



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**COMPATIBILIZAÇÃO BIM APLICADA EM PROJETO
INSTITUCIONAL NA CONSTRUÇÃO DE UM BLOCO DE
LABORATÓRIOS**

GABRIELLY DE OLIVEIRA SOARES PEREIRA

POMBAL – PB

2022

GABRIELLY DE OLIVEIRA SOARES PEREIRA

COMPATIBILIZAÇÃO BIM APLICADA EM PROJETO INSTITUCIONAL
NA CONSTRUÇÃO DE UM BLOCO DE LABORATÓRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador(a): Prof^o Leovegildo Douglas Pereira de Souza.

Coorientador(a): Eng. Lara Mylena da Silva

POMBAL – PB

2022

P436c Pereira, Gabrielly de Oliveira Soares.
Compatibilização BIM aplicada em projeto institucional na construção de um bloco de laboratórios / Gabrielly de Oliveira Soares Pereira. - Pombal, 2022.
75 f. : il. Color.

Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia Alimentar, 2022.
"Orientação: Prof. Dr. Leovegildo Douglas Pereira da Silva, Lara Mylena da Silva(Eng.)".
Referências.

1. Projeto Hidrossanitário. 2. Projeto Elétrico. 3. BIM. 4. Compatibilização de Projeto. I. Silva, Leovegildo Douglas Pereira da. II. Silva, Lara Mylena da. III. Título.

CDU 624.012.1(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

GABRIELLY DE OLIVEIRA SOARES PEREIRA

TÍTULO DO TRABALHO

Trabalho de Conclusão de Curso do discente (Gabrielly de Oliveira Soares Pereira) **APROVADA** em 28 de março de 2022 pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande.

Registre-se e publique-se.



Assinado digitalmente por LEOVEGILDO DOUGLAS PEREIRA DE SOUZA-08419377457
CN=LEOVEGILDO DOUGLAS PEREIRA DE SOUZA-08419377457,
OU=UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, O=ICPEdu, C=BR
Localização: Pombal - PB
Data: 2024.02.09 09:49:38-0300
Foxit PDF Reader Versão: 11.2.1

Prof. Dr. Leovegildo Douglas Pereira da Silva
(Orientador – UFCG)

Prof. Me. - Rodrigo Mendes Patrício Chagas
(Membro Interno – UFCG)

Eng^a. Dr^a. Lara Mylena da Silva
(Coorientadora – Membro Externo)

Eng.Emmanuel Eduardo Vitorino de Farias
(Membro Externo – Prefeitura Universitária de
Campina Grande)

Eng. Ricelly Farias de Lacerda
(Membro Externo – Avaliador)

“Aprenda como se você fosse viver para sempre. Viva como se você fosse morrer amanhã.”

Santo Isidoro de Sevilha

AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho a todos que estiveram me apoiando durante a graduação.

Em especial aos meus pais e minha família que me deram apoio durante essa etapa da vida. Ao professor Leovegildo que me auxiliou na germinação das ideias e durante todo o processo de desenvolvimento deste presente projeto.

A todas as pessoas que conheci durante o curso, em especial Vitória Larissa, Lara Mylena, Maria Celina, Benedita Caroline, Carol Andrade, Nathália Letícia e todos os que se fizeram presentes nessa caminhada.

1. INTRODUÇÃO

O planejamento na engenharia civil é um dos processos mais importantes de uma obra, logo para que isto ocorra excepcionalmente bem é necessário que haja a colaboração e a coordenação de pessoas da maneira correta e conseqüentemente dos projetos a serem executados.

A tendência do setor da construção civil é a crescente preocupação com a qualidade e produtividade, o que remete a menores custos de produção e garantia de um produto final de qualidade, assegurando que os recursos disponíveis sejam utilizados em seu máximo rendimento e potencialidade. (CATTANI, 2001).

Assim, planejar tem a função de evitar problemáticas na execução com a resolução máxima de problemas na fase de projetos, para isso é importante prever e definir todas as premissas necessárias, realizar cronogramas, solucionar incompatibilidades e gerir e armazenar informações relevantes.

A integração e troca de informações de projetos na construção civil é representada pelo termo BIM (*"Building Information Model"*) que significa "Modelo de informação da construção". Segundo Succar (2009), o BIM é uma série de tecnologias, processos e políticas que possibilitam que os diversos envolvidos no processo projetem, construam e utilizem um empreendimento de forma colaborativa.

Anteriormente ao BIM, os métodos utilizados eram de forma separada, sem integração realizados em sua maioria em duas dimensões apenas podendo ser executado primordialmente apenas em papéis, logo com o avanço da tecnologia em softwares de desenho 2D. Com o BIM, temos a possibilidade de um ambiente integrado através de softwares que proporcionam uma modelagem 3D, visualização e dimensionamento, geração de quantitativos e a compatibilização final com a junção dos projetos.

A metodologia BIM é a forma mais eficaz de projetar para suprir necessidades em projetos de informações consistentes e o mais próximo possível da realidade, pois o ambiente construído e projetado primordialmente em uma plataforma BIM é de extrema qualidade em sua entrega final quando compatibilizado, logo o resultado é de um modelo compatível, planejado, tecnicamente construtivo e eficiente.

"Building Information Modeling (BIM) é uma metodologia para gerenciar a base do projeto de construção e os dados do projeto em formato digital ao longo do ciclo de vida da construção." (Penttilä, 2006)

A adoção integral do uso do BIM e utilização de ferramentas condizentes para projetar no mercado da construção civil é um processo em andamento e amadurecimento, o qual reflete na necessidade de documentações normativas para direcionar os profissionais, como também criar regras de padronização e qualidade mínima demandada no produto final.

Embora já existam manuais e guias nacionais, as normas existentes que tratam diretamente de assuntos pontuais e direcionam ainda são escassas em comparação com o cenário de normativas internacionais, devido a isso há a recorrência permanente a ISO's ("International Organization for Standardization"), organização independente internacional de padronização de qualidade de produtos e serviços.

Contudo, o gerenciamento da troca de informação é gerido por um plano de execução BIM, o qual contém as diretrizes e políticas internas adotadas para atingir os objetivos do projeto, como também implementar uma estrutura funcional para cada tipo de empreendimento. Esse plano de execução BIM é definido como BEP ("BIM Execution Plan").

Através do BEP é possível ter um plano de ação estruturado, padrões de execução definidos, modelos de entrega de informação, programas de necessidades, processo de compatibilização, boas práticas de modelagem, entre outras definições que irão ser imprescindíveis para caracterização do projeto e do procedimento BIM.

O presente trabalho subdivide-se em três etapas. Na primeira etapa apresenta-se o estudo do sistema BIM, com seus conceitos e definições, além do panorama da aplicação em mercado internacional e nacional, como a metodologia de plano de execução BIM. Como também a apresentação dos softwares e referencial normativo para o pré-dimensionamento dos projetos técnicos, que são: projeto elétrico e o projeto hidrossanitário de um bloco de laboratórios projetado para futura execução.

A segunda etapa refere ao pré-dimensionamento dos projetos elétrico e hidrossanitário do projeto institucional do laboratório de engenharia civil a ser petitionado para construção no campus da Universidade Federal de Campina Grande - Campus Pombal, com terceira etapa tem-se a compatibilização em BIM com o projeto estrutural, já existente e cedido para realização integral e estudo deste trabalho.

Para os projetos executados neste Trabalho, serão apresentados os memoriais descritivos, contendo todas as informações técnicas necessárias para execução e análise técnica.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Aplicação do processo de integração e pré-dimensionamento de projetos elétrico e hidrossanitário em simultaneidade utilizando ferramentas e métodos BIM.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver e propor um plano de execução BIM contendo as diretrizes dos projetos e a forma de execução dos projetos;
- Pré-dimensionamento dos projetos elétrico e hidrossanitário de acordo com as normas da ABNT e concessionárias em questão;
- Realizar a compatibilização dos projetos com a correção e sugestão de soluções para as interferências detectadas;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Aplicabilidade BIM no Brasil

A construção civil em si, é um ramo bastante retrógrado ainda e fechado quando o assunto é inovação e mudança dos padrões existentes, por isso há uma relutância na aceitabilidade e no entendimento do que o BIM oferece para o modelo construtivo final e sua vida útil.

Atualmente, como no Brasil o BIM ainda é recente, muitas empresas e profissionais estão aprendendo a utilizar essa ferramenta e, como consequência disso, tem-se a visão errônea de que é apenas um "software de modelagem 3D", o que suprime o potencial e as diversas possibilidades que podem ser atingidas a partir da metodologia correta (MANZIONE, 2018).

É evidente a economia que é feita quando se planeja corretamente, o BIM proporciona visualização de uma realidade aumentada, checagem de interferências, tomada de decisão antecipada quando se há um gerenciamento ao longo dos projetos, possibilidade de compatibilização, ou seja, antecipa todos os problemas que em

campo iriam gerar custos, perda de produção, maior tempo de execução, falta de qualidade, entre vários outros fatores.

Para compreender tais benefícios é necessário principalmente as construtoras enxerguem além na demanda imediatista. Como também é preciso ampliar os horizontes e ter um planejamento de longo prazo orçamentado para visualizar a funcionalidade e os custos que vão ser minimizados e evitados durante toda a vida útil da edificação. Os próprios projetistas e prestadores de serviços precisam estar qualificados e adaptados as inovações e técnicas de maior qualidade.

Trabalhar com o BIM é um processo colaborativo, no qual todas as equipes farão parte no desenvolvimento do empreendimento desde seu início até seu fim, cada um com sua função, seja de maior importância ou pequena – a contribuição se faz necessária para o melhor planejamento, controle e execução da obra. Desde equipes dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico, gás, ar-condicionado, lógica e demais especificidades de cada obra, além da equipe de execução e até mesmo os colaboradores em obra, todos poderão fazer parte do sistema integrado (COLLABO, 2018).

Recentemente, no Brasil, foi publicado o Decreto Nº 9.983 de 22 de Agosto de 2019, em que se institui a disseminação de estratégias para difusão do BIM no país, tais quais:

Art. 2º A Estratégia BIM BR tem os seguintes objetivos:

- I - difundir o BIM e os seus benefícios;
- II - coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III - criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM
- IV - estimular a capacitação em BIM;
- V - propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VI - desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM
- VII - desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- VIII - estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e
- IX - incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Foi também apresentado no projeto de lei Nº 14.133, de 1º de Abril de 2021, que deverá ser adotado preferencialmente o metodologia BIM para os projetos realizados

em licitações. Esse feito está descrito a seguir e consta no artigo 19 § 3º da lei Nº 14.133.

“Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modelling- BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la.” (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2021.)

3.2 Aplicabilidade BIM no exterior

A metodologia BIM surgiu na década de 70 nos Estados Unidos, logo essa técnica só começou a ser implementada no mercado de trabalho a partir dos anos 200 onde foi viabilização e possibilitado a utilização desse método. Logo, apesar de ser um dos pioneiros, os EUA ainda sofrem pela falta de normas e padronização do governo. Muitas empresas, no mundo todo, estão atualmente desenvolvendo projetos utilizando a Modelagem da Informação da Construção (BIM: Building Information Modeling).

“Estas companhias estão procurando profissionais que possam efetivamente trabalhar com esse novo conceito. Para atender a estademanda, as escolas têm implementado uma variedade de disciplinas para expor os alunos às novas ferramentas.” (HOLLAND, 2010).

Uma das inciativas que vem promovendo o uso do BIM são ações governamentais regulamentando o uso obrigatório em obras públicas assim promovendo cursos profissionalizantes para área acadêmica, como incluindo nas escolas e faculdades a introdução mínima necessária para induzir a especializações e disseminar interesses na área.

A evolução da legislação da população italiana sobre BIM segue um decreto internacional DIR. 2014/24/UE, art. 22, c. 4, “Para contratos de obras públicas e concursos de projeto, os Estados-Membros podem exigir a utilização de ferramentas eletrônicas específicas, tais como ferramentas de modelação eletrônica de informação de construção ou sim Tal como nos EUA, muitos estados europeus têm trabalhado nos últimos anos para incentivar a introdução do BIM nas compras (públicas e privadas) - embora com um quadro de atividades bastante variado que seria melhor não mitigar - e lançaram vários programas de a " inovação digital em apoio aos setores industriais em questão (ver, além do BIM, Indústria 4.0). Na Itália, o mandato do governo veio após uma série de experiências e a colocação em prática de metodologias BIM por muitas entidades privadas que operam, com excelentes resultados, também no mercado internacional. (PAVAN, 2016)

A união Europeia vem se destacando devido a aceitabilidade e rápida implementação após ações do governo e várias iniciativas privadas, devido a isso já existem manuais mais consolidadas e o nível de maturidade de desenvolvimento é superior aos dos demais países.

3.3 Plano de execução BIM

No processo tradicional de trocas de informações ocorrem falhas devido à falta de definições e interoperabilidade de projetos, logo é importante termos um documento que norteie e defina as formas de entregas e responsabilidades de cada projeto para evitar informações distorcidas e alteradas sem validação durante o processo.

Uma das maiores vantagens de se trabalhar com o BIM é a possibilidade de se ter toda a informação que será utilizada na obra inserida direto no projeto. Isso faz com que não seja apenas um desenho feito com linhas (2D) e nem só um desenho feito com objetos (3D), mas sim que tome a forma de ser exatamente o que irá se concretizar no mundo real, porém projetado no mundo virtual (MASOTTI, 2014).

Esses dados podem constituir desde tipos de materiais, nomes, cores, finalidades, descrições, preço, especificações de resistência etc. até memoriais descritivos inteiros, prontos para apresentação à prefeitura, tabelas de quantitativos e orçamentos para cada elemento ou classe de elemento. Os dados incorporados ao BIM são simples de serem manipulados e é de acordo com a necessidade de cada projeto que determinará como eles serão utilizados. (CADERNO BIM. Curitiba/PR: Governo do Paraná, 2018.)

Eckert, Clarkson e Stacery (2001) apud Manzione (2013), pontuam problemas no fluxo de informação:

- Falhas na visão sistêmica dos profissionais de projeto: falta de consciência das tarefas que precisam ser feitas, do histórico de informação, de como a informação é aplicada e das mudanças contínuas do processo de projeto.
- Falhas na disponibilidade das informações: falta de feedbacks e de entendimento do status da informação, agente importantes excluídos do processo de decisão, retenção consciente de informação.
- Distorção das informações: informações simplistas, ruídos na comunicação, hierarquia e burocracia da distribuição e falta de conhecimento para interpretar, transmitir e distribuir a informação.

- Interpretação das informações: informação transmitida com ambiguidade e falha na capacidade de interpretá-la.

Logo, para suprir essa dificuldade tem-se o BEP (“BIM Execution Plan”) que significa “Plano de execução BIM” o qual objetiva definir diretrizes para o andamento dos projetos.

Deve conter no BEP, as seguintes informações: objetivos e interesses do contratado, informações do projeto, definições de nível de desenvolvimento de projeto (LOD – Level of Development), entregáveis de projetos BIM, responsabilidades, estratégia de implementação, controle de qualidade. Cada item proposto é essencial para a transparência no processo, logo, esse documento pode ser utilizado para fins informativos e compreensivos do funcionamento e andamento de particularidade do projeto.

3.4 Níveis de Desenvolvimento de Projeto

Não confundindo com o estágio de maturidade ou com o nível de detalhamento, temos o nível de desenvolvimento ou o LOD (Level of Development), que é uma classificação criada pela AIA (Instituto Americano de Arquitetura) para organizarmos as fases do desenvolvimento na utilização do BIM. São 6 níveis. Caderno de Especificações de Projetos em Bim (2018)

- LOD 100: o ND 100 inclui elementos do projeto, como objetos 3D que são usados para estudos de massa. Esses elementos podem ser representados graficamente com um símbolo ou outra representação genérica. Devem ser suficientes para os estudos preliminares e conceituais, e orientativos para o planejamento do projeto.
- LOD 200: no ND 200, os elementos conceituais são convertidos em objetos genéricos com a definição de suas dimensões básicas. Essa fase permite desenvolver o partido arquitetônico e demais elementos do empreendimento, definindo e consolidando as informações necessárias a fim de verificar sua viabilidade técnica e econômica. Esse conjunto possibilita a elaboração dos projetos legais.
- LOD 300: no ND300, os elementos do modelo são graficamente representados como um sistema específico, objeto ou conjunto em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. 9

- LOD 350: no ND350, os elementos genéricos são transformados para os elementos finais, com visão da construção e da identificação das interfaces entre as especialidades. Essa etapa permite consolidar claramente todos ambientes, suas articulações e demais elementos do empreendimento, com as definições necessárias para o intercâmbio entre todos envolvidos no processo. A partir da negociação de soluções de interferências entre sistemas, o projeto resultante deve ter todas as suas interfaces resolvidas, possibilitando a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.
- LOD 400: esta etapa contempla o desenvolvimento final e o detalhamento de todos os elementos do empreendimento, de modo a gerar um conjunto de informações suficientes para a perfeita caracterização das obras/serviços a serem executadas, bem como a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução. São elaborados todos os elementos do empreendimento e incorporados os detalhes necessários de produção, dependendo do sistema construtivo. O resultado deve ser um conjunto de informações técnicas claras e objetivas sobre todos os elementos, sistemas e componentes do empreendimento. O modelo BIM nessa fase tem precisão acurada e informações completas para a execução da obra.
- LOD 500: nesta etapa, tem-se o fim da gestão das fases de obra, e o fim da gestão das fases de projeto da edificação com a geração do projeto de “As Built” e manuais. Como podemos ver, o nível de desenvolvimento tem sua evolução de forma exponencial, cada nível é mais rico em detalhes e engloba mais etapas da construção e, para tanto, há uma maior confiabilidade no projeto final apresentado. Caderno de Especificações de Projetos em Bim (2018)

3.5 Entregáveis de Projetos BIM

Durante o processo de gerenciamento e desenvolvimento de projetos em BIM, é necessário determinar os arquivos que devem ser entregues por cada disciplina envolvida, logo as entregas como plantas baixas, memorial descritivo de cálculo e quantitativo de materiais não suprem a demanda da metodologia para que haja troca de informação e compatibilização.

As entregas no modelo 2D eram no formato .pdf e .dwg e apenas após finalização dos projetos trabalhados de forma separada e sem coerência. No atual cenário surge a

utilização de novos softwares capazes de gerar um modelo completo, onde é possível inserir todos os projetos a fim de verificar o andamento e produto final com todas as características técnicas incorporadas.

Os modelos de entrega em BIM são feitos em sua maioria através do formato de arquivo “ifc”, o “ifc” é o formato internacional com maior interoperabilidade entre os softwares atuais, sendo assim ele é bastante utilizado durante o processo de compatibilização e como entrega final.

Todavia, existem outros softwares que são bastantes utilizados na execução de projetos como o Revit software da Autodesk, que gera arquivos em “rvt” que podem se tornar entregáveis importantes quando necessários e requeridos pela equipe de gerenciamento e podem agregar valor no levantamento de quantitativos, em orçamentação e também na compatibilização e verificação de falhas, apesar do Revit ser um software direcionado para o dimensionamento e execução de projetos em 3D existem plugins e ferramentas que são capazes de converter esses arquivos para utilização de um mais adequado.

Em geral, IFC, ou "Industry Foundation Classes", é uma descrição digital padronizada do ambiente construído, incluindo edifícios e infraestrutura civil. É um padrão internacional aberto (ISO 16739-1:2018), destinado a ser neutro em relação ao fornecedor, ou agnóstico, e utilizável em uma ampla variedade de dispositivos de hardware, plataformas de software e interfaces para muitos casos de uso diferentes. (BuildingSmart, 2019)

Hoje, o IFC é normalmente usado para trocar informações de uma parte para outra para uma transação comercial específica. Por exemplo, um arquiteto pode fornecer a um proprietário um modelo de um novo projeto de instalação, um proprietário pode enviar esse modelo de construção a um empreiteiro para solicitar uma oferta e um empreiteiro pode fornecer ao proprietário um modelo como construído com detalhes descrevendo o equipamento instalado e informações do fabricante. O IFC também pode ser usado como um meio de arquivar informações do projeto, seja de forma incremental durante as fases de projeto, aquisição e construção, ou como uma coleção de informações "como construída" para fins de preservação e operações a longo prazo. (BuildingSmart, 2019)

Outro entregável que é revolucionário no ambiente BIM é o QR Code que se assemelha a um código de barras, porém ao utilizar um aparelho celular é possível a visualização do projeto em realidade aumentada, logo pode ser utilizada em obra como auxílio de compreensão do projeto. Logo no BEP, dependendo dos interesses do contratante deverá conter neste documento todos os formatos que devem ser entregues durante e ao final dos projetos.

3.6 Controle de Qualidade

Na metodologia BIM, o controle de qualidade de projetos é realizado por meio dos modelos 3D, logo é necessária a padronização do processo, objetivos para obter a qualidade desejada ao final dos projetos. O documento que rege esses objetivos é o BEP, nele contém todas as informações e checagens de qualidade que serão realizadas ao longo do andamento do projeto.

Diante de um cenário cada vez mais competitivo, a construção civil tem se preocupado em oferecer serviços de qualidade que contribuam com a redução de custos e com o aumento da segurança. O controle da qualidade na construção civil corresponde a um conjunto de técnicas e atividades para verificação e validação da qualidade. (THOMAZ, E., 2021)

O controle da qualidade na construção civil pode ser definido como um conjunto de ações que visa determinar padrões para acompanhamento dos processos construtivos e aumento do desempenho da construção, buscando a excelência dos produtos ou serviços fornecidos. (LEAL, A., 2017)

Em linhas gerais as checagens de modelo irão ser realizadas através de um software propriamente adequado para compatibilização onde ao encontrar incoerências as verificações serão identificadas, classificadas e resultarão em relatórios para auxílio nas correções e ajustes que deverão ser compatibilizados.

Abaixo listam-se os principais pontos que são essenciais para o controle da qualidade:

- Verificações visuais: realização de interferências e incompatibilidade visual que são conseguidas ser identificadas como um problema devido ao conhecimento de premissas propostas.
- Verificações de padrões: verificar a modelagem de materiais utilizados, composições, tipos e elementos, para evitar a duplicação, elementos fora do padrão e sem especificações necessárias.
- Verificações de interferências: realização do “Clash Detection” entre disciplinas e padrões definidos no BEP.
- Verificações técnicas: buscar problemas que impactam na execução e na construtibilidade.

3.7 Compatibilização de Projetos

“A compatibilização de projetos é o processo que busca detectar as interferências e erros na fase de concepção, antes que estes sejam percebidos na fase de execução, o que pode provocar atrasos e custos imprevistos.” (Gomes, D. L, 2020.)

Diferente do modelo tradicional de compatibilização, feito a olho nu, no BIM, o processo é potencialmente mais confiável e as incompatibilidades, mesmo as menos evidentes, podem ser encontradas. Isso é possível, pela verificação por meio dos próprios softwares de modelagem ou por aqueles específicos para fins de coordenação e gerenciamento de projetos. (Gomes, D. L, 2020.)

A detecção de interferências a olho nu é realizada durante o processo de execução de cada projeto pelo o respectivo responsável, como também são feitas verificações de compatibilização entre os modelos, porém é natural que passe despercebido alguns detalhes, alguns são toleráveis pois não interferem na integridade do projeto, contanto outros podem ser bastante problemáticos.

Sendo assim com o auxílio de softwares desenvolvidos e com ferramentas próprias para identificar esses problemas, torna o processo de compatibilização e checagem de interferências mais seguras e palpáveis. Criam-se padrões de verificações de acordo com a expertise e expectativa do cliente a fim de sanar todos os problemas do modelo do projeto.

A compatibilização traz diversos benefícios para execução da obra, pois é nessa etapa que irá se prever todos os possíveis problemas que poderão aparecer e incompatibilidades e logo serão solucionados para minimizar custos por erros e aumentar a qualidade técnica da construção.

3.8 Softwares Utilizados

3.8.1 Revit

“O Revit é um software BIM, que desde o ano 2000 é comercializado pela Autodesk. O software permite a criação de um modelo tridimensional associado a parametrização de objetos.” (Gomes, D. L, 2020.)

O revit possui vários modelos de construção, onde permitem a construtibilidade e dimensionamento através de templates realizados para cada disciplina, logo é possível não só a realização de modelagem, mas a extração de quantitativos, plantas

baixas, detalhes específicos, criação de tabelas, entre outras funções que irão complementar a execução dos projetos.

Essas principais funcionalidades contribuíram para que o software se tornasse popular no mercado da arquitetura e engenharia civil (AEC). O software visa Pontifícia Universidade Católica de Goiás Curso de Engenharia Civil 2020/2 3 auxiliar arquitetos, engenheiros e construtores em diversos trabalhos com relação aos projetos de construção civil, permitindo a concepção, documentação e mensuração de toda uma obra de forma automatizada (Silva, 2019).

3.8.2 Navisworks

O navisworks é uma ferramenta que é utilizada e projetada para a realização de compatibilização de projetos em BIM. Esta contém funcionalidades que permitem aos projetistas fazer a verificação de incompatibilidades de forma mais prática e rápida. Logo, através dela é possível a criação de um processo interno de verificações que será essencial para realização de projetos.

A presente ferramenta BIM, envolve a junção multidisciplinar de muitas geometrias. Por isso, é importante compreender como o Navisworks trabalha com os diferentes tipos de arquivos. A força do Navisworks consiste em conseguir organizar, em um modelo de banco de dados geométrico, as mais variadas disciplinas dos mais variados softwares BIM. Tudo isso facilita a colaboração, uma vez que, além do exposto anteriormente, o Navisworks comprime a maioria dos arquivos de forma a reduzir em até 80% o tamanho original dele. (Jones, 2016).

Em softwares como Navisworks (Autodesk), a análise de interferências é mais ampla, capaz de verificar até as mais complexas e precisas. Sendo possível através de recursos como o Clash Detection, gerando relatórios que contêm todas as verificações feitas. Feito isso, o projetista responsável pela disciplina de interferência pode corrigir o erro. Posteriormente se repete o processo de compatibilização, com o objetivo de sanar todos os erros e inconsistências encontrados. (Gomes, D. L., 2020.)

3.9 Projeto Elétrico

As principais normas que regem a execução dos projetos elétricos são:

- ABNT NBR 5413:1992 – Iluminância de Interiores – Procedimento;
- ABNT NBR 5410:2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NDU 001 - Fornecimento de energia elétrica a edificações individuais ou agrupada em até três unidades consumidoras;

- NDU 003 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária e Secundária a Agrupamentos ou Edificações de Múltiplas Unidades Consumidoras acima de 3 Unidades Consumidoras.

Para execução do projeto elétrico é preciso definir e dimensionar os seguintes pontos:

- Premissas de projetos: planta de locação de pontos elétricos, altura de forro, altura de tomadas e luminárias, necessidade de tomadas específicas devido a potência necessária em alguns equipamentos.
- Luminotécnico: cálculo de iluminância necessária em cada ambiente seguindo recomendações da norma e levando em consideração o tipo de ambiente em questão;
- Circuitos: a divisão de circuitos é feita para separação de elementos elétricos, equipamentos que possuem características e finalidades parecidas são recomendadas a serem do mesmo circuito, como por exemplo: a iluminação tem um circuito separado de tomadas gerais.
- Previsão de carga: seguindo as normas da ABNT e catálogo da concessionária deverá ser definido as cargas individuais de cada elemento para cálculo da carga total instalada e da demanda instalada que será 50% da carga total calculada.
- Localização e representação técnica dos componentes: a definição do traçado e localização estratégica dos quadros de distribuição (QDC) para economia de fios deve estar em local central e próximo a equipamentos que demandam de uma fiação com seção maior.
- Dispositivos de proteção: é preciso dimensionar os dispositivos como DR que fará a proteção de cada circuito evitando a fuga de corrente e acionando o desligamento para segurança, para segurança geral do sistema contra descargas elétricas grandes tem-se a utilização de dispositivos DPS que vão proteger o sistema de surtos elétricos que podem levar o sistema a colapso.
- Quantitativo de materiais: os quantitativos de materiais serviram para orçamentação e controle de necessidades da obra na construção.

3.10 Projeto Hidrossanitário

As principais normas que regem a execução de um projeto hidrossanitário, o qual apresenta dimensionamento do esgoto sanitário, dimensionamento do sistema de abastecimento de água e a captação de águas pluviais são:

- ABNT NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução
- ABNT NBR 5626/98: Instalações prediais de água fria
- ABNT NBR 10844/89: Instalações prediais de águas pluviais

Para execução do projeto hidrossanitário é preciso definir e dimensionar os seguintes pontos:

- Esgotamento Sanitário: o projeto de esgotamento sanitário deverá conter o traçado das instalações, dimensionamento das tubulações conforme as normas, despejo e destinação de do tratamento dos efluentes, como quantitativos e isométricos para utilização na execução.
- Abastecimento de água fria: para o abastecimento é preciso dimensionar a população da edificação, o volume de água necessário para o abastecimento com reserva de água que deverá conter nos reservatórios, as tubulações e o traçado mais coerentes, ramal de alimentação com o abastecimento da concessionária, quantitativos e isométricos para utilização em obra.
- Captação de água pluviais: neste projeto deverá ter a destinação das águas pluviais que interceptam na cobertura de toda a edificação, através das incidências e da precipitação média é possível calcular e dimensionar as tubulações para tal situação.

Logo, este trabalho possui caráter técnico e a seguir estão apresentados os materiais desenvolvidos referentes ao:

- 1- BEP - Plano de execução BIM
- 2- Projeto Elétrico - Memorial descritivo, quantitativos, pranchas contendo: planta baixa, detalhes construtivos, diagramas.
- 3- Projeto Hidrossanitário - Memorial descritivo, quantitativos, pranchas contendo: planta baixa, detalhes construtivos, diagramas.



PLANO DE EXECUÇÃO BIM – BLOCO DE LABORATÓRIOS

POMBAL – PB

2022



1. APRESENTAÇÃO

O presente documento refere-se à construção de um bloco de laboratórios na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus situado na cidade de Pombal – PB.

2. CARACTERÍSTICAS

A Edificação é composta por dois pavimentos contendo laboratórios, banheiros, salas de aula, salas de reunião, salas de professores, copa e administração. Pavimento de cobertura com laje impermeabilizada de serviço, barrilete e caixa d'água.

No pavimento térreo os ambientes existentes são: Laboratório de estruturas, Laboratório de Materiais de construção, Laboratório de Hidráulica e Instalações hidráulicas, Laboratório de Saneamento, Laboratório de Pavimentação, Laboratório de Geotecnia, 4 Banheiros e Depósito.

O pavimento superior é composto por Sala de alunos (36 alunos), Laboratório de Informática (40 alunos) – 40 computadores, Laboratório de instalações elétricas, 8 Salas de professores contendo espaço para dois professores, 2 Salas de pesquisa, 2 Salas de reunião, 4 Banheiros, ambiente de vivência, copa e sala de administração.

Níveis da edificação:

Tabela 2.1 - Níveis de Projeto

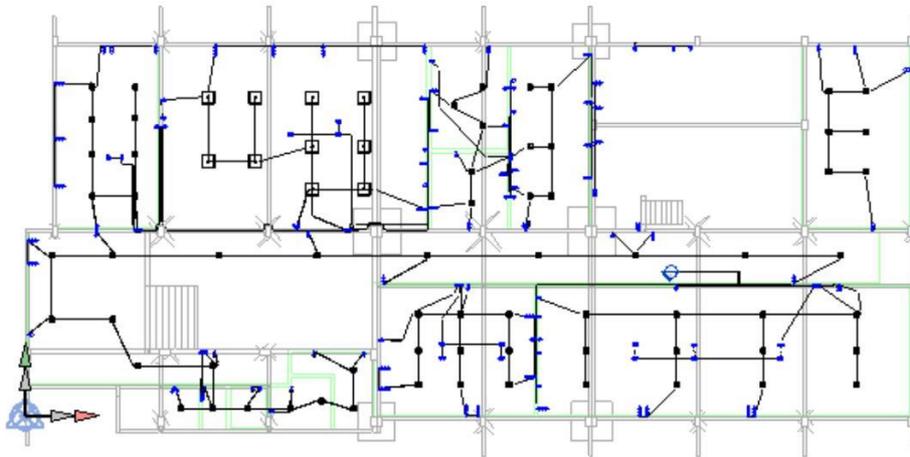
Térreo	0,00 m
Pavimento Superior	4,00 m
Barrilete	7,50 m
Caixa d'água	9,90m

Fonte: Acervo do Autor, 2022.

Ponto Base do Projeto:

O ponto base do projeto foi definido no pilar inferior esquerdo no vértice superior esquerdo do pilar. A imagem abaixo exemplifica o ponto de origem que devem ser utilizados nos demais projetos.

Figura 2.2 - Ponto base de Projeto



Fonte: Acervo do Autor, 2022.

3. OBJETIVOS

O Plano de Execução BIM (BEP – *BIM Execution Plan*), objetiva definir os usos do BIM, responsabilidades, softwares, premissas e demais estratégias que serão utilizadas ao longo dos projetos.

Logo, todos os projetos que estejam envolvidos na construção da metodologia BIM, deverão seguir e estar alinhados com as definições contidas nesse relatório.

Tabela 3.1 – Objetivos Gerais

Objetivos Gerais
1º Compatibilização dos projetos.



2º Visualização 3D.
3º Controle de qualidade de projetos.
4º Redução de interferências entre os projetos e redução de retrabalhos.
5º Quantitativos mais precisos.

Fonte: Acervo do Autor, 2022.

4. PROCESSO DE EXECUÇÃO

Nesse tópico ficará acordado os softwares a serem utilizados como também os formatos de entregas para possibilitar a compatibilização de arquivos em BIM e o passo a passo do processo a ser executado pelas disciplinas.

Os projetistas deverão entregar arquivos em formato neutro .ifc como principal necessidade e enfoque como necessidade da interoperabilidade de softwares, porém como complementares deverão entrar como .rvt quando utilizado o Revit na execução, também serão entregues .dwg, .pdf contendo plantas baixas, quantitativos e memoriais descritivos que serão utilizados em obra.

Logo, para os projetos em questão fica definido que:

Tabela 4.1 – Processo de Execução

Disciplinas	Software e Versão	Entregáveis
Arquitetura / MEP	Revit 2021	.rvt .ifc .dwg .pdf
Estrutural	TQS 21	.ifc .dwg .pdf
Instalações	Revit 2021	.rvt .ifc .dwg .pdf
Compatibilização	Navisworks 2021	.nwd



Ambiente Comum de Dados	Google Drive	Todos os arquivos
-------------------------	--------------	-------------------

Fonte: Acervo do Autor, 2022.

Os arquivos devem ser nomeados precedidos pelo código do projeto (LAB-CIVIL), a seguir à abreviatura da disciplina em questão, por fim a versão que está sendo trabalhada. Como exemplificado abaixo:

- LAB-CIVIL-EST-R00

5. CHECAGEM DE INTERFERÊNCIAS

A compatibilização será executada no software Autodesk Navisworks, gerando um arquivo com todas as disciplinas para verificar as interferências através do comando “clash detection” que irá identificar quais itens precisam ser ajustados nos projetos.

Com isso, serão gerados relatórios direcionados a cada disciplina a fim de solucionar e facilitar na hora da visualização dos problemas encontrados.

As interferências que serão analisadas são:

Tabela 5.1 - Checagem de interferências

Estrutura x Instalações	
Vigas, pilares e fundações	Tubulações horizontais e verticais

Fonte: Acervo do Autor, 2022.

Com isso, serão feitas verificações visuais de caráter construtivo que possam ser problemas em obra como também é feito a revisão técnica de todo o projeto. Logo, após as verificações serão gerados relatórios que irão nortear o projetista em questão para tal alteração.

OBS: O projeto em BIM da arquitetura está em andamento por isso foi realizado verificações apenas com o projeto estrutural.



6. DOCUMENTAÇÃO FINAL

A documentação final deverá ser preparada após validação dos projetos na compatibilização, para evitar retrabalho serão feitas checagens seguidas de correções quando necessário, só isso uma nova compatibilização e caso estejam todos os apontamentos resolvidos, logo será liberado para a documentação final de pranchas e arquivos como quantitativos e memoriais.



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande
– Campus de Pombal- PB.

Memorial Descritivo – Projeto Elétrico
BLOCO DE LABORATÓRIOS

POMBAL – PB

2022



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

1. Informações do projeto

Objeto: Instalações elétricas do Bloco de Laboratórios da Universidade Federal da Paraíba – Campus de Pombal- PB.

Interessado: Universidade Federal de Campina Grande- UFCG – Campus Pombal

Endereço da Obra: Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770 - Pereiros, Pombal - PB, 58840-000

2. Responsável técnico

Autoria: Gabrielly de Oliveira Soares Pereira

3. Normas técnicas de referências

O projeto teve como referência as normas da concessionária em questão como também as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Logo, a partir destas foi desenvolvido todo o projeto, com especificações, detalhes construtivos e considerações técnicas baseadas nas normas descritas abaixo:

- ABNT NBR 5413:1992 – Iluminância de Interiores – Procedimento;
- ABNT NBR 5410:2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NDU 001 - Fornecimento de energia elétrica a edificações individuais ou agrupada em até três unidades consumidoras;



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

- NDU 003 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária e Secundária a Agrupamentos ou Edificações de Múltiplas Unidades Consumidoras acima de 3 Unidades Consumidoras.

OBS: Qualquer instalação fora do recomendado ou mudança de projeto que fuja das especificações e dimensionamento desse documento é de responsabilidade da instituição.

2 Descrição da edificação e divisão do sistema

- **Edificação:** Prédio Educacional;
- **Distribuição do sistema:** Devido a demanda bastante alta em relação ao número de ar condicionado, tomadas específicas contidas em cada laboratório, optou-se como melhor solução para economia e controle do sistema a divisão por áreas. Sendo assim, em cada laboratório e área específica que tem um nível de demanda considerável será instalado um quadro de distribuição individual a fim de promover segurança, economia e melhor logística durante a vida útil da edificação. Os quadros de distribuição contidos na circulação deverão servir de distribuição para os demais nas salas e laboratórios.

Logo, teremos os seguintes quadros de distribuição:

1	QDC LAB. PAV.
2	QDC LAB. GEOTECNIA
3	QDC LAB. ESC
4	QDC LAB. MATERIAIS
5	QDC LAB HID



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

6	QDC LAB SANEAMENTO
7	QDC CIRCULAÇÃO TERREO
8	QDC SALA DE AULA
9	QDC LAB. INFORMATICA
10	QDC LAB. INST
11	QDC SALAS DE REUNIÃO
12	QDC SALA DE PROF 01
13	QDC SALA DE PROF 02
14	QDC CIRCULAÇÃO SUPERIOR
15	QM GERAL

- **Área total:**
- **Tensão de fornecimento:** Trifásico 220v / 380v fornecido pela concessionária local;

3 Luminotécnico

A luminária padrão das salas de aulas e dos laboratórios irão variar entre 12 W, 30 W e 60 W. Os cálculos foram feitos conforme a ABNT NBR 5413:1992 – Iluminância de Interiores – Procedimento e estão apresentados os resultados abaixo, logo representados em projeto.

Todas com tensão de 220V e frequência de 60 Hz, localizadas no projeto. O comando previsto para iluminação será através de interruptores monopolares, bipolares, como especificado no projeto.



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

Térreo					
Ambientes	Perímetro	Área	Lúmen	Quant. Lâmpadas	Potência da Lâmpada
Circulação	93	162	16206	6,2	30 W
Lab. Pavimentação	27	44	22150	8,5	30 W
Lab.de Geotecnia	105	47	23390	9,0	30 W
Lab. De ESC	36	84	42000	8,1	60 W
Lab. De ESC 01	27	43	21250	8,2	30 W
Lab. De Material de Construção	24	32	16185	6,2	30 W
Lab. De MC 01	17	17	8730	3,4	30 W
Lab. De MC 02	14	13	6335	2,4	30 W
Lab. De Hidráulica	42	106	52770	10,1	60 W
Lab. Saneamento	27	41	20400	7,8	30 W
WC Masc. 01	15	9	1292	1,6	12 W
WC Fem. 01	11	6	969	1,2	12 W
WC PDC F 01	7	3	498	0,6	12 W
WC PDC M 01	7	3	480	0,6	12 W

Superior					
Ambientes	Perímetro	Área	Lúmen		
Sala de aulas (36 alunos)	37	65	32250	12,4	30 W
Lab. De Informática	37	84	42140	16,2	30 W



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

Lab. Inst. Elétricas	27	41	20640	7,9	30 W
Sala de reunião	16	17	8605	3,3	30 W
Sala de Pesquisa 02	19	25	12350	4,8	30 W
Sala de Pesquisa 01	22	30	14790	5,7	30 W
Circulação 02	81	112	11224	4,3	30 W
Circulação 03	19	12	1248	0,5	30 W
Vivência	23	34	3355	1,3	30 W
Sala Prof 01 a 08	17	14	7170	2,8	30 W
WC Masc. 02	15	9	1292	1,6	12 W
WC Fem. 02	11	6	969	1,2	12 W
WC PDC F 02	7	3	498	0,6	12 W
WC PDC M 02	7	3	480	0,6	12 W

4 Carga Instalada E Demandada

- **Carga total instalada:** 181864,4 KVA
- **Demanda instalada:** 90933,7 KW

O quadro de carga assim como o diagrama unifilar e outros detalhes são apresentados em prancha.

5 Descrição Das Soluções Adotadas

O dimensionamento dos condutores e eletrodutos foi feito considerando as prerrogativas da NBR 5410/2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão e



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande

- Campus de Pombal- PB.

estão organizados conforme descrito abaixo considerando as indicações da concessionária.

6 Circuitos terminais

Para cada circuito, foi dimensionada a seção do condutor e seu respectivo dispositivo de proteção por meio da NBR 5410, tornando os seguintes resultados.

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_B < I_{N,DISJ} < I_Z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_B (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	Termopolar
QDC LAB. PAV.	1	Iluminação	270	270	220	1,23	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	2500	2000	220	11,36	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE - Ar condicionado - Sup	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	5,6	TUE - Ar condicionado - Sup	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13	
MED		8970	7350	220	12,59	Padrão Energisa - Tipo FP	6		

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_B < I_{N,DISJ} < I_Z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_B (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. GEO.	1	Iluminação	360	360	220	1,64	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	4300	3440	220	19,55	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	5,6	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13	
MED		10860	8880	220	14,41	Padrão Energisa - Tipo FP	6		

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_B < I_{N,DISJ} < I_Z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_B (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. ESC.	1	Iluminação	810	810	220	3,68	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	1600	1280	220	7,27	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE - Prensa Hidráulica - 100T	5500	4400	220	25,00	7- B1	4	25
	3,4	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	5,6	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED		14110	11570	220	23,96	Padrão Energisa - Tipo FP	6		

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_B < I_{N,DISJ} < I_Z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_B (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. MATERIAIS	1	Iluminação	270	270	220	1,23	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	2200	1760	220	10,00	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE -TG e granulometria	6000	4800	220	27,27	7- B1	4	25
	5,6	TUE -Raio X	4000	3200	220	18,18	7- B1	4	25
	7,8	TUE -Fornos, Muffas e balanças	6000	4800	220	27,27	7- B1	4	25
	9,1	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	11,12	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	13,14	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	15,16	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED		30270	24390	220	55,19	Padrão Energisa - Tipo FP	6		

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_B < I_{N,DISJ} < I_Z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_B (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. HID.	1	Iluminação	720	720	220	3,27	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE - Ar condicionado - Sup	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13	
MED		6920	5800	220	8,81	Padrão Energisa - Tipo FP	6		

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_B < I_{N,DISJ} < I_Z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_B (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. SAN.	1	Iluminação	240	240	220	1,09	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	3000	2400	220	13,64	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE - Ar condicionado - Sup	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13	
MED		6640	5480	220	8,43	Padrão Energisa - Tipo FP	6		



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande

- Campus de Pombal- PB.

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									
	Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor
QDC CIRC. TÉRREO	1	Iluminação	660	660	220	3,00	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	1700	1360	220	7,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			2960	2620	220	3,10	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									
	Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor
QDC CIRC. SUPERIOR	1	Iluminação	660	660	220	3,00	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	1700	1360	220	7,73	7- B1	2,5	20
		Copa	2200	1760	220	10,00	7- B1	2,5	20
		Administração	530	424	220	2,41	7- B1	1,5	13
		TUE - Ar condicionado Adm	2100	1680	220	9,55	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			7790	6484	220	9,14	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									
	Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor
QDC Sala de Aula	1	Iluminação	420	420	220	1,91	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	1500	1200	220	6,82	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			8120	6700	220	11,82	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									
	Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor
QDC LAB. INF.	1	Iluminação	480	480	220	2,18	7- B1	1,5	13
	2	TUG's - Computadores	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
		TUG's - Computadores	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
	2	TUG's - Computadores	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
		TUG's - Computadores	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
		TUG's	500	400	220	2,27	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
	Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13	
MED			31180	25160	220	51,37	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									
	Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor
QDC LAB. INST.	1	Iluminação	240	240	220	1,09	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	2400	1920	220	10,91	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			6040	5000	220	7,87	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									
	Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor
QDC SALAS DE REUNIÃO	1	Iluminação	480	480	220	2,18	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	4100	3280	220	18,64	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			13580	11080	220	18,96	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									
	Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor
QDC SALAS PROF 01.	1	Iluminação	360	360	220	1,64	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			18160	14720	220	6,82	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									
	Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor
QDC SALAS PROF 02	1	Iluminação	360	360	220	1,64	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			18160	14720	220	6,82	Padrão Energisa - Tipo FP	6	



Bloco de Laboratórios da Universidade Federal da Paraíba – Campus de Pombal- PB.

Logo, foram dimensionados todos os quadros individuais de cada ambiente, contendo informações da potência, tipo de instalação, seção dos fios e disjuntor necessário para aquele circuito.

7 Ligação Geral

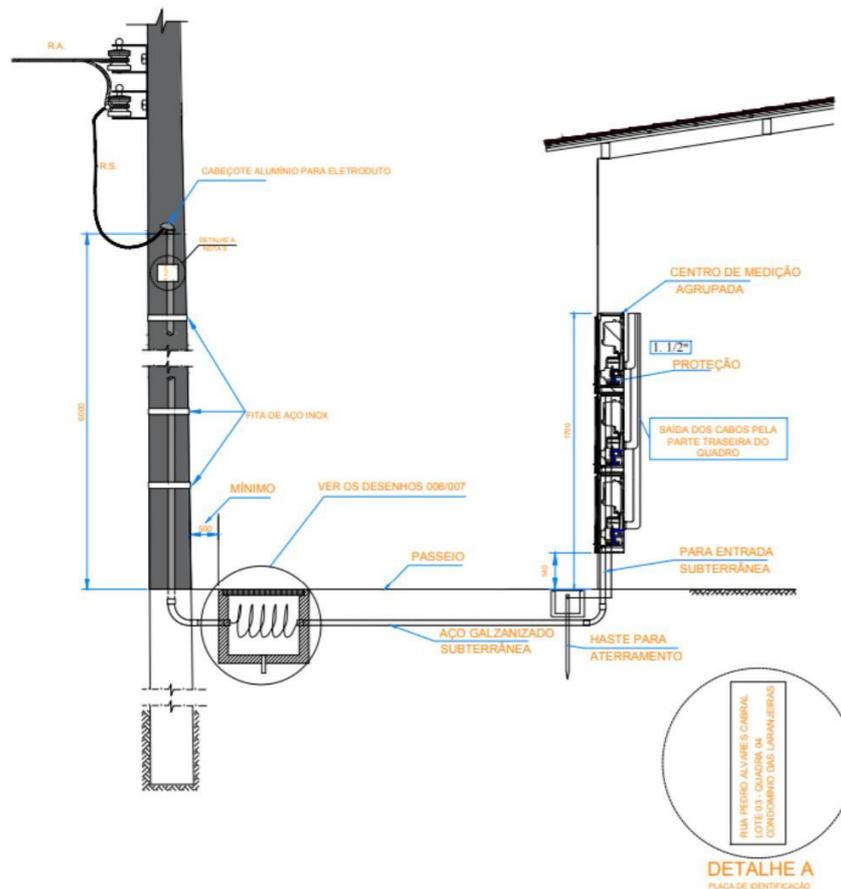
Para o ramal de alimentação de entrada foi considerado o somatório de todo o prédio, fazendo distribuição entre as fases para instalação no barramento como é apresentado abaixo:

Quadro de Medição Geral				
	Quadros de Distribuição	Demanda	Carga Instalada	Barramento
1	QDC LAB. PAV.	4785,90	9571,8	FASE A
2	QDC LAB. GEOTECNIA	5474,40	10948,8	FASE B
3	QDC LAB. ESC	9104,90	18209,8	FASE A e FASE C
4	QDC LAB. MATERIAIS	20972,30	41944,6	FASE A, FASE B e FASE C
5	QDC LAB HID	3349,20	6698,4	FASE A
6	QDC LAB SANEAMENTO	3205,20	6410,4	FASE B
7	QDC CIRCULAÇÃO TERREO	1179,00	2358	FASE C
8	QDC SALA DE AULA	4493,40	8986,8	FASE A
9	QDC LAB. INFORMATICA	19520,40	39040,8	FASE A, FASE B e FASE C
10	QDC LAB. INST	2989,20	5978,4	FASE B
11	QDC SALAS DE REUNIÃO	7203,60	14407,2	FASE C
12	QDC SALA DE PROF 01	2592,00	5184	FASE C
13	QDC SALA DE PROF 02	2592,00	5184	FASE C
14	QDC CIRCULAÇÃO SUPERIOR	3472,20	6944,4	FASE B
15	QDC GERAL	90933,7	181867,40	FASE A, FASE B e FASE C

De acordo com os dados obtidos e a NDU 003 (Tabela 06), a alimentação será feita pelo sistema trifásico ($105,00 < D \leq 121,00$ kW).

- Ramal de entrada embutido e subterrâneo (Cobre XLPE/EPR);
- Condutores de fases e neutro: 120 mm²
- Condutor de terra: 120 mm²
- Aterramento: 3 hastes de 16x2400
- Proteção: Disjuntor termomagnético tripolar 200 A (DTM)
- Eletroduto de aço galvanizado: 90 mm
- Barramento 4,76 x 31,75 mm 1,35 kg/m

A alimentação partirá do poste mais próximo à edificação por meio subterrâneo, respeitando a caixa de passagem logo após a saída até o quadro de medição geral, conforme desenho NDU 003.03 abaixo.

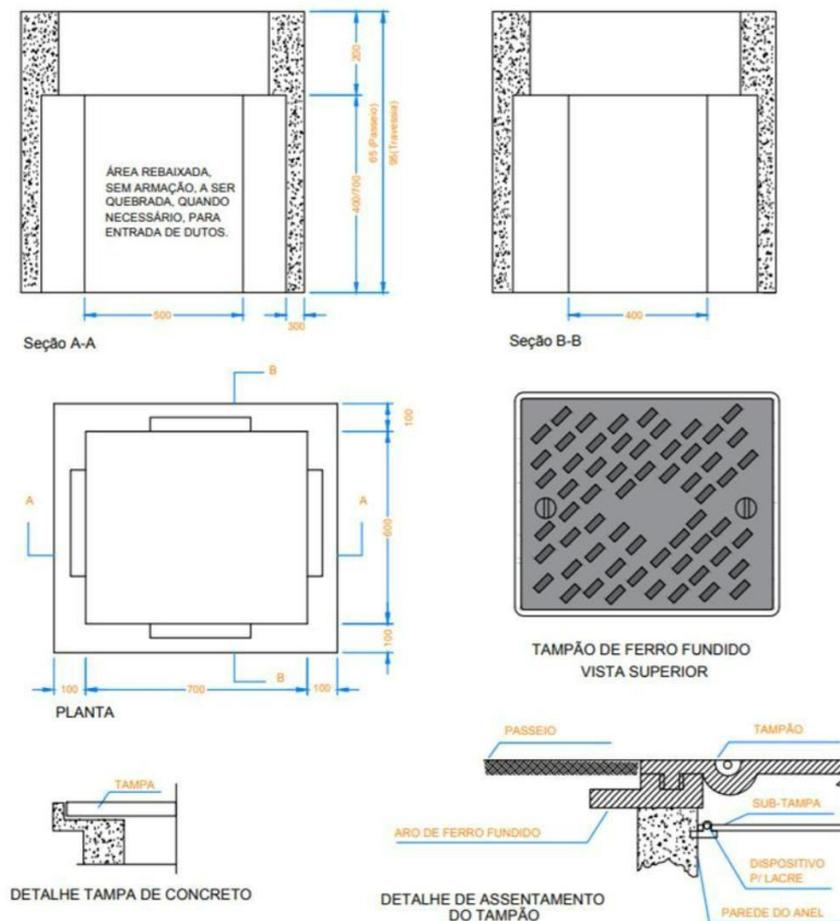


NDU 003 Página 58.

NOTAS:

1. as cotas são em milímetros;
2. todo eletroduto embutido no solo ou na parede deve ser de aço galvanizado;
3. deverá ser deixado uma sobra de cabo, no mínimo de 2,0m, dentro da caixa de passagem;

- o eletroduto de descida deverá ser de aço galvanizado fixado ao poste com fita de aço inoxidável;
- o eletroduto de descida deverá ser identificado através da placa de identificação da edificação;
- o eletroduto de descida dos cabos de alimentação deve ficar preso ao poste no lado oposto ao fluxo de veículos na rua, avenida, etc;



NDU 003 – Página 62.

NOTAS:

- esta caixa deverá ser usada para cabos com bitola igual ou superior a 70mm².

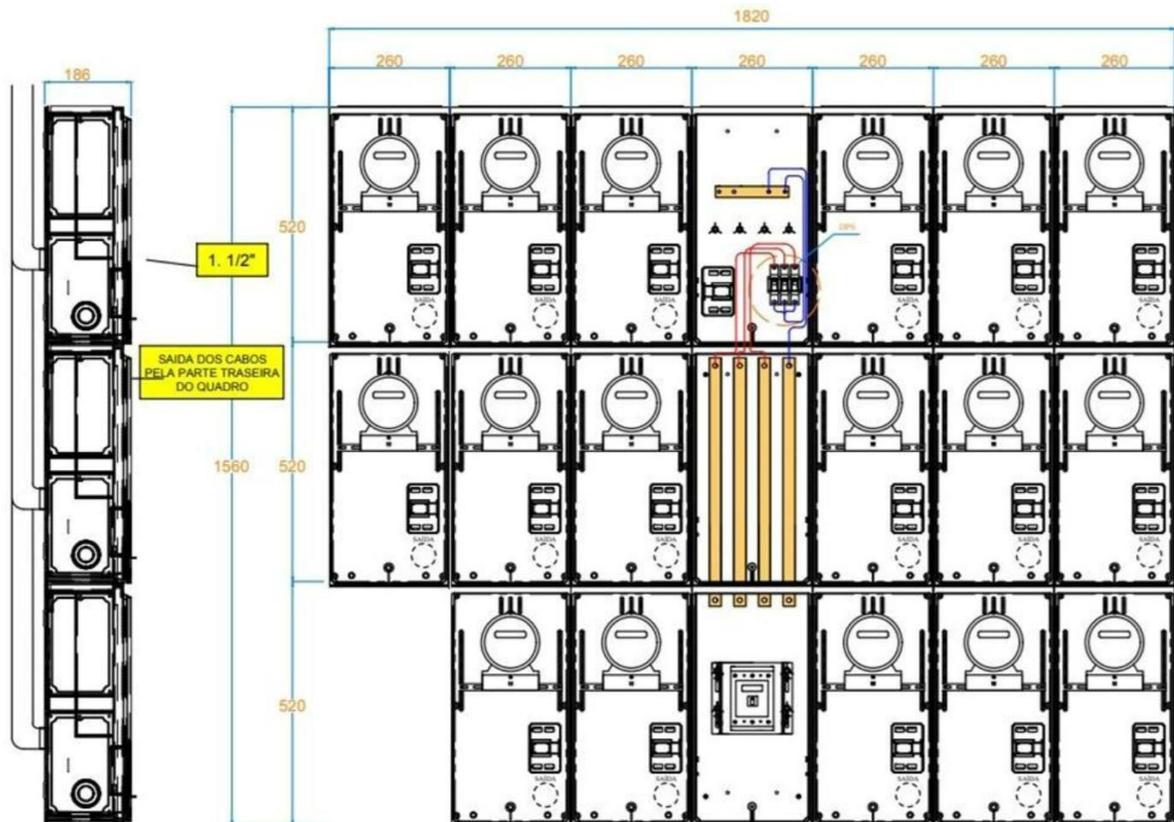


Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

2. o anel será de concreto pré-moldado. permite-se sua construção em concreto fundido no local ou em alvenaria, desde que mantenha as dimensões internas indicadas acima.
3. o tampão será de ferro fundido ou concreto armado com alça retrátil.
4. esta caixa também deverá ser construída pelo consumidor.
5. não poderá ser instalado onde exista tráfego de veículos (entrada de garagem, etc.)
6. a borda do eletroduto deverá ficar rente a parede interna da caixa. (não deve conter quina viva).
7. o fundo da caixa deve possuir dreno, constituído de furo e concreto.
8. deverá ser deixada uma sobra de 2,0m de cabo dentro da caixa. 9. as caixas devem ter tampa de concreto ou ferro fundido.

VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



NDU 003 – Página 70.

NOTAS:

1. o barramento deverá ser dimensionado conforme tabela 7, cumprindo as distâncias de segurança; 2. deverá ser instalado DPS no centro de medição;
3. as caixas de medição dos agrupamentos poderão ter uma diferença na cota de profundidade que varia de 171 mm a 186 mm, esta diferença só será tolerada para a profundidade, as demais cotas estão mantidas;
4. para os agrupamentos o barramento poderá ser projetado em uma ou mais caixas, conforme pt-003, desde que o fornecedor garanta as características estabelecidas na tabela 7 desta norma. O arranjo do barramento e as ligações não devem comprometer o espaçamento e a segurança.



5. a altura da caixa de medição deverá ficar a 1,70m cotado da parte superior até o piso acabado.

A central de medição será equipada com dispositivo de proteção contra surto (DPS) 460V 45 kA.

9. Aterramento

O aterramento será feito com uma haste de cobre com 2,40 m de comprimento e seção de 16 mm considerando uma resistividade do solo de 10 Ω , guardada por caixa de inspeção, com tampa.

10. Condutores e eletrodutos

Os condutores serão cabos flexíveis de cobre isolado com XLPE/EPR do quadro de medição até o quadro de distribuição, de onde sai com isolamento PVC 70°C até os pontos de utilização. As respectivas dimensões estão indicadas em prancha. Os eletrodutos internos serão de PVC flexível corrugado, e os externos de PVC rígido conforme NBR 15715 com dimensões indicadas em prancha.

11. Quantitativos



Bloco de Laboratórios da Universidade Federal da Paraíba

- Campus de Pombal- PB.

Lista de Materiais - Componentes		
Descrição do Material	Dimensões	Quantidades
Poste com 1 Medidor Lateral trifásico Completo, Com Disjuntor		1
Caixas de Embutir		
Caixa de Luz 4"x2", de embutir, em PVC na cor amarelo para	4"x2"	203
Caixa de Luz 4"x4", de embutir, em PVC na cor amarelo para	4"x4"	3
Caixa de Piso Baixa 4x4 em alumínio	¾ 4"x4"	73
Caixa octogonal 4"x4" com fundo móvel, em PVC na cor amarela	4"x4"	1
*Foram indicadas caixas octogonais com suporte para lajotas cerâmicas, no entanto, se		
Condutes		
Adaptador de Redução para Condutele de PVC	Ø1"x3/4" Ø1"x3/4"	265
Condutele de PVC multiplo antichamas na cor cinza	Ø1"	66
Tampa Cega para Condutele Top de PVC antichama na cor cinza	Ø1"	66
Interruptores		
Conjunto montado com 1 Interruptor simples, 10A 250V~, 4"x2"	1S, 4"x2"	27
Conjunto montado com 4 módulos de Interruptores simples,	com placa e suporte 4"x4" 4xS, 4"x4"	3
Conjunto montado de Interruptor com 2 teclas simples, 4"x2"	2xS, 4"x2"	6
Conjunto montado de Interruptor com 3 teclas simples, 4"x2"	3xS, 4"x2"	3
Quadros		
Quadro de Distribuição 12/16 Disjuntores, de embutir, fabricado	12/16 Disjuntores	16
Tomadas		
Conjunto montado de 1 Tomada 2P+T, 10A, posto horizontal	4"x2" 10A, 4"x2"	15
Conjunto montado de 1 Tomada 2P+T, 20A, posto horizontal,	4"x2" 20A, 4"x2"	4
Conjunto montado de 2 Tomadas 2P+T, 10A, postos horizontais,	4"x2" 2x10A, 4"x2" 71	71
Conjunto montado de 2 Tomadas 2P+T, 20A, postos horizontais,	4"x2" 2x20A, 4"x2" 1	1
Conjunto montado de 2 Tomadas de piso 2P+T, 10A, com tampa	4"x4" 2Tom. 10A de piso	73
Conjunto montado de 3 Tomadas 2P+T, 10A, postos horizontais,	4"x2" 10A, 4"x2"	41
Interruptores + Tomadas		
Conjunto montado de 1 Interruptor Simples + 1 Tomada 2P+T,	1S+1Tom.10A, 4"x2"	3
Conjunto montado de 2 Interruptores Simples + 1 Tomada 2P+T,	2S + 1 Tomada 10A, 4"x2"	2
Saída de fio		
Conjunto montado de 1 Placa para Saída de Fio Ø11mm, 4"x2"	Saída de fio	30
Eletrodutos		
Eletroduto Rígido de PVC Roscável na cor preta (EB-744)	Ø1"(32mm)	526,65 m
Eletroduto Rígido de aço	Ø 100mm	50 m
Eletroduto flexível corrugado, em PVC na cor amarelo antichamas, conforme NBR15465	Ø 25mm	1669,23 m



**Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande
– Campus de Pombal- PB.**

**Memorial Descritivo – Projeto Hidrossanitário
BLOCO DE LABORATÓRIOS**

POMBAL – PB

2022



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

1. Informações do projeto

Objeto: Instalações hidrossanitárias do Bloco de Laboratórios da Universidade Federal da Paraíba – Campus de Pombal- PB.

Interessado: Universidade Federal de Campina Grande- UFCG – Campus Pombal

Endereço da Obra: Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770 - Pereiros, Pombal - PB, 58840-000

2. Responsável técnico

Autoria: Gabrielly de Oliveira Soares Pereira

3. Normas técnicas de referências

O projeto teve como referência as normas da concessionária em questão como também as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Logo, a partir destas foi desenvolvido todo o projeto, com especificações, detalhes construtivos e considerações técnicas baseadas nas normas descritas abaixo:

- **ABNT NBR 5626:2020 – Instalação predial de água fria e quente.**
- **ABNT NBR 8160:1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução;**
- **ABNT NBR – 7229:1993 Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**



- **ABNT NBR 5688:2018 – Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos;**
- **ABNT NBR 10844:1989 – Instalações Prediais de águas pluviais.**

O seguinte projeto contemplará os sistemas descritos a seguir:

- 1- Sistema de abastecimento de água fria;
- 2- Sistema de esgotamento e tratamento sanitário;
- 3- Sistema de captação de águas pluviais.

OBS: Qualquer instalação fora do recomendado ou mudança de projeto que fuja das especificações e dimensionamento desse documento é de responsabilidade da instituição.

4. Alimentação de Água Potável

O sistema de alimentação será através da concessionária local Cagepa- Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, o ramal de alimentação será ligado diretamente na rede de alimentação já existente no campus, porém será colocado um barrilete de alimentação individual para o prédio, assim o controle é de fácil acesso em casos de manutenção.

Será abastecido primordialmente o reservatório inferior e em seguida será recalçada o abastecimento para o reservatório superior.

5. Reservatórios

O sistema será de distribuição indireta, ou seja, a edificação será alimentada pela concessionária e a distribuição ocorrerá através de reservatórios, o volume dos reservatórios foi definido através do cálculo de consumo diário.

População Estimada - Bloco Lab. Civil



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

Térreo	180
Superior	170
Total de pessoas	350

O volume mínimo segundo a NBR 5626:2020 deverá atender ao período de 24hrs sem falta de água, desconsiderando nesse valor total, a reserva de incêndio. Logo, o volume total será o volume mínimo mais o necessário para abastecimento da edificação considerando dois dias de reversa, para um consumo médio de 50 l /pessoa.dia que representa o consumo médio para escolas segundo citada acima.

Logo, tem-se que:

Volume de Reservatório - Bloco Lab. Civil

Volume Diário (L)	17500
Reserva 2 dias (L)	35000
Total (L)	52500

Com o valor total foi dividido, optou-se por dividir o valor total. Assim teremos dois reservatórios retangulares de concreto acima da edificação, cada contém capacidade de 10.000 L. E o restante será armazenado em dois reservatórios inferiores de marca Fortlev com capacidade de 16.250L cada, apoiados sobre base de concreto.

Divisão de Volume - Bloco Lab. Civil

Volume Superior (L)	20000
Volume Inferior (L)	32500
Total	55000



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

Para o reservatório inferior foi calculado a altura manométrica que deverá ser vencida no abastecimento considerado o tempo de enchimento de 0,5 horas, a vazão necessária para bomba recalcar será de 65 m³/h.

Vazão Reservatório Inferior

Volume da Caixa (L)	32500
Tempo esperado de enchimento (h)	0,5
Vazão (L/h)	65000
Vazão (m ³ /h)	65

Foi calculada a altura manométrica total que a bomba deverá vencer logo foi possível determinar o modelo de bomba que precisará ser adquirido para o funcionamento do sistema.

Altura Manométrica

Altura de Sucção (m)	2,43
Altura de Recalque (m)	11,65
Perda de Carga (m)	10
Altura total (m)	24,08

Assim a bomba calculada por meio da calculadora virtual Fe Case, foi escolhida motobomba Schneider modelo BC-21R 2 1/2 12.5 T 60 4V, por tubulação de PVC rígido.

Características específicas descritas nas imagens abaixo:

Motobomba BC-21	
Marca	Schneider
Família	BC -21
Fase	Trifásico
Tensão (V)	220/380/440
Potência (cv)	12,5



	Número de Estágios(s)	1
	Diâmetro de Sucção	3"
	Diâmetro de Recalque	2,5"
	Frequência	60 Hz

Fonte: Fe Case, 2022.

6. Coleta e tratamento sanitário

O dimensionamento da coleta e tratamento de esgoto sanitário foi direcionado e baseado na ABNT NBR 8160:1999 Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. A execução deverá seguir todos os parâmetros definidos em plantas baixas e neste documento.

O tratamento será destinado a rede de coleta local - CAGEPA, as conexões e tubulações de esgoto deverão ser em PVC rígido branco, tipo esgoto, com vedação e anéis emborrachados ou por uso de adesivos plásticos, conforme norma ABNT NBR 5688:2018.

Logo abaixo estão descritos elementos que irão compor o sistema, como também o dimensionamento e definições construtivas:

6.1 Caixa de Inspeção

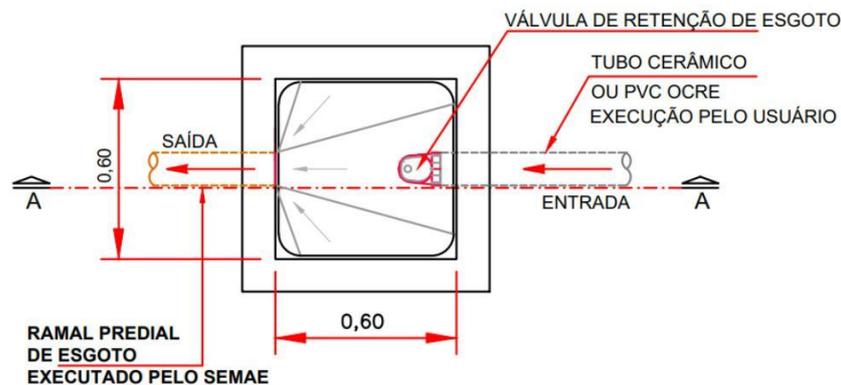
Caixa destinada a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e/ou direção das tubulações. (ABNT NBR – 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução, item 3.7)

Segundo NBR – 8160:1999, o modulo construtivo deverá atender as seguintes especificações:

As caixas de inspeção devem ter:

- a) profundidade máxima de 1,00 m;
- b) forma prismática, de base quadrada ou retangular, de lado interno mínimo de 0,60 m, ou cilíndrica com diâmetro mínimo igual a 0,60 m;
- c) tampa facilmente removível, permitindo perfeita vedação;
- d) fundo construído de modo a assegurar rápido escoamento e evitar formação de depósitos.
- e) deverá existir obrigatoriamente uma caixa de inspeção a cada 30 metros de distância;

Logo, neste projeto foram adotadas caixas de inspeção de dimensão 0,60x0,60x0,60m de forma prismática. As cotas de entrada e saída de tubulação estão descritas em projeto.



Fonte: SEMAE, Acervo Técnico GRU - Téc. Marla, 2019.

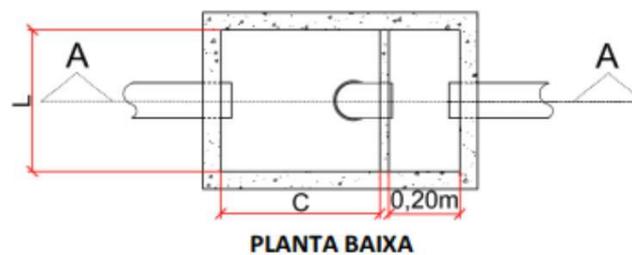
N é o número de pessoas servidas pelas cozinhas que contribuem para a caixa de gordura no turno em que existe maior afluxo; V é o volume, em litros;

3) altura molhada: 0,60 m;

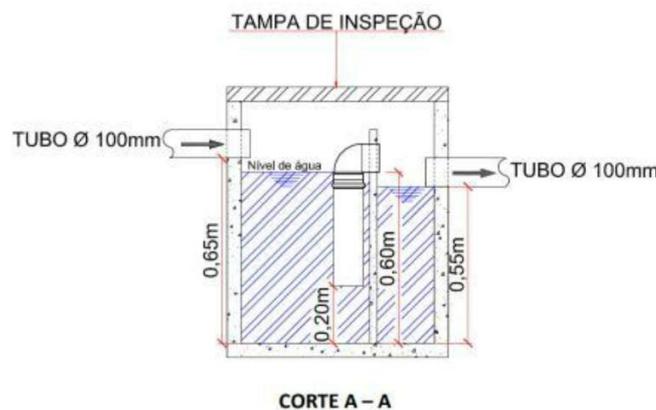
4) parte submersa do septo: 0,40 m;

5) diâmetro nominal mínimo da tubulação de saída: DN 100.

Assim, para a população estimada que utilizará da copa da edificação, é igual a 30 pessoas, a caixa de gordura adotada será de 18L atendendo as especificações mínimas de dimensão que serão C= 0,25m (Comprimento interno), L = 0,2m (Largura interna) com profundidade de 0,80m e altura molhada de 0,60m.



Fonte: Prefeitura de Macaé.



Fonte: Prefeitura de Macaé.

6.3 Ramais de esgotamento, ventilação e tubo de queda.



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

As tubulações foram calculadas e dimensionadas através do cálculo de contribuição de Hunter - UHC (Unidades Hunter de Contribuição), para os aparelhos foi adotado o diâmetro necessário para atender as peças e para tubulações de esgoto primários e tubos de quedas foram adotados diâmetros calculados conforme o método citado acima. Deverão ser utilizadas juntas soldáveis na linha de esgoto predial da Tigre no material de PVC.

Devem atender os diâmetros e inclinações contidas em projetos. Para os ramais de descarga do peças hidrossanitários tem-se:

TUBULAÇÃO	DIÂMETRO (mm)
COZINHA	
Ramal de descarga (Pia)	50
BANHEIROS	
Ramal de descarga (bacia sanitária)	100
Ramal de descarga (lavatório)	40
Ramal de esgoto (caixa sifonada)	50

7. Captação de águas pluviais

O sistema de captação de águas pluviais foi dimensionado de acordo com a ABNT NBR 10844:1989. Tem por objetivo destinação das águas pluviais através de calhas, condutores verticais que estarão embutidos na alvenaria direcionando para caixas de areia onde são retidas sujeiras para condução em tubulações horizontais até o limite do terreno diretamente para o sistema de drenagem do município.

A destinação de águas pluviais deverá obrigatoriamente ser feita em sistema separado da captação do esgoto sanitário.

Para o dimensionamento foi calculado a área de interceptação do telhado e pela NBR 10844:1989 obtido o valor médio de intensidade pluviométrica na



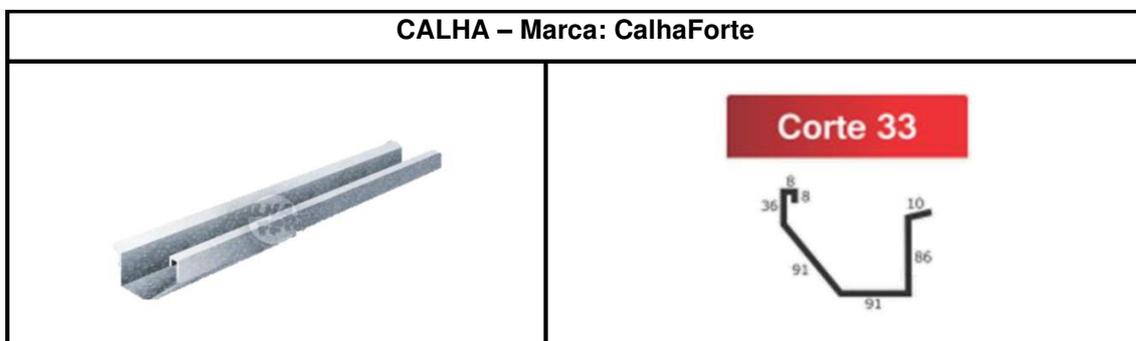
Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.

Paraíba, logo se obteve-se a vazão de projeto, os dados estão apresentados na Tabela XX.

Vazão de Projeto - NBR 10844/1989 - Tabela 5 - Chuvas intensas no Brasil (Duração - 5 min)

Intensidade Pluviométrica (mm/h)	A (mm ²)	Q - Vazão (mm ³ /hr)
163	80054,13	217480,3729

As calhas utilizadas serão em chapa de aço galvanizado com perfil retangular possuindo declividade mínima de 0,5% para garantir o escoamento adequado e estarão dispostas na lateral da edificação.



Fonte: Site Calha Forte.

Propriedades da Calha – Corte 33

Seção (m ²)	0,8646
Perímetro (m)	2,331684
Raio hidráulico (m)	0,370805

Fonte: Site Calha Forte.

Dimensionamento de Calhas - NBR

10844/1989

Q - Vazão (mm ³ /h)	4254890
S (mm ²)	2,331684



n - Coeficiente de rugosidade (Tabela 2- NBR 10844/1989)	0,012
R - Raio hidráulico (m)	0,370805
K	60000
i (Declividade)	0,5

Fonte: Site Calha Forte.

Como a vazão da calha é maior do que a vazão de projeto, logo atende as necessidades da edificação e será utilizada ela como recomendação, cálculos e apresentação em projeto.

Os condutores verticais e horizontais são necessários para direcionar as águas das calhas para a destinação de drenagem final, logo levando em consideração a locação de prumadas em projeto e a vazão.

Recomendações normativas para condutores verticais:

- Os condutores verticais devem ser projetados, sempre que possível, em uma só prumada;
- Quando houver necessidade de desvio: devem ser usadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45° e devem ser previstas peças de inspeção;
- Diâmetro interno mínimo: 75mm.

O dimensionamento dos condutores verticais é realizado através de ábacos contidos na NBR 10844/1989. **Foi calculado que serão tubulações em PVC com diâmetro de 100mm.**

Os condutores horizontais são tubulações horizontais enterradas destinadas a conduzir as águas drenadas até os locais de lançamento final.

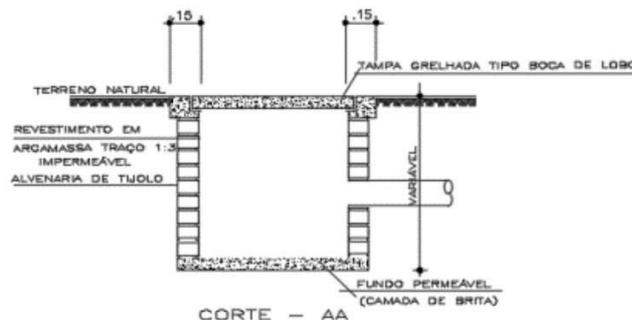
Recomendações normativas para condutores horizontais:

- Declividade uniforme mínima: 0,5%;

- Dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular: a altura da lâmina deve ser considerada igual a $2/3$ do diâmetro interno do tubo;
- Tubulações aparentes: inspeções sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e ainda a cada trecho de 20m nos percursos retilíneos;
- Tubulações enterradas: caixas de areia sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e ainda a cada trecho de 20m nos percursos retilíneos;
- Ligação entre os condutores verticais e horizontais: sempre feita por curva de raio longo, com inspeção ou caixa de areia.

Logo, os condutores horizontais até a caixa de areia terão 100 mm com declividade de 1% para trechos que direcionam até a caixa de areia e para os condutores horizontais até a sarjeta será utilizado um D(mm) 125 com $i = 0,5\%$. Para atender todas as vazões do sistema.

As caixas de areia são dispostas a cada mudança de sentido, deverão ser construídas de alvenaria com revestimento de argamassa, no fundo da caixa conter uma camada de brita permeável. As tubulações de saída devem estar no mínimo a 30 cm de diferença em relação ao fundo da caixa.



Fonte: Instituto Santos Dumont



8 – Quantitativos

Tubulação		
<u>Descrição</u>	<u>Diâmetro</u>	<u>Comprimento</u>
Tubo PVC Roscável Branco	20 mm	10.46 m
<u>Tubo PVC Roscável Branco</u>	<u>25 mm</u>	<u>140.76 m</u>
Tubo PVC Roscável Branco	32 mm	21.36 m
<u>Tubo PVC Roscável Branco</u>	<u>40 mm</u>	<u>35.13 m</u>
Tubo PVC Roscável Branco	50 mm	122.26 m
Tubo Série Normal para Esgoto		
Tubo Série Normal para Esgoto	40 mm	182.50 m
<u>Tubo Série Normal para Esgoto</u>	<u>50 mm</u>	<u>26.68 m</u>
Tubo Série Normal para Esgoto	75 mm	29.71 m
<u>Tubo Série Normal para Esgoto</u>	<u>100 mm</u>	<u>414.07 m</u>



Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande
- Campus de Pombal- PB.

Conexões para Esgoto	
Descrição	Quantidade
Bucha de Redução Longa 50x40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	5
Cruzeta 100x100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	2
Joelho 45º 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	62
Joelho 45º 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	14
Joelho 45º 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	2
Joelho 45º 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	24
Joelho 90º 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	74
Joelho 90º 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	10
Joelho 90º 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	6
Joelho 90º 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	29
Junção Simples 40 x 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	16
Junção Simples 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	12
Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	6
Luva Simples 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	36
Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	37
Luva Simples 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	18
Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	112
Conexões para Água Fria	
Descrição	Quantidade
Bucha de Redução Roscável 1" x 1/2", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	7
Bucha de Redução Roscável 1" x 3/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	11
Bucha de Redução Roscável 1.1/2" x 1", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	7
Bucha de Redução Roscável 1.1/2" x 1.1/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	11
Bucha de Redução Roscável 1.1/2" x 3/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	4
Bucha de Redução Roscável 1.1/4" x 1", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	33
Bucha de Redução Roscável 1.1/4" x 3/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	1
Bucha de Redução Roscável 3/4" x 1/2", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	40
Curva 90º Roscável 1", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	13
Curva 90º Roscável 1.1/2", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	17
Curva 90º Roscável 1/2", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	15
Curva 90º Roscável 3/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	90
Tê Roscável 1", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	1
Tê Roscável 1.1/2", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	4
Tê Roscável 1.1/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	1
Tê Roscável 1/2", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	1
Tê Roscável 3/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	12
Registros e Válvulas	
Descrição	Quantidade
Registro Esfera VS Compacto Soldável 40mm - TIGRE	9
Registro Esfera VS Soldável 40mm - TIGRE	2
Valvula de Retenção Roscável 1" - TIGRE	3
Válvula de pé com Crivo Roscável 1" - TIGRE	1



**Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande
– Campus de Pombal- PB.**

**RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS E COMPATIBILIZAÇÃO BIM
BLOCO DE LABORATÓRIOS**

POMBAL – PB

2022



1. INTRODUÇÃO

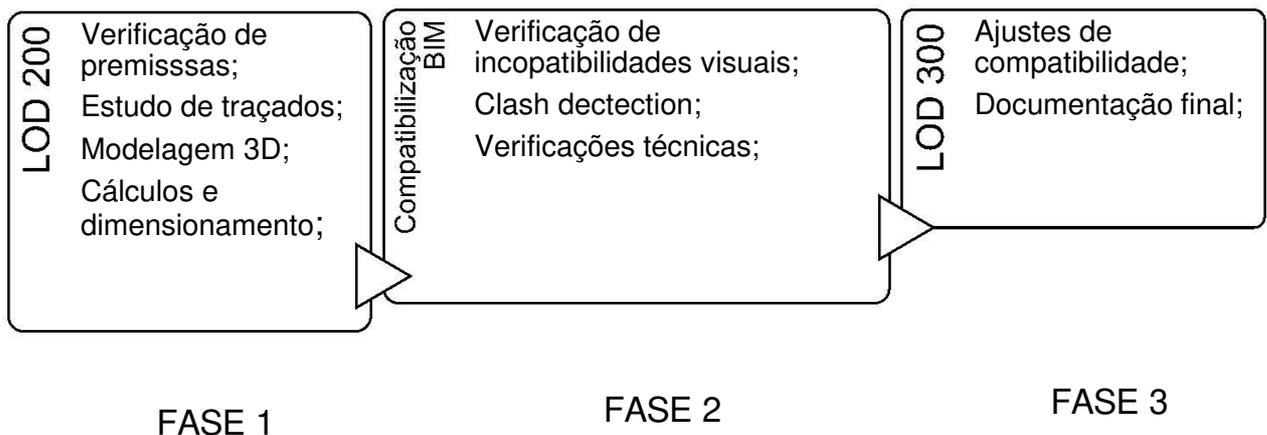
Neste relatório está descrito todo o processo de compatibilização realizado entre os projetos hidrossanitário, elétrico e estrutural do Bloco de Laboratórios da Universidade Federal de Campina Grande- Campus Pombal- PB.

Este documento tem por objetivo descrever um processo interno que foi utilizado para realização da compatibilização de projetos de autoria própria com um projeto de autoria de outro projetista.

Assim busca esclarecer e descrever as atividades que foram realizadas ao longo do projeto.

No diagrama abaixo (Figura 01- Diagrama de atividades) é possível visualmente identificar todas as etapas realizadas durante o processo.

Figura 01- Diagrama de atividades



Fonte: Acervo da Autora, 2022.

2. PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO E REALIZAÇÃO DE PROJETOS



FASE 1: LOD 200

Nesta etapa de projeto é feito o alinhamento com os contratantes, no caso deste projeto o contato foi realizado diretamente com o coordenador do curso de Engenharia Civil da UFCG- Campus Pombal o qual está a frente da tramitação dos projetos na prefeitura da instituição.

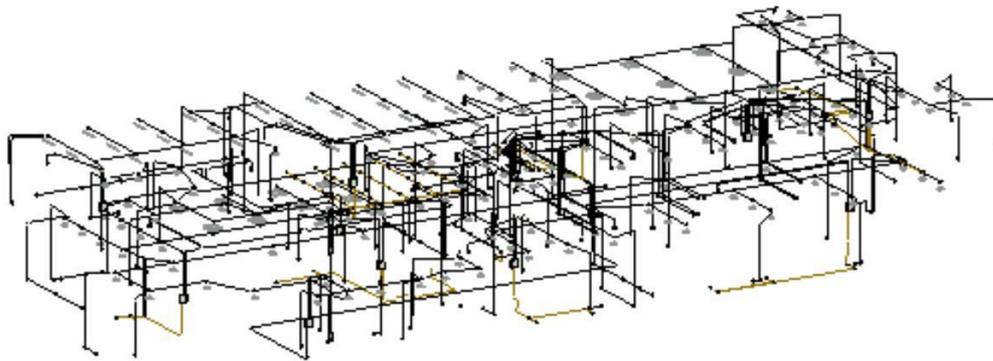
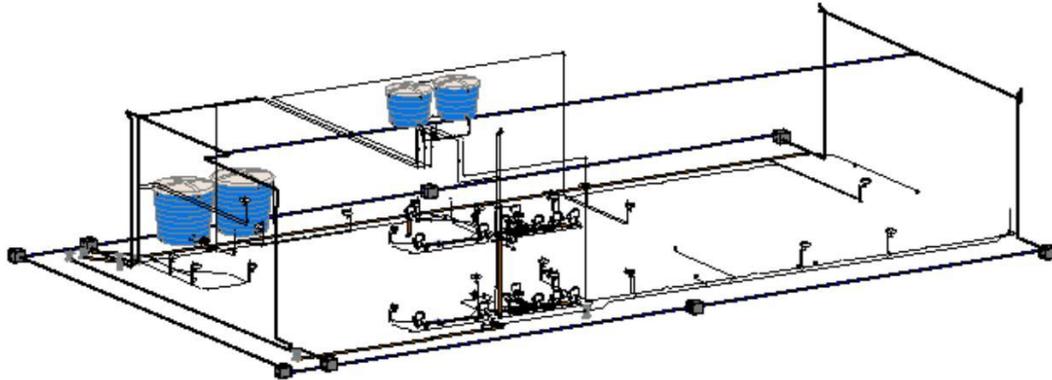
Logo com as premissas definidas foi possível a realização do BEP – Plano de execução BIM, para dar prosseguimento nas próximas fases de estudo de traçado e modelagem.

Essa fase inicial de alinhamento de interesses e expectativas é o momento de verificar as possibilidades de projeto e otimizar a soluções para melhor atender a demanda do cliente.

Logo, foi realizado o BEP como plano de ação e direcionamento para os projetos que será apresentado mais adiante.

Assim, após validação pelo encarregado da locação de pontos elétricos, soluções hidrossanitárias, traçado e particularidades de projetos, foram realizados os cálculos e dimensionamento necessários para o funcionamento dos projetos.

Para realização dos projetos foi utilizado a versão estudantil do software da Autodesk Revit versão 2021.



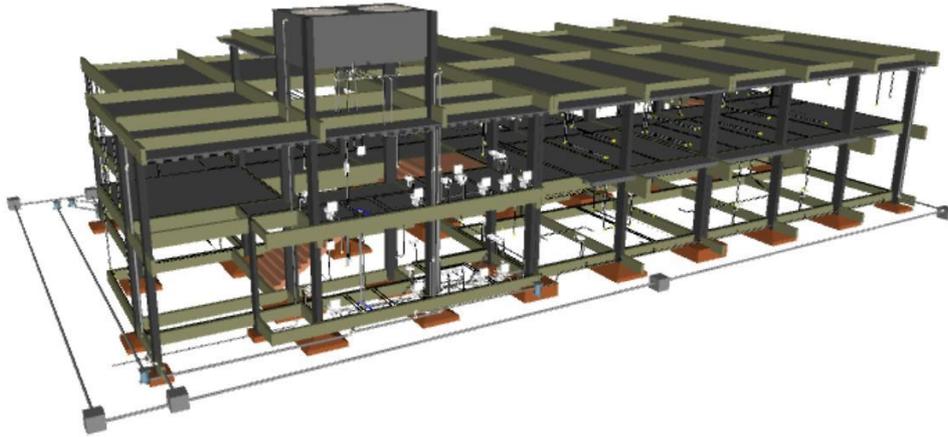
FASE 2:

Na Fase 2, foi realizada a compatibilização em BIM, através da versão estudantil do software Navisworks versão 2021.

Através desse software é possível a integração dos projetos e a visualização muito mais clara das interferências e incompatibilidades existentes entre os projetos.

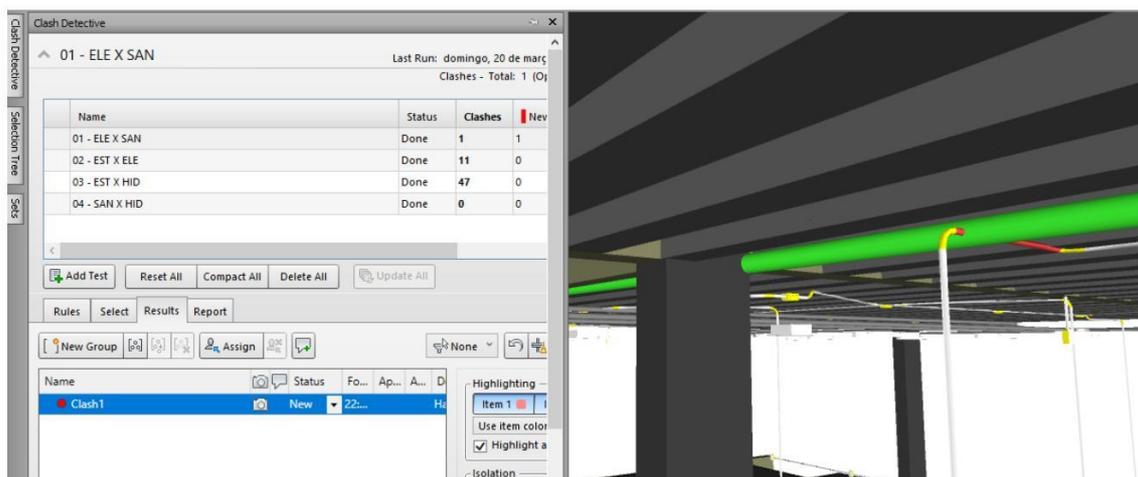


Bloco de Laboratórios da Universidade de Campina Grande – Campus de Pombal- PB.



Com a integração de todos os projetos é possível através da ferramenta “clash detective” verificar as interferências entre os projetos e assim identificar a área exata que deve ser feita alteração no projeto. Nesse momento é possível analisar qual projeto deverá ser alterado.

No caso abaixo mostrado na Figura 05, identifica-se a interceptação de tubulações elétricas com tubulação de águas pluviais, deste modo conclui-se que a tubulação pluvial se encontra na altura errada, deverá ficar acima da laje, assim é feita a alteração em projeto e solucionado a incompatibilidade.





Em casos de interferências que envolvam a disciplina de elétrica, fora o caso que a locação do outro projeto em questão esteja errada, deverá se optar por o ajuste em projeto de elétrica pois as tubulações são de característica flexíveis e em obra são trabalhadas de forma mais fácil.

Em casos de tubulações sanitárias que interceptem vigas baldrame e não seja visto solução para a situação, será realizado um documento com a planta de furação solicitando ao projeto estrutural a incorporação desses furos.

Foram realizadas verificações entre estrutural e hidrossanitário, estrutural e elétrico, elétrico e estrutural e elétrico com hidrossanitário. Ao total foram encontradas 59 interferências e incompatibilidades entre os projetos.

As alterações necessárias foram estudadas e verificadas a viabilidade e possibilidade de mudança de direção e até mudança de traçado, assim os pontos que não foram encontrados soluções serão apresentados em planta de furação para futura incorporação em projeto estrutural.

FASE 3:

Por fim, após verificações e ajustes, o projeto está apto para documentação e detalhamento, como também a realização de memoriais descritivos e de cálculo que serão apresentados nesse documento.

Será disponibilizado também o modelo federado contendo todos os ajustes realizados, memoriais descritivos, plantas baixas, quantitativos e arquivos base dos projetos em rvt.



4. REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5626:2020 – Instalação predial de água fria e quente.

ABNT NBR 8160:1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução;

ABNT NBR – 7229:1993 Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos

ABNT NBR 5688:2018 – Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos;

ABNT NBR 10844:1989 – Instalações Prediais de águas pluviais.

ABNT NBR 5413:1992 – Iluminância de Interiores – Procedimento;

ABNT NBR 5410:2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

NDU 001 - Fornecimento de energia elétrica a edificações individuais ou agrupada em até três unidades consumidoras;

NDU 003 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária e Secundária a Agrupamentos ou Edificações de Múltiplas Unidades Consumidoras acima de 3 Unidades Consumidoras.

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES DE PROJETOS EM BIM. Santa Catarina/Rs: Governo de Santa Catarina, 2018.

CADERNO BIM. Curitiba/PR: Governo do Paraná, 2018.

CATANNI, A. **Interação de operários da construção civil com o computador.** Coletâneas do Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, v. 6, n16, p. 55-63, jan/abr. 1998.



CAREZZATO, G. G. et al. **Processos de Gerenciamento de Projetos BIM**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO DA CONSTRUÇÃO, 1., Fortaleza, 2017. Anais [...] Porto Alegre: ANTAC.

CC-MD-08 ÁGUAS PLUVIAIS, ESGOTO SANITÁRIO E INDUSTRIAL. São Paulo/Sp: Instituto Santos Drumont, 2022.

DEC 10.306, DE 02/04/2020, Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, **Diário Oficial da União 2019, Disponível em:** <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.133-de-1-de-abril-de-2021-311876884>

DECRETO Nº 9.983, DE 22 DE AGOSTO DE 2019, Presidência da república do Brasil, 2019, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9983.htm Acesso 03/03/2022.

E CLASSES de fundamentos da Indústria (IFC) - uma introdução. Building Smart, 2022. Disponível em: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc>. Acesso em: 09 de março de 2022.

ECKERT C. M.; CLARKSON, P. J.; STACERY, M.K, Information flow in engineering companies: Problems and their causes. In: 13th International Conference on Engineering Design: Design Management – Process and Information Issues (ICED'01", 2001, Glasgow, UK. Proceedings, 2001.

FAN, S.-L. et al. Latent provisions for Building Information Modeling (BIM) contracts: a social network analysis approach. KSCE Journal of Civil Engineering, v. 23, n. 4, p. 1427-1435, 2019.2017

GOMES, Lucena Danielly; CAIXETA, Luciano. Compatibilização de Projetos em BIM: curso de engenharia civil. **Pontifícia Universidade Católica de Goiás**, Goiânia/Go, p. 4-6, 2020.

Holland, R., Messner, J., Parfitt, K., Poerschke, U., Pihlak, M., and Solnosky R. (2010). "Integrated Design Courses Using BIM as the Technology Platform." Proc. The BIM: Related Academic Workshop, Salazar and Raymond Issa, Washington D.C., <http://www.buildingsmartalliance.org/client/assets/files/bsa/bsa_conference_proceedings_1210.pdf> (Maio, 2011)



INSTALAR caixa de inspeção. **Semae**, 2022. Disponível em: <https://sem.riopreto.sp.gov.br/instalar-caixa-de-inspe%C3%A7%C3%A3o.aspx>. Acesso em: 12 de março de 2022.

LEAL, A.C. M.; RIBEIRO, M. I. P. Implantação do Sistema de Qualidade na construção civil com ênfase na inspeção de serviço. *Projectus*, v. 1, n. 4, p. 84-96, 2017.

LEUSIN, Sérgio R. **Gerenciamento e coordenação de Projetos BIM**; Um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MOTOBOMBA BC-21. Calculadora Fe Case, 2022. Disponível em: <https://fe-case.com.br/calculator/share/87131457-00?flow=63&head=23.79>. Acesso em: 01 de março de 2022.

PENTTILÄ Hannu. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression, *ITcon* Vol. 11, Special issue **The Effects of CAD on Building Form and Design Quality**, pg. 395-408, <https://www.itcon.org/2006/29>, 2006.

PROCEDIMENTOS para ligação de água e instalação de hidrômetro. **Cagepa**, 2016. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/PROCEDIMENTOS-PARA-LIGA%C3%87%C3%83O-DE-%C3%81GUA-E-INSTALA%C3%87%C3%83O-DE-HIDR%C3%94METROS-CAGEPA-1.pdf>. Acesso em: Acesso em: 09 de fevereiro de 2022.

Silva, K. R. (2019). Interoperabilidade entre software de projeto estrutural com a plataforma BIM.

SOUZA, Leander de Barros; PELLANDA, Paulo César; MICELI JUNIOR, Giuseppe; NOYA, Ricardo Choren. Uma ferramenta para controle da qualidade da construção civil integrada ao BIM: a tool for construction quality control



integrated with bim. Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, Uberlândia/Mg, p. 1-2, 2021.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

THOMAZ, E. Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção. São Paulo: Pini, 2001.



5. ANEXOS

A seguir está anexado material de plantas baixas dos projetos executados.

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. ESC.	1	Iluminação	810	220	3,68	7- B1	1,5	13	
	2	TUG's	1600	1280	220	7,27	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE - Prensa Hidráulica - 100 T	5500	4400	220	25,00	7- B1	4	25
	3,4	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	5,6	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13	
MED			14110	11570	220	23,96	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. MATERIAIS	1	Iluminação	270	220	1,23	7- B1	1,5	13	
	2	TUG's	2200	1760	220	10,00	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE - TG e granulometria	6000	4800	220	27,27	7- B1	4	25
	5,6	TUE - Ralo X	4000	3200	220	18,18	7- B1	4	25
	7,8	TUE - Fornos, Muffas e balanças	6000	4800	220	27,27	7- B1	4	25
	9,1	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	11,12	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	13,14	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	15,16	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			30270	24390	220	55,19	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. HID.	1	Iluminação	720	720	220	3,27	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
	3	TUE - Ar condicionado - Sup	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	4	TUE - Ar condicionado - Sup	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13	
MED			9720	8040	220	8,81	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC SALAS DE REUNIÃO	1	Iluminação	480	480	220	2,18	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	4100	3280	220	18,64	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
	Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13	
MED			13580	11080	220	18,96	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. INF.	1	Iluminação	480	480	220	2,18	7- B1	1,5	13
	2	TUG's - Computadores	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
	2	TUG's - Computadores	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
	2	TUG's - Computadores	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
	2	TUG's - Computadores	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
	2	TUG's	500	400	220	2,27	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
	MED			31180	25160	220	51,37	Padrão Energisa - Tipo FP	6

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. SAN.	1	Iluminação	240	240	220	1,09	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	3000	2400	220	13,64	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE - Ar condicionado - Sup	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			6640	5480	220	8,43	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC SALAS PROF 01	1	Iluminação	360	360	220	1,64	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			18160	14720	220	6,82	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC CIRC. SUPERIOR	1	Iluminação	660	660	220	3,00	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	1700	1360	220	7,73	7- B1	2,5	20
		Copa	2200	1760	220	10,00	7- B1	2,5	20
		Administração	530	424	220	2,41	7- B1	1,5	13
		TUE - Ar condicionado Adm	2100	1680	220	9,55	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			7790	6484	220	9,14	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. GEO.	1	Iluminação	360	360	220	1,64	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	4300	3440	220	19,55	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	5,6	TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			10860	8880	220	14,41	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC SALAS PROF 02	1	Iluminação	360	360	220	1,64	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	6000	4800	220	27,27	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			18160	14720	220	6,82	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. PAV.	1	Iluminação	270	270	220	1,23	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	2500	2000	220	11,36	7- B1	2,5	20
	3,4	TUE - Ar condicionado - Sup	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
	5,6	TUE - Ar condicionado - Sup	2800	2240	220	12,73	7- B1	4	25
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			8970	7350	220	12,59	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC Sala de Aula	1	Iluminação	420	420	220	1,91	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	1500	1200	220	6,82	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			8120	6700	220	11,82	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC LAB. INST.	1	Iluminação	240	240	220	1,09	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	2400	1920	220	10,91	7- B1	2,5	20
		TUE - Ar condicionado	2800	2240	220	12,73	7- B1	2,5	20
	Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13	
MED			6040	5000	220	7,87	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Dimensionamento dos condutores - máxima capacidade de corrente e queda de tensão									$I_b < I_{n,DISJ} < I_z$ (A)
Circuito	Descrição	Potência (VA)	Potência (W)	Tensão (V)	I_b (A)	Tipo de instalação	Seção (mm ²)	Disjuntor	
QDC CIRC. TERREO	1	Iluminação	660	660	220	3,00	7- B1	1,5	13
	2	TUG's	1700	1360	220	7,73	7- B1	2,5	20
		Reserva	600	600	220	2,73	7- B1	1,5	13
MED			2960	2620	220	3,10	Padrão Energisa - Tipo FP	6	

Quadro de Medição Geral				
	Quadros de Distribuição	Demanda	Carga Instalada	Barramento
1	QDC LAB. PAV.	4785,90	9571,8	FASE A
2	QDC LAB. GEOTECNIA	5474,40	10948,8	FASE B
3	QDC LAB. ESC	9104,90	18209,8	FASE A e FASE C
4	QDC LAB. MATERIAIS	20972,30	41944,6	FASE A, FASE B e FASE C
5	QDC LAB HID	3349,20	6698,4	FASE A
6	QDC LAB SANEAMENTO	3205,20	6410,4	FASE B
7	QDC CIRCULAÇÃO TERREO	1179,00	2358	FASE C

