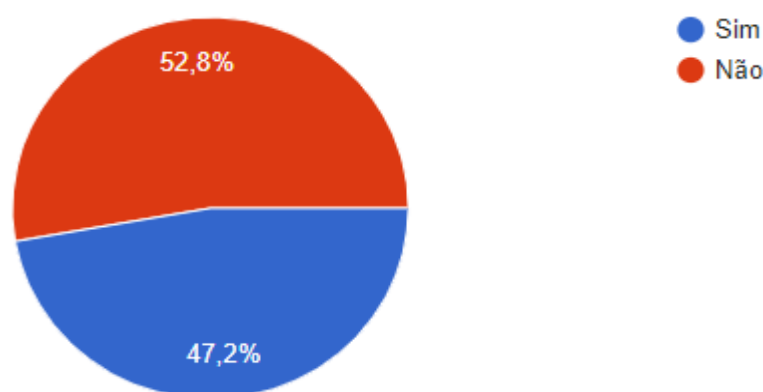


Fonte: Elaborado pelo autor

As respostas dos acadêmicos evidenciam que a maioria destes (86,1%) respondeu positivamente ao questionamento, e que o BIM deveria ser abordado dentro da Universidade como parte integrante e indissociável dos conteúdos curriculares para a maior projeção e habilidades do profissional em processo de formação para o exercício das atividades no mercado de trabalho.

Na sequência, questionou-se se os acadêmicos ouviram falar ou conheciam o Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, também conhecido como Decreto BIM. O Gráfico 6 exibe as respostas recebidas.

Gráfico 6 – Conhecimento sobre o Decreto BIM



Fonte: Elaborado pelo autor

A pesquisa realizada junto aos acadêmicos tornou claro que 52,8% dos participantes não ouviram falar do “decreto BIM”, o que mais uma vez mostra o quanto a ausência de abordagem sobre o BIM e suas normatizações provocam contrapontos na aprendizagem e no conhecimento dos futuros engenheiros civis.

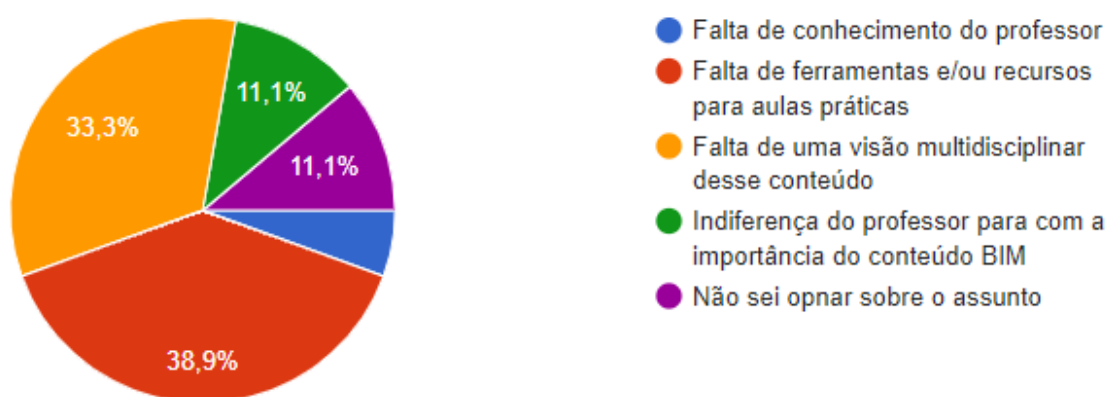
Outra pergunta dirigida aos acadêmicos buscou saber, na opinião destes, qual a maior mudança que o BIM trará para a construção civil

As respostas a essa questão convergiram para uma visão otimista em relação às mudanças provocadas na atividade profissional do engenheiro quando este decide pelo uso do BIM no cotidiano de suas atividades. Isso é exemplificado através de respostas como “facilitará os processos dentro das etapas de concepção do projeto, além de diminuir erros construtivos e garantir maior precisão no levantamento de materiais e orçamentos, contribuindo assim para que haja maior eficiência na área da construção civil”.

Além disso, “irá mitigar muitos problemas em decorrência da falta de compatibilização de projetos, reduzindo custos com retrabalho”

Outra questão direcionada aos participantes da pesquisa buscava saber por que eles acreditavam que o conteúdo BIM não tem recebido tanto destaque nas disciplinas ministradas no curso, exibindo-se os resultados no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Razões para a falta da implementação do BIM nas disciplinas do curso

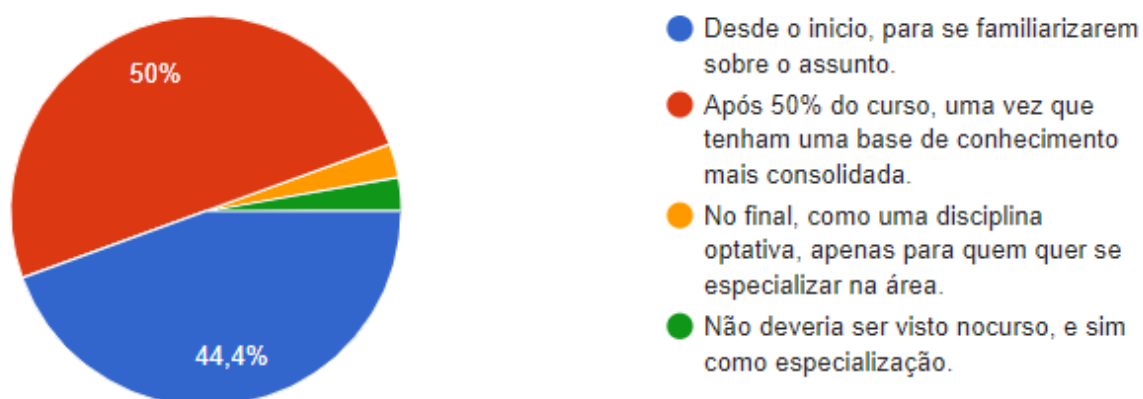


Fonte: Elaborado pelo autor

Mediante as respostas produzidas pelos acadêmicos, nota-se que a maioria dos entrevistados (38,9%) afirmaram que o BIM não tem sido um conteúdo que recebe maior atenção, principalmente porque há a ausência de ferramentas e/ou recursos para trabalhar na prática com suas especificidades, resultando em indiferença da parte dos professores em relação à sua abordagem.

Finalmente, perguntou-se aos acadêmicos a sua opinião pessoal sobre em que fase do curso os discentes deveriam ser introduzidos ao conteúdo BIM e se pretendiam trabalhar com elaboração de projetos, tendo os resultados gerados os Gráficos 8 e 9, respectivamente.

Gráfico 8 – Fase do curso em que o BIM deve ser introduzido



Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 9 – Pretensão de trabalhar com a elaboração de projetos



Fonte: pesquisa de campo outubro de 2019

Observa-se que os acadêmicos acreditam que a abordagem curricular sobre o BIM deveria ser efetivada a partir de 50% do curso em andamento, pois neste nível os alunos já possuem uma base de conhecimento mais consolidada. Além disso, a maioria (83,3%) respondeu que pretendem trabalhar com projetos fundamentados no BIM.

3.3 MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIFAP

Na perspectiva de Checcucci e Amorim (2013), é necessário apresentar um método para identificação das interfaces do BIM na matriz curricular de cursos de Engenharia Civil, no qual existem quatro categorias para analisar os componentes da

matriz, sendo estes a relação entre o componente curricular e o paradigma BIM; os conteúdos que podem ser trabalhados na disciplina; as etapas do ciclo de vida da construção que podem ser trabalhados na disciplina e as disciplinas do projeto da edificação que podem ser trabalhadas.

Entretanto, ao se fazer uma análise da matriz das disciplinas específicas do curso de Engenharia Civil, o BIM não é contemplado, fato que pode ser observado através da análise detalhada da ementa das matérias direcionadas para a elaboração de projetos, gerenciamento de obras e orçamento de obras (Anexo A), específicas do curso, vide o fluxograma da Figura 8 e o quadro de disciplinas optativas da Figura 9.

Figura 8 – Fluxograma do curso de Engenharia Civil da UNIFAP

3.7. Fluxograma



* Para integralizar o curso será necessário: Cumprir 210 horas de Atividades Complementares (AC), ofertadas em módulo livre, que terão sua carga horária concluída no último semestre, mas deverão ser concebidas ao longo de todo o curso, distribuídas em todos os semestres letivos; cursar 240 h/a de disciplinas optativas ofertadas em módulo livre e a partir do 7º semestre; Realizar o Estágio Supervisionado a partir do 5º semestre com uma carga horária de 360 horas a qual será ofertado em módulo livre.

*O ENADE é componente curricular obrigatório do curso de Engenharia Civil da UNIFAP.

Fonte: Universidade Federal do Amapá (2013)

Figura 9 – Quadro de disciplinas optativas

| QUADRO DE DISCIPLINAS OPTATIVAS | | | | | |
|--|--|------------|------------|------------|----------------------|
| Nº | Disciplina | TEO | PRA | CHT | Pré-Requisito |
| 63 | Cálculo Matricial de Estruturas | 4 | 0 | 60 | |
| 64 | Introdução ao Método dos Elementos Finitos | 4 | 0 | 60 | |
| 65 | Estabilidade de Estruturas | 4 | 0 | 60 | |
| 66 | Dinâmica das Estruturas | 4 | 0 | 60 | |
| 67 | Projeto de Estruturas em Concreto Protendido | 4 | 0 | 60 | |
| 68 | Ensaio de Estruturas e Materiais | 4 | 0 | 60 | |
| 69 | Fundações II | 4 | 0 | 60 | |
| 70 | Empuxo de Terra e Estabilidade de Taludes | 4 | 0 | 60 | |
| 71 | Barragens de Terra e Enrocamento | 4 | 0 | 60 | |
| 72 | Tópicos Especiais em Geotecnia | 4 | 0 | 60 | |
| 73 | Concreto de Alto Desempenho | 4 | 0 | 60 | |
| 74 | Materiais Compósitos | 4 | 0 | 60 | |
| 75 | Engenharia de Avaliação | 4 | 0 | 60 | |
| 76 | Gestão da Produção | 4 | 0 | 60 | |
| 77 | Tecnologia dos Revestimentos | 4 | 0 | 60 | |
| 78 | Engenharia de Tráfego | 4 | 0 | 60 | |
| 79 | Aeroportos | 4 | 0 | 60 | |
| 80 | Portos e Vias Navegáveis | 4 | 0 | 60 | |
| 81 | Operação de Transporte Coletivo | 4 | 0 | 60 | |
| 82 | Sistemas de Abastecimento de água | 4 | 0 | 60 | |
| 83 | Recursos Hídricos | 4 | 0 | 60 | |
| 84 | Sistema de Esgoto Sanitário | 4 | 0 | 60 | |
| 85 | Gerenciamento de Sólidos Urbanos | 4 | 0 | 60 | |
| 86 | Tratamento de Águas de Abastecimento | 4 | 0 | 60 | |
| 87 | Libras | 4 | 0 | 60 | |

Fonte: Universidade Federal do Amapá (2013)

Observa-se que inexistente na matriz curricular do curso de engenharia civil da UNIFAP uma disciplina específica que trate dos conteúdos, métodos e técnicas relacionados ao BIM. Assim, para atender à demanda crescente de empresas na utilização dessa tecnologia, é desejável a efetiva inclusão de seus conceitos nos currículos de graduação de AEC, a fim de permitir a preparação dos futuros profissionais da indústria. No entanto, a incorporação das competências e dos conhecimentos necessários está ocorrendo de maneira lenta, sendo clara a

essencialidade de incentivo às universidades para a adoção de BIM durante o ensino da graduação (Anexo A).

3.4 FORMAS DE DESENVOLVER O BIM NA MATRIZ CURRICULAR DO CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIFAP.

Com o constante crescimento da adoção do BIM pelas empresas do mercado da Arquitetura, Engenharia e Construção, as graduações em Arquitetura e Engenharia Civil têm buscado implementar disciplinas na graduação para expor os alunos aos desafios do desenvolvimento do projeto paramétrico e colaborativo.

Segundo Barison e Santos (2017), a partir de 2003, o ensino de BIM começou a ser inserido internacionalmente nos cursos da AEC, porém essa prática se intensificou entre 2006 e 2009, relacionada com estratégias e abordagens ligadas ao nível de competência que o aluno deve alcançar em relação à atividade que será exercida na prática profissional.

A Resolução CES/CNE (MEC, 2002), a qual é a referência para a montagem dos currículos dos Cursos de Graduação em Engenharia, incluindo o de Engenharia Civil, especifica que a sistematização da matriz curricular tem como aporte principal a subdivisão em 3 núcleos: o primeiro refere-se aos conteúdos que consome 30% da carga mínima e o terceiro é aquele que possui conteúdos específicos, voltados para o exercício da profissão, representando o restante da carga horária total.

Por ser um conjunto de disciplinas e/ou atividades propostas exclusivamente pela IES, abordam conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de Engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes.

Mesmo não sendo previstos conteúdos relacionados ao BIM nesta resolução, em alguns Cursos de Engenharia Civil encontram-se abordagens sobre o tema por meio de pesquisas em nível de graduação e pós-graduação, bem como experiências no uso em disciplinas de desenvolvimento de projetos.

Entretanto, as experiências acadêmicas que abordam o BIM são novas e baseadas em pedagogias ainda não consolidadas. Segundo Sabongi (2014), apenas 9% das escolas de construção norte-americanas abordam o ensino de BIM nos cursos de graduação, tendo como principais entraves: a falta de tempo ou recursos para remodelação dos currículos, bem como a falta de estrutura das Universidades e

professores preparados, com materiais específicos relacionados ao ensino da tecnologia.

Ruschel (2011), baseada em diversas experiências didáticas pesquisadas, conclui que, no cenário nacional, o BIM vem sendo implantado de maneira gradual e com pouca eficácia nos Cursos de Arquitetura, Engenharia e Construção.

No exterior, a experiência com BIM está mais desenvolvida do que as iniciativas vistas no Brasil, abordando-se o BIM em vários momentos da formação do profissional durante a graduação, o que é justificado por uma demanda de mercado nestes países, pois a implantação de BIM nas empresas internacionais vem acontecendo de maneira mais efetiva e rápida.

Portanto, no sentido de desenvolver uma estratégia de ensino, as Universidades estão procurando, na medida em que o uso da tecnologia BIM se difunde, alguma forma de inseri-la dentro do contexto acadêmico, buscando entender o papel do BIM e de que maneira este sistema vem influenciando na forma de se projetar, não limitando o seu uso apenas como um pacote de software (MELO, 2017).

Cabe então sugerir a implementação, na ementa do curso de Engenharia Civil da UNIFAP, algumas disciplinas específicas relacionadas à modelagem BIM. Entre elas, pode-se citar Projetos Estruturais, Projetos Hidrossanitários, Projetos Elétricos, Projetos de Infraestrutura, Planejamento e Gestão de Obra, Orçamento de Obras, buscando-se inserir nessas matérias os conteúdos referentes a modelagem e ferramentas BIM.

Além disso, sugere-se a criação de uma disciplina optativa inteiramente focada no BIM, a qual introduza conteúdos como Introdução ao BIM e Ferramenta de Gestão, Coordenação, Interoperabilidade e Colaboração; Ferramenta BIM para Modelagem e Projeto; Planejamento e Gestão da Obra com Metodologia BIM.

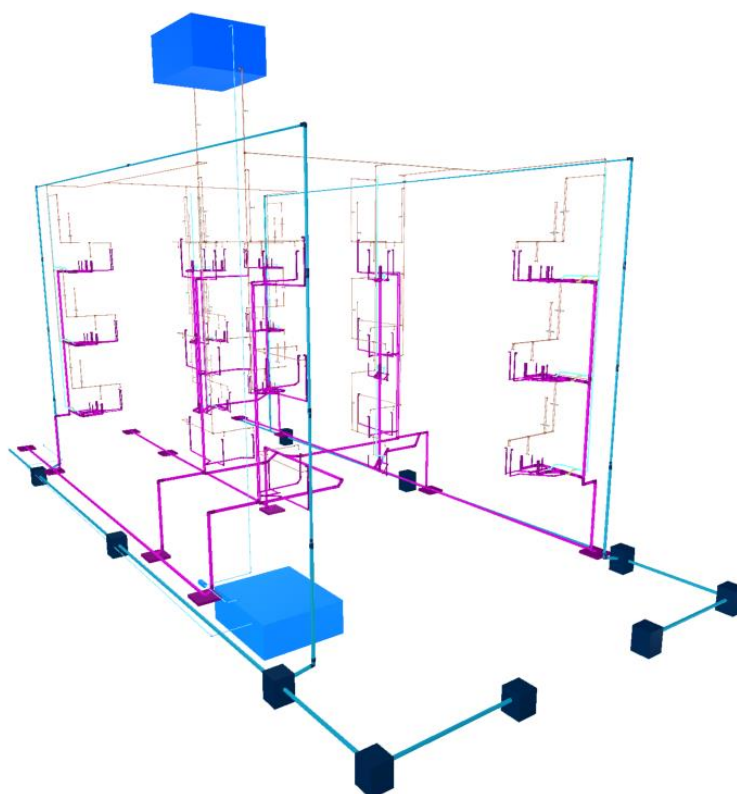
CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO UTILIZANDO BIM.

4.1 REALIZAÇÃO DE PROJETO HIDROSSANITÁRIO UTILIZANDO BIM.

A realização do projeto hidrossanitário com o uso do BIM no contexto da Engenharia Civil se deve a dois fatores que são indissociáveis: a necessidade de mostrar as vantagens e a funcionalidade na utilização dessa modelagem, uma vez que esse tipo de projeto gera dificuldades na execução da obra devido à falta de compatibilização com os elementos estruturais.

Especificamente, adotou-se o software *QiBuilder* da empresa AutoQi para realizar a modelagem 3D, ilustrada na Figura 10, o dimensionamento dos condutos, a elaboração das pranchas e o memorial descritivo (Apêndices B e C).

Figura 10 - Vista esquemática hidrossanitário

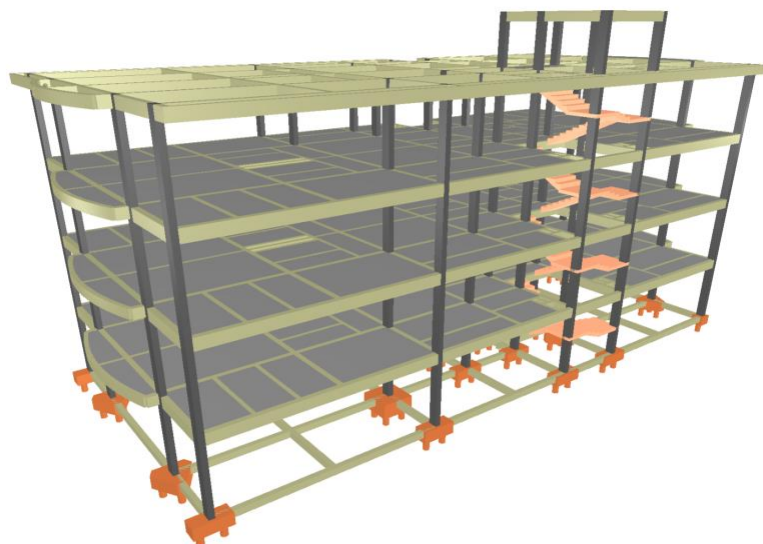


Fonte: Elaborado pelo autor

Inicialmente, de posse do projeto arquitetônico (Anexo B), este foi importado do modelo estrutural em formato IFC para plataforma do *QiBuilder*, na qual foi possível

modelar todo o projeto hidrossanitário, realizando a compatibilizando com os elementos estruturais, de acordo com o mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Vista do projeto estrutural

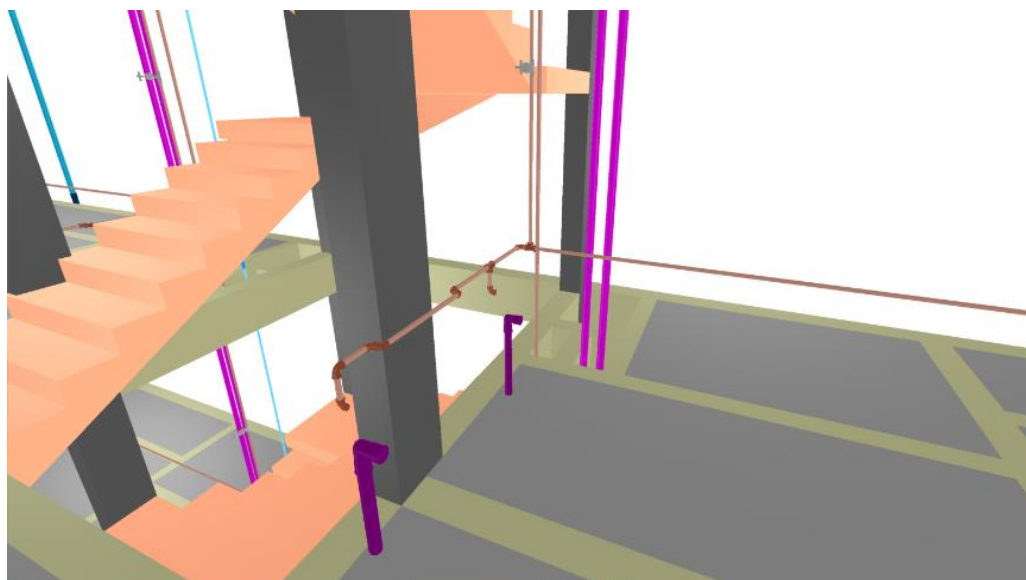


Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 MODELAGEM 3D E COMPATIBILIZAÇÃO

Durante o processo de lançamento dos elementos hidráulicos, observou-se a existência de conflitos com os elementos estruturais que somente foram identificados através da modelagem 3D. A partir dessa constatação, elaborou-se uma solução para evitar essa intercorrência, a exemplo da tubulação de água fria da cozinha dos apartamentos, onde o traçado passa por dentro de um dos pilares. Ao se perceber essa situação, foi possível prever um novo traçado com um desvio, conforme ilustra a Figura 12.

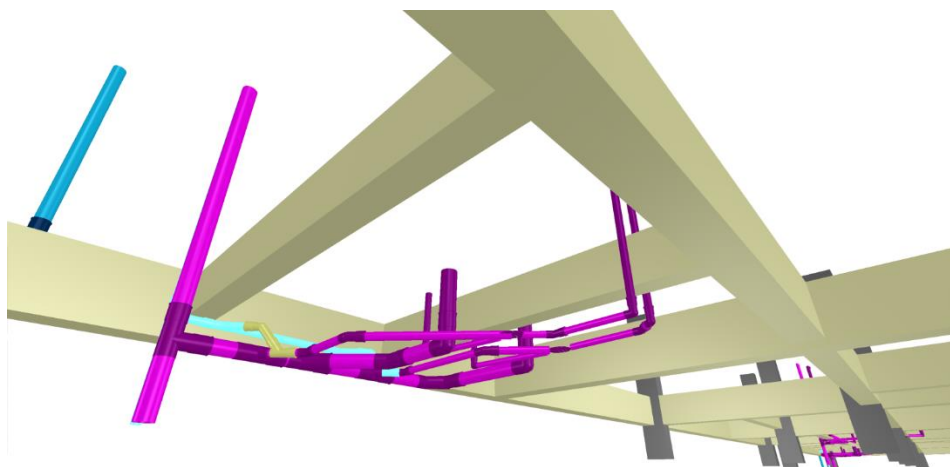
Figura 12 - Detalhe água fria (cozinha)



Fonte: Elaborado pelo autor

Durante a concepção de esgoto sanitário, ocorreu a preocupação em evitar o cruzamento da tubulação com as vigas, ilustrada na Figura 13, e tal processo foi facilitado devido à edificação possuir o pé direito com 3,35 m.

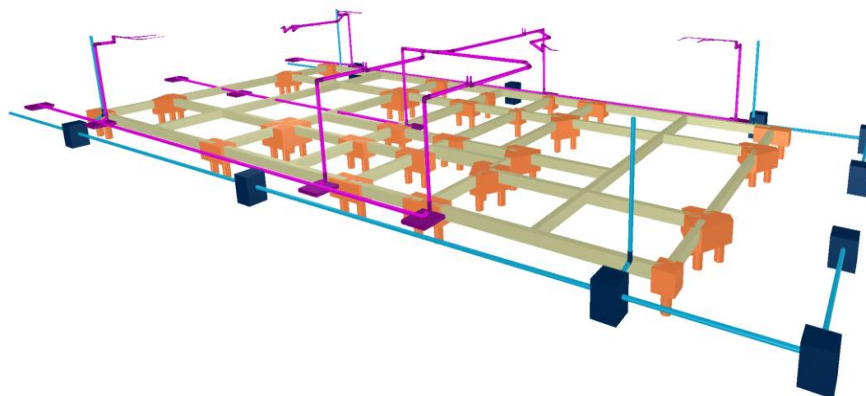
Figura 13 - Detalhe do ramal de esgoto (banheiro)



Fonte: Elaborado pelo autor

Igualmente houve o cuidado de fazer a locação das caixas, tubulações de esgoto e drenagem, de modo a não se inter cruzarem e não colidirem com a fundação ou com o baldrame, processo mostrado na Figura 14.

Figura 14 - Vista geral do esgoto pavimento pilotis



Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 CÁLCULOS E VERIFICAÇÕES

A partir do modelo, o software é capaz de realizar o dimensionamento da tubulação, indicando os pontos críticos de vazão e pressão, e então pode-se proceder aos devidos ajustes. Uma vez que toda a tubulação esteja devidamente dimensionada, é gera-se as pranchas, os relatórios de cálculo e o memorial descritivo que inclui também o quantitativo de materiais que serão utilizados dentro do projeto.

Cabe especificar que esse projeto constitui apenas um exemplo de compatibilização entre hidrossanitário e estrutural que o BIM proporciona àqueles que desenvolvem a modelagem de projetos, deixando-se antever as múltiplas possibilidades de sua utilização na elaboração dos projetos complementares: instalações elétricas, incêndio, refrigeração e gás, entre outros.

Uma vez procedendo-se à compatibilização, é possível dar sequência às demais etapas da modelagem da informação da construção, como, por exemplo, a modelagem 4D, que incorpora o tempo como variável da representação, mediante a elaboração do cronograma executivo da obra.

Outra aplicabilidade na modelagem BIM é a elaboração dinâmica do orçamento. Um exemplo seria a utilização do software *OrçaFascio*, usado para a elaboração de orçamentos, o qual possui o plug-in *OrçaBIM*, uma ferramenta de

integralização com o software *Revit* da Autodesk, possibilitando a extração dos quantitativos diretamente do arquivo gerado pelo software de projeto, evitando assim possíveis equívocos durante o processo de levantamento.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no trabalho, notou-se que, uma vez que se considera a centralidade no uso da modelagem BIM como uma medida essencial para os cursos ligados a AEC, é importante que se desenvolva uma percepção crítica e inovadora capaz de incentivar a sua inserção na matriz curricular do curso de Engenharia Civil da UNIFAP.

Isso decorre dos resultados observados durante a realização deste estudo, que inferiram sobre a necessidade de tornar possível que o BIM seja reconhecido como um conteúdo fundamental para preparar o futuro profissional para os desafios que se colocam no seu campo de trabalho, desde que se atribua visibilidade a esse conteúdo na referida instituição.

Observou-se que, em análise documental da matriz curricular do curso de Engenharia Civil, inexistiu uma disciplina que faça menção ao BIM. Isso foi comprovado através da realização da pesquisa de campo junto aos acadêmicos do curso, resultando em confirmação da hipótese de que se faz necessária a implementação desses conteúdos por conta da demanda existente no cenário da construção civil.

Com base nisso, admite-se que os alunos necessitam de um currículo atualizado, principalmente porque nota-se a existência de um mercado brasileiro que começa a enxergar o potencial do BIM como um caminho para resolver os tradicionais problemas de qualidade e produtividade no setor da AEC. Sugere-se a atualização da matriz curricular da UNIFAP através da inclusão de uma disciplina eletiva diretamente associada aos processos referentes ao desenvolvimento do BIM, assim como a sua inclusão na ementa das disciplinas voltadas a projetos e gerenciamento de obras pois, mais do que isso, o BIM é um meio pelo qual as diferentes disciplinas do projeto podem se comunicar, o que desloca a discussão para o aspecto da colaboração.

Porém, existem barreiras que devem ser superadas pela própria instituição que oferta o curso voltado para profissionais em Engenharia Civil. Essa dificuldade tem relação direta com a ausência de um olhar mais crítico e atualizado sobre o tipo de

profissional que a instituição deseja formar, posto que a legislação exige o uso do BIM no setor público, tendo como base a capacitação de um profissional que saiba relacionar teoria e prática.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se empreender a elaboração de um estudo investigativo para saber se os órgãos públicos estão se adequando para a utilização do BIM de acordo com os prazos definidos na Estratégia BIM BR.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. H. Método de obtenção de dados de impactos ambientais, durante o processo de desenvolvimento do projeto, através do uso de 57 ferramenta BIM. 2012. 145 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2012.

BARISON, Maria Bernardete. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo:** uma contribuição para formação do projetista. 2015. 390 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Estratégias de ensino BIM: uma visão geral das abordagens atuais. In: ICCCB, 2010, Nottingham. Anais... ICCCB, 2017.

BATAGLIN, M.B. **Introdução de modelagem da informação da construção (BIM) no currículo:** uma contribuição para a formação do projetista, 2016. 387 p. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2016

BIVAR, S. A utilização de modelos BIM na gestão de resíduos de construção e demolição. In: Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2017.

BRACHT, Matheus. **O que é a interoperabilidade entre plataformas BIM.** 2018. Disponível em: <<https://bimnapratica.com/blog/interoperabilidade-em-bim>>. Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 2019.

BRASIL. Congresso. Senado. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Diário Oficial da União, 16 agosto 2019.

BRASIL. Congresso. Senado. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Diário Oficial da União, 18 maio 2018.

BRASIL. COMITÊ ESTRATÉGICO DO BIM. (Org.). **BIM BR:** Construção inteligente. Brasília: S. I., 2018. 50 p.

BRONET W. **Formação em Engenharia Civil**: Desafios para o Currículo na UFJF, COBENGE 2007 – Engenharia: Múltiplos Saberes e Atuações, Juiz de Fora, 16 a 19 de setembro de 2007. Disponível em . Acesso em 10 mai. 2019.

BUILDINGSMART. Building Information Modeling (BIM) - Teoria e Aplicação. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN ENGINEERING, 2011, Covilhã, Portugal, p. 1-10. Anais...Covilhã: ICEUBI, 2018.

CAMPESTRINI, E. T. Estratégias de ensino BIM: uma visão geral das abordagens atuais. In: ICCCB, 2010, Nottingham. Anais. ICCCB, 2017.

CARDOSO, M. Tecnologia BIM na arquitetura. 2008. 103 p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, SP. 2013.

CARNICELLI, H. Q. Implantação da tecnologia bim em escritórios de projetos na região de Curitiba – estudo de casos. 2017. 58 p. Tese (Graduação) Trabalho de Conclusão de Curso da Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2017.

CARVALHO, F. A verificação de interferências e a Compatibilização de Projetos segundo a metodologia BIM com ênfase no Projeto Estrutural. 2017. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Engenharia, Universidade de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

CHECCUCCI, É.; DE AMORIM, A. L. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura. In: Sigradi, 2013, Valparaíso, Chile, p 307-311. Proceedings... Blucher Design , vol 1, n 7, 2013.

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. Ferramentas BIM: um desafio na melhoria do ciclo de vida de um projeto. In: III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil , Porto Alegre, 2007 p. 1-9. Anais... Porto Alegre: TIC, 2017

COMUNELLO, E. A contribuição do Building Information para a gestão de projetos. Especialize, v. 3, n.14, p. 1-10, 2017.

DARÓS, José. **O que é o plano de execução BIM?** 2019. Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/plano-de-execucao-bim/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS , Rafael; LISTON, Kathleen: **Manual de BIM** – Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos , engenheiros , gerentes , construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman. 2014.

FRANCO, J. P. Building Information Modeling (BIM) - Teoria e Aplicação. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN ENGINEERING, 2011, Covilhã, Portugal, p. 1-10. Anais. Covilhã: ICEUBI, 2016.

GRAPHSOFT. Do project managers practice what they preach, and does it matter to project success? International Journal of Project Management, 28 (7), 650-662 p. disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.11.002> , 2018.

HIETANEN, R; DROGEMULLER, T. J. Learning about IT and learning using IT: a review of current and practice on higher education AEC programmes in Ireland. In: 24th CIB W78 Conference. Proceedings... Maribor, 2008.

KYMMEL, G. A. Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in construction, 2008. p. 357-375, University of Newcastle, Australia, 2008.

LAUBMEYER, C. A. Integração e Interoperabilidade em projetos de edificações - uma implementação com IFC/XML. 2018. 218 p. Tese (Pós-Graduação) - Programa de Pós Graduação de Engenharia de Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2018.

LEAL, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. Gestão & Tecnologia de projetos. v. 4, n. 2 p. 26-53, 2017.

LEUSIN, S. Por um Processo de Projeto Simultâneo. São Paulo, 2017.

LINHARES, D. .BIM: O que é? 2012. 27 p. Dissertação (Mestrado) Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto. 2018.

LLANO, M. J. Avaliação da Implementação de BIM – building information modeling em Portugal. 2016. 374 p. Dissertação (mestrado) - Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto. 2016.

MARTINEZ, R. A. Novas formas de pensar o processo de projeto e o produto edifício – Modelagem de produto – BIM. In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios WBGPPCE, Curitiba, 2010.

MATOSO, W. Análise da transição do uso de software CAD à plataforma BIM. 2015, 86 p. Tese (Graduação) – Programa de graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, SC, 2018.

MELO, S. A utilização de modelos BIM na gestão de resíduos de construção e demolição. 2017, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2017.

PECLAT, L. Alterações metodológicas na gestão de processo de projeto aplicada com a utilização de Software tipo BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO X WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2017, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Anac, 2011. p. 1 - 10.

RUSCHELL, R. C. O Ensino de Bim no Brasil: onde estamos? Ambiente construído. Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 151-165, 2011.

SABONGI, G. Diretrizes para elaboração de Projetos de Manutenção usando a tecnologia BIM. In: 2º SIMPOSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 2011, Rio de Janeiro, p. 749-758. Anais... Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, A. **Até o fim da década, BIM estará em todos os projetos**. Massa Cinzenta, abr. 2018. Seção Inovação. Disponível em: . Acesso em 10 mai. 2019.

SANTA CATARINA. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: Cbic, 2014.

SCHEER, A. D. Requirements of building information modeling based lean Production management systems for construction. Automation in Construction, v.19, n.5, p.641-655, 2006.

TOLEDO, Crislei. **BIM: você sabe o que é esta tecnologia?** 2019. Disponível em: <<https://evoluirgp.com.br/voce-sabe-o-que-e-a-tecnologia-bim/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ACADÊMICO

Pesquisa sobre BIM com Acadêmicos do curso de Engenharia Civil da UNIFAP

Essa pesquisa tem o objetivo de coletar dados para elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso do acadêmico de Engenharia Civil da UNIFAP Luiz Fernando P. Garcia Neto, este questionário é destinado apenas aos acadêmicos do colegiado do curso.

***Obrigatório**

1. Em que período do curso de Engenharia Civil da UNIFAP você está? *

Marcar apenas uma oval.

- 1º ao 4º semestre
- 5º ao 7º semestre
- 8º ou 10º semestre
- Remanescente / Formado

2. Já ouviu falar sobre Modelagem da Informação da Construção (BIM)? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

3. Se sim, marque onde já ouviu sobre o assunto:

Marque todas que se aplicam.

- Durante uma disciplina.
- Em trabalhos acadêmicos.
- Em eventos acadêmicos / científicos.
- Pesquisa própria na internet.
- Outros

4. Você poderia descrever em poucas palavras o que seria o BIM para você?

5. Os professores das disciplinas de projeto ministram conteúdos referentes ao BIM? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

6. **Acredita que conhecimentos sobre Modelagem de Informação da Construção (BIM) seja fundamental para a carreira do engenheiro civil? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim e deveria ser abordado dentro da universidade
- Sim, acredito que deva ser visto como especialização
- Não vejo como algo determinante para o profissional de engenharia
- Não possuo informações para opinar

7. **Já ouviu falar sobre o Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, também conhecido como Decreto BIM? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

8. **Na sua opinião, qual a maior mudança que ele trará para construção civil?**

9. **Por que acha que o conteúdo BIM não tem recebido tanto destaque nas disciplinas ministradas no curso? ***

Marcar apenas uma oval.

- Falta de conhecimento do professor
- Falta de ferramentas e/ou recursos para aulas práticas
- Falta de uma visão multidisciplinar desse conteúdo
- Indiferença do professor para com a importância do conteúdo BIM
- Não sei opinar sobre o assunto

10. **Na sua concepção, em que fase do curso os acadêmicos deveriam ser introduzidos ao conteúdo BIM? ***

Marcar apenas uma oval.

- Desde o início, para se familiarizarem sobre o assunto.
- Após 50% do curso, uma vez que tenham uma base de conhecimento mais consolidada.
- No final, como uma disciplina optativa, apenas para quem quer se especializar na área.
- Não deveria ser visto no curso, e sim como especialização.

11. **Você pretende trabalhar com elaboração de projetos? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim e pretendo utilizar BIM
 - Sim, mas não pretendo aplicar BIM
 - Não pretendo trabalhar com projetos
-

APÊNDICE B – MEMORIAL DESCRITIVO DE PROJETO

Memorial descritivo

Identificação

Título do projeto: Trabalho de Conclusão de Curso “Implementação do BIM no matiz curricular do curso de engenharia civil da UNIFAP”.

Proprietário: Luiz Fernando Pinto Garcia Neto

Autor do projeto: Luiz Fernando Pinto Garcia Neto

Descrição do projeto

O projeto consiste na instalação hidráulica da edificação e é composto conforme descrito a seguir.

Pavimentos da estrutura

| Pavimento | Altura (cm) | Nível (cm) |
|-----------|-------------|------------|
| BARRILETE | 230.00 | 1360.00 |
| TIPO 3 | 335.00 | 1025.00 |
| TIPO 2 | 335.00 | 690.00 |
| TIPO 1 | 335.00 | 355.00 |
| PILOTIS | 335.00 | 20.00 |

Objetivo do memorial

O objetivo deste memorial descritivo é apresentar as especificações de materiais, critérios de cálculo do projeto hidráulico e os principais resultados de análise e dimensionamento das redes na edificação.

Normas relacionadas ao projeto

Os principais critérios adotados neste projeto, referente aos materiais utilizados e dimensionamento das peças, seguem conforme as prescrições normativas.

Normas:

- NBR 5626:1998 - Instalação predial de água fria
- NBR 7198:1993 - Projeto e execução de instalações prediais de água quente

Memorial de cálculo

Relatório de dimensionamento

Reservatórios

Reservatório de concreto RCo1 (PILOTIS)

Dados

Tabela de consumo:

| Tipo de edificação | Consumo AF (l/dia) | Unidade | Número |
|---------------------------|---------------------------|----------------|---------------|
| Residência | 200 | Por pessoa | 38 |

Consumo diário: 7.6 m³/dia

Localização: Superior

% do volume do reservatório (edificação): 100 %

% do volume do reservatório (localização): 50 %

Volume da RTI: 0 m³

Altura sobressalente: 30 cm

Volume estimado

$V = \text{Volume da RTI (m}^3\text{)} + \text{Consumo diário (m}^3\text{/dia)} * (\text{Número de dias de reserva}) * (\% \text{ do volume da edificação})/100 * (\% \text{ do volume no reservatório superior})/100$

$V = 7.6 \text{ m}^3$

Dimensões

Altura total: 112 cm

Altura útil: 82 cm

Largura da base: 329 cm

Altura da base: 282 cm

Volume efetivo: 7.6078 m³

Reservatório de concreto RCo1 (BARRILETE)

Dados

Tabela de consumo:

| Tipo de edificação | Consumo AF (l/dia) | Unidade | Número |
|--------------------|--------------------|------------|--------|
| Residência | 200 | Por pessoa | 38 |

Consumo diário: 7.6 m³/dia

Localização: Superior

% do volume do reservatório (edificação): 100 %

% do volume do reservatório (localização): 50 %

Volume da RTI: 0 m³

Altura sobressalente: 30 cm

Volume estimado

$V = \text{Volume da RTI (m}^3\text{)} + \text{Consumo diário (m}^3\text{/dia)} * (\text{Número de dias de reserva}) * (\% \text{ do volume da edificação})/100 * (\% \text{ do volume no reservatório superior})/100$

$V = 7.6 \text{ m}^3$

Dimensões

Altura total: 138 cm

Altura útil: 108 cm

Largura da base: 300 cm

Altura da base: 236.5 cm

Volume efetivo: 7.66259 m³

Planilhas de pressões

Bomba hidráulica

Bomba hidráulica Bh1 (PILOTIS)

Conexão analisada

1" x 3/4" - 1CV R107 (Bomba Hidráulica - Incêndio)

Pavimento PILOTIS

Nível geométrico: 0.30 m

Processo de cálculo: Universal

| Trecho de recalque | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|
| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (mm) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) |
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | |
| 1-2 | 0.96 | 20 | 3.07 | 18.67 | 2.44 | 21.11 | 0.6827 | 14.41 | 0.30 | -16.80 |
| 2-3 | 0.96 | 20 | 3.07 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.6827 | 0.68 | 17.10 | 0.00 |

| Trecho de sucção | | | | | | | | | | |
|------------------|-------------|--------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|
| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (mm) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) |
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | |
| 1-2 | 0.96 | 25 | 1.96 | 1.91 | 2.70 | 4.61 | 0.2175 | 1.00 | 0.30 | 0.00 |
| 2-3 | 0.96 | 25 | 1.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.2680 | 0.00 | 0.30 | 0.00 |

| Altura manométrica (m.c.a.) | | | | Total | Vazão de projeto (l/s) | NPSH disponível (mca) | NPSH requerido (mca) | Potência efetiva (CV) |
|-----------------------------|-------|--------|-------|-------|------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Recalque | | Sucção | | | | | | |
| Altura | Perda | Altura | Perda | | | | | |
| 16.80 | 15.10 | 0.00 | 1.00 | 32.90 | 0.96 | 9.09 | 2.15 | 1.25 |

| Trecho de recalque | | | | | |
|--------------------|------------------------|----------|--------|-------------------|-------|
| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Joelho 90 soldável | 25 mm | 3 | 1.20 | 3.60 |
| PVC | Luva de correr p/ tubo | 25 mm | 4 | 0.01 | 0.04 |
| BH | 1" x 3/4" | 1CV R107 | 1 | 0.00 | 0.00 |

Trecho de sucção

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|-----------------------------|-------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1" | 1 | 1.20 | 1.20 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

Coluna hidráulica

Coluna AL-1 (PILOTIS)

Conexão analisada

Joelho 90 soldável - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento PILOTIS

Nível geométrico: 0.30 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 0.30 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equív. | Total | | | | | Dispon. | Jusante |
| 1-2 | 0.32 | 25 | 0.65 | 1.91 | 2.70 | 4.61 | 0.0230 | 0.11 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | -0.11 |
| 2-3 | 0.32 | 20 | 1.01 | 1.65 | 0.00 | 1.65 | 0.0663 | 0.11 | 0.30 | 0.00 | 0.11 | -0.22 |
| 3-4 | 0.32 | 20 | 1.01 | 0.00 | 1.20 | 1.20 | 0.0663 | 0.08 | 0.30 | 0.00 | 0.22 | -0.29 |

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 0.00 | 0.29 | -0.29 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|-----------------------------|------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1" | 1 | 1.20 | 1.20 |

| | | | | | |
|-----|--------------------|----------|---|------|------|
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| BH | 1" x 3/4" | 1CV R107 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 25 mm | 1 | 1.20 | 1.20 |

Coluna AF-1 (TIPO 1)

Conexão analisada

Joelho de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 1

Nível geométrico: 6.45 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equip. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.1201 | 0.90 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.2810 | 1.55 | 13.63 | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 1.01 | 25 | 2.06 | 3.08 | 0.90 | 3.98 | 0.2390 | 0.95 | 13.63 | 0.00 | 0.07 | -1.02 |
| 4-5 | 0.61 | 25 | 1.25 | 7.36 | 3.90 | 11.26 | 0.0736 | 0.83 | 13.63 | 0.48 | 0.54 | -1.37 |
| 5-6 | 0.50 | 25 | 1.02 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0515 | 0.22 | 13.15 | 3.35 | 1.98 | 1.76 |
| 6-7 | 0.35 | 25 | 0.72 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0281 | 0.12 | 9.80 | 3.35 | 5.11 | 4.99 |
| 7-8 | 0.35 | 25 | 0.72 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.0281 | 0.04 | 6.45 | 0.00 | 4.99 | 4.95 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 9.55 | 4.60 | 4.95 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 2 | 1.50 | 3.00 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

Coluna AF-2 (TIPO 1)

Conexão analisada

Joelho de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 1

Nível geométrico: 6.45 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.1785 | 1.23 | 13.63 | 0.00 | -1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.75 | 25 | 1.53 | 0.58 | 0.90 | 1.48 | 0.1358 | 0.20 | 13.63 | 0.00 | -3.19 | -3.40 |
| 5-6 | 0.61 | 25 | 1.25 | 9.11 | 3.90 | 13.01 | 0.0736 | 0.96 | 13.63 | 0.48 | -2.92 | -3.87 |
| 6-7 | 0.50 | 25 | 1.02 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0515 | 0.22 | 13.15 | 3.35 | -0.52 | -0.74 |
| 7-8 | 0.35 | 25 | 0.72 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0281 | 0.12 | 9.80 | 3.35 | 2.61 | 2.49 |
| 8-9 | 0.35 | 25 | 0.72 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.0281 | 0.04 | 6.45 | 0.00 | 2.49 | 2.45 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 9.55 | 7.10 | 2.45 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 3 | 1.50 | 4.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

Coluna AF-3 (TIPO 1)

Conexão analisada

Joelho de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 1

Nível geométrico: 6.45 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.61 | 25 | 1.25 | 5.31 | 3.90 | 9.21 | 0.0736 | 0.68 | 13.63 | 0.48 | 1.48 | -2.16 |
| 4-5 | 0.50 | 25 | 1.02 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0515 | 0.22 | 13.15 | 3.35 | 1.19 | 0.97 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|----|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|
| 5-6 | 0.35 | 25 | 0.72 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.028 1 | 0.12 | 9.80 | 3.35 | 4.32 | 4.20 |
| 6-7 | 0.35 | 25 | 0.72 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.028 1 | 0.04 | 6.45 | 0.00 | 4.20 | 4.16 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 9.55 | 5.39 | 4.16 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 3 | 1.50 | 4.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

Coluna AF-4 (TIPO 1)

Conexão analisada

Joelho de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 1

Nível geométrico: 6.45 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equív. | Total | | | | | Disp. | Jusante |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|----|------|-------|------|-----------|------------|------|-----------|------|-----------|-------|
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.115 2 | 1.09 | 16.0 0 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.3 3 | 0.263 0 | 3.24 | 13.6 3 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.178 5 | 1.23 | 13.6 3 | 0.00 | - 1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.75 | 25 | 1.53 | 0.58 | 0.90 | 1.48 | 0.135 8 | 0.20 | 13.6 3 | 0.00 | - 3.19 | -3.40 |
| 5-6 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.48 | 3.10 | 3.58 | 0.040 0 | 0.14 | 13.6 3 | 0.48 | - 2.92 | -3.06 |
| 6-7 | 0.35 | 25 | 0.72 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.028 1 | 0.12 | 13.1 5 | 3.35 | 0.29 | 0.17 |
| 7-8 | 0.25 | 25 | 0.51 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.015 4 | 0.07 | 9.80 | 3.35 | 3.52 | 3.46 |
| 8-9 | 0.25 | 25 | 0.51 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.015 4 | 0.02 | 6.45 | 0.00 | 3.46 | 3.43 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 9.55 | 6.12 | 3.43 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 3.10 | 6.20 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

Coluna AF-5 (TIPO 1)

Conexão analisada

Joelho de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 1

Nível geométrico: 6.45 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Velo c. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|---------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equív. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.1785 | 1.23 | 13.63 | 0.00 | 1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.48 | 3.10 | 3.58 | 0.0400 | 0.14 | 13.63 | 0.48 | 2.71 | -2.86 |
| 5-6 | 0.35 | 25 | 0.72 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0281 | 0.12 | 13.15 | 3.35 | 0.49 | 0.37 |
| 6-7 | 0.25 | 25 | 0.51 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0154 | 0.07 | 9.80 | 3.35 | 3.72 | 3.66 |
| 7-8 | 0.25 | 25 | 0.51 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.0154 | 0.02 | 6.45 | 0.00 | 3.66 | 3.63 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 9.55 | 5.92 | 3.63 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 3.10 | 6.20 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

Coluna AF-6 (TIPO 1)

Conexão analisada

Joelho de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 1

Nível geométrico: 6.45 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|--------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.120 ₁ | 0.90 | 16.0 ₀ | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 0.80 | 25 | 1.64 | 0.48 | 0.00 | 0.48 | 0.154 ₂ | 0.07 | 13.6 ₃ | 0.48 | 1.95 | 1.88 |
| 3-4 | 0.66 | 25 | 1.34 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.082 ₈ | 0.35 | 13.1 ₅ | 3.35 | 5.23 | 4.88 |
| 4-5 | 0.46 | 25 | 0.95 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.045 ₀ | 0.19 | 9.80 | 3.35 | 8.23 | 8.04 |
| 5-6 | 0.46 | 25 | 0.95 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.045 ₀ | 0.07 | 6.45 | 0.00 | 8.04 | 7.97 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 9.55 | 1.58 | 7.97 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

Coluna AF-7 (TIPO 1)

Conexão analisada

Joelho de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 1

Nível geométrico: 6.45 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|------------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.115 2 | 1.09 | 16.0 0 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 0.80 | 25 | 1.64 | 0.48 | 0.00 | 0.48 | 0.154 2 | 0.07 | 13.6 3 | 0.48 | 1.76 | 1.69 |
| 3-4 | 0.66 | 25 | 1.34 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.082 8 | 0.35 | 13.1 5 | 3.35 | 5.04 | 4.69 |
| 4-5 | 0.46 | 25 | 0.95 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.045 0 | 0.19 | 9.80 | 3.35 | 8.04 | 7.84 |
| 5-6 | 0.46 | 25 | 0.95 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.045 0 | 0.07 | 6.45 | 0.00 | 7.84 | 7.78 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 9.55 | 1.77 | 7.78 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L. equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|--------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

Coluna AF-8 (TIPO 1)

Conexão analisada

Joelho de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 1

Nível geométrico: 6.45 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.1201 | 0.90 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.2810 | 1.55 | 13.63 | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 1.01 | 25 | 2.06 | 3.08 | 0.90 | 3.98 | 0.2390 | 0.95 | 13.63 | 0.00 | 0.07 | -1.02 |
| 4-5 | 0.80 | 25 | 1.64 | 4.10 | 6.10 | 10.20 | 0.1542 | 1.57 | 13.63 | 0.48 | 0.54 | -2.12 |
| 5-6 | 0.66 | 25 | 1.34 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0828 | 0.35 | 13.15 | 3.35 | 1.23 | 0.88 |
| 6-7 | 0.46 | 25 | 0.95 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0450 | 0.19 | 9.80 | 3.35 | 4.23 | 4.04 |
| 7-8 | 0.46 | 25 | 0.95 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.0450 | 0.07 | 6.45 | 0.00 | 4.04 | 3.97 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 9.55 | 5.58 | 3.97 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 2 | 1.50 | 3.00 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |

| | | | | | |
|-----|-------------------------------|---------------|---|------|------|
| PVC | Joelho de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
|-----|-------------------------------|---------------|---|------|------|

Coluna AF-9 (TIPO 1)

Conexão analisada

Joelho de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 1

Nível geométrico: 6.45 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.1201 | 0.90 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.2810 | 1.55 | 13.63 | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 0.43 | 25 | 0.89 | 1.27 | 4.60 | 5.87 | 0.0400 | 0.23 | 13.63 | 0.48 | 0.41 | 0.17 |
| 4-5 | 0.35 | 25 | 0.72 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0281 | 0.12 | 13.15 | 3.35 | 3.52 | 3.40 |
| 5-6 | 0.25 | 25 | 0.51 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0154 | 0.07 | 9.80 | 3.35 | 6.75 | 6.69 |
| 6-7 | 0.25 | 25 | 0.51 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.0154 | 0.02 | 6.45 | 0.00 | 6.69 | 6.67 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 9.55 | 2.88 | 6.67 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|-------------------------------|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |

| | | | | | |
|-----|---|---------------|---|------|------|
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

Coluna AL-1 (TIPO 1)

Conexão analisada

Luva de correr p/ tubo - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 1

Nível geométrico: 3.65 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 0.30 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Velo c. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|---------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 0.32 | 25 | 0.65 | 1.91 | 2.70 | 4.61 | 0.0230 | 0.11 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | -0.11 |
| 2-3 | 0.32 | 20 | 1.01 | 5.00 | 1.20 | 6.20 | 0.0663 | 0.41 | 0.30 | -3.35 | -3.46 | -3.87 |
| 3-4 | 0.32 | 20 | 1.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.0663 | 0.00 | 3.65 | 0.00 | -3.87 | -3.87 |

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| -3.35 | 0.52 | -3.87 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|-------------------------------|------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1" | 1 | 1.20 | 1.20 |

| | | | | | |
|-----|------------------------|----------|---|------|------|
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| BH | 1" x 3/4" | 1CV R107 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 25 mm | 1 | 1.20 | 1.20 |
| PVC | Luva de correr p/ tubo | 25 mm | 1 | 0.01 | 0.01 |

Coluna AF-1 (TIPO 2)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 2

Nível geométrico: 9.80 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equív. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.1201 | 0.90 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.2810 | 1.55 | 13.63 | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 1.01 | 25 | 2.06 | 3.08 | 0.90 | 3.98 | 0.2390 | 0.95 | 13.63 | 0.00 | 0.07 | -1.02 |
| 4-5 | 0.61 | 25 | 1.25 | 7.36 | 3.90 | 11.26 | 0.0736 | 0.83 | 13.63 | 0.48 | 0.54 | -1.37 |
| 5-6 | 0.50 | 25 | 1.02 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0515 | 0.22 | 13.15 | 3.35 | 1.98 | 1.76 |
| 6-7 | 0.50 | 25 | 1.02 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.0515 | 0.16 | 9.80 | 0.00 | 1.76 | 1.60 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 6.20 | 4.60 | 1.60 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | L equivalente (m) |
|----------|-------------------|
| | |

| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
|----------|---|---------------|--------|----------|-------|
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 2 | 1.50 | 3.00 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-2 (TIPO 2)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 2

Nível geométrico: 9.80 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.1785 | 1.23 | 13.63 | 0.00 | 1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.75 | 25 | 1.53 | 0.58 | 0.90 | 1.48 | 0.1358 | 0.20 | 13.63 | 0.00 | 3.19 | -3.40 |
| 5-6 | 0.61 | 25 | 1.25 | 9.11 | 3.90 | 13.01 | 0.0736 | 0.96 | 13.63 | 0.48 | 2.92 | -3.87 |
| 6-7 | 0.50 | 25 | 1.02 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0515 | 0.22 | 13.15 | 3.35 | 0.52 | -0.74 |
| 7-8 | 0.50 | 25 | 1.02 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.0515 | 0.16 | 9.80 | 0.00 | 0.74 | -0.90 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 6.20 | 7.10 | -0.90 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 3 | 1.50 | 4.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-3 (TIPO 2)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 2

Nível geométrico: 9.80 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Velo c. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|---------------|-----------------|---------|-----------|------------|----------------|------------|--------------|-------------------|----------|
| | | | | Conduto | Equi v. | Total | | | | | Dis p. | Jusan te |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.115 2 | 1.09 | 16.0 0 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.3 3 | 0.263 0 | 3.24 | 13.6 3 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.61 | 25 | 1.25 | 5.31 | 3.90 | 9.21 | 0.073 6 | 0.68 | 13.6 3 | 0.48 | 1.48 | -2.16 |
| 4-5 | 0.50 | 25 | 1.02 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.051 5 | 0.22 | 13.1 5 | 3.35 | 1.19 | 0.97 |
| 5-6 | 0.50 | 25 | 1.02 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.051 5 | 0.16 | 9.80 | 0.00 | 0.97 | 0.81 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 6.20 | 5.39 | 0.81 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 3 | 1.50 | 4.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-4 (TIPO 2)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 2

Nível geométrico: 9.80 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Dispon. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|----|------|------|------|------|------------|------|-----------|------|-----------|-------|
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.178 5 | 1.23 | 13.6 3 | 0.00 | - 1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.75 | 25 | 1.53 | 0.58 | 0.90 | 1.48 | 0.135 8 | 0.20 | 13.6 3 | 0.00 | - 3.19 | -3.40 |
| 5-6 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.48 | 3.10 | 3.58 | 0.040 0 | 0.14 | 13.6 3 | 0.48 | - 2.92 | -3.06 |
| 6-7 | 0.35 | 25 | 0.72 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.028 1 | 0.12 | 13.1 5 | 3.35 | 0.29 | 0.17 |
| 7-8 | 0.35 | 25 | 0.72 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.028 1 | 0.09 | 9.80 | 0.00 | 0.17 | 0.08 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 6.20 | 6.12 | 0.08 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 3.10 | 6.20 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-5 (TIPO 2)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 2

Nível geométrico: 9.80 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.1785 | 1.23 | 13.63 | 0.00 | -1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.48 | 3.10 | 3.58 | 0.0400 | 0.14 | 13.63 | 0.48 | -2.71 | -2.86 |
| 5-6 | 0.35 | 25 | 0.72 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0281 | 0.12 | 13.15 | 3.35 | 0.49 | 0.37 |
| 6-7 | 0.35 | 25 | 0.72 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.0281 | 0.09 | 9.80 | 0.00 | 0.37 | 0.29 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 6.20 | 5.91 | 0.29 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 3.10 | 6.20 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-6 (TIPO 2)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 2

Nível geométrico: 9.80 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Velo c. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|---------------|-----------------|--------|-------|--------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.120 ₁ | 0.90 | 16.0 ₀ | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 0.80 | 25 | 1.64 | 0.48 | 0.00 | 0.48 | 0.154 ₂ | 0.07 | 13.6 ₃ | 0.48 | 1.95 | 1.88 |
| 3-4 | 0.66 | 25 | 1.34 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.082 ₈ | 0.35 | 13.1 ₅ | 3.35 | 5.23 | 4.88 |
| 4-5 | 0.66 | 25 | 1.34 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.082 ₈ | 0.26 | 9.80 | 0.00 | 4.88 | 4.62 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 6.20 | 1.58 | 4.62 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-7 (TIPO 2)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 2

Nível geométrico: 9.80 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Velo c. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|---------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 0.80 | 25 | 1.64 | 0.48 | 0.00 | 0.48 | 0.1542 | 0.07 | 13.63 | 0.48 | 1.76 | 1.69 |
| 3-4 | 0.66 | 25 | 1.34 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0828 | 0.35 | 13.15 | 3.35 | 5.04 | 4.69 |
| 4-5 | 0.66 | 25 | 1.34 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.0828 | 0.26 | 9.80 | 0.00 | 4.69 | 4.43 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 6.20 | 1.77 | 4.43 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-8 (TIPO 2)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 2

Nível geométrico: 9.80 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Velo c. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|---------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equív. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.1201 | 0.90 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.2810 | 1.55 | 13.63 | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 1.01 | 25 | 2.06 | 3.08 | 0.90 | 3.98 | 0.2390 | 0.95 | 13.63 | 0.00 | 0.07 | -1.02 |
| 4-5 | 0.80 | 25 | 1.64 | 4.10 | 6.10 | 10.20 | 0.1542 | 1.57 | 13.63 | 0.48 | 0.54 | -2.12 |
| 5-6 | 0.66 | 25 | 1.34 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.0828 | 0.35 | 13.15 | 3.35 | 1.23 | 0.88 |
| 6-7 | 0.66 | 25 | 1.34 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.0828 | 0.26 | 9.80 | 0.00 | 0.88 | 0.63 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 6.20 | 5.57 | 0.63 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 2 | 1.50 | 3.00 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-9 (TIPO 2)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 2

Nível geométrico: 9.80 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|--------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.120 ₁ | 0.90 | 16.0 ₀ | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.281 ₀ | 1.55 | 13.6 ₃ | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 0.43 | 25 | 0.89 | 1.27 | 4.60 | 5.87 | 0.040 ₀ | 0.23 | 13.6 ₃ | 0.48 | 0.41 | 0.17 |
| 4-5 | 0.35 | 25 | 0.72 | 3.35 | 0.90 | 4.25 | 0.028 ₁ | 0.12 | 13.1 ₅ | 3.35 | 3.52 | 3.40 |
| 5-6 | 0.35 | 25 | 0.72 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.028 ₁ | 0.09 | 9.80 | 0.00 | 3.40 | 3.32 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 6.20 | 2.88 | 3.32 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AL-1 (TIPO 2)

Conexão analisada

Luva de correr p/ tubo - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 2

Nível geométrico: 7.00 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 0.30 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 0.32 | 25 | 0.65 | 1.91 | 2.70 | 4.61 | 0.0230 | 0.11 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | -0.11 |
| 2-3 | 0.32 | 20 | 1.01 | 8.35 | 1.21 | 9.56 | 0.0663 | 0.63 | 0.30 | -6.70 | - | -7.44 |
| 3-4 | 0.32 | 20 | 1.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.0663 | 0.00 | 7.00 | 0.00 | - | -7.44 |

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| -6.70 | 0.74 | -7.44 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|-------------------------------|----------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1" | 1 | 1.20 | 1.20 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| BH | 1" x 3/4" | 1CV R107 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 25 mm | 1 | 1.20 | 1.20 |
| PVC | Luva de correr p/ tubo | 25 mm | 2 | 0.01 | 0.02 |

Coluna AF-1 (TIPO 3)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 3

Nível geométrico: 13.15 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.1201 | 0.90 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.2810 | 1.55 | 13.63 | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 1.01 | 25 | 2.06 | 3.08 | 0.90 | 3.98 | 0.2390 | 0.95 | 13.63 | 0.00 | -0.07 | -1.02 |
| 4-5 | 0.61 | 25 | 1.25 | 7.36 | 3.90 | 11.26 | 0.0736 | 0.83 | 13.63 | 0.48 | -0.54 | -1.37 |
| 5-6 | 0.61 | 25 | 1.25 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.0736 | 0.23 | 13.15 | 0.00 | -1.37 | -1.60 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.85 | 4.45 | -1.60 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 2 | 1.50 | 3.00 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-2 (TIPO 3)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 3

Nível geométrico: 13.15 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-----------|------------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.115 2 | 1.09 | 16.0 0 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.3 3 | 0.263 0 | 3.24 | 13.6 3 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.178 5 | 1.23 | 13.6 3 | 0.00 | - 1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.75 | 25 | 1.53 | 0.58 | 0.90 | 1.48 | 0.135 8 | 0.20 | 13.6 3 | 0.00 | - 3.19 | -3.40 |
| 5-6 | 0.61 | 25 | 1.25 | 9.11 | 3.90 | 13.0 1 | 0.073 6 | 0.96 | 13.6 3 | 0.48 | - 2.92 | -3.87 |
| 6-7 | 0.61 | 25 | 1.25 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.073 6 | 0.23 | 13.1 5 | 0.00 | - 3.87 | -4.10 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.85 | 6.95 | -4.10 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 3 | 1.50 | 4.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-3 (TIPO 3)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 3

Nível geométrico: 13.15 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equív. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.61 | 25 | 1.25 | 5.31 | 3.90 | 9.21 | 0.0736 | 0.68 | 13.63 | 0.48 | 1.48 | -2.16 |
| 4-5 | 0.61 | 25 | 1.25 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.0736 | 0.23 | 13.15 | 0.00 | 2.16 | -2.39 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.85 | 5.24 | -2.39 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 3 | 1.50 | 4.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-4 (TIPO 3)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 3

Nível geométrico: 13.15 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.1785 | 1.23 | 13.63 | 0.00 | 1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.75 | 25 | 1.53 | 0.58 | 0.90 | 1.48 | 0.1358 | 0.20 | 13.63 | 0.00 | 3.19 | -3.40 |
| 5-6 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.48 | 3.10 | 3.58 | 0.0400 | 0.14 | 13.63 | 0.48 | 2.92 | -3.06 |
| 6-7 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.0400 | 0.12 | 13.15 | 0.00 | 3.06 | -3.18 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.85 | 6.03 | -3.18 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 3.10 | 6.20 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-5 (TIPO 3)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 3

Nível geométrico: 13.15 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equív. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.1785 | 1.23 | 13.63 | 0.00 | 1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.48 | 3.10 | 3.58 | 0.0400 | 0.14 | 13.63 | 0.48 | 2.71 | -2.86 |
| 5-6 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.0400 | 0.12 | 13.15 | 0.00 | 2.86 | -2.98 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.85 | 5.83 | -2.98 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

| | | | | | |
|-----|---------------------------|---------------|---|------|------|
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 3.10 | 6.20 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-6 (TIPO 3)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 3

Nível geométrico: 13.15 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|--------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.120 ₁ | 0.90 | 16.0 ₀ | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 0.80 | 25 | 1.64 | 0.48 | 0.00 | 0.48 | 0.154 ₂ | 0.07 | 13.6 ₃ | 0.48 | 1.95 | 1.88 |
| 3-4 | 0.80 | 25 | 1.64 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.154 ₂ | 0.48 | 13.1 ₅ | 0.00 | 1.88 | 1.40 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.85 | 1.45 | 1.40 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-7 (TIPO 3)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 3

Nível geométrico: 13.15 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Velo c. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|---------------|-----------------|--------|-------|--------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.115 ₂ | 1.09 | 16.0 ₀ | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 0.80 | 25 | 1.64 | 0.48 | 0.00 | 0.48 | 0.154 ₂ | 0.07 | 13.6 ₃ | 0.48 | 1.76 | 1.69 |
| 3-4 | 0.80 | 25 | 1.64 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.154 ₂ | 0.48 | 13.1 ₅ | 0.00 | 1.69 | 1.21 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.85 | 1.64 | 1.21 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-8 (TIPO 3)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 3

Nível geométrico: 13.15 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equip. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.1201 | 0.90 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.2810 | 1.55 | 13.63 | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 1.01 | 25 | 2.06 | 3.08 | 0.90 | 3.98 | 0.2390 | 0.95 | 13.63 | 0.00 | -0.07 | -1.02 |
| 4-5 | 0.80 | 25 | 1.64 | 4.10 | 6.10 | 10.20 | 0.1542 | 1.57 | 13.63 | 0.48 | 0.54 | -2.12 |
| 5-6 | 0.80 | 25 | 1.64 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.1542 | 0.48 | 13.15 | 0.00 | -2.12 | -2.59 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.85 | 5.44 | -2.59 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|---------------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 2 | 1.50 | 3.00 |
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |

Coluna AF-9 (TIPO 3)

Conexão analisada

Te de redução 90 soldável - 32 mm - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 3

Nível geométrico: 13.15 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.1201 | 0.90 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.2810 | 1.55 | 13.63 | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 0.43 | 25 | 0.89 | 1.27 | 4.60 | 5.87 | 0.0400 | 0.23 | 13.63 | 0.48 | 0.41 | 0.17 |
| 4-5 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.0400 | 0.12 | 13.15 | 0.00 | 0.17 | 0.05 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.85 | 2.80 | 0.05 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

| | | | | | |
|-----|---------------------------|---------------|---|------|------|
| PVC | Te de redução 90 soldável | 32 mm - 25 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
|-----|---------------------------|---------------|---|------|------|

Coluna AL-1 (TIPO 3)

Conexão analisada

Luva de correr p/ tubo - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento TIPO 3

Nível geométrico: 10.35 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 0.30 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 0.32 | 25 | 0.65 | 1.91 | 2.70 | 4.61 | 0.0230 | 0.11 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | -0.11 |
| 2-3 | 0.32 | 20 | 1.01 | 11.70 | 1.22 | 12.92 | 0.0663 | 0.86 | 0.30 | -10.05 | 10.16 | -11.01 |
| 3-4 | 0.32 | 20 | 1.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.0663 | 0.00 | 10.35 | 0.00 | 11.01 | -11.01 |

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| -10.05 | 0.96 | -11.01 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|-------------------------------|----------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1" | 1 | 1.20 | 1.20 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| BH | 1" x 3/4" | 1CV R107 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 25 mm | 1 | 1.20 | 1.20 |
| PVC | Luva de correr p/ tubo | 25 mm | 3 | 0.01 | 0.03 |

Coluna AF-1 (BARRILETE)

Conexão analisada

Joelho 90 soldável - 32 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento BARRILETE

Nível geométrico: 13.63 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.1201 | 0.90 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.2810 | 1.55 | 13.63 | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 1.01 | 25 | 2.06 | 3.08 | 0.90 | 3.98 | 0.2390 | 0.95 | 13.63 | 0.00 | 0.07 | -1.02 |
| 4-5 | 0.61 | 25 | 1.25 | 6.88 | 2.40 | 9.28 | 0.0736 | 0.68 | 13.63 | 0.00 | 1.02 | -1.71 |
| 5-6 | 0.61 | 25 | 1.25 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.0736 | 0.11 | 13.63 | 0.00 | 1.71 | -1.82 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.37 | 4.19 | -1.82 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 2 | 1.50 | 3.00 |

Coluna AF-2 (BARRILETE)

Conexão analisada

Joelho 90 soldável - 32 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento BARRILETE

Nível geométrico: 13.63 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Velo c. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|---------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.1785 | 1.23 | 13.63 | 0.00 | 1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.75 | 25 | 1.53 | 0.58 | 0.90 | 1.48 | 0.1358 | 0.20 | 13.63 | 0.00 | 3.19 | -3.40 |
| 5-6 | 0.61 | 25 | 1.25 | 8.63 | 2.40 | 11.03 | 0.0736 | 0.81 | 13.63 | 0.00 | 3.40 | -4.21 |
| 6-7 | 0.61 | 25 | 1.25 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.0736 | 0.11 | 13.63 | 0.00 | 4.21 | -4.32 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.37 | 6.69 | -4.32 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 3 | 1.50 | 4.50 |

| | | | | | |
|-----|----------------|-------|---|------|------|
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 0.90 | 1.80 |

Coluna AF-3 (BARRILETE)

Conexão analisada

Joelho 90 soldável - 32 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento BARRILETE

Nível geométrico: 13.63 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.61 | 25 | 1.25 | 4.83 | 2.40 | 7.23 | 0.0736 | 0.53 | 13.63 | 0.00 | 1.96 | -2.50 |
| 4-5 | 0.61 | 25 | 1.25 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.0736 | 0.11 | 13.63 | 0.00 | 2.50 | -2.61 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.37 | 4.98 | -2.61 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 3 | 1.50 | 4.50 |

| | | | | | |
|-----|----------------|-------|---|------|------|
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
|-----|----------------|-------|---|------|------|

Coluna AF-4 (BARRILETE)

Conexão analisada

Te 90 soldável - 32 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento BARRILETE

Nível geométrico: 13.63 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.1785 | 1.23 | 13.63 | 0.00 | 1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.75 | 25 | 1.53 | 0.58 | 0.90 | 1.48 | 0.1358 | 0.20 | 13.63 | 0.00 | 3.19 | -3.40 |
| 5-6 | 0.75 | 25 | 1.53 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.1358 | 0.42 | 13.63 | 0.00 | 3.40 | -3.82 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.37 | 6.19 | -3.82 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |

| | | | | | |
|-----|--------------------|-------|---|------|------|
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 3.10 | 6.20 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |

Coluna AF-5 (BARRILETE)

Conexão analisada

Te 90 soldável - 32 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento BARRILETE

Nível geométrico: 13.63 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.60 | 6.10 | 8.70 | 0.1152 | 1.09 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.28 |
| 2-3 | 1.06 | 25 | 2.17 | 10.83 | 1.50 | 12.33 | 0.2630 | 3.24 | 13.63 | 0.00 | 1.28 | -1.96 |
| 3-4 | 0.87 | 25 | 1.77 | 3.80 | 3.10 | 6.90 | 0.1785 | 1.23 | 13.63 | 0.00 | -1.96 | -3.19 |
| 4-5 | 0.87 | 25 | 1.77 | 0.00 | 3.10 | 3.10 | 0.1785 | 0.55 | 13.63 | 0.00 | -3.19 | -3.75 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.37 | 6.12 | -3.75 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |

| | | | | | |
|-----|--------------------|-------|---|------|------|
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 2 | 3.10 | 6.20 |

Coluna AF-6 (BARRILETE)

Conexão analisada

<peça indefinida>

Pavimento BARRILETE

Nível geométrico: 13.60 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equip. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.57 | 4.10 | 6.67 | 0.1201 | 0.89 | 16.00 | 2.40 | 2.40 | 1.51 |
| 2-3 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0000 | 0.00 | 13.60 | 0.00 | 1.51 | 1.51 |

Aviso: Existe 1 conexão com peça indefinida

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.40 | 0.89 | 1.51 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |

Coluna AF-7 (BARRILETE)

Conexão analisada

Joelho 90 soldável - 40 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento BARRILETE

Nível geométrico: 13.60 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.33 | 32 | 1.66 | 2.57 | 4.10 | 6.67 | 0.1152 | 0.86 | 16.00 | 2.40 | 2.40 | 1.54 |
| 2-3 | 1.33 | 32 | 1.66 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | 0.1152 | 0.23 | 13.60 | 0.00 | 1.54 | 1.31 |

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.40 | 1.09 | 1.31 | 0.50 |

Situação: Pressão suficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 2 | 2.00 | 4.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |

Coluna AF-8 (BARRILETE)

Conexão analisada

Joelho 90 soldável - 32 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento BARRILETE

Nível geométrico: 13.63 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|--------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.120 ₁ | 0.90 | 16.0 ₀ | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.281 ₀ | 1.55 | 13.6 ₃ | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 1.01 | 25 | 2.06 | 3.08 | 0.90 | 3.98 | 0.239 ₀ | 0.95 | 13.6 ₃ | 0.00 | -0.07 | -1.02 |
| 4-5 | 0.80 | 25 | 1.64 | 3.62 | 4.60 | 8.22 | 0.154 ₂ | 1.27 | 13.6 ₃ | 0.00 | 1.02 | -2.29 |
| 5-6 | 0.80 | 25 | 1.64 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.154 ₂ | 0.23 | 13.6 ₃ | 0.00 | -2.29 | -2.52 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.37 | 4.89 | -2.52 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 0.90 | 0.90 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 2 | 1.50 | 3.00 |

Coluna AF-9 (BARRILETE)

Conexão analisada

Joelho 90 soldável - 32 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento BARRILETE

Nível geométrico: 13.63 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 16.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 1.36 | 32 | 1.70 | 2.60 | 4.10 | 6.70 | 0.1201 | 0.90 | 16.00 | 2.37 | 2.37 | 1.47 |
| 2-3 | 1.10 | 25 | 2.25 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 0.2810 | 1.55 | 13.63 | 0.00 | 1.47 | -0.07 |
| 3-4 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.79 | 3.10 | 3.89 | 0.0400 | 0.16 | 13.63 | 0.00 | -0.07 | -0.23 |
| 4-5 | 0.43 | 25 | 0.89 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.0400 | 0.06 | 13.63 | 0.00 | -0.23 | -0.29 |

Aviso: Existem 2 conexões com peças indefinidas

| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| 2.37 | 2.66 | -0.29 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|---|--------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1 1/4" | 1 | 1.80 | 1.80 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 40 mm | 1 | 2.00 | 2.00 |
| PVC | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | 1" | 1 | 0.30 | 0.30 |
| PVC | Te 90 soldável | 32 mm | 1 | 3.10 | 3.10 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |

Coluna AL-1 (BARRILETE)

Conexão analisada

Luva de correr p/ tubo - 25 mm (PVC rígido soldável)

Pavimento BARRILETE

Nível geométrico: 13.60 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas d'água- saídas curtas - 1" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 0.30 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

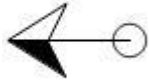
| Trecho | Vazão (l/s) | Ø (m) | Veloc. (m/s) | Comprimento (m) | | | J (m/m) | Perda (m.c.a.) | Altura (m) | Desnível (m) | Pressões (m.c.a.) | |
|--------|-------------|-------|--------------|-----------------|--------|-------|---------|----------------|------------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | Conduto | Equiv. | Total | | | | | Disp. | Jusante |
| 1-2 | 0.32 | 25 | 0.65 | 1.91 | 2.70 | 4.61 | 0.0230 | 0.11 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | -0.11 |
| 2-3 | 0.32 | 20 | 1.01 | 14.95 | 1.23 | 16.18 | 0.0663 | 1.07 | 0.30 | -13.30 | 13.41 | -14.48 |
| 3-4 | 0.32 | 20 | 1.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.0663 | 0.00 | 13.60 | 0.00 | 14.48 | -14.48 |

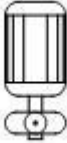

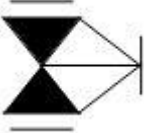
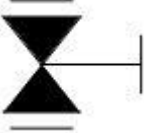
| Pressões (m.c.a.) | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Estática inicial | Perda de carga | Dinâmica disponível | Mínima necessária |
| -13.30 | 1.18 | -14.48 | 0.50 |

Situação: Pressão insuficiente

| Conexões | | | | L equivalente (m) | |
|----------|-------------------------------|----------|--------|-------------------|-------|
| Material | Grupo | Item | Quant. | Unitária | Total |
| PVC | Tomadas d'água- saídas curtas | 1" | 1 | 1.20 | 1.20 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 32 mm | 1 | 1.50 | 1.50 |
| BH | 1" x 3/4" | 1CV R107 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| PVC | Joelho 90 soldável | 25 mm | 1 | 1.20 | 1.20 |
| PVC | Luva de correr p/ tubo | 25 mm | 4 | 0.01 | 0.04 |

Legenda de símbolos

| Legenda detalhada | | |
|---|---------------------------------|-----|
|  | Alimentador Predial | |
| | Metais | |
| | Registro de esfera | |
| | 3/4" | 2pç |
| | PVC misto soldável | |
| | Adaptador p/tubo de polietileno | |
| 3/4" | 1pç | |
| | Colar de tomada em PVC | |

| | | |
|---|---|-------|
| | 3/4" | 1 pç |
| | PVC rígido soldável | |
| | Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro | |
| | 25 mm - 3/4" | 3 pç |
|  | Bomba Hidráulica | |
| | Aço carbono | |
| | Buchas de redução concêntricas | |
| | 1"-3/4" | 1 pç |
| | Bomba Hidráulica - Incêndio | |
| | Bombas Schneider | |
| | ME-1210 1 CV | 1 pç |
|  | Hidrômetros | |
| | Metais | |
| | Registro esfera borboleta bruto PVC | |
| | 3/4" | 1 pç |
| | PVC misto soldável | |
| | Joelho 90 soldável c/ rosca | |
| | 25 mm - 3/4" | 4 pç |
| | Tubo aletado | |
| | 3/4" | 2 pç |
| | Tê sold c/ rosca bolsa central | |
| | 25 mm - 3/4" | 1 pç |
| | PVC rígido roscável | |
| | Tubos | |
| | 3/4" | 0.23m |
| | PVC rígido soldável | |
| | Cap soldável | |
| | 25 mm | 1 pç |
| | Tubos | |
| | 25 mm | 0.73m |
|  | Registro de Pressão com PVC soldável | |
| | Metais | |
| | Registro de pressão c/ canopla cromada | |
| | 3/4" | 1 pç |
| | PVC misto soldável | |
| | Luva soldável c/ rosca | |
| | 25 mm -3/4" | 1 pç |
| | PVC rígido soldável | |
| | Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro | |
| | 25 mm - 3/4" | 1 pç |
|  | Registro de gaveta c/canopla cromada c/PVC soldável | |
| | Metais | |
| | Registro de gaveta c/ canopla cromada | |
| | 3/4" | 1 pç |
| | PVC rígido soldável | |
| | Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro | |
| | 25 mm - 3/4" | 2 pç |

Lista de materiais

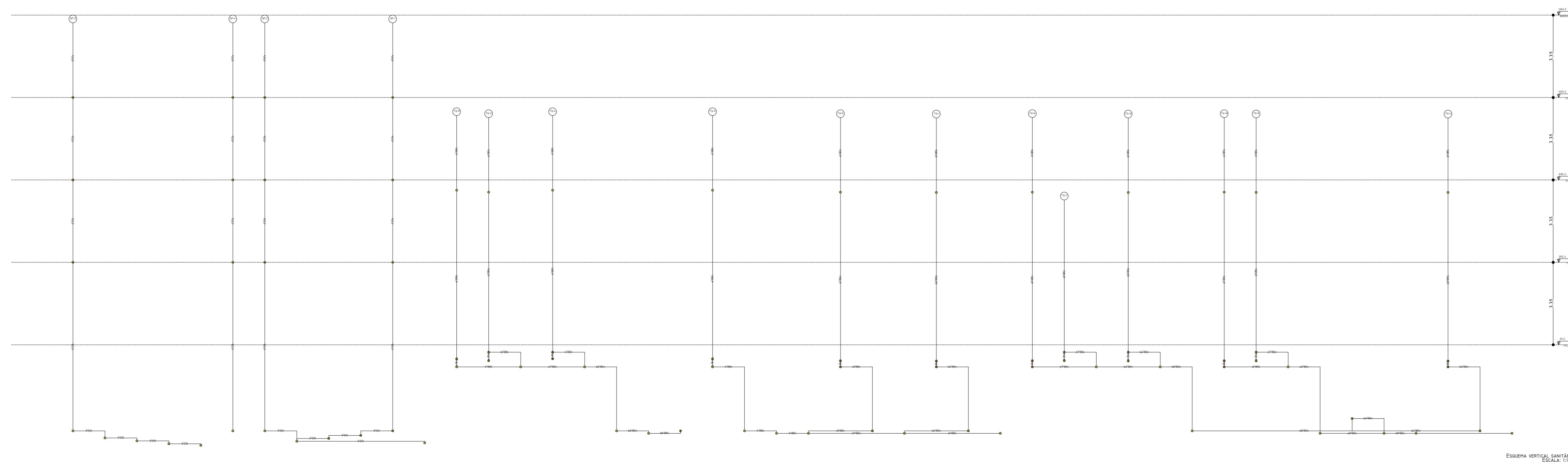
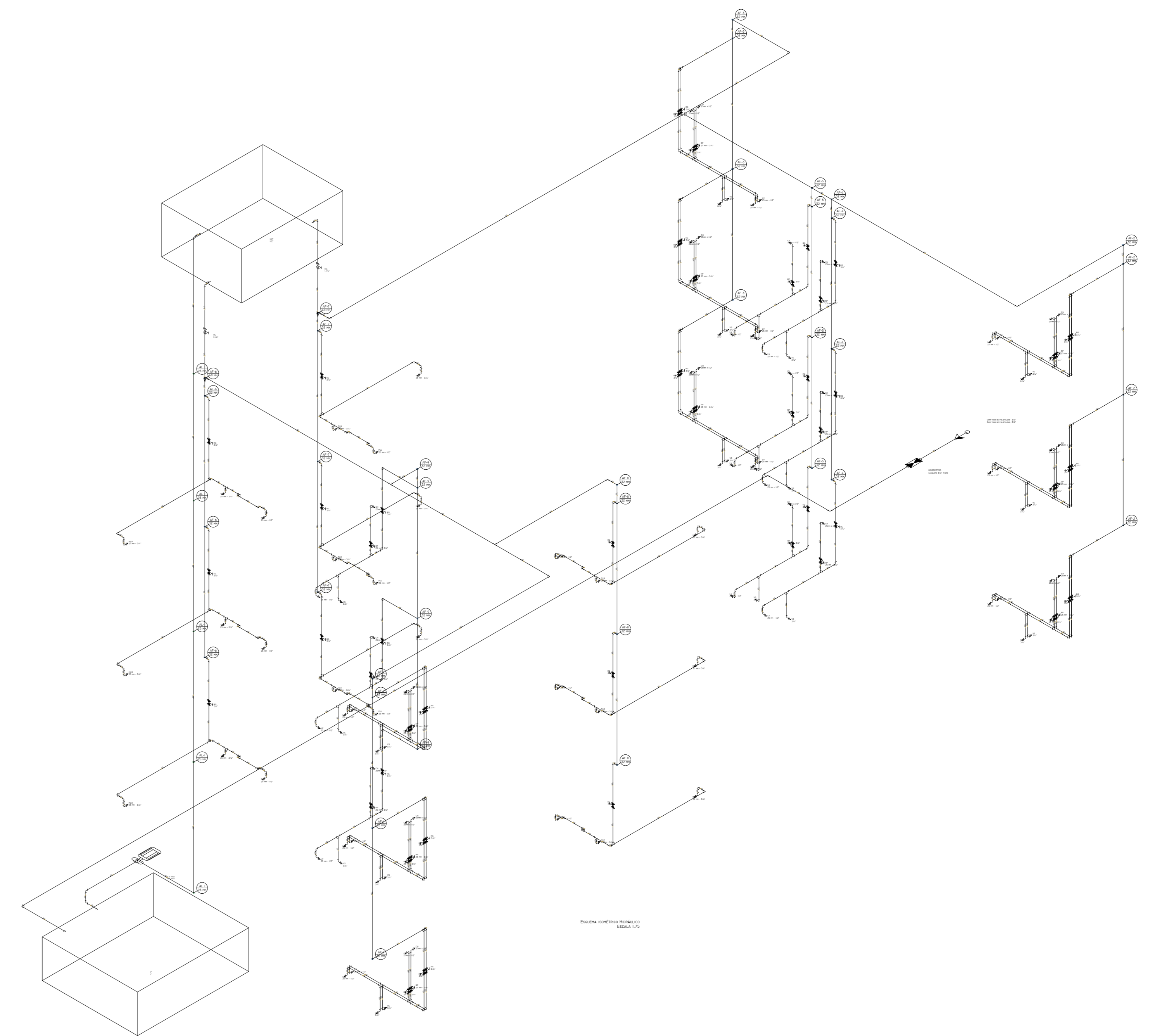
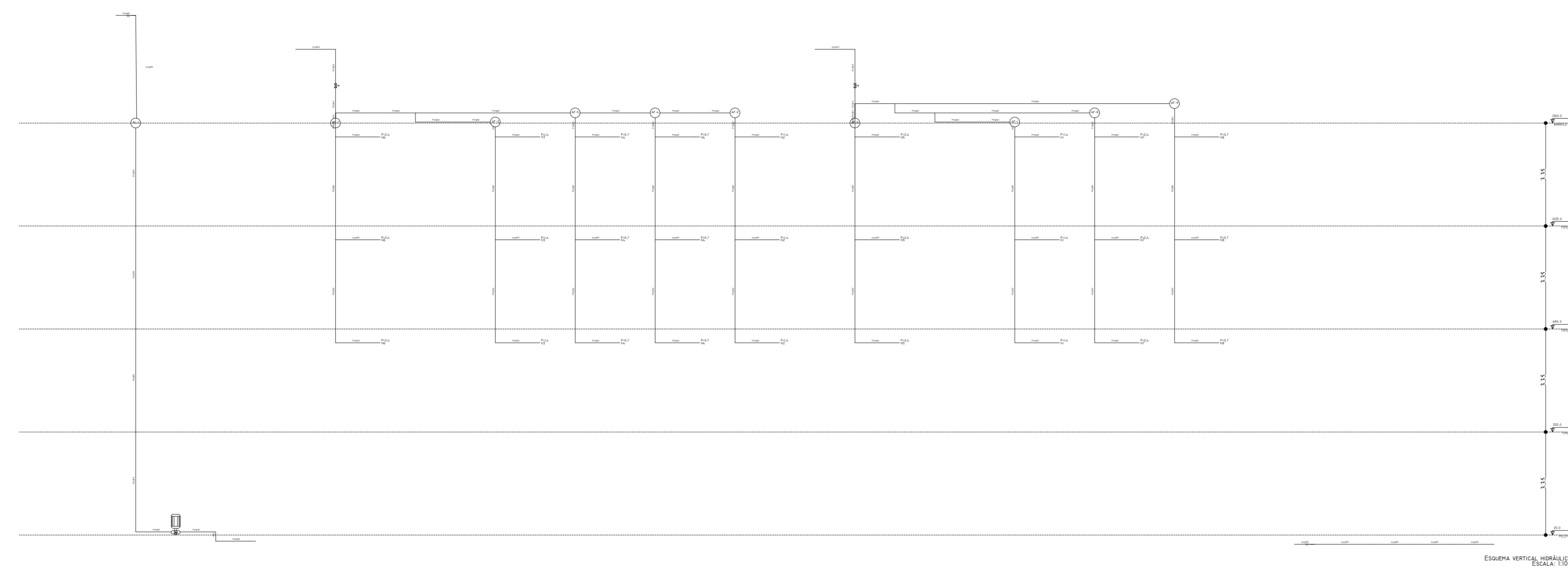
| Lista de Materiais | | |
|------------------------------------|--|--------|
| Aparelho | | |
| | Chuveiro | |
| | 25mm x 1/2" | 27 pç |
| | Máquina de Lavar Roupa | |
| | 25mm x 3/4" | 9 pç |
| | Torneira de Pia de Cozinha | |
| | 25 mm - 1/2" | 9 pç |
| | Torneira de Tanque de Lavar | |
| | 25mmx 3/4" | 9 pç |
| | Torneira de lavatório | |
| | 25 mm - 1/2" | 27 pç |
| | Vaso Sanitário c/ cx. acoplada | |
| | 1/2" | 27 pç |
| Aço carbono | | |
| | Bucha de redução concêntricas | |
| | 1"-3/4" | 1 pç |
| Bomba Hidráulica - Incêndio | | |
| | Bombas Schneider | |
| | ME-1210 1 CV | 1 pç |
| Metais | | |
| | Registro de esfera | |
| | 3/4" | 2 pç |
| | Registro de gaveta c/ canopla cromada | |
| | 1" | 2 pç |
| | 3/4" | 36 pç |
| | Registro de pressão c/ canopla cromada | |
| | 3/4" | 27 pç |
| | Registro esfera borboleta bruto PVC | |
| | 3/4" | 1 pç |
| PVC Acessórios | | |
| | Engate flexível cobre cromado com canopla | |
| | 1/2 - 30cm | 27 pç |
| | Engate flexível plástico | |
| | 1/2 - 30cm | 27 pç |
| PVC misto soldável | | |
| | Adaptador p/tubo de pilielileno | |
| | 3/4" | 1 pç |
| | Colar de tomada em PVC | |
| | 3/4" | 1 pç |
| | Joelho 90 soldável c/ rosca | |
| | 25 mm - 3/4" | 4 pç |
| | Joelho de redução soldável c/ rosca | |
| | 25 mm - 1/2" | 27 pç |
| | Luva soldável c/ rosca | |
| | 25 mm -3/4" | 27 pç |
| | Tubo aletado | |
| | 3/4" | 2 pç |
| | Tê sold c/ rosca bolsa central | |
| | 25 mm - 3/4" | 1 pç |
| PVC rígido roscável | | |
| | Tubos | |
| | 3/4" | 0.23 m |
| PVC rígido soldável | | |
| | Adapt sold. c/ flange livre p/ cx. d' água | |
| | 25 mm - 3/4" | 1 pç |
| | 32 mm - 1" | 1 pç |
| | 40 mm - 1.1/4" | 2 pç |
| | Adapt sold. longo c/ flange p/cx. d' agua | |
| | 25 mm - 3/4" | 1 pç |
| | Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro | |

| | | |
|----------------------------------|---|----------|
| | 25 mm - 3/4" | 102 pç |
| | 32 mm - 1" | 4 pç |
| | Cap soldável | |
| | 25 mm | 1 pç |
| | Joelho 90º soldável | |
| | 25 mm | 158 pç |
| | 32 mm | 11 pç |
| | 40 mm | 3 pç |
| | Joelho de redução 90 soldável | |
| | 32 mm - 25 mm | 9 pç |
| | Luva de correr p/ tubo | |
| | 25 mm | 4 pç |
| | Torneira de bóia | |
| | 3/4" | 1 pç |
| | Tubos | |
| | 25 mm | 291.26 m |
| | 32 mm | 113.05 m |
| | 40 mm | 4.94 m |
| | Tê 90 soldável | |
| | 25 mm | 81 pç |
| | 32 mm | 5 pç |
| | Tê de redução 90 soldável | |
| | 32 mm - 25 mm | 18 pç |
| PVC soldável azul c/ bucha latão | | |
| | Joelho 90º soldável com bucha de latão | |
| | 25 mm - 3/4" | 18 pç |
| | Joelho de redução 90º soldável com bucha de latão | |
| | 25 mm- 1/2" | 63 pç |
| Reservatório de concreto | | |
| | Pré - moldado | |
| | Reservatório concreto | 2 pç |

Considerações finais

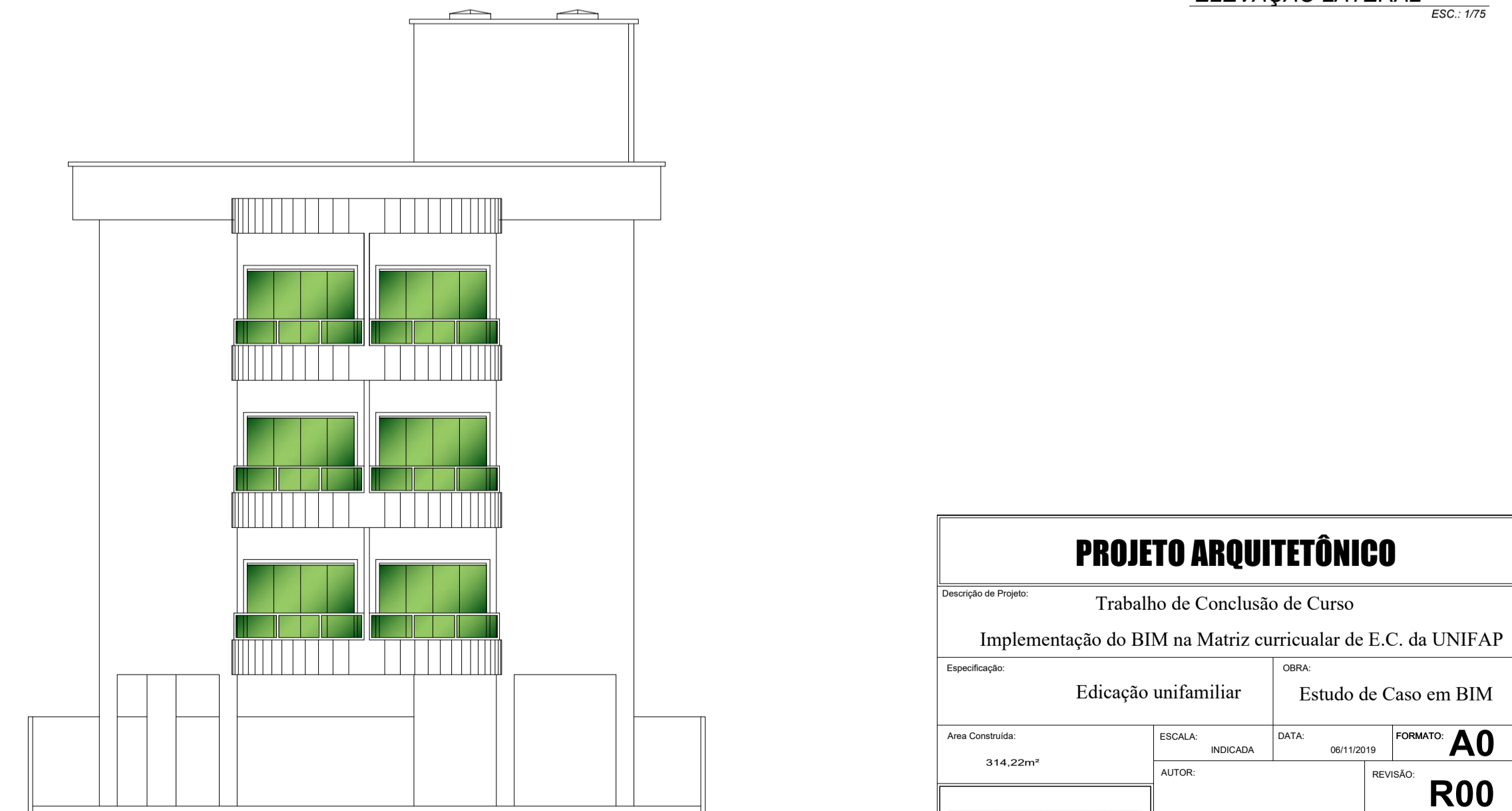
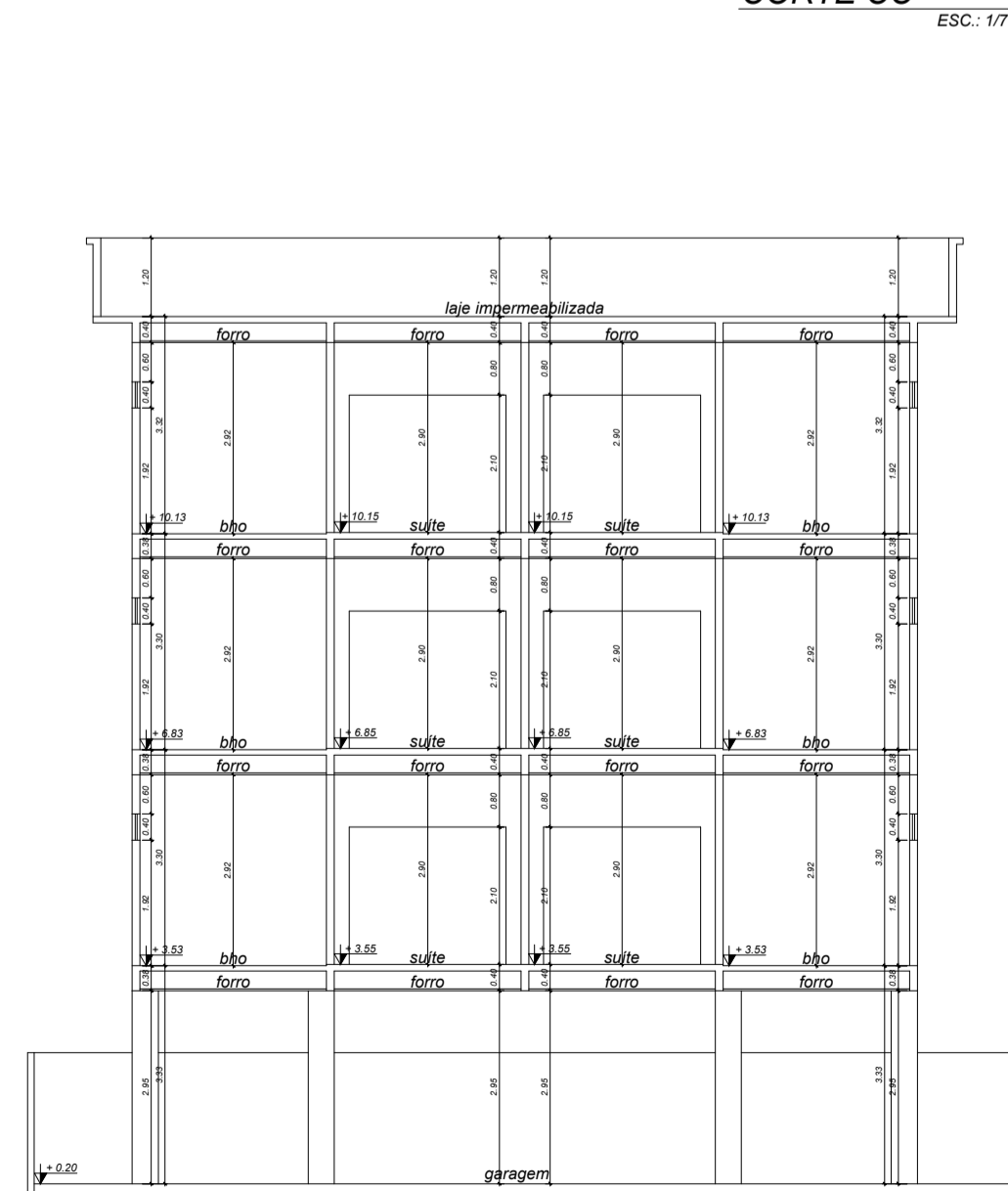
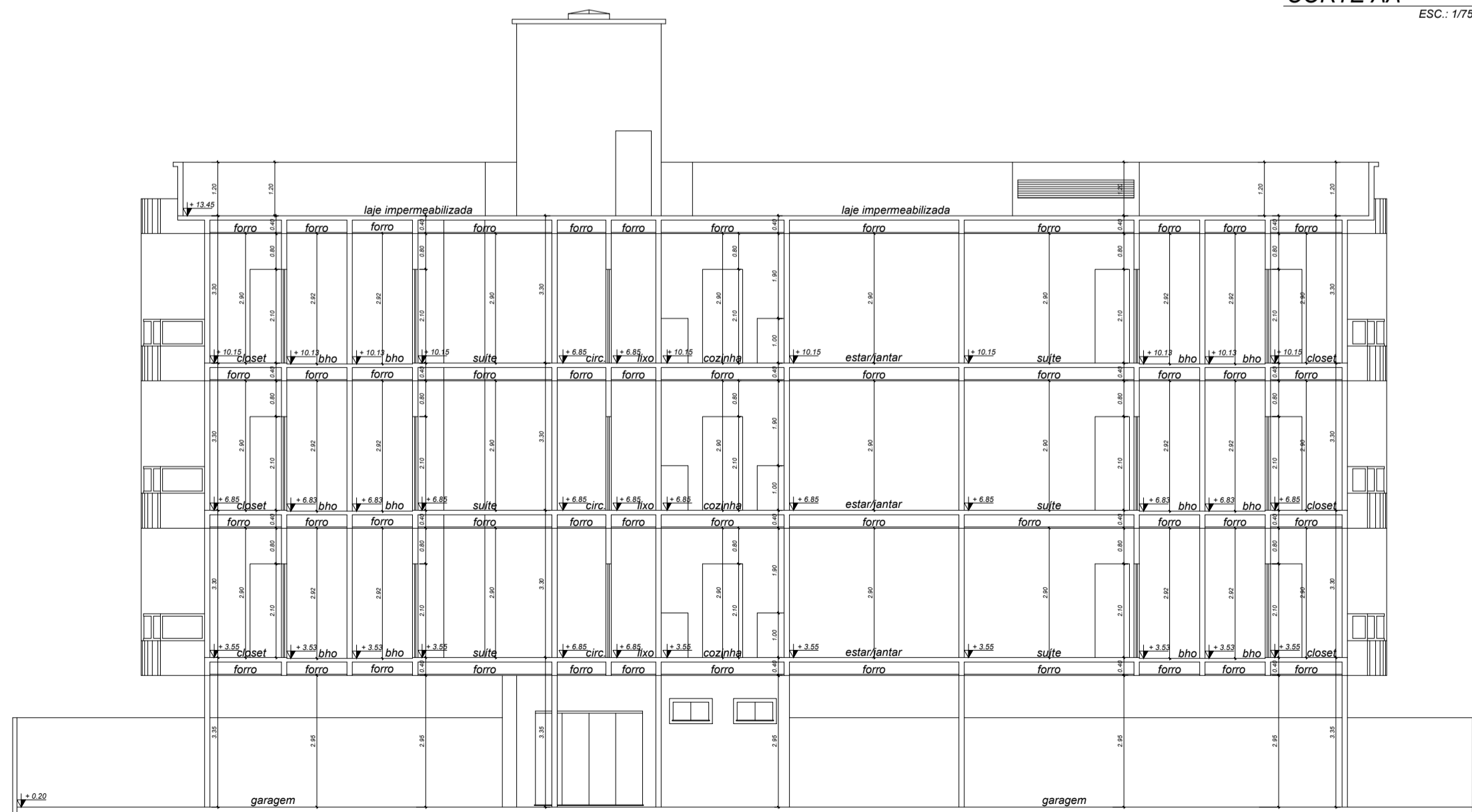
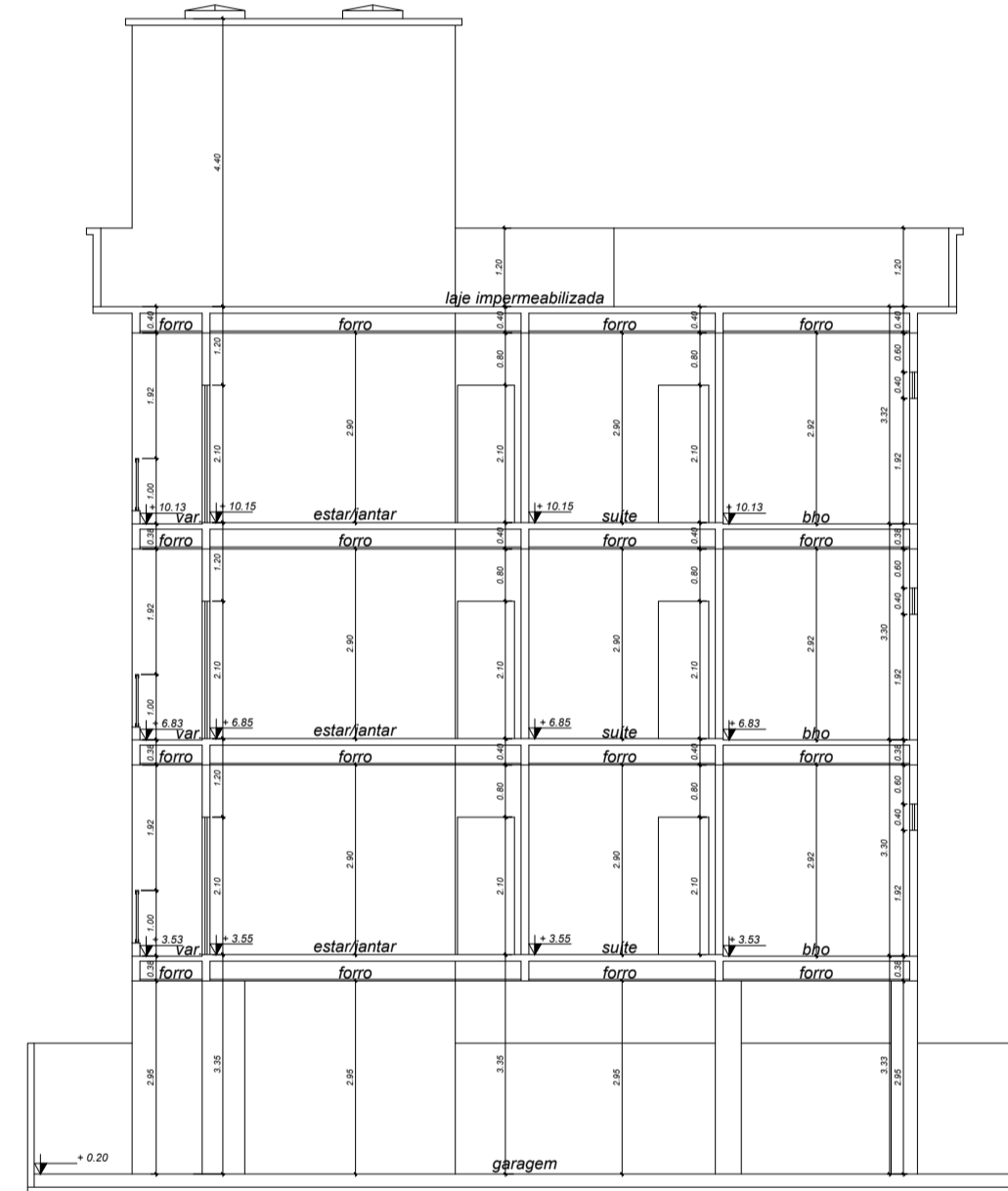
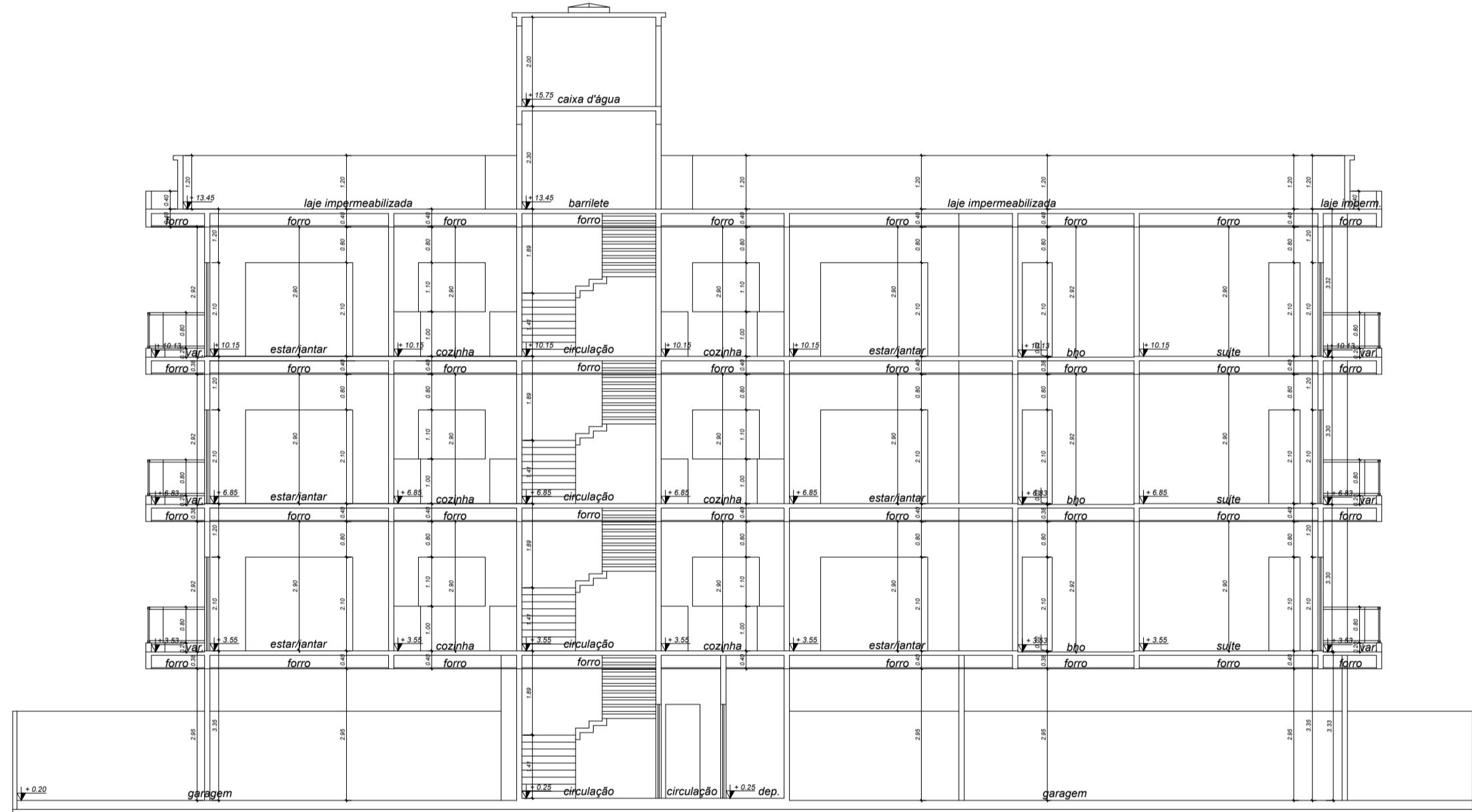
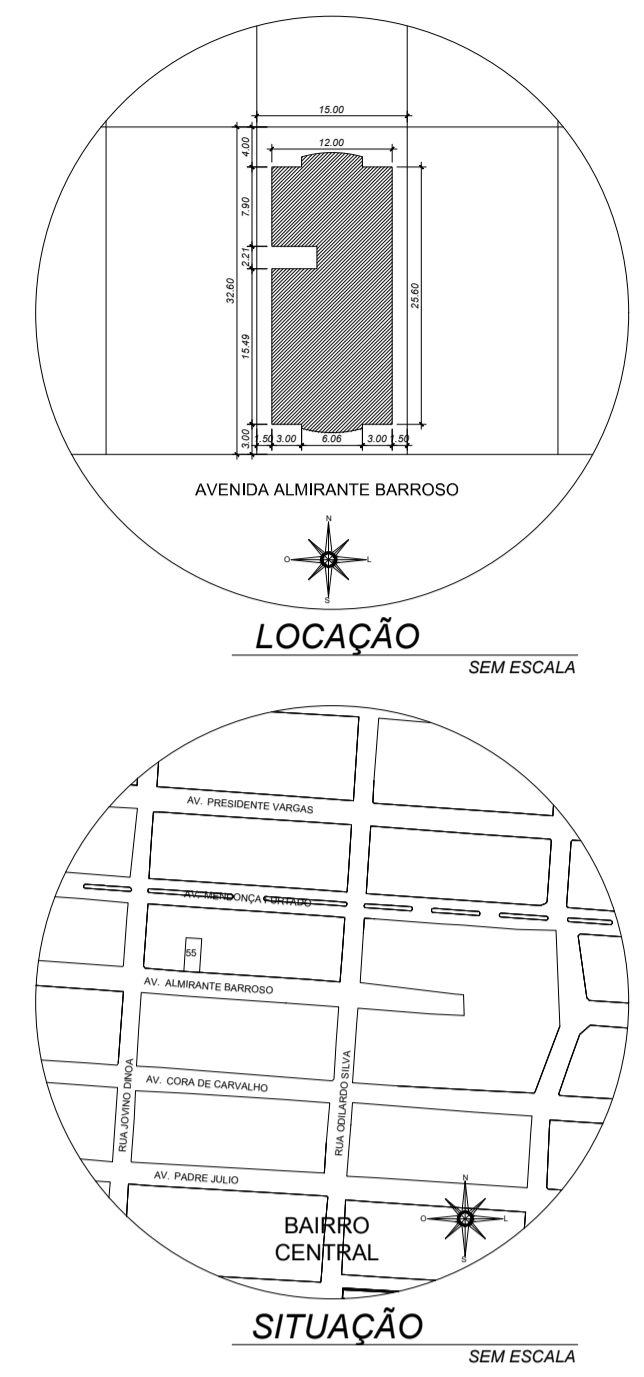
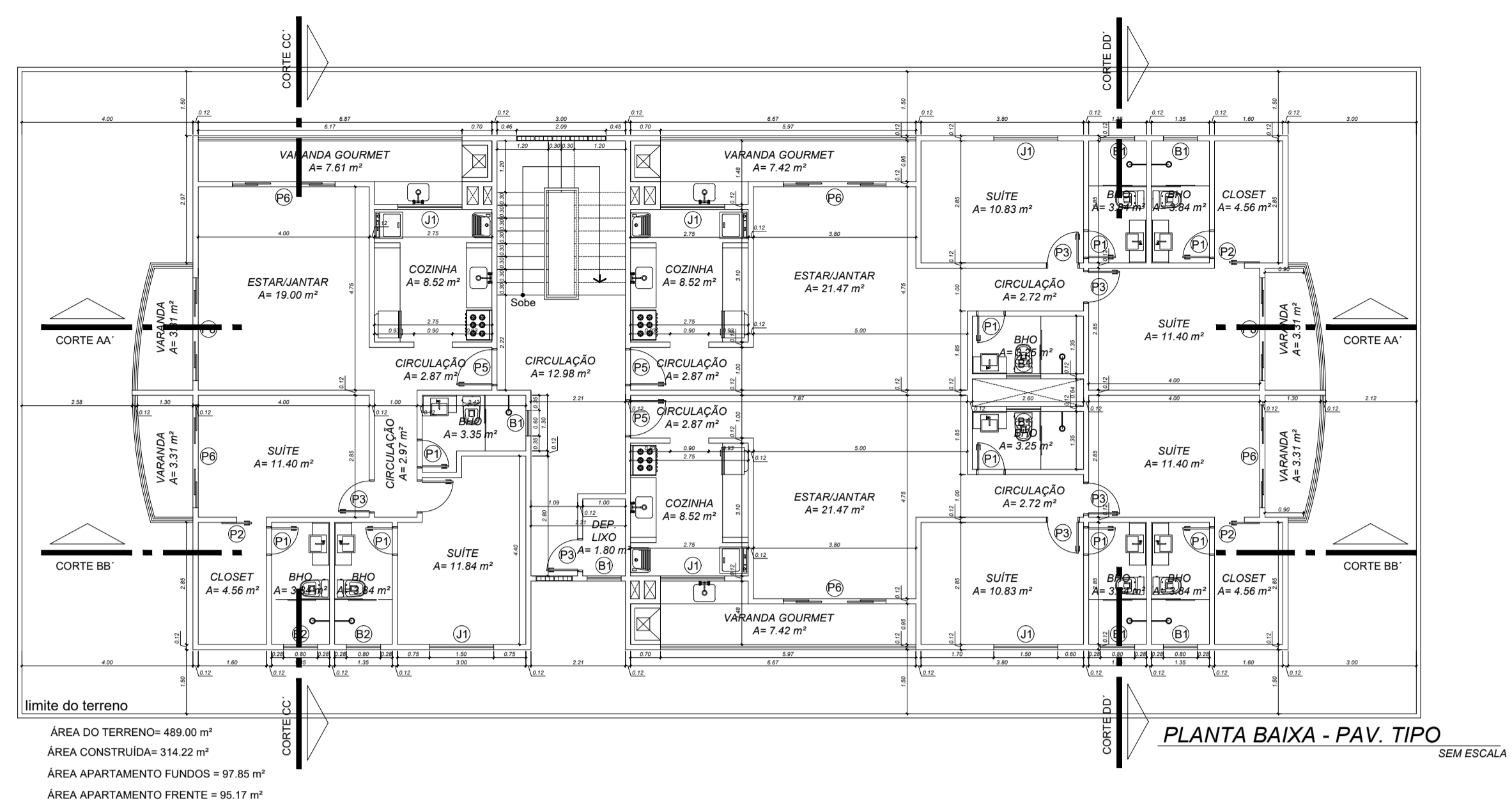
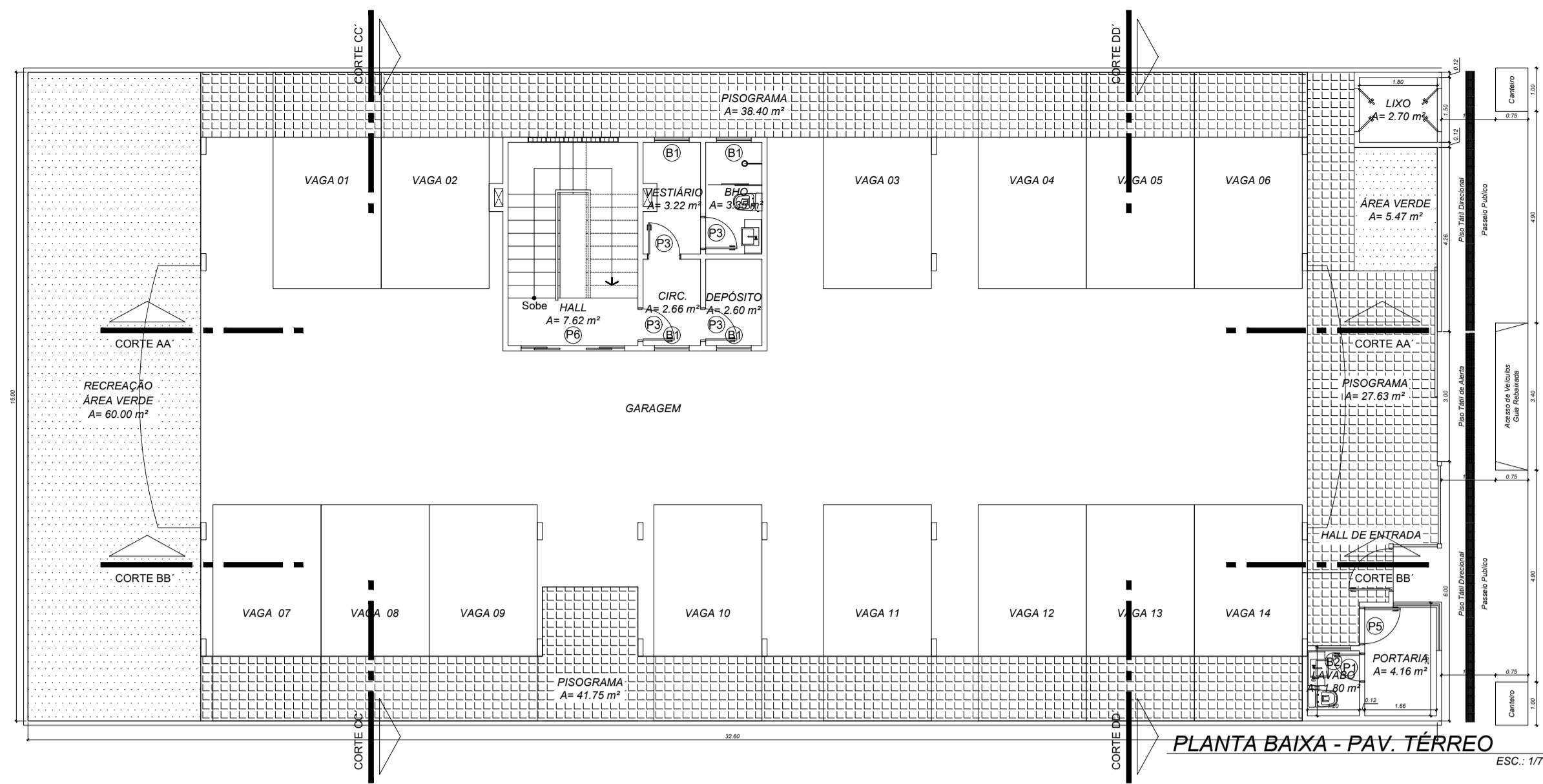
O projetista não se responsabilizará por eventuais alterações deste projeto durante sua execução. As definições dos equipamentos hidráulicos aplicados no projeto, não devem ser, em hipótese alguma, extrapolados sem prévia consulta e autorização do projetista. Recomendamos que sejam utilizados produtos de qualidade e confiabilidade comprovadas. A qualidade da instalação depende diretamente do material utilizado. Este projeto foi baseado no layout e informações fornecidas pelo arquiteto ou proprietário.

APÊNDICE C – PROJETO HIDROSSANITÁRIO



| | | | |
|--|---------------------|-----------------------------|------------------------|
| PROJETO HIDROSSANITÁRIO | | | |
| Descrição de Projeto: Trabalho de Conclusão de Curso | | | |
| Implementação do BIM na Matriz curricular de E.C. da UNIFAP | | | |
| Especificação: Esquemas e Isométrico | | OBRA: Estudo de Caso em BIM | |
| Área Construída: 314,22m² | ESCALA: INDICADA | DATA: 06/11/2019 | FORMATO: A0 |
| AUTOR: LUIZ FERNANDO P. GARCIA NT. | | REVISÃO: R00 | |
|  UNIFAP UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ | | | FOLHA: 05/05 |

ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO



| PROJETO ARQUITETÔNICO | | | |
|---|--------------------|------------------------|-----------------------|
| Descrição do Projeto: Trabalho de Conclusão de Curso | | | |
| Implementação do BIM na Matriz curricular de E.C. da UNIFAP | | | |
| Especificação: | Edição unifamiliar | CERIA: | Estudo de Caso em BIM |
| Área Construída: | 314,22m² | ESCALA: | INDICADA |
| | | DATA: | 06/11/2019 |
| | | FORMATO: | A0 |
| | | AUTOR: | REVISÃO: |
| | | | R00 |
| UNIFAP UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ | | FOLHA: UNICA | |

**ANEXO B – MATRIZ CURRICULAR DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIFAP**

MATRIZ CURRICULAR

ENGENHARIA CIVIL – BACHARELADO – UNIFAP (MARCO ZERO DO EQUADOR)

| PRIMEIRO SEMESTRE | | | | | |
|-------------------|--|-----|-----|------------|---------------|
| CÓDIGO | DISCIPLINA | TEO | PRA | CHT | PRÉ-REQUISITO |
| EE0101 | Cálculo Aplicado I | 6 | 0 | 90 | |
| EE0102 | Fundamentos de Física para Engenharia I | 4 | 0 | 60 | |
| EE0111 | Química para Engenheiros | 4 | 0 | 60 | |
| EE0104 | Geometria Analítica e Álgebra Linear | 4 | 0 | 60 | |
| EE0105 | Desenho Técnico | 0 | 4 | 60 | |
| CIV0101 | Introdução à Engenharia Civil | 3 | - | 45 | |
| Total | | | | 375 | |
| SEGUNDO SEMESTRE | | | | | |
| CÓDIGO | DISCIPLINA | TEO | PRA | CHT | PRÉ-REQUISITO |
| EE0107 | Probabilidade e Estatística | 4 | 0 | 60 | |
| EE0108 | Cálculo Aplicado II | 6 | 0 | 90 | EE0101 |
| CIV0102 | Química Experimental Aplicada | 0 | 3 | 45 | |
| EE0110 | Fundamentos de Física para Engenharia II | 4 | 0 | 60 | EE0102 |
| CIV0103 | Desenho para Engenharia | 0 | 4 | 60 | EE0105 |
| CIV0104 | Mecânica dos Sólidos I | 4 | 0 | 60 | |
| Total | | | | 375 | |
| TERCEIRO SEMESTRE | | | | | |
| CÓDIGO | DISCIPLINA | TEO | PRA | CHT | PRÉ-REQUISITO |
| EE0112 | Cálculo Aplicado III | 4 | 0 | 60 | EE0108 |
| CIV0105 | Introd. à Ciência e Engenharia dos Materiais | 3 | 0 | 45 | |
| CIV0106 | Teoria das Estruturas I | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0107 | Mecânica dos Sólidos II | 4 | 0 | 60 | CIV0104 |
| CIV0108 | Laboratório de Física para Engenharia | 0 | 2 | 30 | |
| CIV0109 | Topografia básica | 2 | 2 | 60 | |
| CIV0110 | Introdução a Ciência da Computação (ICC) | 2 | 2 | 60 | |
| Total | | | | 375 | |

| QUARTO SEMESTRE | | | | | |
|------------------------|---|------------|------------|------------|----------------------|
| CÓDIGO | DISCIPLINA | TEO | PRA | CHT | PRÉ-REQUISITO |
| CIV0111 | Materiais de Construção Civil | 4 | 0 | 60 | CIV0105 |
| CIV0112 | Mecânica dos Sólidos III | 4 | 0 | 60 | CIV0107 |
| CIV0113 | Teoria das Estruturas II | 4 | 0 | 60 | CIV0106 |
| CIV0114 | Geologia de Engenharia | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0115 | Introd. Metod. da Pesq Científica Tecnológica | 3 | 0 | 45 | |
| CIV0116 | Fenômenos de Transportes | 6 | 0 | 90 | |
| Total | | | | 375 | |
| QUINTO SEMESTRE | | | | | |
| CÓDIGO | DISCIPLINA | TEO | PRA | CHT | PRÉ-REQUISITO |
| CIV0117 | Tecnologia da Construção Civil I | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0118 | Concretos e Argamassas | 3 | 0 | 45 | |
| CIV0119 | Eletricidade Aplicada | 2 | 2 | 60 | |
| CIV0120 | Noções de Arquitetura e Urbanismo | 2 | 1 | 45 | |
| CIV0121 | Estruturas de Concreto I | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0122 | Cálculo Numérico | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0123 | Mecânica dos Solos I | 4 | 0 | 60 | |
| Total | | | | 390 | |
| SEXTO SEMESTRE | | | | | |
| CÓDIGO | DISCIPLINA | TEO | PRA | CHT | PRÉ-REQUISITO |
| CIV0124 | Tecnologia da Construção Civil II | 4 | 0 | 60 | |
| EE0135 | Instalações Elétricas | 4 | 0 | 60 | CIV0119 |
| CIV0125 | Estruturas de Concreto II | 4 | 0 | 60 | CIV0121 |
| CIV0126 | Estruturas de Aço | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0127 | Estruturas de Madeira | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0128 | Mecânica dos Solos II | 4 | 0 | 60 | CIV0123 |
| Total | | | | 360 | |

| SÉTIMO SEMESTRE | | | | | |
|------------------------|---------------------------------------|------------|------------|------------|----------------------|
| CÓDIGO | DISCIPLINA | TEO | PRA | CHT | PRÉ-REQUISITO |
| CIV0129 | Sistemas de Transporte | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0130 | Segurança na Construção Civil | 3 | 0 | 45 | |
| CIV0131 | Fundações I | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0132 | Conforto Ambiental | 3 | 0 | 45 | |
| CIV0133 | Planejamento e Gerenciamento de Obras | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0134 | Análise Computacional de Estruturas | 6 | 0 | 90 | |
| Total | | | | 360 | |
| OITAVO SEMESTRE | | | | | |
| CÓDIGO | DISCIPLINA | TEO | PRA | CHT | PRÉ-REQUISITO |
| CIV0135 | Sistemas de Saneamento Ambiental | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0136 | Rodovias e Ferrovias | 6 | 0 | 90 | |
| CIV0137 | Pavimentação | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0138 | Economia para Engenheiros | 3 | 0 | 45 | |
| CIV0139 | Hidráulica Aplicada | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0140 | Orçamento de Obras | 4 | 0 | 60 | |
| Total | | | | 375 | |
| NONO SEMESTRE | | | | | |
| CÓDIGO | DISCIPLINA | TEO | PRA | CHT | PRÉ-REQUISITO |
| CIV0141 | Transporte Urbano | 3 | 0 | 45 | |
| CIV0142 | Transporte Aquaviário | 3 | 0 | 45 | |
| CIV0143 | Hidrologia e Drenagem | 6 | 0 | 90 | |
| CIV0144 | Sistemas Prediais Hidro-Sanitários | 4 | 0 | 60 | |
| Total | | | | 240 | |
| DÉCIMO SEMESTRE | | | | | |
| CÓDIGO | DISCIPLINA | TEO | PRA | CHT | PRÉ-REQUISITO |
| CIV0145 | Legislação e Ética | 2 | 0 | 30 | |
| CIV0146 | Impactos Ambientais de Obras Cíveis | 4 | 0 | 60 | |
| CIV0148 | Patologia e Terapia das Construções | 6 | 0 | 90 | |
| CIV0147 | Trabalho de Conclusão do Curso | 4 | 0 | 60 | |
| Total | | | | 240 | |