UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

LUCAS RAMOS DOS SANTOS

PROJETO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO PARA CENTRAL DE MONITORAMENTO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

PONTA GROSSA
2024

LUCAS RAMOS DOS SANTOS

PROJETO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO PARA A CENTRAL DE MONITORAMENTO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Prof.ª Dra. Silvia Barbosa de Souza Ferreira
Coorientador: Prof. Dr. Prof. Elias Pereira

PONTA GROSSA

2024

LUCAS RAMOS DOS SANTOS

PROJETO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO PARA A CENTRAL DE MONITORAMENTO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

BANCA EXAMINADORA

_____

Profª Drª.Silvia Barbosa de Souza Ferreira

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

_____

Prof. Dr.Elias Pereira

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

_____

Profª. Drª. Nisiane Madalozzo Wambier

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

_____

Prof. MSc. Cleyton Cristiano Crovador

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ponta Grossa, 21 de outubro de 2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu forças para não desistir, sendo meu alicerce em todas as etapas mais árduas e difíceis durante todos esses anos de graduação.

Agradeço infinitamente aos meus pais, Eva e Juarez, que me acompanharam em cada fase da minha vida. A determinação deles em me proporcionar tudo que eu precisava ao longo deste período é algo que tento retribuir com estas humildes palavras de agradecimento. Valeu a pena, e deu tudo certo. Eles conseguiram formar os três filhos com sucesso. Muito obrigado.

Deixo este agradecimento especial às pessoas mais importantes da minha vida: meu filho Lucca Ravi e minha noiva Nathalia. Obrigado por estarem presentes em todos os momentos. Não foi um período fácil, mas vocês sempre acreditaram em mim. Espero retribuir tudo isso ao longo da jornada que ainda virá. Foi por vocês.

Agradeço aos meus irmãos, que foram uma grande inspiração nessa fase, sempre oferecendo bons conselhos e mostrando que o melhor caminho a seguir é, sem dúvida, o da educação.

Agradeço também a toda a família da minha noiva — minha sogra Vanessa, meu sogro Negri, meu cunhado e minhas cunhadas — e a todos que estiveram presentes nestes cinco anos. Posso afirmar com segurança que vocês foram as melhores pessoas que eu poderia pedir como família da minha noiva.

Agradeço à Universidade Estadual de Ponta Grossa, que sempre prezou por oferecer a melhor qualidade de ensino. Contribuiu com um conhecimento de altíssimo nível, preparando-nos para que os caminhos trilhados após a graduação sejam percorridos com responsabilidade e comprometimento.

Por fim, agradeço imensamente à minha orientadora Silvia, que esteve presente em todas as dúvidas e correções, garantindo que tudo fluísse da melhor forma possível. Agradeço também ao meu coorientador Elias, peça fundamental para a solução de dúvidas estruturais e demais informações que surgiram ao longo de cada correção.

Obrigado a todos que estão nesta lista e àqueles que, mesmo não mencionados, sabem que de alguma forma participaram e contribuíram nesta etapa.

O concreto armado é uma invenção gloriosa que nos permite construir estruturas ousadas e duráveis, desafiando a gravidade com a mestria da engenharia.

ROBERT MAILLART

RESUMO

A atual Central de Monitoramento da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) enfrenta limitações físicas que comprometem sua funcionalidade, como a falta de espaço e a ausência de estacionamento adequado. Para solucionar essa situação, foi elaborado um projeto arquitetônico para uma nova central, com a escolha do concreto armado como solução estrutural. Essa escolha se justifica pela eficiência em termos de custo-benefício, simplicidade de execução em obras públicas e durabilidade do material, o que é crucial para atender às demandas da universidade. O objetivo deste trabalho é desenvolver o dimensionamento da estrutura da nova Central de Monitoramento, utilizando o software TQS e atendendo às normas técnicas vigentes, como a recém atualizada NBR 6118:2024, que regula o projeto de estruturas de concreto. Na metodologia, foram realizadas a modelagem e a análise estrutural da edificação, focando na otimização das seções dos elementos estruturais. O software TQS se mostrou uma ferramenta eficaz, permitindo a modelagem tridimensional da estrutura, a análise de carregamentos e a verificação das condições de serviço. A utilização desse software possibilitou a realização de cálculos complexos de forma ágil, resultando em um projeto mais eficiente. O processo de otimização estrutural foi rigoroso, possibilitando a redução das seções dos elementos sem comprometer a estabilidade da edificação. Os resultados obtidos mostraram uma relação equilibrada entre aço e concreto, respeitando os critérios de segurança e desempenho exigidos para a estrutura. A análise final indicou que as seções dos elementos estruturais foram reduzidas de forma prática e eficiente, garantindo a funcionalidade e a segurança da nova Central de Monitoramento. Em conclusão, o projeto contribuiu significativamente para um melhor entendimento das práticas de dimensionamento em concreto armado, destacando a importância da integração entre teoria e prática na Engenharia Civil. Essa experiência ressalta a necessidade de um embasamento teórico sólido para a aplicação eficaz de ferramentas computacionais, assegurando que as soluções propostas atendam às reais necessidades do projeto.

Palavras-Chave: Central de Monitoramento; Projeto Estrutural; Concreto Armado.

ABSTRACT

The current Monitoring Center at the State University of Ponta Grossa (UEPG) faces structural limitations that compromise its functionality, such as lack of space and inadequate parking facilities. To address this situation, an architectural project for a new center was developed, with reinforced concrete chosen as the structural solution. This choice is justified by its cost-effectiveness, ease of execution in public works, and the material's durability, which is crucial to meet the university's demands. The objective of this work is to design the structure for the new Monitoring Center, using TQS software and adhering to current technical standards, such as NBR 6118, which regulates concrete structure design. The methodology involved the modeling and structural analysis of the building, focusing on optimizing the dimensions of structural elements. TQS software proved to be an effective tool, enabling three-dimensional modeling of the structure, load analysis, and verification of service conditions. The use of this software allowed for quick and complex calculations, resulting in a more efficient design. The structural optimization process was rigorous, enabling the reduction of element dimensions without compromising the building's stability. The results showed a balanced relationship between steel and concrete, meeting the safety and performance criteria required for the structure. The final analysis indicated that the dimensions of the structural elements were reduced in a practical and efficient manner, ensuring the functionality and safety of the new Monitoring Center. In conclusion, the project significantly contributed to a better understanding of reinforced concrete design practices, highlighting the importance of integrating theory and practice in Civil Engineering. This experience emphasizes the need for a solid theoretical foundation for the effective application of computational tools, ensuring that the proposed solutions meet the real needs of the project.

Keywords: Monitoring Center; Structural Project; Reinforced Concrete.

LISTA-DE-FIGURAS

Figura 1 - Ilustração de pavimento utilizando a analogia de grelhas 18
Figura 2 - Cargas Distribuídas em Grelhas de Vigas 18
Figura 3 - Ilustração da Flexão e do Cisalhamento em Estruturas 23
Figura 4 - Domínios de deformação estado limite último 24
Figura 5 - Fluxograma 31
Figura 6 – Localização da nova sede de vigilância 32
Figura 7 – Projeto Térreo 32
Figura 8 - Planta Superior 33
Figura 9 - Cobertura 34
Figura 10 - Detalhamento dos Cortes 35
Figura 11 - Corte (A), Corte (B), Corte (C) e Corte (D) 36
Figura 12 - Vista externa da central de monitoramento 36
Figura 13 - Planta de Formas Baldrame 40
Figura 14 - Planta de Formas Superior 43
Figura 15 - Pré-Lançamento Vigas Cobertura 44
Figura 16 - Planta de Formas Cobertura 45
Figura 17 – Arranjos de armaduras dos pilares 49
Figura 18 – Distribuição de Lajes Pavimento Superior 55
Figura 19 - Distribuição de Lajes Pavimento da Cobertura 56
Figura 20 – Planta de fundação 58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
1.1 OBJETIVOS 10
OBJETIVO GERAL 10
OBJETOS ESPECÍFICOS 10
1.2 JUSTIFICATIVA 11

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 11
2.1 MATERIAIS E CARACTERÍSTICAS 13
2.2 DURABILIDADE 13
2.3 AÇÕES 15
2.4 FASES DO CÁLCLULO ESTRUTURAL 16
2.5 UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE* TQS NO DIMENSIONAMENTO DE PROJETOS ESTRUTURAIS 29

3 METODOLOGIA 31
3.1 ÁREA DE ESTUDO 31
3.2 ETAPAS DO LANÇAMENTO ESTRUTURAL 37

4 RESULTADOS 38
4.1 LANÇAMENTO ESTRUTURAL 38
4.2 PILARES 45
4.3 VIGAS 49
4.4 ESCADAS 54
4.5 LAJES 54
4.6 FUNDAÇÃO 57
4.7 ALTERAÇÕES ARQUITETÔNICAS 59

5 CONCLUSÃO 60

REFERÊNCIAS 62

1 INTRODUÇÃO

O concreto armado é um dos materiais mais revolucionários na construção civil, responsável por uma verdadeira transformação nas técnicas e possibilidades arquitetônicas ao longo dos últimos séculos. Desde seu surgimento no final do século XIX, o concreto armado permitiu o desenvolvimento de construções mais robustas e complexas, abrindo caminho para inovações que impactaram diretamente a infraestrutura das cidades e a qualidade das edificações (Mehta & Monteiro, 2014). Com sua utilização, obras de grande porte, como arranha-céus, pontes, barragens e complexos industriais, tornaram-se viáveis, o que demonstra sua versatilidade e importância no cenário da engenharia civil moderna.

A combinação das propriedades de resistência à compressão do concreto com a alta capacidade de tração do aço forma uma sinergia única, permitindo que o concreto armado resista a diferentes tipos de esforços mecânicos. Essa junção não só possibilitou a construção de estruturas de grande envergadura, mas também contribuiu significativamente para a segurança e a durabilidade dessas obras, fatores essenciais para qualquer projeto estrutural (Warner et al., 1998). O uso do concreto armado nas obras públicas, em especial, destaca-se pela combinação de resistência, facilidade de execução e custo relativamente acessível, tornando-o a escolha preferencial em países com economias emergentes e em desenvolvimento.

Neste contexto, o presente trabalho foca no desenvolvimento de um projeto estrutural em concreto armado para a Central de Monitoramento da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Essa central desempenha um papel crucial na proteção do campus e na segurança dos alunos, professores e funcionários. No entanto, o espaço físico atualmente utilizado é provisório e não atende adequadamente às demandas de segurança da instituição. Diante disso, faz-se necessária a elaboração de um projeto que permita a construção de uma nova central, adequando-a às necessidades institucionais e normativas.

O projeto estrutural proposto visa garantir a segurança, funcionalidade e durabilidade da nova edificação, conciliando esses requisitos com a realidade orçamentária da universidade. A escolha pelo concreto armado como material base para a estrutura está alinhada à necessidade de robustez e resistência, além de ser um material de fácil obtenção e com boa relação custo-benefício. O uso de softwares de cálculo estrutural, como o TQS, será essencial para o desenvolvimento do projeto,

permitindo análises precisas e detalhadas das cargas e esforços que a estrutura deverá suportar. Conforme Hibbeler (2017), a utilização de ferramentas tecnológicas é um fator determinante para a precisão dos projetos estruturais, garantindo que atendam às normas técnicas e de segurança vigentes.

Além disso, a adoção de uma solução estrutural bem dimensionada possibilita uma economia significativa nos custos de manutenção a longo prazo, garantindo a estabilidade da edificação, aspectos especialmente relevantes para uma instituição pública como a UEPG. A implementação de um projeto estrutural eficiente em concreto armado é fundamental para assegurar a longevidade da construção e evitar futuras intervenções de grande porte, que poderiam gerar custos adicionais e impactar o funcionamento da central.

Portanto, este trabalho busca responder a uma necessidade prática e urgente da UEPG, propondo um projeto estrutural que atenda não apenas aos critérios de segurança e durabilidade, mas também ofereça uma solução econômica e de fácil execução. O estudo engloba desde a análise das necessidades específicas da nova central de monitoramento até o detalhamento estrutural, considerando as normas técnicas e regulamentadoras aplicáveis. Em suma, o projeto almeja contribuir para a melhoria da infraestrutura da universidade, com um foco especial na segurança da comunidade acadêmica.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver e detalhar um projeto estrutural em concreto armado para a Central de Monitoramento da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Objetos Específicos

- Analisar o projeto arquitetônico existente, propondo ajustes, caso necessário, para compatibilização com o projeto estrutural;
- Estudar e aplicar as normas técnicas vigentes para projetos estruturais em concreto armado;
- Propor uma solução estrutural que alie segurança e economia, apresentando o projeto final detalhado.

1.2 JUSTIFICATIVA

A Central de Monitoramento desempenha um papel estratégico na infraestrutura de segurança da Universidade Estadual de Ponta Grossa, sendo responsável pela vigilância de todas as instalações e pelo controle de acessos. Atualmente, essa central opera em um espaço provisório e inadequado para a demanda crescente da instituição, o que reforça a necessidade de uma nova estrutura que atenda às exigências de segurança e eficiência.

O concreto armado foi escolhido como material estrutural devido às suas características de durabilidade, alta resistência e capacidade de suportar cargas significativas, além de ser amplamente utilizado em obras de grande porte. Bastos (2024) destaca que o concreto armado se sobressai na engenharia civil por sua versatilidade e capacidade de adaptação às necessidades estruturais mais exigentes, sendo, portanto, uma solução técnica apropriada para a nova Central de Monitoramento.

Além disso, do ponto de vista econômico, o concreto armado apresenta um excelente custo-benefício, proporcionando uma estrutura durável com menores custos de manutenção ao longo do tempo (Carvalho e Figueiredo Filho, 2014). A implementação do projeto, seguindo as normas da ABNT 6118:2024, garantirá a segurança e a conformidade com as exigências legais, além de assegurar a proteção do patrimônio e da comunidade acadêmica.

Em suma, a escolha do concreto armado como material estrutural para a nova Central de Monitoramento da UEPG é tecnicamente justificada pela necessidade de uma solução eficiente e segura, que contribuirá diretamente para a melhoria das condições de segurança da universidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A padronização normativa desempenha um papel fundamental na construção civil, garantindo que os projetos e execuções sejam realizados com segurança, qualidade e durabilidade. As normas estabelecem diretrizes detalhadas para o dimensionamento, a execução e o controle das estruturas, além de orientar o uso adequado dos materiais.

No contexto do presente trabalho, a NBR 6118 (ABNT, 2024), que trata de projetos de estruturas de concreto, foi utilizada como referência principal. Esta norma oferece parâmetros técnicos essenciais para garantir a segurança e a estabilidade das estruturas de concreto armado. Além disso, a NBR 6492 (ABNT, 2021), que aborda a representação gráfica de projetos arquitetônicos, foi considerada para orientar as modificações necessárias no projeto, assegurando clareza e precisão nos desenhos técnicos.

O dimensionamento do concreto armado é um dos pontos cruciais para a integridade das estruturas. Segundo Carvalho e Figueiredo Filho (2014), o processo de dimensionamento envolve a análise de resistências à compressão e à tração, bem como a consideração de fatores como durabilidade e segurança. A NBR 6118:2024 define diretrizes detalhadas sobre esses aspectos, incluindo a determinação dos Estados Limites, que estabelecem a capacidade máxima da estrutura antes de atingir seu ponto de colapso.

Além dos Estados Limites, outro fator relevante são as ações que afetam a estrutura, como ações permanentes, acidentais e excepcionais. De acordo com Carvalho e Figueiredo Filho (2014), essas ações geram tensões e deformações que devem ser consideradas no dimensionamento, pois influenciam diretamente a performance da estrutura ao longo de sua vida útil.

Carvalho e Figueiredo Filho (2014) destacam que a resistência à compressão é uma das principais características do concreto armado, sendo determinada por ensaios de corpos de prova. Esses testes fornecem informações cruciais sobre o comportamento do material, como seu módulo de elasticidade, que impacta diretamente no desempenho da estrutura. Embora o concreto apresente baixa resistência à tração, esse fator não pode ser negligenciado, já que fissuras e outros efeitos podem comprometer a segurança estrutural.

O processo de dimensionamento, realizado por meio do software TQS, facilita a análise estrutural, oferecendo alto nível de precisão e controle no desenvolvimento de projetos de concreto armado. A utilização de ferramentas computacionais permite a automatização de cálculos complexos, garantindo que as estruturas projetadas estejam em conformidade com as normas e atendam aos requisitos de segurança e durabilidade, proporcionando confiabilidade ao longo de sua vida útil.

2.1 MATERIAIS E CARACTERÍSTICAS

O concreto armado é amplamente utilizado na construção civil, caracterizando-se pela combinação de concreto e barras de aço. Para o dimensionamento de estruturas em concreto armado, diversos critérios são considerados, incluindo a resistência dos materiais, as características das cargas aplicadas e as condições ambientais. Segundo Bastos (2014), o concreto armado permite uma melhor distribuição das tensões, otimizando a performance estrutural.

Um aspecto fundamental no dimensionamento de estruturas de concreto é a padronização das peças, que deve ser realizada de modo a otimizar o uso do material e facilitar a execução da obra. As dimensões das vigas e pilares são projetadas para se encaixar nas paredes arquitetônicas, garantindo a eficiência estrutural e o aproveitamento máximo do espaço disponível (Carvalho e Figueiredo Filho, 2014).

Além disso, o concreto armado apresenta inúmeras vantagens sobre outros materiais estruturais, como a economia e a facilidade de execução in loco. Sua resistência a agentes atmosféricos, fogo e desgaste mecânico, aliada à necessidade reduzida de manutenção, torna-o uma opção preferencial para diversas aplicações. Essa versatilidade possibilita a construção de estruturas hiperestáticas, permitindo a realização de vãos maiores e balanços, sem comprometer a segurança e a integridade da estrutura (Bastos, 2014).

2.2 DURABILIDADE

A avaliação do grau de agressividade do local da obra é essencial em todos os projetos estruturais, conforme especificado na Tabela 6.1 da NBR 6118:2024 (Quadro 1). Essa tabela classifica as condições ambientais com base nas ações químicas e físicas que podem afetar a durabilidade das estruturas de concreto. A agressividade do ambiente pode ser influenciada por diversos fatores, como umidade, presença de poluentes, sulfatos, cloretos e variações térmicas, que podem causar degradação nos materiais ao longo do tempo (ABNT, 2024).

A norma classifica os níveis de agressividade e suas consequências, orientando os projetistas a tomarem medidas preventivas, como o uso adequado de cobrimentos e materiais, conforme ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Classes de Agressividade Ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submerso	
II	Moderada	Urbano [a, b]	Pequeno
III	Forte	Marinho [a]	Grande
		Industrial [a, b]	
IV	Muito forte	Industrial [a, c]	Elevado
		Respingos de maré	

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

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

[c] Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas, elementos em contato com solo contaminado ou água subterrânea contaminada.

Fonte: adaptado NBR 6118:2024, ABNT.

Em relação ao concreto, a qualidade do material e seu cobrimento são essenciais para garantir a durabilidade da estrutura. O Quadro 2 apresenta a Tabela 7.1 da NBR 6118:2024, que fornece especificações sobre os valores mínimos de cobrimento para diferentes elementos estruturais, como vigas, lajes e pilares, garantindo proteção contra a corrosão e outros danos.

Quadro 2 - Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto [a]	Tipo [b, c]	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

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

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

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

Fonte: adaptado NBR 6118:2024, ABNT.

A tabela 7.2 da NBR 6118:2024 fornece diretrizes importantes sobre as características do concreto a ser utilizado, incluindo a relação água-cimento (a/c) e os cobrimentos necessários para lajes, vigas e pilares. A relação a/c é um parâmetro crítico que influencia a resistência e durabilidade do concreto. Essas especificações são fundamentais para garantir que o concreto suporte as condições adversas do ambiente, minimizando o risco de fissuras, corrosão e outras falhas estruturais (ABNT, 2024).

Além disso, é importante ressaltar que a NBR 6118:2024 estabelece que "a agressividade do meio ambiente se relaciona às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas" (ABNT NBR 6118:2024, item 6.4.1). Essa definição destaca a importância de uma análise abrangente das condições ambientais no planejamento e dimensionamento de estruturas de concreto.

De acordo com Carvalho e Figueiredo Filho (2014), a consideração da classe de agressividade é fundamental não apenas para garantir a segurança das estruturas, mas também para otimizar os custos de manutenção e reparo ao longo de sua vida útil. A escolha correta dos materiais e o adequado dimensionamento em função das condições ambientais são essenciais para a longevidade das obras de concreto armado.

2.3 AÇÕES

As ações estruturais são um elemento essencial no projeto de edificações, e sua correta consideração é garantida pelas normas técnicas brasileiras, que estabelecem os critérios para o cálculo de cargas. Segundo Carvalho e Figueiredo Filho (2014), as ações podem ser definidas como qualquer influência ou conjunto de influências capazes de produzir estados de tensão ou deformação em uma estrutura. Elas são classificadas em permanentes, variáveis e excepcionais, conforme a ABNT NBR 8681:2003, que normatiza o tratamento de ações em estruturas.

As cargas da edificação, que influenciam os estados de tensão, também devem seguir os padrões da NBR 6120:2019, que trata das cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Essa norma especifica as cargas permanentes, que permanecem constantes ao longo da vida útil da edificação, como o peso próprio dos

materiais e elementos fixos. Também define as cargas variáveis, que estão associadas ao uso da edificação, como o peso de pessoas, móveis e veículos. As cargas variáveis precisam ser consideradas de acordo com a utilização específica de cada ambiente, impactando diretamente na segurança e durabilidade da estrutura.

A NBR 6123:2013, que regulamenta as cargas devidas ao vento nas edificações, também influencia os estados de tensão ou deformação. O vento, sendo uma ação variável, pode afetar significativamente a estabilidade de estruturas mais altas ou de geometrias especiais, sendo necessário calcular suas pressões e efeitos dinâmicos sobre a construção. A norma oferece diretrizes para avaliar a intensidade e a distribuição dessas forças em diferentes tipos de edificações e situações geográficas, o que é crucial para o dimensionamento de elementos como lajes, vigas e pilares.

As ações acidentais ou excepcionais abrangem fenômenos como terremotos, explosões e incêndios, que, embora raros, têm potencial para causar grandes danos estruturais. Essas ações excepcionais são tratadas em normas específicas e devem ser incluídas no processo de dimensionamento estrutural para garantir a integridade da construção em situações extremas (ABNT, 2019).

Portanto, as normas NBR 6120, NBR 6123 e NBR 8681 são fundamentais para o correto dimensionamento e análise das ações que podem afetar a segurança e a durabilidade das estruturas de concreto armado.

2.4 FASES DO CÁLCLULO ESTRUTURAL

- Abordagens de Cálculo

Os modelos estruturais consistem na combinação de elementos como viga, laje, pilar e fundação, formando sistemas resistentes apropriados para a análise estrutural a ser realizada. Exemplos desses modelos incluem aqueles baseados em métodos como elementos finitos, diferenças finitas, analogia de grelha, teoria das placas, vigas contínuas e combinações desses enfoques (Danesi, 2021).

- Pré Lançamento

O pré-lançamento estrutural é vital para a segurança e funcionalidade de uma edificação. Nos pavimentos térreo, superior e na cobertura, a disposição dos elementos deve atender às normas de segurança, como a NBR 6118:2024, que

orienta sobre o projeto de estruturas de concreto. Essa fase envolve a escolha adequada dos materiais e a definição das posições dos elementos estruturais, garantindo que a estrutura suporte as cargas e mantenha a estabilidade ao longo do tempo.

- Lançamento da Estrutura

Quando se cita o lançamento da estrutura, define-se a melhor escolha de um sistema estrutural, que constitui a parte resistente do edifício. Essa etapa é crucial e de suma importância, pois implica a escolha dos elementos a serem utilizados e a definição de suas posições. Nesse caso, o esqueleto estrutural se forma de maneira eficiente, sendo capaz de absorver os esforços oriundos das ações atuantes e transmiti-los ao solo de fundação (Carvalho e Figueiredo Filho, 2014).

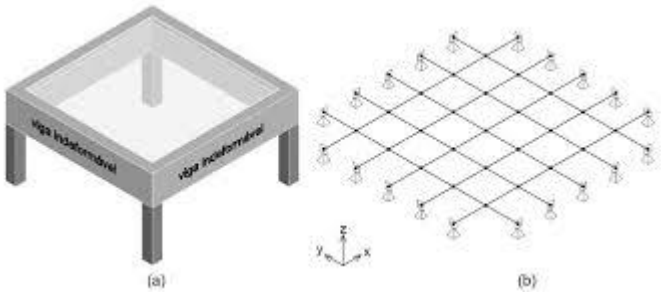
Segundo Padaratz (2015), o lançamento estrutural é determinante para a disposição dos elementos estruturais, visando atender às necessidades da edificação do ponto de vista da segurança, sem esquecer a economia e conciliando ambos com o projeto arquitetônico. Nesse ponto, observa-se a estética e a funcionalidade. Por isso, o lançamento é a constituição inicial desse dimensionamento.

- Lajes Utilizando a Teoria das Placas ou Modelo Convencional de Lajes Resolvidas por Séries

De acordo com Danesi (2021), conforme mencionado por Carvalho e Figueiredo Filho (2014), o Item 14.7 da NBR 6118 (2014) admite que elementos estruturais de placa podem apresentar comportamento elástico-linear. Assim, o processo de cálculo de lajes elásticas pode ser realizado por meio de séries ou utilizando métodos clássicos, como os de Marcus, Czerny, Bares e outros autores.

Danesi (2021) também afirma que a discretização do pavimento utilizando a analogia de grelhas (Figura 1) obteve grande aceitação no âmbito profissional, uma vez que a representação das lajes e vigas por meio de uma malha de barras permite simular o comportamento estrutural de diversas geometrias. Este procedimento se mostra adequado para aplicações em programação computacional.

Figura 1 - Ilustração de pavimento utilizando a analogia de grelhas



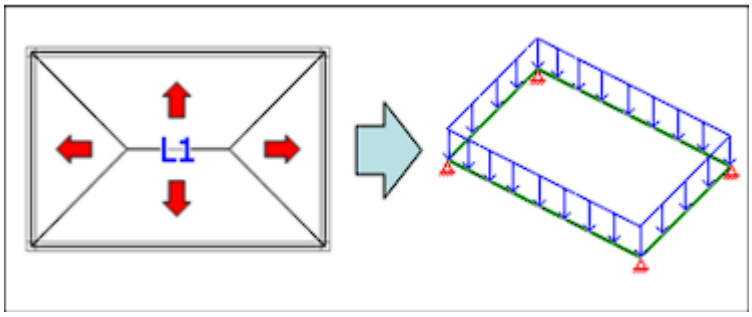
Fonte: adaptado Machado, G. M., e Moura, M. W. (2023). Método de analogia de grelha: análise numérica de lajes maciças de concreto armado. Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

A NBR 6118 (ABNT, 2024) orienta que os pavimentos dos edifícios podem ser modelados como grelhas para a análise das cargas verticais, considerando a rigidez à flexão dos pilares de maneira semelhante ao que é estabelecido para as vigas contínuas.

- Malhas de Vigas

Na modelagem estrutural, as vigas de um piso são simuladas como barras apoiadas nos pilares. As cargas provenientes das lajes não são integradas ao modelo e precisam ser analisadas separadamente, levando em conta os quinhões de carga, conforme apresentado na Figura 2. O modelo considera apenas as cargas verticais que atuam sobre a grelha, ignorando as forças horizontais. Além disso, os pilares são tratados como apoios simples, suportando apenas as cargas verticais resultantes das grelhas (Danesi, 2021).

Figura 2 - Cargas Distribuídas em Grelhas de Vigas



Fonte: adaptado de Kimura, 2007, p. 117

Conforme descrito por Kimura (2007), as componentes da grelha apresentam seção transversal, módulo de elasticidade e deformações. Assim, as interações entre

os elementos não dependem apenas das forças atuantes e do tipo de apoio (simplesmente apoiado nos pilares), mas também das propriedades físicas das vigas em si.

- Carregamentos e Esforços

Após a concepção estrutural, é necessário realizar uma análise estrutural com base nas definições estabelecidas anteriormente. De acordo com Souza, Cunha e Leite (2021), as cargas para o cálculo de estruturas de edificações incluem solicitações do vento e esforços de segunda ordem. Após as verificações e análise dos esforços, pode-se iniciar o dimensionamento das áreas de aço e seus detalhamentos. Somente após a definição dos carregamentos e esforços será possível dimensionar a estrutura de forma segura, atendendo a todas as condicionais de segurança estabelecidas pela norma.

- Ações

De acordo com Carvalho e Figueiredo Filho (2014), é denominada ação qualquer influência ou conjunto de influências que pode produzir estados de tensão ou deformação em uma estrutura. Ou seja, toda carga ou pressão exercida na estrutura deve ser considerada nos cálculos. Conforme a ABNT NBR 8681:2003, as ações são classificadas em permanentes, variáveis e excepcionais. Elas são analisadas com base nas características da obra, nas cargas aplicadas, nas formas e em outras variáveis.

- Ações Permanentes

Carvalho e Figueiredo Filho (2014) afirmam que as ações permanentes são cargas associadas ao peso da estrutura e seus componentes permanentes, como pisos, teto, tubulações e outros.

Tabela 1 - Peso específico de materiais utilizados na construção segundo a NBR 6120 (ABNT, 2019)

Material	Peso Específico Aparente (kN/m³)
Tijolos Furados	18
Argamassa de cal, cimento e areia	19
Argamassa de cimento e areia	19 a 23
Argamassa de gesso	12 a 12,5
Concreto Armado	25
Porcelanato	23

Fonte: NBR 6120 (ABNT, 2019), adaptada pelo Autor

Os dados fornecidos na Tabela 1 ilustram o peso específico de alguns dos materiais utilizados no processo de construção dessa edificação. Esses valores são classificados como permanentes, ou seja, essas cargas não variam ao longo dos anos e fazem parte do projeto da edificação durante toda a sua vida útil.

Tabela 2 - Carregamentos médios de acordo com a norma 6120 (ABNT, 2019)

Material	Carga distribuída por área (kN/m²)
Revestimento de piso	1,4
Impermeabilização com manta asfáltica simples	0,1

Fonte: NBR 6120 (ABNT, 2019), adaptada pelo Autor

A Tabela 2 corresponde às cargas de assentamento aplicadas nas lajes, as quais também não apresentam alteração de peso durante sua vida útil, entrando na mesma classificação de ações.

Tabela 3 - Carga da laje da passagem de veículos dada pela NBR 6120 (ABNT, 2019)

Material	Peso kN/m^2
Impermeabilizações em coberturas com manta asfáltica e proteção mecânica, sem revestimento (γ_{ap-m} = 18 kN/m^3)	1,5

Fonte: NBR 6120 (ABNT, 2019), adaptada pelo Autor

A Tabela 3 fornece dados auxiliares sobre proteção e durabilidade das estruturas, como a impermeabilização, classificada como permanente, por não sofrer quaisquer alterações ao longo dos anos.

- Ações Variáveis

Como o nome já descreve, as ações variáveis são aquelas que podem ser causadas de forma acidental, isto é, as sobrecargas. De acordo com o item 11.4 da ABNT NBR 6118:2014, essas ações podem incluir equipamentos, mobiliário, pessoas, entre outros, e podem variar conforme sua aplicação, como ilustrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Cargas variáveis conforme a NBR 6120 (ABNT, 2019)

Local	Carga (kN/m²)
Dormitórios, sala, copa cozinha e sanitários	1,5
Despensa, área de serviço e lavanderia	1,5
Escada com acesso ao público	2,5

Fonte: NBR 6120 (ABNT, 2019), adaptada pelo Autor

- Ações Excepcionais

Nesse caso, trata-se, como o próprio nome diz, de ações que ocorrem de forma excepcional, ou seja, que dificilmente acontecem. No item 11.5 da ABNT NBR 6118:2014, está estabelecido que: "no projeto de estruturas sujeitas a situações excepcionais de carregamento, cujos efeitos não possam ser controlados por outros meios, devem ser consideradas ações excepcionais com os valores definidos, em cada caso particular, por Normas Brasileiras específicas."

- Fatores Ponderantes

Os valores representativos, ou característicos, das ações utilizados no dimensionamento das estruturas devem ser majorados multiplicando-os pelos coeficientes de ponderação adequados. A normalização que rege esses coeficientes é feita pela norma NBR 8681 (ABNT, 2003).

Tabela 5 - Coeficientes de Segurança do Estado Limite Último pela NBR 6118 (ABNT, 2024)

	Permanentes (g)		**Variáveis (q)**	
	D	**F**	**G**	**T**
Normais	1,4	1,0	1,4	1,2
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis e T temperatura				

Fonte: Tabela 11,1 da NBR 6118 (ABNT, 2024), adaptada pelo Autor

A Tabela 5 ilustra os coeficientes de segurança para combinações últimas, fatores que devem majorar as solicitações permanentes e variáveis.

Tabela 6 - Coeficientes de Serviço

Ações		γ_{f2}		
		ψ_0	ψ_1 [a]	ψ_2
Cargas de utilização de edificações	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevada concentração de pessoas [c]	0,7	0,6	0,4
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3

Fonte: Tabela 11,1 da NBR 6118 (ABNT, 2024), adaptada pelo Autor

As ações de utilização da edificação, juntamente com ações externas, como as ações da natureza, são dados minorantes descritos na Tabela 6.

- Combinação de Ações

As forças axiais, de momento e cisalhamento, por exemplo, são produzidas pelas várias combinações de cargas, que normalmente precisam ser somadas corretamente e aumentadas por um fator de segurança. O efeito da carga combinada representa a resistência mínima para a qual os elementos precisam ser projetados (Leet, Ming, Gilbert, 2009). Isso significa que as ações podem ser combinadas e somadas, resultando em um impacto maior. Por essa razão, em tais casos, o fator de segurança é particularmente importante.

A Figura 3 ilustra como são exercidas a flexão e o cisalhamento em estruturas de concreto armado.

Figura 3 - Ilustração da Flexão e do Cisalhamento em Estruturas



Fonte: Adaptado de Guide Engenharia (2017)

- Flexão e Ductilidade

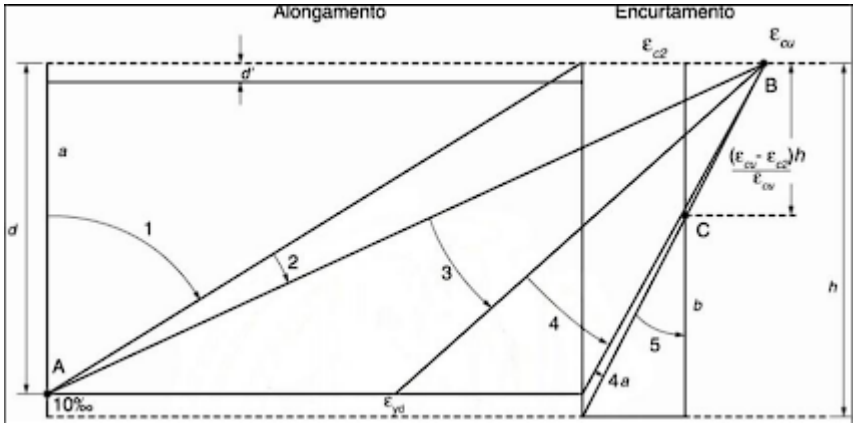
A flexão em um elemento estrutural ocorre quando uma carga é aplicada perpendicularmente ao eixo longitudinal da peça, resultando em tensões internas de tração e compressão que equilibram o momento fletor (Kemczinski, 2015). Como o concreto apresenta uma resistência à tração limitada, a inclusão de aço nas estruturas de concreto armado é necessária, com o concreto suportando as forças de compressão e o aço absorvendo as forças de tração (Carvalho e Figueiredo Filho, 2014).

No que diz respeito ao dimensionamento das lajes, Bastos destaca que a solução da equação geral das placas é um desafio significativo, o que levou à criação de diversas tabelas de várias origens e autores, contendo coeficientes que auxiliam no cálculo dos momentos fletores e das flechas para casos específicos de apoios e carregamentos. Nesse sentido, lajes e vigas são elementos estruturais para os quais

o dimensionamento à flexão é essencial; as lajes, também conhecidas como placas, têm a responsabilidade de receber e distribuir as cargas para as quais a estrutura foi projetada, enquanto as vigas, que são elementos lineares, suportam as cargas provenientes das lajes, da alvenaria e, quando necessário, de outras vigas e pilares, transferindo essas cargas para seus apoios.

Danesi (2021) afirma que os elementos sujeitos à flexão são projetados de forma que, ao se aproximarem do estado limite de ruptura, os usuários possam observar visualmente qualquer deslocamento da estrutura. Isso permite que sejam tomadas as medidas necessárias para assegurar a segurança dos ocupantes da edificação. Para atender a essa necessidade, a razão entre a posição da linha neutra (x) e a altura útil (d) deve ser, no máximo, 0,45 para concretos de classe até C50, conforme estabelecido pela NBR 6118 (ANBT, 2014). Ao seguir esse critério, o aço alcança o nível de escoamento (domínios 2 e 3) no estado limite de utilização (ELU), resultando em um aumento do valor da flecha antes da ocorrência da ruptura. A Figura 4 ilustra graficamente os domínios de deformação.

Figura 4 - Domínios de deformação estado limite último



Fonte: adaptado de NBR 6118 (ABNT, 2024)

- Deformação Excessiva do Estado Limite de Serviço

As deformações excessivas em estruturas podem impactar significativamente o conforto dos usuários, uma vez que flechas em um edifício, quando não devidamente consideradas durante as fases de projeto e execução, podem ser facilmente observadas.

Em relação ao estado limite de serviço para deformação excessiva (ELS-DEF), a norma NBR 6118 (ABNT, 2024) estabelece que a análise dos valores-limite

para as deformações da estrutura, especialmente rotações e deslocamentos em elementos estruturais lineares, deve ser realizada por meio de modelos que considerem a rigidez efetiva das seções do elemento estrutural. Isso implica levar em conta a presença da armadura, a ocorrência de fissuras no concreto ao longo da armadura e as deformações que ocorrem com o tempo. As verificações de ELS em vigas e lajes são fundamentais, focando nas deformações e fissuras para garantir o conforto dos ocupantes.

É essencial controlar as deformações nas estruturas, pois grandes deslocamentos podem comprometer o conforto dos usuários. Assim, as estruturas de concreto devem ser dimensionadas não apenas em função dos parâmetros de falha (ELU), mas também levando em consideração aspectos como durabilidade, estética, conforto e funcionalidade (Kimura, 2007).

- Flecha Imediata, Flecha Diferida no Tempo e Flecha Imediata

Danesi (2021) define que os carregamentos atuantes em vigas e lajes provocam uma deformação imediatamente após a retirada das escoras (flecha imediata). Para o cálculo desse deslocamento, utilizam-se as formulações apresentadas na literatura de resistência dos materiais para os diversos tipos de carregamento, considerando que o elemento estrutural opera em regime elástico.

A flecha diferida ao longo do tempo refere-se ao deslocamento adicional que uma estrutura sofre devido aos efeitos de longo prazo, como a fluência e a retração do concreto. Esses fenômenos ocorrem ao longo do tempo, mesmo após a aplicação inicial da carga, causando deformações adicionais nas vigas e lajes. Para garantir a segurança e o conforto dos usuários, essas flechas precisam ser consideradas no projeto e no dimensionamento das estruturas (Carvalho e Figueiredo Filho, 2014).

A flecha limite é a deflexão máxima admissível que uma estrutura pode sofrer sem comprometer sua funcionalidade, estética e segurança. Essa flecha é determinada com base em critérios de desempenho e conforto para os usuários, sendo estabelecida por normas técnicas, como a NBR 6118. A norma especifica valores limites que devem ser respeitados para diferentes tipos de estruturas e usos. Exceder esses limites pode resultar em desconforto, danos estéticos e, em casos extremos, comprometer a integridade estrutural. Portanto, ao projetar e dimensionar elementos estruturais, é crucial considerar a flecha limite para garantir que a estrutura

atenda às exigências de desempenho e conforto ao longo de sua vida útil (Kimura, 2007).

A Tabela 7 mostra os deslocamentos limites abordados pela norma regulamentadora.

Tabela 7 - Deslocamento Limite

Tipo de efeito	Razão da Limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Acessibilidade Sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$l/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido as cargas acidentais	$l/350$

Fonte: Tabela 13.3 da NBR 6118 (ABNT, 2024). Adaptada pelo Autor

- Software TQS

Segundo Danesi (2021), a responsabilidade pelo projeto estrutural é inteiramente do engenheiro, que, mesmo ao utilizar programas computacionais, deve assegurar a conformidade com todas as normas vigentes. O profissional de engenharia na área de estruturas deve possuir a competência técnica necessária para inserir os dados corretamente, manipular o software e analisar todos os resultados gerados.

- Modelo Disponível pelo Software TQS – Versão Estudante

A análise estrutural é uma etapa crucial na elaboração de um projeto, pois os resultados obtidos nesta fase orientam o dimensionamento e o detalhamento dos elementos, além de avaliarem o comportamento da edificação em serviço (Kimura, 2007). A escolha dos modelos para um projeto estrutural é fundamental para a análise, pois determina os esforços internos, as tensões e os deslocamentos. A seleção adequada dos modelos é essencial para realizar uma análise satisfatória do comportamento da estrutura sob as ações impostas.

Nesse contexto, o software disponibiliza o Modelo IV para a versão estudante. Este modelo permite uma análise estrutural mais próxima da realidade, onde a edificação é modelada como um pórtico espacial. O efeito da laje como diafragma

rígido é devidamente incorporado, e as cargas verticais nas vigas e pilares são calculadas pelo PórticoTQS®. As lajes são avaliadas de acordo com o modelo escolhido, que pode ser baseado em processos clássicos ou no Grelha-TQS®. Caso o pavimento seja discretizado por grelhas, as reações das barras são automaticamente transmitidas como carregamentos das vigas no pórtico espacial.

- Abertura de Fissuras

O concreto apresenta baixa resistência à tração, o que torna essencial o controle de trincas em elementos de concreto armado submetidos à flexão. O surgimento de fissuras desempenha um papel crítico na avaliação de edifícios, uma vez que a seção bruta do concreto é o principal fator que contribui para a rigidez da seção transversal. Assim, quando fissuras ocorrem, a rigidez estrutural é comprometida, resultando em sua redução (Kimura, 2007).

- Modelagem para o ELU (Estado Limite Último)

No estado limite de resistência (ELU), os cálculos têm como objetivo assegurar que a estrutura não entre em colapso ou perca sua estabilidade total ou parcial. Isso pode incluir situações como o esmagamento do concreto comprimido em uma viga ou a falha de um pilar. Modelos como vigas contínuas e lajes calculadas pela teoria das placas planas são exemplos simplificados de como uma edificação pode ser dimensionada para suportar esforços de flexão e cisalhamento. A escolha por grelhas de vigas e grelhas de lajes permite uma análise mais detalhada, enquanto o uso do pórtico espacial possibilita uma avaliação tridimensional da estrutura, considerando simultaneamente cargas verticais e horizontais (TQS, 2022).

- Modelagem para o ELS (Estado Limite de Serviço)

No estado limite de serviço (ELS), o foco é garantir que a estrutura mantenha sua funcionalidade e conforto, prevenindo deslocamentos excessivos e vibrações, como as geradas pelo vento. Modelos como a grelha linear e a grelha não-linear permitem estimativas precisas de flechas, considerando aspectos como fluência e fissuração. O uso do pórtico espacial no ELS também possibilita a avaliação do comportamento da edificação em relação a deslocamentos horizontais e vibrações dinâmicas (TQS, 2022).

A seleção adequada do modelo estrutural é fundamental para que as verificações de estado limite de resistência (ELU) e ELS sejam eficazes. Uma escolha inadequada pode resultar em análises imprecisas, comprometendo a segurança e o conforto da estrutura ao longo de sua vida útil. O *software* TQS® integra subsistemas como o Grelha-TQS® e o Pórtico-TQS®, ambos recomendados para estruturas em concreto armado, devido à sua capacidade de simular com precisão a não linearidade física e geométrica (TQS, 2022).

- Recomendações Práticas para Concepção Estrutural

A concepção estrutural é uma das primeiras etapas no desenvolvimento de um projeto e envolve a escolha dos materiais, a disposição dos elementos estruturais e a definição das ações incidentes na edificação. Essa fase exige que o engenheiro considere tanto os critérios de segurança quanto a viabilidade econômica da obra. Além disso, o projeto estrutural deve ser compatível com os demais projetos da edificação, como os de arquitetura, instalações elétricas, hidráulicas e de ar-condicionado (Kimura, 2007).

Um dos desafios no processo de concepção é que as seções transversais das peças estruturais dependem dos esforços solicitantes, e esses esforços, por sua vez, são influenciados pelas dimensões das seções. Portanto, o pré-dimensionamento torna-se uma etapa essencial para prever dimensões adequadas e garantir a segurança e funcionalidade da edificação (Alva, 2007). Embora não existam normas fixas para o pré-dimensionamento, a experiência dos engenheiros tem gerado práticas consolidadas que facilitam essa etapa e ajudam a otimizar os custos da obra.

- Fundação e Análise do Solo

O projeto de fundações é uma etapa crucial no desenvolvimento de estruturas, pois garante a estabilidade e a segurança da edificação. Segundo a NBR 6122 (2019), as fundações devem ser projetadas para suportar as cargas que a estrutura exerce sobre o solo, levando em consideração as características geotécnicas do terreno. A escolha do tipo de fundação, seja superficial ou profunda, depende da análise do solo e das cargas envolvidas.

O ensaio de SPT (Standard Penetration Test) é amplamente utilizado para determinar a resistência do solo e fornecer dados importantes para o

dimensionamento de fundações. De acordo com a NBR 6484 (2018), o SPT é um método prático que permite a avaliação da capacidade de carga do solo, sendo que os resultados obtidos são essenciais para fundamentar as decisões de projeto. A interpretação dos valores de N obtidos no ensaio indica a consistência do solo e auxilia na escolha adequada do tipo de fundação a ser empregada.

Após a realização do ensaio SPT, foram considerados os valores de N para calcular a carga admissível do solo. De acordo com a NBR 6122 (2019), a capacidade de carga do solo deve ser verificada por meio de métodos que considerem as características específicas do terreno, como sua compacidade e o nível do lençol freático. Isso é particularmente importante em áreas onde as condições do solo podem variar, impactando diretamente a segurança da estrutura.

- Detalhamento

Conforme Silva (2017), a finalização de um projeto estrutural consiste na elaboração das plantas, que contêm os desenhos com todas as especificações necessárias para evitar problemas durante a construção no canteiro de obras. Portanto, para concluir um projeto estrutural, é essencial realizar o detalhamento das vigas, lajes, pilares e de todos os elementos estruturais necessários para a execução no local.

2.5 UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE* TQS NO DIMENSIONAMENTO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

A utilização de softwares de modelagem e dimensionamento é fundamental no desenvolvimento de projetos estruturais. O TQS proporciona um ambiente de trabalho que facilita a análise e o cálculo de diferentes elementos estruturais, permitindo uma verificação rigorosa das normas técnicas.

Conforme a NBR 6118 (2024), o software auxilia no cumprimento dos procedimentos estabelecidos para o projeto de estruturas de concreto, garantindo a segurança e a integridade das edificações. Além disso, o TQS permite a análise de estados limites, um aspecto essencial para o dimensionamento seguro das estruturas, conforme destacado na norma.

Assis (2019) ressalta que o TQS se destaca pela sua capacidade de realizar análises complexas, integrando variáveis que influenciam a resistência e a

durabilidade das estruturas. A utilização do programa facilita a simulação de diferentes condições de carga e fornece resultados que podem ser rapidamente interpretados, contribuindo para a eficiência do projeto.

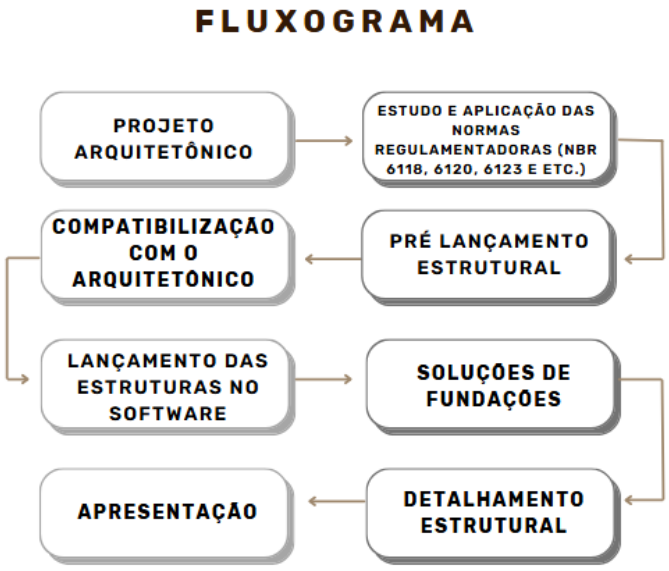
Carvalho e Figueiredo Filho (2014) enfatizam a importância de se adotar ferramentas computacionais no cálculo e detalhamento de estruturas, uma vez que essas ferramentas aumentam a precisão dos resultados e economizam tempo no processo de elaboração do projeto.

Dessa forma, a aplicação do software TQS no presente projeto estrutural não apenas atende às exigências normativas, mas também potencializa a qualidade e a segurança da construção.

3 METODOLOGIA

Este estudo seguiu um procedimento sistemático para o dimensionamento estrutural em concreto armado da Central de Monitoramento da UEPG. A metodologia envolveu as seguintes etapas, conforme dispostas na Figura 5:

Figura 5 - Fluxograma

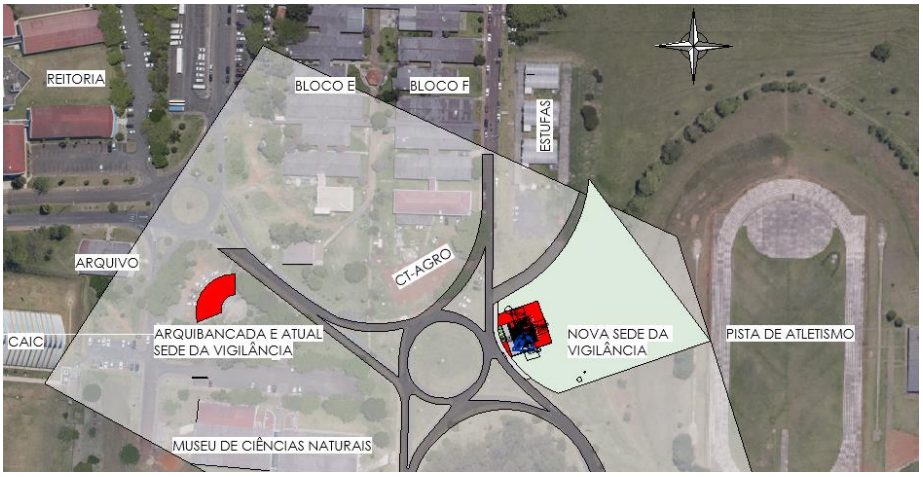


Fonte: O autor

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O projeto da nova central está situado nas proximidades da rotatória, adjacente às estufas do bloco F e quase em frente ao CT-AGRO, conforme ilustrado na Figura 6.

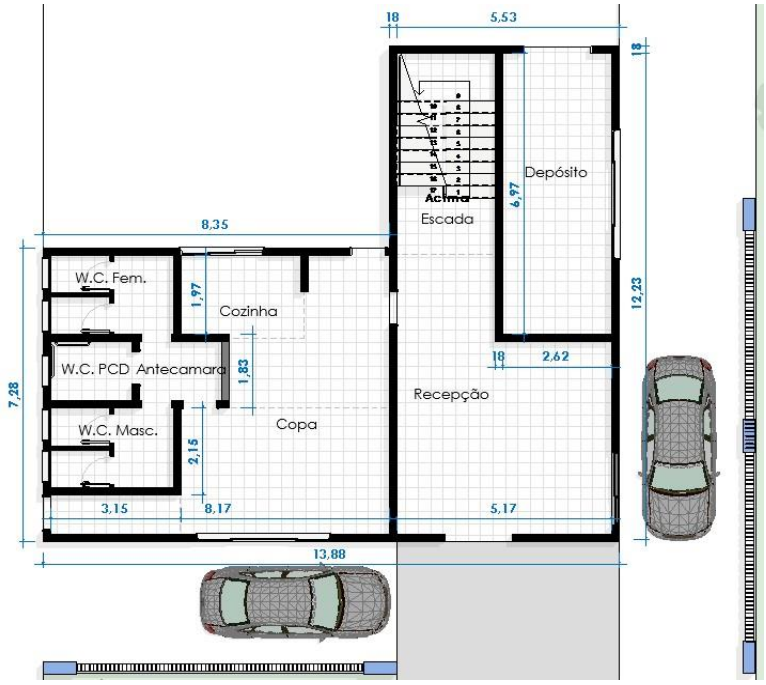
Figura 6 – Localização da nova sede de vigilância



Fonte: BRUGGE, C. E.; SANTOS, E. E. P. dos. Central de monitoramento do Campus Uvaranas. 2022. Modificado pelo autor (2024).

O projeto da central é composto por dois pavimentos: o térreo e o piso superior. No térreo (Figura 7), encontram-se o Almoxarifado, a Recepção, a área de copa e cozinha, a circulação e três banheiros distintos (feminino, masculino e para pessoas com deficiência - PCD).

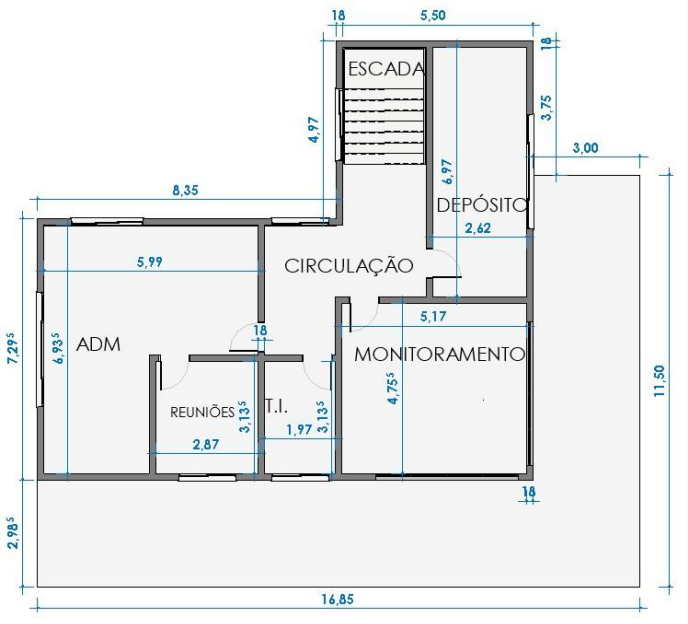
Figura 7 – Projeto Térreo



Fonte: BRUGGE, C. E.; SANTOS, E. E. P. dos. Central de monitoramento do Campus Uvaranas. 2022. Modificado pelo autor (2024).

O andar superior (Figura 8) foi subdividido em Depósito, Sala de Monitoramento, Sala de TI, Sala de Reuniões, Sala da Administração e área de circulação.

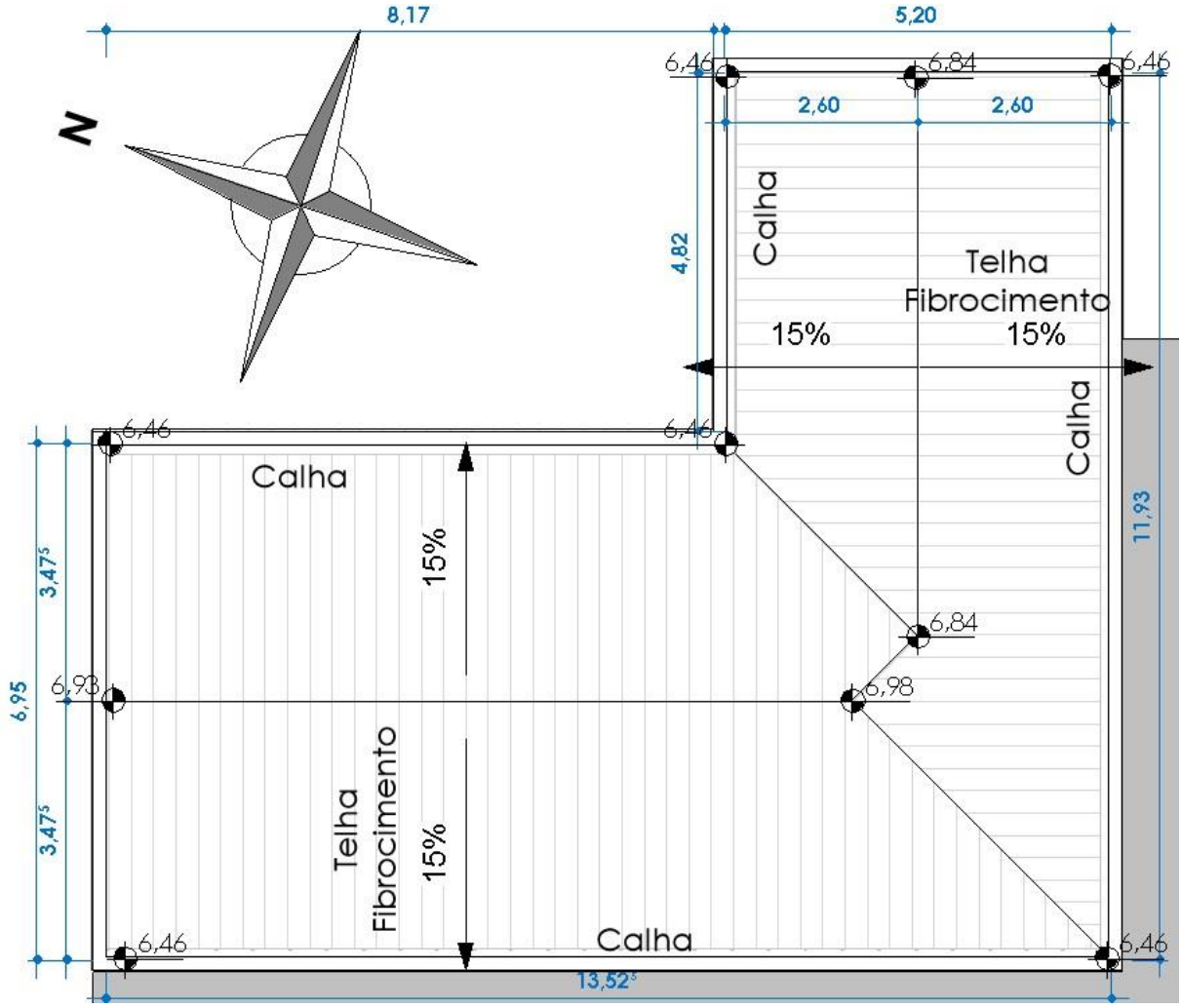
Figura 8 - Planta Superior



Fonte: BRUGGE, C. E.; SANTOS, E. E. P. dos. Central de monitoramento do Campus Uvaranas. 2022. Modificado pelo autor (2024).

Para a cobertura (Figura 9), o projeto especifica telhas de fibrocimento inclinadas a 15%, complementadas por calhas ao redor, para garantir um bom manejo da água pluvial; contudo, este projeto da cobertura está em análise e o material pode ser alterado.

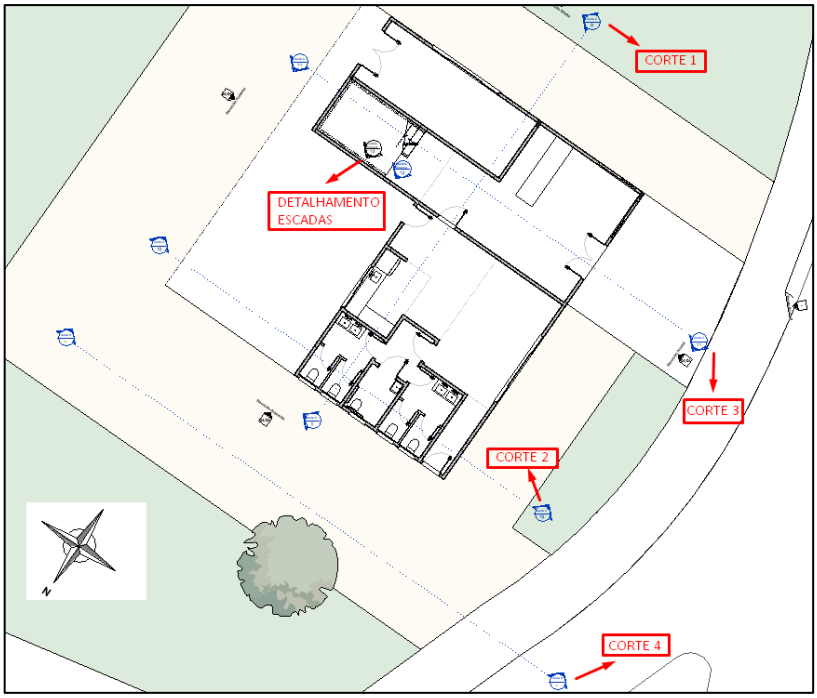
Figura 9 - Cobertura



Fonte: BRUGGE, C. E.; SANTOS, E. E. P. dos. Central de monitoramento do Campus Uvaranas. 2022. Modificado pelo autor (2024).

A Figura 10 detalha todas as posições dos cortes. Ela ilustra uma avaliação arquitetônica em cortes, para tomada de decisões das estruturas no pré-lançamento.

Figura 10 - Detalhamento dos Cortes



Fonte: BRUGGE, C. E.; SANTOS, E. E. P. dos. Central de monitoramento do Campus Uvaranas. 2022. Modificado pelo autor (2024).

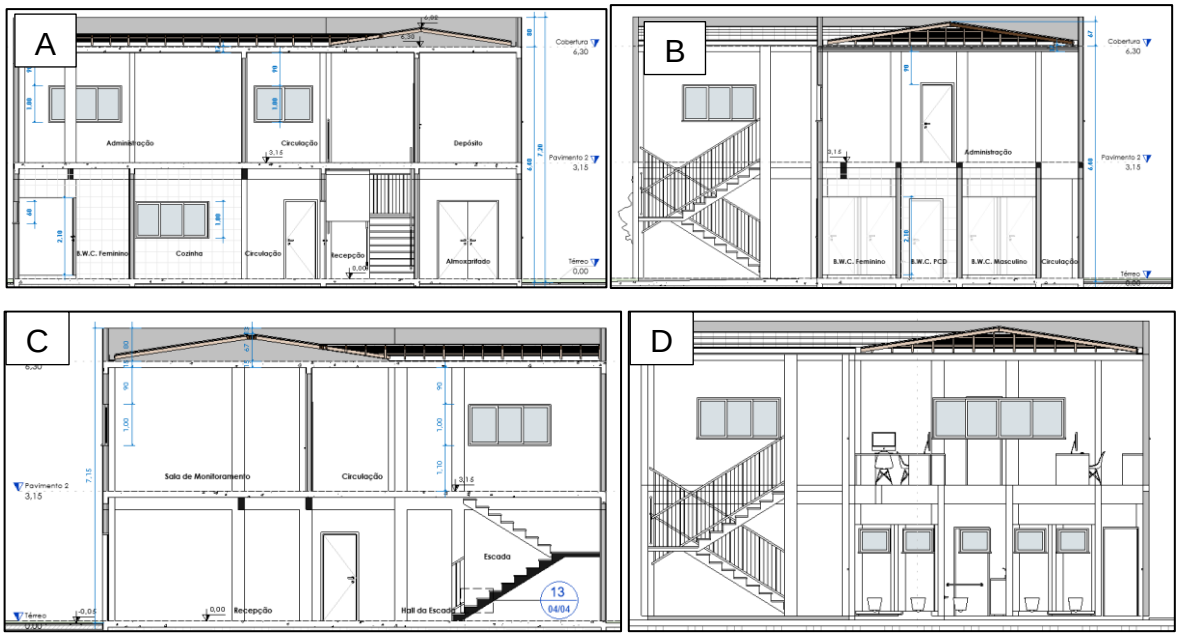
E através da Figura 11, com o detalhamento da edificação em cortes, é possível identificar o posicionamento das esquadrias, portas, alvenarias e demais compatibilidades que virão a ser necessárias no pré-lançamento de estruturas, a fim de não houver interferências entre os projetos.

Para o corte A, ilustrado na Figura 11 a seguir, observa-se que a sacada existente no projeto dos autores, foi retirada a pedido do Campus. Outro detalhe importante é que as divisórias das paredes coincidem com as vigas, o que reduz as irregularidades nos acabamentos, assim que a execução for concluída.

Nos cortes B e D, também mostrados na Figura 11, é possível observar uma esquadria acima dos banheiros, uso de corrimão nas escadas, altura das esquadrias e todos os demais pontos que fossem necessários ser considerados no lançamento estrutural.

Por fim, o corte C (Figura 11) detalha os nivelamentos dos pavimentos, desde o térreo até a platibanda de cobertura, além de evidenciar as lajes da construção, o detalhamento da escada e do patamar.

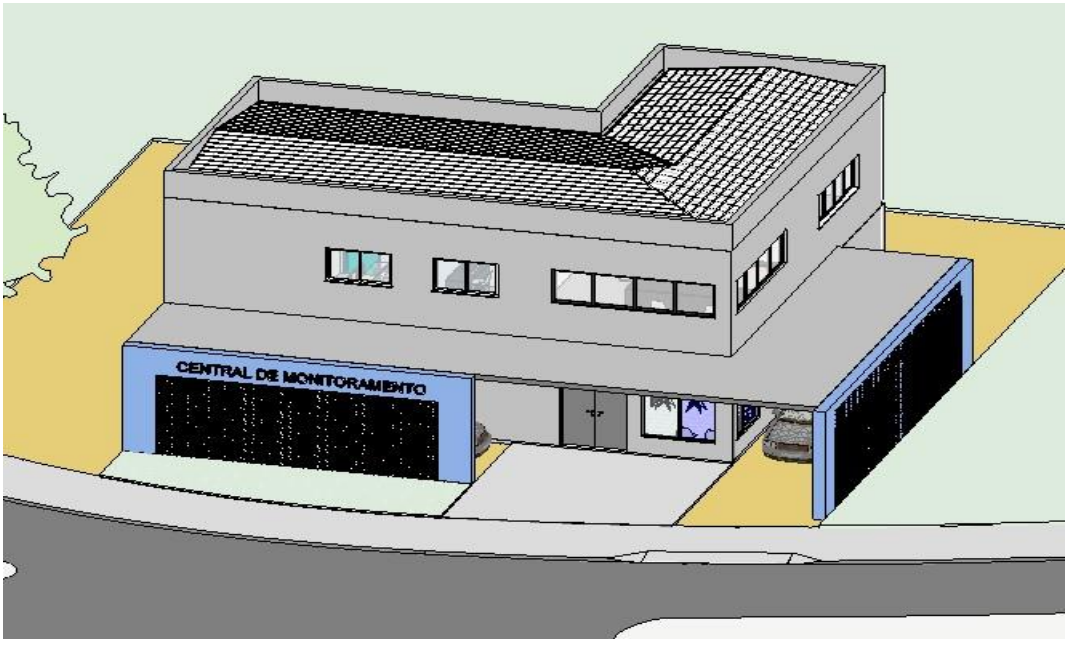
Figura 11 - Corte (A), Corte (B), Corte (C) e Corte (D)



Fonte: BRUGGE, C. E.; SANTOS, E. E. P. dos. Central de monitoramento do Campus Uvaranas. 2022. Modificado pelo autor (2024).

A Figura 12 ilustra a fachada arquitetônica externa do projeto da central de monitoramento finalizada. Evidenciando todos os apontamentos ilustrados nas Figuras anteriores.

Figura 12 - Vista externa da central de monitoramento



Fonte: BRUGGE, C. E.; SANTOS, E. E. P. dos. Central de monitoramento do Campus Uvaranas. 2022. Modificado pelo autor (2024).

3.2 ETAPAS DO LANÇAMENTO ESTRUTURAL

Inicialmente, foi realizada a revisão do projeto arquitetônico fornecido pela UEPG, levando em consideração as especificações dos pavimentos, divisões e cargas. Para o pré-dimensionamento, dimensionamento e cálculo estrutural, seguiu-se o que estabelece a NBR 6118:2024.

Com base nas informações do projeto arquitetônico, foi efetuado o pré-dimensionamento das estruturas visando padronizar a grande parte dos elementos, facilitando sua execução no canteiro. Essa abordagem foi adotada para melhorar a eficiência da construção e garantir a adequação estrutural dos elementos.

O pré-dimensionamento foi então inserido no *software* de cálculo estrutural TQS, que possibilita a modelagem da estrutura, a aplicação das cargas e a obtenção dos resultados necessários para o dimensionamento. O *software* também oferece mecanismos para a verificação de erros na estrutura, gerando relatórios e diários de cálculo.

Com os elementos estruturais definidos, foi realizada uma análise detalhada das cargas atuantes na edificação, incluindo cargas permanentes e acidentais, conforme a ABNT NBR 6120:2019. As cargas permanentes abrangem o peso próprio da estrutura, acabamentos e equipamentos fixos, enquanto as cargas acidentais consideram o uso, ações de vento e outras influências externas.

Essa análise foi crucial para o correto dimensionamento das vigas, pilares e lajes, conforme as normas técnicas vigentes. Após o dimensionamento da estrutura e a determinação da carga efetiva de cada pilar, iniciou-se a análise das fundações, fundamentada em uma sondagem NSPT fornecida pela Prefeitura do Campus da UEPG. Esse ensaio permitiu caracterizar as propriedades mecânicas e a capacidade de suporte do solo, essenciais para a escolha do tipo de fundação mais apropriado.

A partir das informações do solo, como resistência, compressibilidade e profundidade do lençol freático, foram tomadas decisões relativas à profundidade e ao tipo de fundação. A análise do solo também orientou a definição das medidas a serem implementadas para garantir a estabilidade da edificação.

Por fim, com base nas análises realizadas, foi efetuado o detalhamento das lajes, vigas, pilares e fundações. Essa etapa concluiu-se com a elaboração e apresentação do projeto estrutural completo.

4 RESULTADOS

A área de estudo no caso deste projeto, foi considerada uma resistência característica do concreto de 25 MPa e uma classe de agressividade ambiental moderada (CAA II), as lajes devem ter um cobrimento mínimo de 25 mm, conforme as especificações da NBR 6118:2024. Já para as vigas e pilares, que estão mais expostos a esforços maiores e a condições de carregamento mais críticas, é necessário um cobrimento mínimo de 30 mm. Essa diferença de valores deve-se à necessidade de maior proteção para os elementos que suportam cargas mais significativas, garantindo a segurança e a durabilidade das armaduras de aço ao longo da vida útil da estrutura (Carvalho e Figueiredo Filho, 2014).

Tabela 8 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm

Tipo de estrutura	**Componente ou elemento**	**Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)**			
		I	II	III	IV [c]
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje [b]	20	25	35	45
	Viga [b]/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo [d]	30		40	50
Concreto protendido [a]	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

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

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

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

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

Fonte: NBR 6118:2024, ABNT.

4.1 LANÇAMENTO ESTRUTURAL

Inicialmente, foi realizado o lançamento das vigas baldrames (Tabela 9). Nesse primeiro caso, optou-se por padronizar as dimensões das vigas, utilizando

dimensões de 35 cm. No entanto, em menor proporção, foram empregadas dimensões de 50 cm e 60 cm para baldrames com vãos extensos e com maiores proporções de cargas.

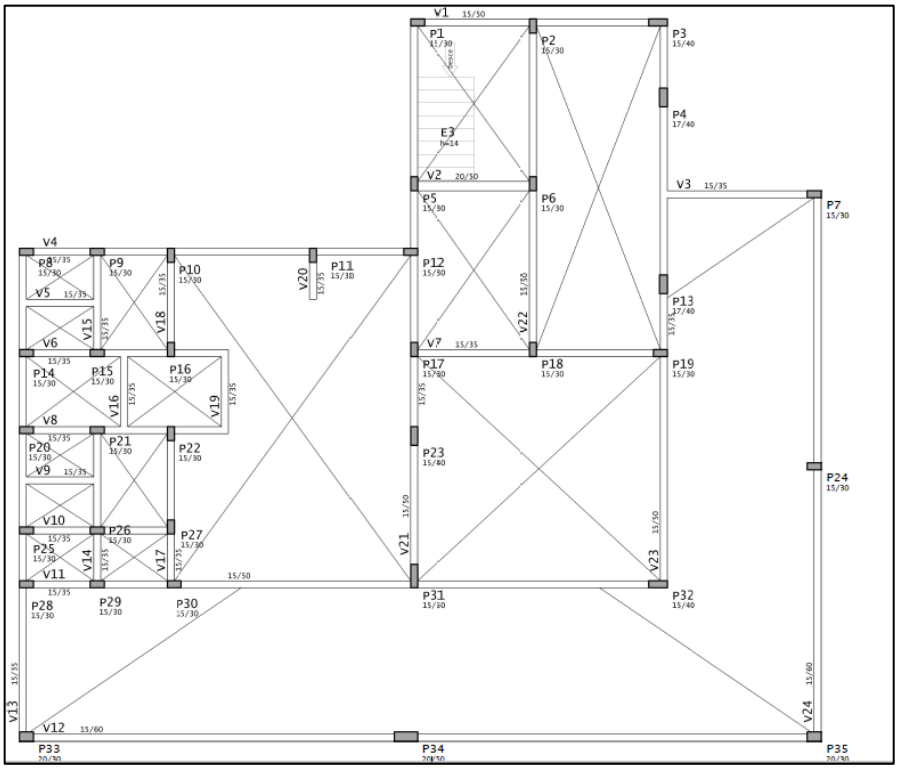
Tabela 9- Pré Lançamento Térreo

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)
V1	247.5 a 262.5	2	15X50
V2	255 a 255	1	20X50
V3	318 a 318	1	15X35
V4	142.5 a 305	4	15X35
V5	159 a 159	1	15X35
V6	124 a 153	3	15X35
V7	255 a 268	2	15X35
V8	124 a 153	3	15X35
V9	159 a 159	1	15X35
V10	142.5 a 153	2	15X35
V11	142.5 a 517.5	4	Com variação
V12	804.5 a 868	2	15X60
V13	115 a 326	5	15X35
V14	115 a 215	2	15X35
V15	216.5 a 216.5	1	15X35
V16	165 a 165	1	15X35
V17	118 a 191	2	15X35
V18	192.5 a 192.5	1	15X35
V19	165 a 165	1	15X35
V20	94 a 94	1	15X35
V21	141.5 a 340.5	5	Com variação
V22	337.5 a 355	2	15X50
V23	137.5 a 495	4	Com variação
V24	578.5 a 582.5	2	15X60

Fonte: O autor

Baldrames com vãos maiores tendem a ter dimensões maiores para garantir a capacidade de suportar os esforços transmitidos pelas cargas atuantes. De acordo com Carvalho e Figueiredo Filho (2014), à medida que os vãos se ampliam, é necessário aumentar as dimensões dos elementos estruturais, como os baldrames, para assegurar a rigidez e evitar deformações excessivas, garantindo a segurança e a estabilidade da fundação.

Figura 13 - Planta de Formas Baldrame



Fonte: O autor

Além das vigas, os pilares também devem ser posicionados estrategicamente para garantir uma distribuição uniforme das cargas e evitar concentrações excessivas de esforços, o que pode comprometer a integridade estrutural. O correto posicionamento desses elementos é fundamental para otimizar o comportamento da estrutura e minimizar deslocamentos, garantindo a estabilidade global do edifício. Segundo Carvalho e Figueiredo Filho (2014), os pilares devem ser preferencialmente alinhados em eixos retos, formando malhas regulares, o que facilita a execução e proporciona uma melhor resistência às ações atuantes.

Pensando no design da construção e na integridade estrutural da edificação, os pilares da região dos banheiros do térreo (P9, P14, P15, P16, P20, P21 e P26)

foram projetados de forma a não afetar as esquadrias ou até mesmo ficarem visíveis no pavimento superior. Como solução, os pilares terminam na primeira laje (2 lances), conforme ilustrado na Tabela 10. Os pilares externos que terminam na laje de cobertura dos carros também encerram na primeira laje.

Tabela 10 - Pré Lançamento Pilares

Pilar	Lances	Seção (cm)
P1	1 a 4	15X30
P2	1 a 4	15X30
P3	1 a 4	15X40
P4	1 a 4	17X40
P5	1 a 4	15X30
P6	1 a 3	15X30
P7	1 a 2	15X30
P8	1 a 4	15X30
P9	1 a 2	15X30
P10	1 a 4	15X30
P11	1 a 4	15X30
P12	1 a 4	15X30
P13	1 a 4	17X40
P14	1 a 2	15X30
P15	1 a 2	15X30
P16	1 a 2	15X30
P17	1 a 3	15X30
P18	1 a 3	15X30
P19	1 a 4	15X30
P20	1 a 2	15X30
P21	1 a 2	15X30
P22	1 a 3	15X30
P23	1 a 3	15X40
P24	1 a 2	15X30
P25	1 a 4	15X30
P26	1 a 2	15X30
P27	1 a 3	15X30
P28	1 a 4	15X30
P29	1 a 4	15X30

Fonte: O autor

Conforme indicado no projeto arquitetônico, os setores do pavimento superior como depósito, administração, sala de monitoramento, e demais setores. Pressupõe apresentar um maior número de equipamentos e outras solicitações variáveis, o que resultará em maiores tensões, e consequentemente, irá exigir maiores reforços nas estruturas. Por isso, foram adotadas seções de vigas variadas, com dimensões que variam entre 30 cm e 80 cm.

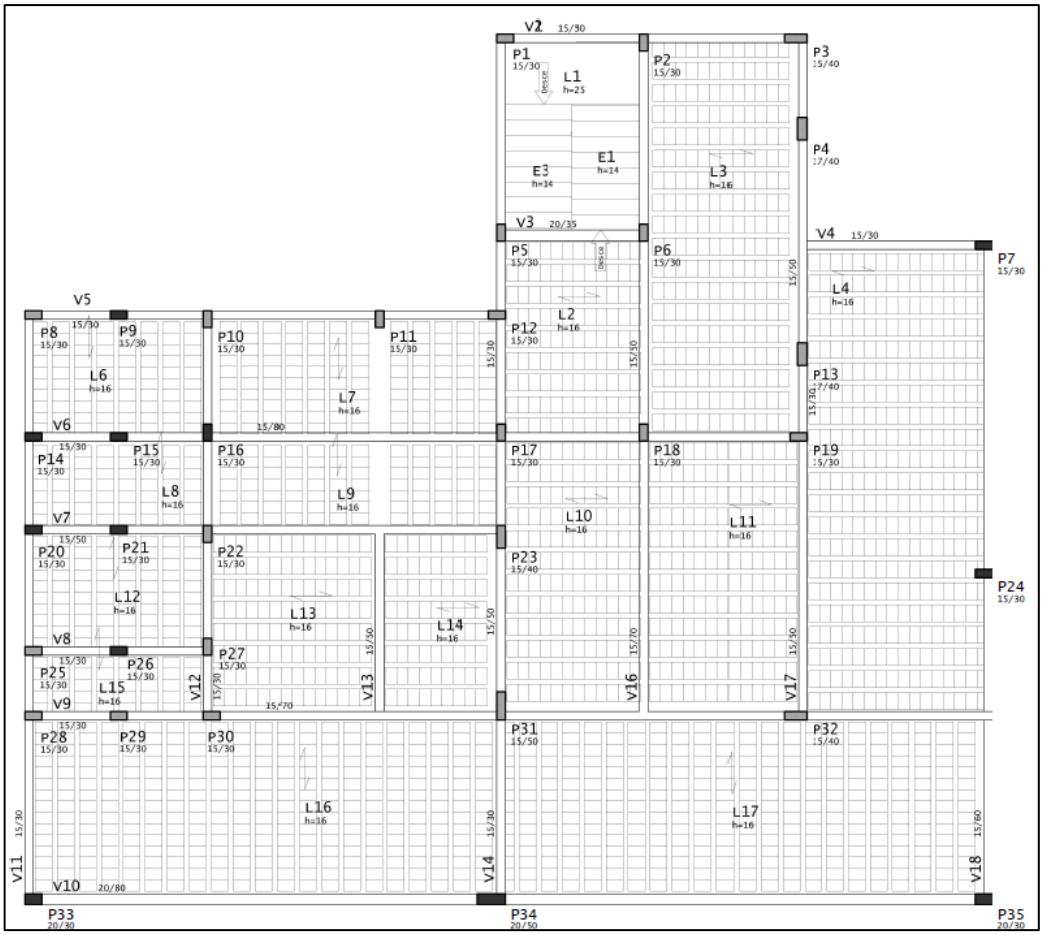
Tabela 11 - Pré-Lançamento Superior

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)
V1	241.5 a 256.5	2	15X30
V2	247.5 a 247.5	1	15X50
V3	255 a 255	1	20X35
V4	316.5 a 316.5	1	15X30
V5	139.5 a 305	4	15X30
V6	139.5 a 520	5	Com variação
V7	151.5 a 520	3	15X50
V8	139.5 a 151.5	2	15X30
V9	139.5 a 522.5	5	Com variação
V10	810.5 a 874	2	20X80
V11	115 a 325	5	15X30
V12	116.5 a 189.5	4	15X30
V13	330 a 330	1	15X50
V14	140 a 339	6	Com variação
V15	337.5 a 502.5	3	Com variação
V16	142 a 495	4	Com variação
V17	578.5 a 582.5	2	15X70

Fonte: O autor

A Figura 14 representa as vigas de menores alturas que foram utilizadas em vãos com cargas menos intensas (menor utilização de máquinas por exemplo), enquanto as seções mais robustas (maiores alturas) foram empregadas em áreas com maiores demandas de esforços (utilização de mais equipamentos e outras cargas).

Figura 14 - Planta de Formas Superior



Fonte: O autor

Por fim, a cobertura, juntamente com o ático (Figura 16), requer atenção especial durante o pré-lançamento estrutural, pois deve assegurar proteção contra intempéries e distribuir adequadamente as cargas para os elementos inferiores. É fundamental que os materiais e a disposição dos componentes sejam escolhidos de forma a evitar sobrecargas e garantir a durabilidade da estrutura. O planejamento cuidadoso também visa integrar a cobertura de maneira harmoniosa ao projeto arquitetônico geral. Para isso, utilizaram-se vãos maiores e vigas com alturas e seções maiores.

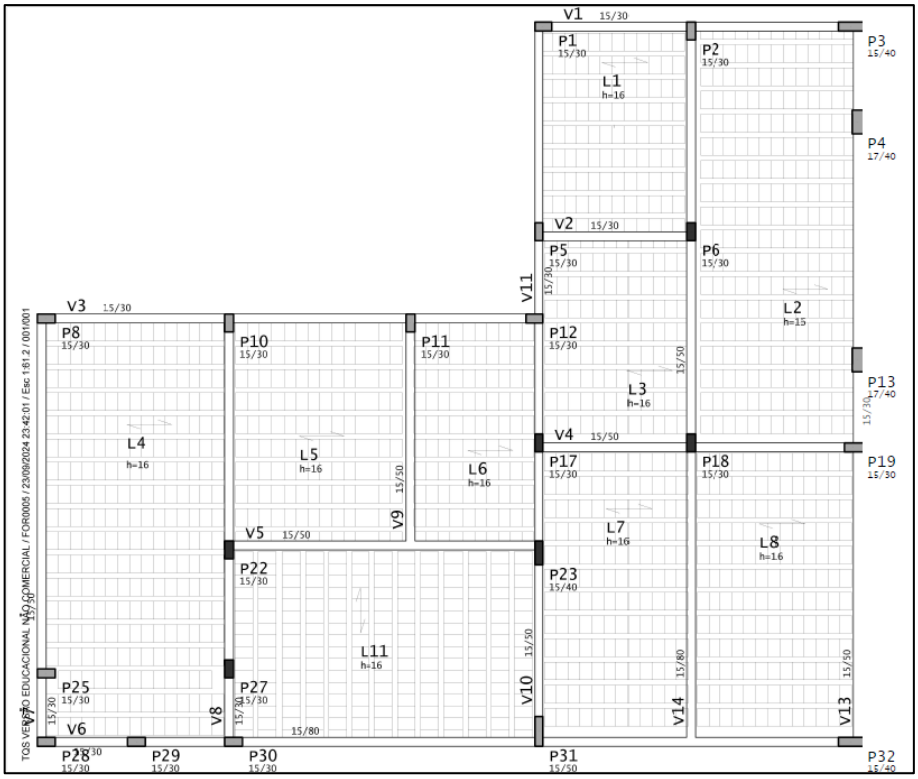
Figura 15 - Pré-Lançamento Vigas Cobertura

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)
V1	241.5 a 256.5	2	15X30
V2	255 a 255	1	15X30
V3	201.5 a 305	3	15X30
V4	255 a 272.5	2	15X50
V5	520 a 520	1	15X50
V6	139.5 a 512.5	5	Com variação
V7	115 a 596.5	2	Com variação
V8	116.5 a 369.5	3	15X30
V9	374 a 374	1	15X50
V10	180 a 285	3	15X50
V11	140 a 339	2	15X30
V12	337.5 a 510	3	Com variação
V13	136 a 495	4	Com variação

Fonte: O autor

O arranjo das vigas foi considerado, na sua maioria, no alinhamento da alvenaria, de modo a não impactar a arquitetura do projeto. Para o ático (platibanda da cobertura), a continuidade final dos pilares foi mantida, pois não se fez necessário realizar ligações de vigas para travar essa estrutura.

Figura 16 - Planta de Formas Cobertura



Fonte: O autor

4.2 PILARES

Para os pilares, foi realizada a conferência de todas as informações fornecidas pelo software, verificando-se se algo estava fora da norma. Todos foram aprovados para o projeto estrutural, tanto em relação às dimensões quanto às áreas de aço e demais dados exigidos pela NBR 6118:2024. Os dados apresentados na Tabela 12 foram obtidos pelo software TQS.

Tabela 12 - Dados estruturais dos pilares

Pilar	Lances	Seção (cm)	σ (kgf/cm²)	ν	λ	ρ	Taxa de aço (kgf/m³)
P1	1 a 4	15X30	0.3 a 29.8	0.002 a 0.207	6 a 74	0.7 a 0.7	94.7
P2	1 a 4	15X30	0.3 a 44.3	0.002 a 0.288	6 a 75	0.7 a 0.7	94.7
P3	1 a 4	15X40	0.3 a 10	0.002 a 0.088	5 a 75	0.79 a 0.79	107.6
P4	1 a 4	17X40	0.3 a 25	0.002 a 0.165	5 a 80	0.69 a 0.69	96.1
P5	1 a 4	15X30	0.3 a 40.5	0.002 a 0.268	7 a 75	0.7 a 0.7	94.7
P6	1 a 3	15X30	18.9 a 60.8	0.106 a 0.411	6 a 75	0.7 a 0.7	93.3
P7	1 a 2	15X30	17.2 a 28.4	0.096 a 0.168	7 a 72	0.7 a 0.7	99.5
P8	1 a 4	15X30	0.3 a 24.9	0.002 a 0.176	7 a 74	0.7 a 1.64	162.0
P9	1 a 2	15X30	5.9 a 12.6	0.028 a 0.096	7 a 77	0.7 a 0.7	99.5
P10	1 a 4	15X30	0.3 a 35	0.002 a 0.241	7 a 74	0.7 a 1.09	118.5
P11	1 a 4	15X30	0.3 a 37.1	0.002 a 0.242	14 a 74	0.7 a 1.64	162.0
P12	1 a 4	15X30	0.3 a 22.1	0.002 a 0.162	7 a 74	0.7 a 0.7	94.7
P13	1 a 4	17X40	0.3 a 17.1	0.002 a 0.115	5 a 80	0.69 a 0.69	96.1
P14	1 a 2	15X30	9 a 17.3	0.043 a 0.125	7 a 74	0.7 a 0.7	99.5
P15	1 a 2	15X30	7 a 12.8	0.039 a 0.092	7 a 77	0.7 a 0.7	99.5
P16	1 a 2	15X30	22.9 a 34.5	0.128 a 0.225	7 a 68	0.7 a 0.7	99.5
P17	1 a 3	15X30	10.7 a 52.7	0.058 a 0.377	7 a 76	0.7 a 0.7	92.9
P18	1 a 3	15X30	26.1 a 68.8	0.145 a 0.463	6 a 76	0.7 a 0.7	92.9
P19	1 a 4	15X30	0.3 a 62	0.002 a 0.412	7 a 73	0.7 a 0.7	94.7
P20	1 a 2	15X30	10.7 a 18.4	0.052 a 0.132	7 a 74	0.7 a 0.7	99.5
P21	1 a 2	15X30	-2.1 a 3.6	-0.019 a 0.044	7 a 77	1.05 a 1.64	198.8
P22	1 a 3	15X30	29 a 77.2	0.161 a 0.511	7 a 73	1.05 a 1.64	165.6
P23	1 a 3	15X40	16.2 a 41	0.091 a 0.287	5 a 86	1.05 a 1.64	186.0
P24	1 a 2	15X30	38.7 a 58.2	0.216 a 0.348	12 a 72	0.7 a 0.7	98.8
P25	1 a 4	15X30	0.3 a 37.3	0.002 a 0.249	7 a 74	0.7 a 1.64	162.0
P26	1 a 2	15X30	9.2 a 20.4	0.052 a 0.141	7 a 77	0.7 a 0.7	99.5
P27	1 a 3	15X30	3.4 a 20.4	0.015 a 0.143	7 a 76	0.7 a 0.7	93.3
P28	1 a 4	15X30	-4 a 15.9	-0.036 a 0.134	7 a 74	0.7 a 1.64	162.0
P29	1 a 4	15X30	0.3 a 12.8	0.002 a 0.093	7 a 77	0.7 a 0.7	94.7
P30	1 a 4	15X30	0.3 a 47	0.002 a 0.329	6 a 74	0.7 a 0.7	94.7
P31	1 a 4	15X50	0.3 a 64.4	0.002 a 0.444	4 a 72	0.63 a 2.51	172.6
P32	1 a 4	15X40	0.3 a 58.8	0.002 a 0.378	5 a 73	0.79 a 1.23	134.7
P33	1 a 2	20X30	14.5 a 23.1	0.081 a 0.138	6 a 55	0.52 a 0.52	77.1
P34	1 a 2	20X50	24.3 a 34.3	0.136 a 0.206	3 a 66	0.47 a 0.47	74.0
P35	1 a 2	20X30	18.6 a 29.5	0.104 a 0.175	6 a 54	0.52 a 0.82	109.3

Fonte: O autor

As verificações de cada pilar, foram feitas inicialmente pela combinação de esforços de cada lance. A Tabela 13 a seguir, ilustra 22 das 34 combinações de solicitações do Lance 1 do Pilar 1. Caso obtivesse algum aviso ou informação de risco,

o pilar deveria ser redimensionado. Neste caso, o pilar conta com combinações adequadas.

Tabela 13 - Combinação Flexão Lance 1 do Pilar 1

Combinação	ν	Seção	N_{Sd} (tf)	M_{Sdx} (tfm)	M_{Sdy} (tfm)	S_d/R_d (%)
13: ELU1/PERM/PP+PERM	0.167	Topo	13.41	0.06	0.01	-
		Meio	13.41	0.06	0.01	-
		Base	13.41	0.03	0.00	0.17
14: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID	0.182	Topo	14.60	0.06	0.01	-
		Meio	14.60	0.06	0.01	-
		Base	14.60	0.03	0.00	-
15: ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT1	0.183	Topo	14.74	0.05	0.01	-
		Meio	14.74	0.05	0.01	-
		Base	14.74	0.00	0.01	0.18
16: ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT2	0.18	Topo	14.46	0.06	0.00	0.19
		Meio	14.46	0.06	-0.01	0.19
		Base	14.46	0.06	-0.01	-
17: ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT3	0.164	Topo	13.21	0.05	-0.24	-
		Meio	13.21	0.05	-0.24	-
		Base	13.21	0.03	0.03	0.17
18: ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT4	0.199	Topo	15.99	0.06	0.25	-
		Meio	15.99	0.06	0.25	-
		Base	15.99	0.03	-0.03	0.21
19: ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.7ACID+VENT1	0.18	Topo	14.47	0.05	0.02	0.19
		Meio	14.47	0.05	0.02	-
		Base	14.47	-0.01	0.01	0.18
20: ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.7ACID+VENT2	0.174	Topo	14.01	0.06	-0.01	-
		Meio	14.01	0.08	-0.01	0.19
		Base	14.01	0.08	-0.01	-
21: ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.7ACID+VENT3	0.148	Topo	11.92	0.06	-0.40	0.2
		Meio	11.92	0.06	-0.22	-
		Base	11.92	0.03	0.05	-
22: ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.7ACID+VENT4	0.206	Topo	16.56	0.06	0.41	-
		Meio	16.56	0.06	0.23	-
		Base	16.56	0.03	-0.05	-
		Topo	13.45	0.06	0.01	0.18
25: ELU1/PERM/PP_V+PERM_V	0.167	Topo	13.45	0.06	0.01	0.18
		Meio	13.45	0.06	0.01	-
		Base	13.45	0.03	0.00	-
26: ELU1/PERMACID/PP_V+PERM_V+ACID_V	0.182	Topo	14.64	0.06	0.01	0.2
		Meio	14.64	0.06	0.01	-
		Base	14.64	0.03	0.00	0.19
27: ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT1	0.184	Topo	14.78	0.05	0.01	0.2
		Meio	14.78	0.05	0.01	-
		Base	14.78	0.00	0.01	-
28: ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT2	0.18	Topo	14.50	0.06	0.00	-
		Meio	14.50	0.06	-0.01	-
		Base	14.50	0.06	-0.01	-
29: ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT3	0.165	Topo	13.25	0.06	-0.24	-
		Meio	13.25	0.06	-0.24	0.19
		Base	13.25	0.03	0.03	-
30: ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT4	0.2	Topo	16.03	0.06	0.25	-
		Meio	16.03	0.06	0.25	**0.23**
		Base	16.03	0.03	-0.03	-
31: ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V+VENT1	0.181	Topo	14.52	0.05	0.02	-
		Meio	14.52	0.05	0.02	-
		Base	14.52	-0.01	0.01	-
32: ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V+VENT2	0.175	Topo	14.05	0.06	-0.01	-
		Meio	14.05	0.08	-0.01	-
		Base	14.05	0.08	-0.01	-
33: ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V+VENT3	0.149	Topo	11.96	0.06	-0.40	-
		Meio	11.96	0.06	-0.22	-
		Base	11.96	0.03	0.05	0.16
34: ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V+VENT4	0.207	Topo	16.60	0.06	0.41	**0.25**
		Meio	16.60	0.06	0.23	-
		Base	16.60	0.03	-0.05	**0.22**

Fonte: O autor

Após as combinações, a Tabela 14 demonstra a verificação das tensões geradas em cada lance, o índice de esbeltez de cada trecho do pilar, confirmação dos dados de fck e cobrimentos, e por último as porcentagens de armaduras necessárias. Para o exemplo do Pilar P1, todos os resultados obtiveram-se dentro da norma NBR 6118:2024, e por isso, está apto para execução estrutural.

Tabela 14 - Dados Flexão Pilar 1

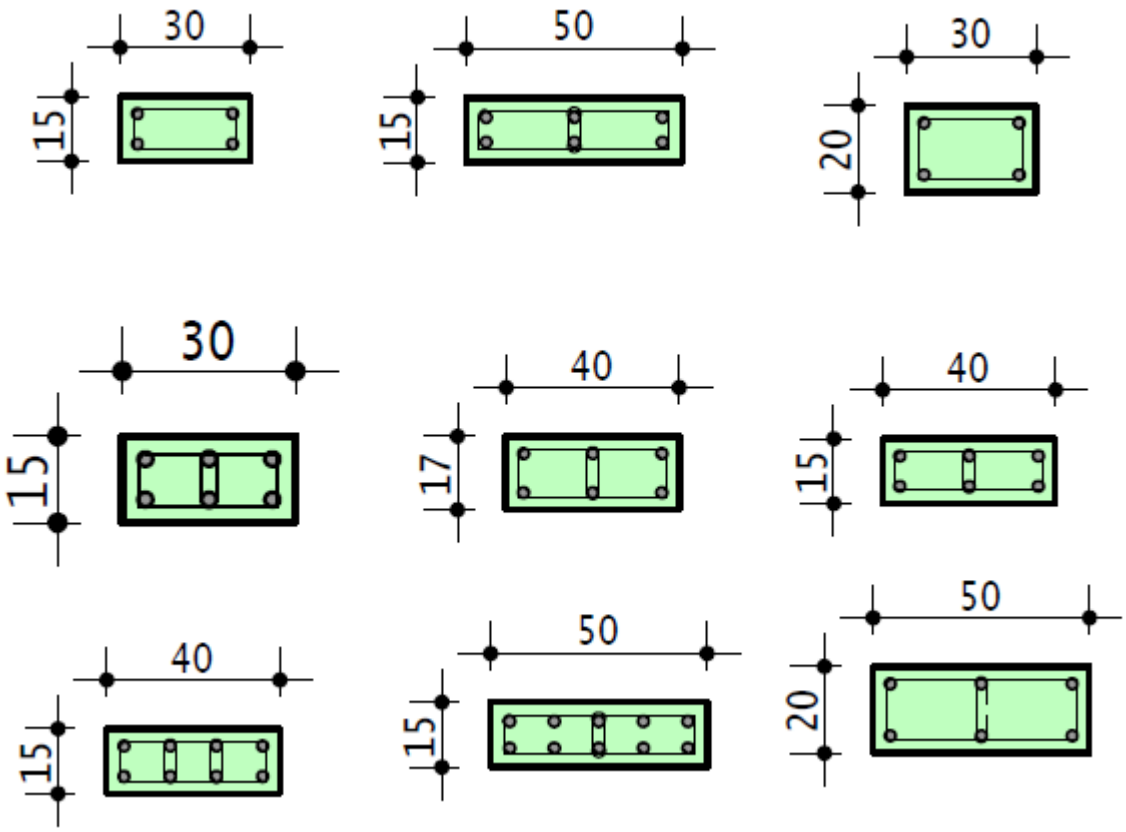
Lance	Pavimento	Seção		Armadura longitudinal					ν	σ (kgf/cm²)	Esbeltez		f_{ck} (MPa)	c (cm)	2ª Ordem
		Formato (cm)	A (cm²)	n	Ø(mm)	A_s(cm²)	ρ (%)	$ρ_{Tras}$ (%)			$λ_x$	$λ_y$			
4	Ático	15X30	450.00	4	10	3.10	0.7	1.4	0.002 a 0.002	0.3	44	22	25	3	PP c/ κ aprox
3	Cobertura	15X30	450.00	4	10	3.10	0.7	1.4	0.034 a 0.043	6.4	73	36	25	3	PP c/ κ aprox
2	Tipo	15X30	450.00	4	10	3.10	0.7	1.4	0.118 a 0.16	23	74	38	25	3	PP c/ κ aprox
1	Térreo	15X30	450.00	4	10	3.10	0.7	1.4	0.148 a 0.207	29.8	14	6	25	3	-

Fonte: O autor

Após obtenção dos dados. Para o arranjo dos pilares, foi utilizada uma combinação de barras de aço com bitolas de 10 mm, 12,5 mm e 20 mm, conforme as exigências de carga e as orientações da NBR 6118:2024. O arranjo das armaduras variou de acordo com as necessidades estruturais de cada pilar, sendo configurado com 4, 6 e até 8 barras na seção transversal. Segundo Silva (2017), o dimensionamento adequado das armaduras em pilares é essencial para garantir a segurança e a durabilidade da estrutura, além de otimizar a resistência ao esforço de compressão e flexão.

Além disso, para os estribos, foram utilizadas barras de aço com bitolas de 5 mm e 6,3 mm, de acordo com a necessidade de confinamento das armaduras longitudinais e o controle da flambagem. Conforme Hibbeler (2017), o uso correto de estribos garante a rigidez lateral dos pilares e contribui para o aumento da capacidade de resistência ao cisalhamento e à compressão, assegurando a estabilidade e a segurança da estrutura em situações de carga elevada. A Figura 17 mostra as diferentes configurações de detalhamentos dos pilares utilizados.

Figura 17 – Arranjos de armaduras dos pilares



Fonte: O autor

4.3 VIGAS

No dimensionamento das vigas, foram adotadas seções variáveis em diferentes pavimentos, de acordo com as exigências estruturais de cada nível. No pavimento térreo, superior e na cobertura, foram utilizadas vigas com alturas de 30 cm, 35 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm e 80 cm, conforme as cargas atuantes e os vãos exigidos. As larguras adotadas variaram entre 15 cm e 20 cm, garantindo a estabilidade e o equilíbrio estrutural necessários para suportar os esforços solicitantes.

De acordo com Warner et al. (1998), a escolha adequada das dimensões das vigas é essencial para o bom desempenho da estrutura, pois influencia diretamente na resistência ao momento fletor e ao cisalhamento, além de contribuir para a redistribuição das cargas entre os diferentes elementos estruturais. O uso de seções maiores foi necessário em áreas com maior solicitação de cargas, enquanto seções

menores foram aplicadas em vãos reduzidos, otimizando o uso de materiais e a eficiência estrutural.

As vigas do térreo apresentaram uma taxa média de aço de 67,1 kg/m³. De acordo com a ABNT NBR 6118:2024, a armadura longitudinal em vigas deve atender aos requisitos mínimos e máximos de área de aço para garantir a resistência estrutural e a segurança da edificação. A norma especifica que a taxa de armadura deve ser suficiente para evitar rupturas frágeis, enquanto uma taxa máxima não pode exceder valores que comprometam a capacidade de deformação da seção de concreto. No presente projeto, a taxa de aço de 67,1 kg/m³ satisfaz esses critérios, contribuindo para a durabilidade e estabilidade da estrutura. Além disso, as vigas mostraram-se resistentes a todos os esforços, de acordo com as verificações realizadas no software TQS, como ilustrado na Tabela 15.

Tabela 15 – Relatório das vigas do pavimento térreo

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	ρ_{sw} (%)	Taxa de aço (kgf/m³)	FCN	Torção
V1	247.5 a 262.5	2	15X50	19.05 a 20.2	0.42 a 0.42	0.22 a 0.22	51.1	-	-
V2	255 a 255	1	20X50	19.61 a 19.61	0.3 a 0.31	0.22 a 0.22	55.9	-	Sim
V3	318 a 318	1	15X35	11.01 a 11.01	0.58 a 0.6	0.33 a 0.33	77.7	-	-
V4	142.5 a 305	4	15X35	11.48 a 24.56	0.6 a 0.6	0.33 a 0.33	73.1	-	-
V5	159 a 159	1	15X35	22.01 a 22.01	0.41 a 0.42	0.33 a 0.33	61.9	-	-
V6	124 a 153	3	15X35	22.88 a 28.23	0.37 a 0.6	0.33 a 0.33	74.2	-	-
V7	255 a 268	2	15X35	13.06 a 13.73	0.56 a 0.75	0.33 a 0.33	80.9	-	-
V8	124 a 153	3	15X35	22.88 a 28.23	0.37 a 0.6	0.33 a 0.33	74.2	-	-
V9	159 a 159	1	15X35	22.01 a 22.01	0.41 a 0.42	0.33 a 0.33	61.9	-	-
V10	142.5 a 153	2	15X35	22.88 a 24.56	0.6 a 0.79	0.33 a 0.33	86.6	-	-
V11	142.5 a 517.5	4	Com variação	9.66 a 24.56	0.34 a 0.6	0.22 a 0.33	64.0	Sim	-
V12	804.5 a 868	2	15X60	6.91 a 7.46	0.35 a 0.7	0.18 a 0.18	65.4	Sim	-
V13	115 a 326	5	15X35	10.74 a 30.43	0.58 a 0.75	0.33 a 0.33	79.5	-	-
V14	115 a 215	2	15X35	16.28 a 30.43	0.59 a 0.96	0.33 a 0.33	98.9	-	-
V15	216.5 a 216.5	1	15X35	16.17 a 16.17	0.73 a 0.75	0.33 a 0.33	96.3	-	-
V16	165 a 165	1	15X35	21.21 a 21.21	0.4 a 0.42	0.33 a 0.33	63.2	-	-
V17	118 a 191	2	15X35	18.32 a 29.66	0.6 a 0.98	0.33 a 0.33	89.2	-	-
V18	192.5 a 192.5	1	15X35	18.18 a 18.18	0.6 a 0.6	0.33 a 0.33	83.1	-	-
V19	165 a 165	1	15X35	21.21 a 21.21	0.4 a 0.42	0.33 a 0.33	63.2	-	-
V20	94 a 94	1	15X35	37.23 a 37.23	0.23 a 0.42	0.33 a 0.33	71.6	-	-
V21	141.5 a 340.5	5	Com variação	10.28 a 24.73	0.52 a 0.98	0.22 a 0.33	88.3	Sim	-
V22	337.5 a 355	2	15X50	14.08 a 14.81	0.21 a 0.42	0.22 a 0.22	49.2	-	-
V23	137.5 a 495	4	Com variação	9.19 a 25.45	0.4 a 0.93	0.22 a 0.33	68.9	Sim	-
V24	578.5 a 582.5	2	15X60	10.3 a 10.37	0.27 a 0.4	0.18 a 0.18	41.8	-	-

Fonte: O autor

Além do térreo, as vigas do pavimento superior demonstraram resistência adequada aos momentos fletores e às solicitações de carga, com uma taxa média de aço de 76,4 kg/m³, em conformidade com as normas técnicas e os parâmetros de dimensionamento adotados no projeto. A Tabela 16 apresenta os dados dos esforços atuantes nas vigas.

Tabela 16 – Relatório das vigas do pavimento superior

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	ρ_{sw} (%)	Taxa de aço (kgf/m³)	FCN	Torção
V1	241.5 a 256.5	2	15X30	11.7 a 12.42	0.66 a 0.87	0.4 a 0.4	96.4	-	-
V2	247.5 a 247.5	1	15X50	20.2 a 20.2	0.51 a 0.73	0.22 a 0.22	98.5	-	Sim
V3	255 a 255	1	20X35	13.73 a 13.73	0.51 a 0.56	0.33 a 0.33	83.6	-	Sim
V4	316.5 a 316.5	1	15X30	9.48 a 9.48	0.78 a 0.87	0.4 a 0.4	107.2	-	-
V5	139.5 a 305	4	15X30	9.84 a 21.51	0.7 a 0.91	0.4 a 0.4	95.4	-	-
V6	139.5 a 520	5	Com variação	15.38 a 31.37	0.28 a 0.92	0.14 a 0.4	69.3	-	-
V7	151.5 a 305	4	15X50	16.39 a 33	0.42 a 1.04	0.22 a 0.22	81.5	-	-
V8	139.5 a 151.5	2	15X30	19.8 a 21.51	0.68 a 1.05	0.4 a 0.4	118.1	-	-
V9	139.5 a 522.5	6	Com variação	13.4 a 32.56	0.34 a 0.87	0.16 a 0.4	81.3	-	-
V10	810.5 a 874	2	20X80	9.15 a 9.87	0.29 a 0.61	0.14 a 0.14	63.6	-	-
V11	115 a 325	5	15X30	9.23 a 26.09	0.68 a 1.05	0.4 a 0.4	95.7	-	-
V12	116.5 a 189.5	4	15X30	15.83 a 25.75	0.7 a 1.31	0.4 a 0.4	101.1	-	-
V14	140 a 339	6	Com variação	8.85 a 27.78	0.42 a 1.23	0.22 a 0.4	94.0	Sim	-
V16	337.5 a 502.5	3	Com variação	13.93 a 14.81	0.29 a 0.81	0.16 a 0.22	62.5	-	-
V17	142 a 495	4	Com variação	10.1 a 32.15	0.35 a 1.73	0.22 a 0.51	79.7	-	-
V18	578.5 a 582.5	2	15X60	10.3 a 10.37	0.35 a 0.71	0.18 a 0.18	63.5	-	-

Fonte: O autor

Por último, as vigas da cobertura apresentaram-se dentro dos padrões da norma NBR 6118:2024**,** com uma taxa média de aço de 77,5 kgf/m³, atendendo a todas as solicitações, conforme mostrado na Tabela 17.

Tabela 17 - Relatório das vigas do pavimento superior

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	ρ_{sw} (%)	Taxa de aço (kgf/m³)	FCN	Torção
V1	241.5 a 256.5	2	15X30	11.7 a 12.42	0.7 a 1.02	0.4 a 0.4	99.8	-	-
V2	255 a 255	1	15X30	11.76 a 11.76	0.87 a 1.05	0.4 a 0.4	123.7	-	-
V3	201.5 a 305	3	15X30	9.84 a 14.89	0.68 a 1.01	0.4 a 0.4	99.2	-	-
V4	255 a 272.5	2	15X50	18.35 a 19.61	0.42 a 0.42	0.22 a 0.22	50.7	-	-
V5	520 a 520	1	15X50	9.62 a 9.62	0.5 a 0.86	0.22 a 0.22	84.9	-	-
V6	139.5 a 512.5	5	Com variação	15.61 a 31.37	0.27 a 0.94	0.14 a 0.4	66.6	-	-
V7	115 a 596.5	2	Com variação	8.38 a 26.09	0.34 a 1.59	0.22 a 0.4	89.9	-	-
V8	116.5 a 369.5	3	15X30	8.12 a 25.75	0.7 a 1.4	0.4 a 0.49	128.4	-	-
V9	374 a 374	1	15X50	13.37 a 13.37	0.34 a 0.48	0.22 a 0.22	50.4	-	-
V10	180 a 285	3	15X50	17.54 a 27.78	0.42 a 0.42	0.22 a 0.22	53.3	-	Sim
V11	140 a 339	2	15X30	8.85 a 21.43	0.44 a 1.31	0.4 a 0.4	107.5	-	-
V13	136 a 495	4	Com variação	7.94 a 22.06	0.4 a 1.21	0.22 a 0.4	77.6	Sim	-
V14	337.5 a 510	3	Com variação	14.08 a 15.69	0.36 a 1.14	0.14 a 0.22	73.4	-	-

Fonte: O autor

Para cada viga iniciou-se pelo dimensionamento a flexão e posteriormente ao cisalhamento. Neste caso, a Tabela 18 representa os dados fornecidos da viga 1 do pavimento térreo (baldrame), sendo feito primeiramente a verificação ao cisalhamento e flecha na viga. Caso registre alguma inferência, o recomendado é recalcular a viga. O que não foi necessário para esse caso, pois todos os dados apresentaram-se aptos para execução.

Tabela 18 - Flexão Viga 1 (Baldrame)

Vão	L (cm)	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	$A_{s,max}$ (M+)			$A_{s,max}$ (M-)			Flecha (L/Δ)
					n	Ø (mm)	A_s'	n	Ø (mm)	A_s'	
1	247.5	15 x 50	20.2	0.42 a 0.42	2	10	-	2	10	-	1.#IO
2	262.5	15 x 50	19.05	0.42 a 0.42	2	10	-	2	10	-	1.#IO

Fonte: O autor

Para o cisalhamento, também foi feito a verificação. Confirmando que a Viga 1 do baldrame está completamente dentro dos padrões da norma atendendo todas as solicitações, e que pode já estar na prancha estrutural para execução no canteiro.

Tabela 19 - Cisalhamento Viga 1 (Baldrame)

Vão	Faixa	L (cm)	ρ_{sw} (%)	Armadura			V_{Sd}/V_{Rd2} (%)
				$Ø_e$ (mm)	c/ (cm)	Ramos	
1	1	225	0.22	6.3	28	2	6.3
2	1	240	0.22	6.3	28	2	6.93

Fonte: O autor

Realizando o mesmo procedimento dos pilares. Após obtenção dos dados, foi dimensionado para o pavimento térreo, superior e cobertura, as armaduras. As barras de aço foram dimensionadas para atender aos esforços de momento positivo e negativo, utilizando um arranjo intercalado de barras de aço com bitolas de 10 mm, 12,5 mm e 16 mm. Essa variação nas bitolas permitiu otimizar o dimensionamento conforme as solicitações de cada região da estrutura, garantindo tanto a resistência quanto a economia de material.

Os estribos utilizados em todas as vigas foram padronizados com bitolas de 6,3 mm, assegurando a amarração adequada das barras longitudinais e a resistência ao cisalhamento, conforme as exigências da NBR 6118:2024. Como apontado por Bastos (2024), a escolha adequada das armaduras e estribos influencia diretamente a capacidade da viga de suportar os esforços de flexão e cisalhamento, bem como a durabilidade da estrutura ao longo do tempo.

Deve-se ressaltar que o Software conta com a versão da norma do ano de 2023. Contudo, a atualização da norma em 2024, não afetou os procedimentos de cálculo deste trabalho.

4.4 ESCADAS

A escada em U foi projetada com um passo de 27,5 cm, espelho de 17,5 cm e espessura de 14 cm, atendendo às exigências de conforto e segurança para os usuários. O patamar foi engastado em uma viga central, proporcionando maior rigidez à estrutura, enquanto os lances da escada estão engastados no patamar, garantindo uma distribuição eficiente das cargas.

Para as armaduras, foram utilizadas bitolas de 6,3 mm, 8 mm, 10 mm e 12,5 mm, adequadas para suportar as tensões atuantes e garantir a durabilidade da escada. Segundo Silva (2017), a escolha das bitolas das armaduras é fundamental para a resistência e segurança da escada, uma vez que elas devem ser dimensionadas de acordo com as solicitações de carga e as características geométricas da escada. A utilização de diferentes bitolas permite um melhor controle da distribuição das tensões ao longo da estrutura, otimizando o desempenho da escada sob as condições de uso previstas.

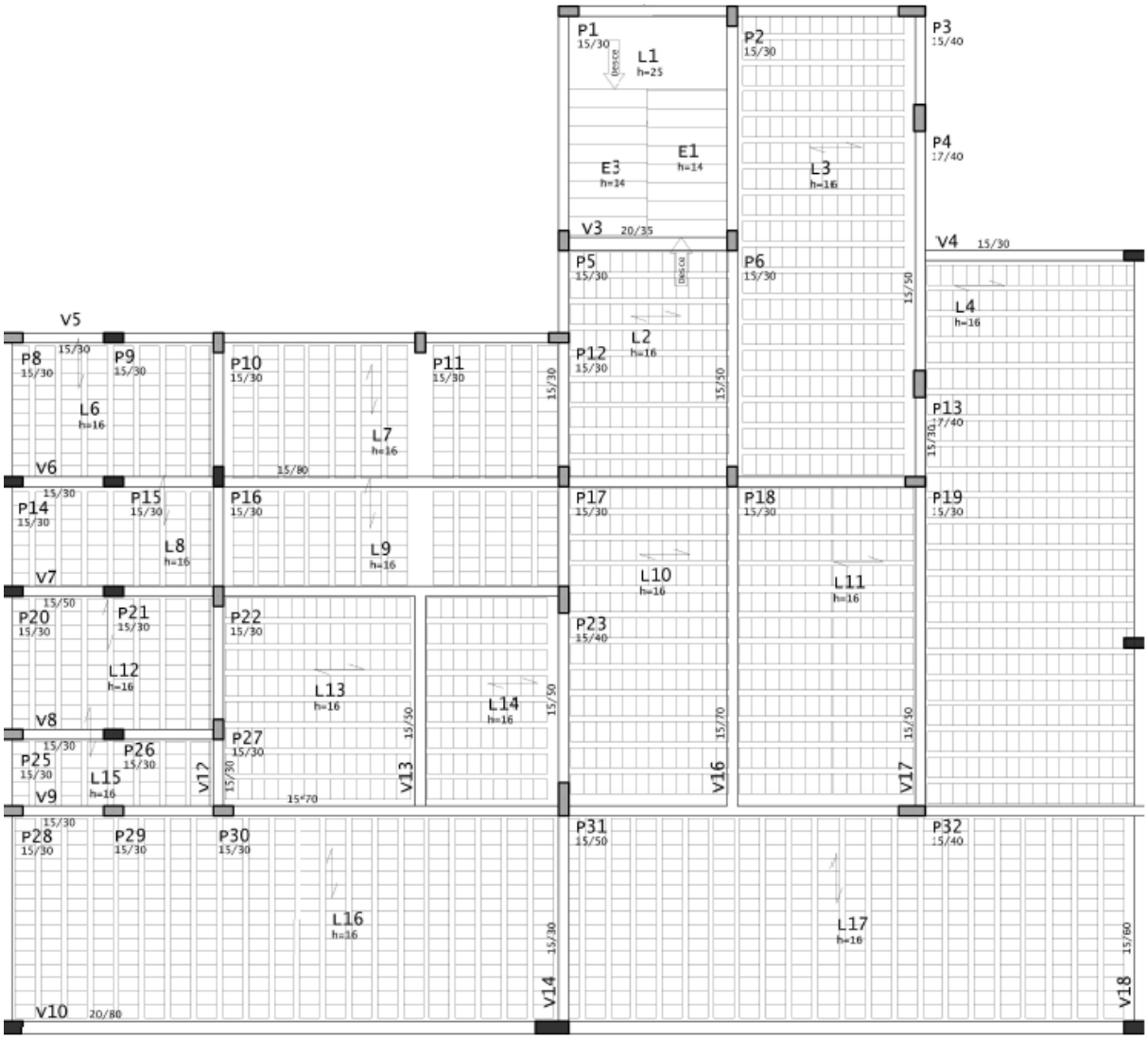
Os resultados obtidos através do dimensionamento indicam que a escada em U atende aos critérios de resistência e funcionalidade, proporcionando uma solução segura e eficiente para o acesso aos andares superiores da edificação.

4.5 LAJES

No projeto de lajes, é crucial considerar não apenas a capacidade de suportar cargas, mas também sua integração harmoniosa com o restante da estrutura. Conforme abordado por Silva (2003), a escolha dos materiais e o dimensionamento correto são fundamentais para garantir a estabilidade e a durabilidade da edificação. Além disso, o pré-lançamento de lajes visa otimizar o uso de materiais e recursos, assegurando eficiência tanto do ponto de vista estrutural quanto econômico.

Com isso, optou-se por lajes treliçadas com preenchimentos em lajota, visando proporcionar mais agilidade e praticidade na execução no canteiro. Por esse motivo, elas terão apoio simples e, conforme a Figura 18, serão distribuídas no pavimento superior e na cobertura, em subdivisões.

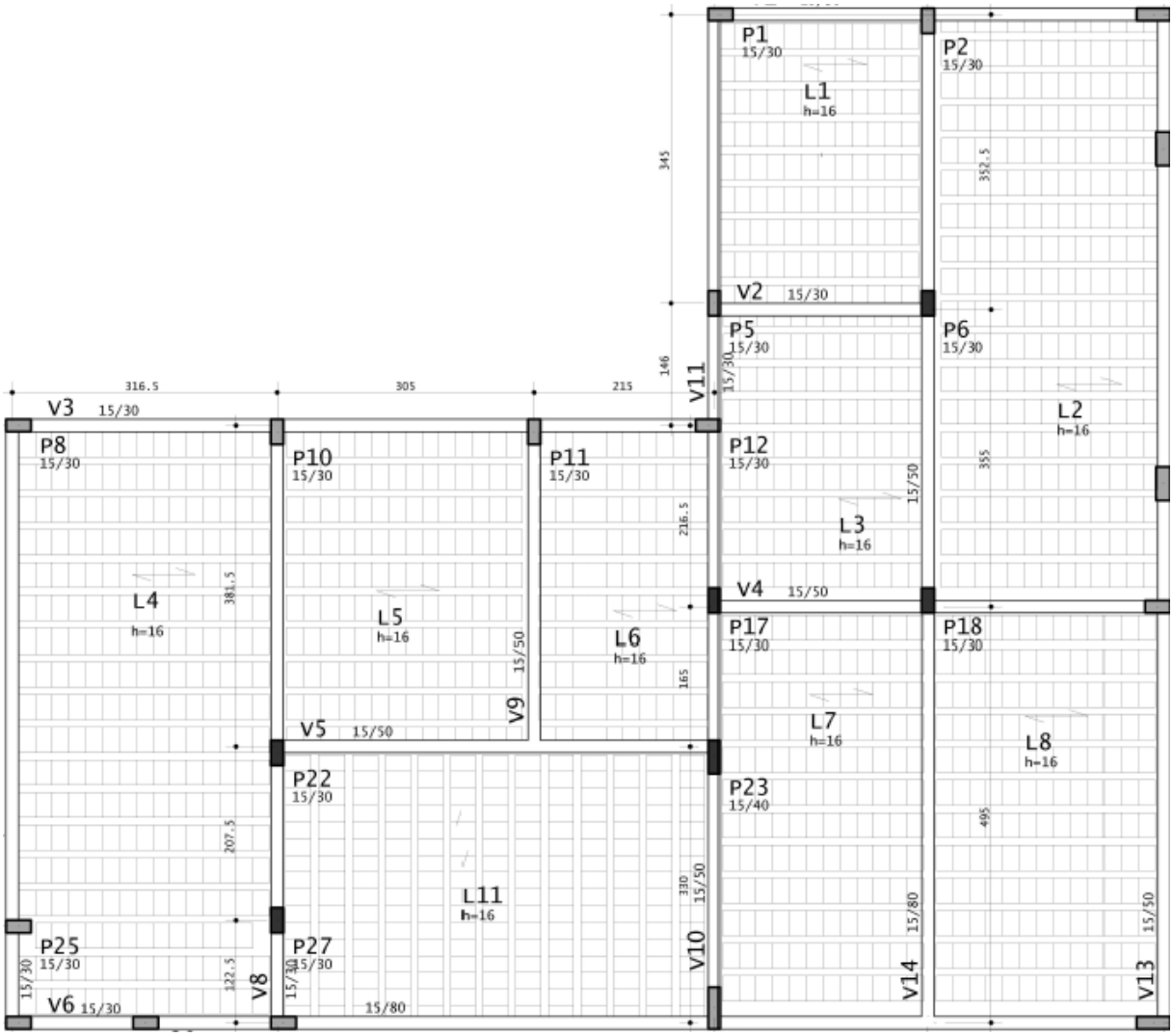
Figura 18 – Distribuição de Lajes Pavimento Superior



Fonte: O autor

Para a cobertura, utiliza-se a mesma solução aplicada às lajes; contudo, elas são distribuídas em vãos maiores, o que diminui a quantidade necessária (Figura 19).

Figura 19 - Distribuição de Lajes Pavimento da Cobertura



Fonte: O autor

As lajes foram pensadas com treliças de 12 cm de altura e uma capa de 4 cm, resultando em uma altura final de 16 cm.

Para a distribuição da armadura auxiliar das lajes, foram utilizadas barras de aço com bitolas de 6,3 mm e 8 mm, aplicadas nas direções horizontal e vertical, tanto nas armaduras positivas quanto negativas. Essa configuração é fundamental para garantir a resistência necessária para suportar as cargas atuantes, conforme enfatizado por Warner et al. (1998), que destacam a importância de um adequado dimensionamento das armaduras em lajes para garantir a segurança estrutural.

Além disso, a armadura de cisalhamento foi composta por barras de bitola de 5 mm, contribuindo para a segurança e estabilidade das lajes. Em regiões de canto,

onde não há vigotas, o concreto foi utilizado para completar a estrutura da laje, assegurando a continuidade do sistema e a integridade da obra.

4.6 FUNDAÇÃO

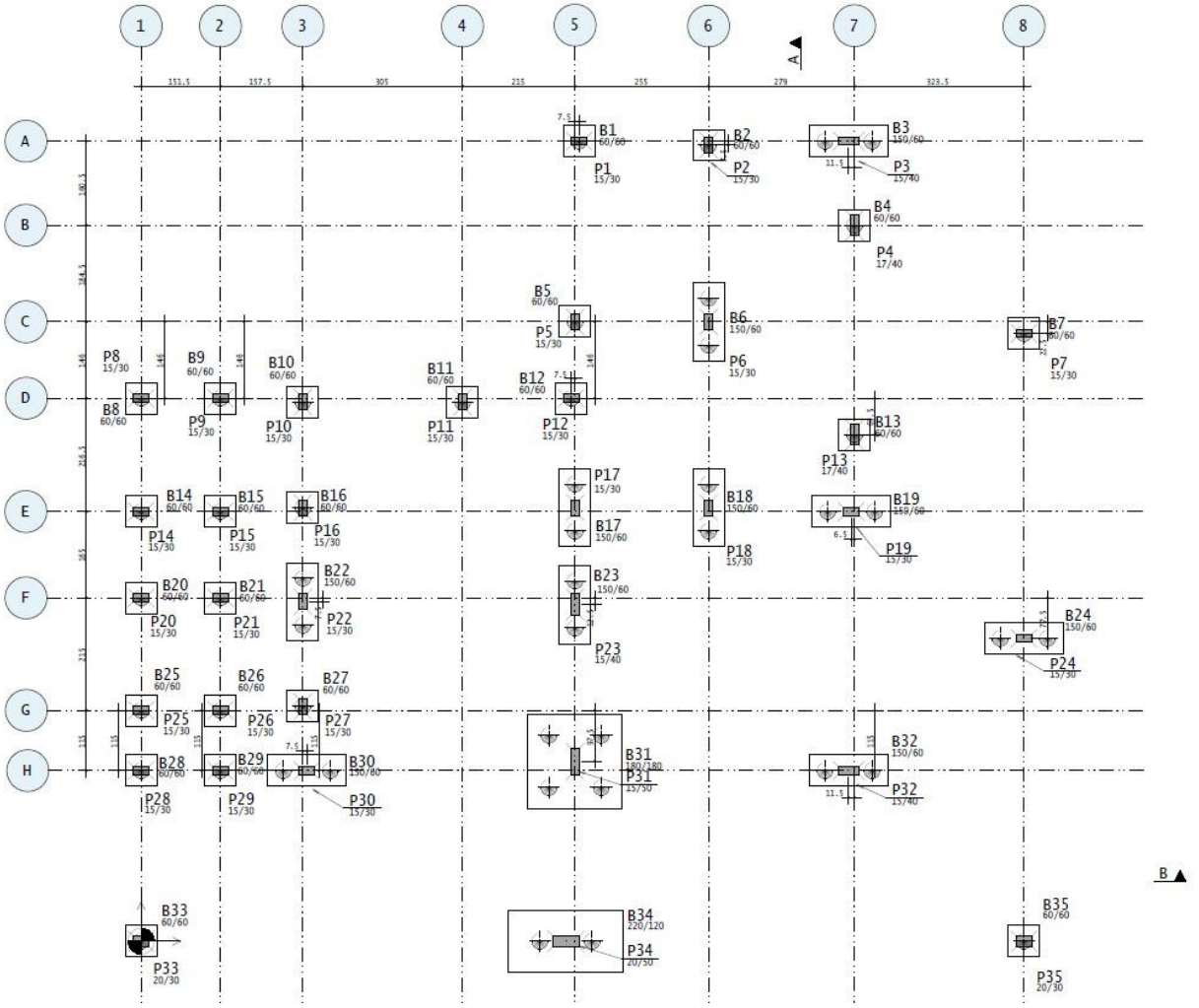
Com as cargas dos pilares previamente obtidas pelo software TQS, foram dimensionadas as fundações da estrutura. A sondagem SPT foi realizada no "Bloco E", localizado próximo à construção da Central de Monitoramento, em 14 de março de 2017. As três sondagens do terreno estão apresentadas em anexos.

A análise dos dados coletados revelou que o solo apresenta uma predominância significativa de silte e argila em sua composição. Os resultados dos ensaios indicaram que o solo começa a oferecer resistência a partir de 6 metros de profundidade. De acordo com a NBR 6122:2010, "a escolha do tipo de fundação deve levar em consideração a capacidade de carga do solo e o comportamento das camadas de solo" (ABNT, 2010). Diante disso, optou-se pelo dimensionamento de blocos sobre estacas.

Observou-se que o nível d'água se encontra próximo de 9 metros de profundidade. Assim, foi escolhida uma profundidade de 7 metros para as estacas, visando evitar problemas relacionados à água. A moldagem das estacas será realizada in loco, com diâmetro de 30 cm e do tipo escavada. Com base nos dados das sondagens SPT, como a composição das camadas, o nível d'água, a resistência de cada camada, entre outros parâmetros obtidos na análise, foi possível determinar uma estimativa de carga admissível na cota de apoio da estaca de 134 kN.

Considerando esse valor e o momento mínimo em Y, durante as verificações do estado limite último, foi possível pré-dimensionar a quantidade necessária de estacas para cada bloco de fundação, resultando em variações de 1, 2 e 4 estacas por bloco.

Figura 20 – Planta de fundação



Fonte: O autor

Para o detalhamento das fundações, foram utilizadas barras de 10 mm e 12,5 mm para as armaduras principais, enquanto as armaduras secundárias foram confeccionadas com barras de 5 mm e 6,3 mm. A escolha dessas bitolas está em conformidade com as diretrizes da NBR 6118:2024, que enfatiza a importância do dimensionamento adequado das armaduras para garantir a segurança e a eficiência estrutural. Segundo a norma, "a seleção das bitolas e a disposição das armaduras devem ser compatíveis com as tensões e deformações previstas para a estrutura" (ABNT, 2014).

4.7 ALTERAÇÕES ARQUITETÔNICAS

Outro aspecto a ser considerado é a integração estética e funcional do projeto, que será desenvolvido em harmonia com o projeto arquitetônico, assegurando que a estética da edificação não seja comprometida.

Nos resultados, constatou-se a necessidade de ajustes no projeto arquitetônico devido à divergência entre as dimensões das vigas e as exigências das paredes acabadas. As vigas foram inicialmente projetadas com 15 cm de espessura, enquanto as paredes, com o uso do tijolo deitado e o acabamento completo (chapisco, emboço, reboco, etc.), alcançavam 18 cm de espessura. Essa diferença exigiu uma revisão no projeto para garantir que o alinhamento estético e estrutural fosse mantido, sem comprometer a integridade ou o acabamento das paredes.

Além da alvenaria, foi necessário modificar a localização de algumas esquadrias, pois certas estruturas dependiam da continuidade do térreo até o último pavimento da edificação. Por esse motivo, algumas janelas foram centralizadas entre as estruturas, sem impactar o design do projeto.

Por fim, o projeto inicial previa um estacionamento com cobertura na parte posterior da central de monitoramento, que foi solicitado pela Prefeitura do Campus para ser excluído. Além disso, foi requisitada a remoção da sacada em balanço, também localizada na parte posterior da edificação.

Essas alterações contribuem para a elaboração de um projeto estrutural eficiente, seguro e sustentável para a Central de Monitoramento, atendendo às necessidades da Universidade Estadual de Ponta Grossa e promovendo um ambiente seguro para toda a comunidade acadêmica.

5 CONCLUSÃO

O projeto estrutural em concreto armado desenvolvido para a Central de Monitoramento da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) atendeu aos objetivos iniciais, cumprindo rigorosamente as especificações das normas técnicas, especialmente a NBR 6118:2024, e demonstrando o compromisso com a segurança e a durabilidade da edificação. Foram especificados cobrimentos adequados para lajes, vigas e pilares, e a utilização de bitolas de aço e taxas de armaduras devidamente otimizadas contribuiu para um uso eficiente dos materiais.

A disposição estrutural dos elementos – vigas, pilares, lajes e escadas – foi planejada para assegurar resistência e estabilidade à edificação. O lançamento estratégico dos pilares, posicionado de acordo com as exigências de carga, e o dimensionamento robusto das vigas em áreas de maior solicitação demonstram uma distribuição cuidadosa dos esforços, evitando deformações e atendendo às condições específicas de cada pavimento.

Além disso, o correto arranjo das armaduras, associado ao uso de estribos e bitolas variadas, atendeu aos requisitos normativos, garantindo que a estrutura suporte os esforços de compressão e flexão ao longo do tempo. Esse planejamento cuidadoso promove uma durabilidade elevada para a estrutura, mesmo em um ambiente classificado como de agressividade moderada (CAA II).

A integração entre a estrutura e o projeto arquitetônico se mostrou eficiente, com ajustes nas dimensões de vigas e pilares para manter a funcionalidade dos espaços internos, como banheiros e áreas administrativas. Essa sinergia foi essencial para garantir que o projeto atendesse tanto aos requisitos estéticos quanto às necessidades de uso.

A escolha do concreto armado como material estrutural, além de viável, proporcionou um excelente custo-benefício para uma obra pública, sendo prático na execução e facilitando futuras manutenções e ampliações, se necessário. Este material mostrou-se adequado para atender às necessidades específicas da nova Central de Monitoramento, garantindo a segurança e a durabilidade da estrutura.

Recomenda-se um projeto de fundações com informações mais atualizadas do terreno, devidamente seguida por um profissional geotécnico no local da obra. Justamente, pelos dados estarem desatualizados e com uma certa distância da marcação da edificação.

O desenvolvimento deste projeto trouxe aprendizados significativos, principalmente sobre a importância de alinhar engenharia estrutural e arquitetura para alcançar um resultado seguro, funcional e esteticamente integrado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações.** Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6482: Representação de projetos de arquitetura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484: Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ALVA, Gerson Moacyr Sisniegas. Concepção estrutural de edifícios em concreto armado. Santa Maria, RS, 2007. Apostila. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

ASSIS, Natália de Oliveira. **Processo de dimensionamento de estruturas em concreto armado utilizando o programa tqs**. 2019. 105 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto Escola de Minas, Ouro Preto, 2019. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2104/1/MONOGRAFIA_ProcessoDimensionamentoEstruturas.pdf. Acesso em: 9 nov. 2023.

BASTOS, D. P. S. **FUNDAMENTOS DO CONCRETO ARMADO**. Disponível em: <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2024.

CARVALHO, Roberto Chust; FILHO, Jasson Rodrigues de Figueiredo. **Calculo e detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**: Segundo a NBR 6118:2003. 3. ed. atual. São Carlos: EdUFSCar, 2007. 367 p. v. 1. ISBN 978-85-7600-086-0.

CARVALHO, Roberto Chust; FILHO, Jasson Rodrigues de Figueiredo. **Calculo e detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**: Segundo a NBR

6118:2014. 4. ed. atual. São Carlos: EdUFSCar, 2014. 409 p. v. 1. ISBN 978-85-7600-356-4.

CLAUDIO/TQS. Manual III –Análise estrutural. Versão 15.X. São Paulo, SP. 2015

DANESI, Mateus Candido. **Análise estrutural de lajes maciças em concreto armado de uma residência unifamiliar de dois pavimentos: comparação da área de aço calculada pelo cálculo semiautomatizado e pelo uso do software TQS®. 2021.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/861/3/tcc_Mateus%20Candido%20Danesi.pdf> Acesso em: 7 out. 2024.

Hibbeler, R. C. ***Structural Analysis*****. 10th ed. Upper Saddle River: Pearson**, 2017.

KIMURA, A. **Informática aplicada em estruturas de concreto armado: cálculo de edifícios com o uso de sistemas computacionais.** 1. ed. atual. São Paulo: PINI, 2007. 624p. v. 1. ISBN.:978-85-72661829.

KEMCZINSKI, PEDRO GABRIEL. **Calculo e detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**: Segundo a NBR 6118:2014. 2015. 121 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, FLORIANÓPOLIS, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/157218/TCC_Pedro%20Gabriel%20Kemczinski.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 9 nov. 2023.

LEET, Kenneth M. *et al*. Cargas de projeto. *In*: LEET, Kenneth M. *et al*. **Fundamentos da análise estrutural**. 3. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010. v. 1, cap. 2, p. 27-65. ISBN 978-85-7726-059-1.

MARANGON, Ederli. **Caracterização material e estrutural de concretos autoadensáveis reforçados com fibras de aço**. Orientador: Romildo Dias Toledo Filho. 2011. 322 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, RIO DE JANEIRO, 2011. Disponível em: http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_d/EderliMarangon.pdf. Acesso em: 9 nov. 2023.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Durabilidade das Estruturas de Concreto**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2006.
Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*. McGraw-Hill Education.

OLIVEIRA, JONATHAS IOHANATHAN FELIPE DE. **Otimização multiobjetivo aplicada à análise estrutural de edifícios**. Orientador: ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA MIRANDA. 2017. 92 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) - FACULDADE DE TECNOLOGIA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, BRASÍLIA, 2017. Disponível em: http://www.realp.unb.br/jspui/bitstream/10482/31112/1/2017_JonathasIohanathanFelipedeOliveira.pdf. Acesso em: 9 nov. 2023.

PADARATZ, J. M**.. Lançamento estrutural: determinantes e aplicações**. 2015.

PINHEIRO, A**.. Considerações sobre o lançamento da estrutura. 2003.**

SANCHEZ, Igor Henrique Souza *et al*. **Os benefícios efetivados no concreto a partir da adição de fibras de polipropileno**. Orientador: Bruno Paniago Lima. 2015. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário UNA, Betim, 2015.

SILVA, ELISABETE DA CUNHA MARTINS. **Dimensionamento estrutural de edifícios de múltiplos pavimentos em concreto armado.** Orientador: Prof. Msc. MARCOS ANTONIO CAMPOS RODRIGUES. 2017. 152 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, MACAÉ, 2017. Disponível em: https://engenharias.macae.ufrj.br/images/testetcc/2017/TCC_Elisabete_da_Cunha_Martins_Silva_Civil.pdf. Acesso em: 9 nov. 2023.

SOUZA, Rodrigo de *et al*. **Dimensionamento de estruturas em concreto armado: comparativo entre os softwares eberick e tqs.** 2021. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário UNISOCIESC, Joinville, 2021.

Trincas de flexão em vigas de concreto armado. **Guide Engenharia -**Guide Engenharia, 15 ago. 2017. Disponível em: <https://guideengenharia.com.br/trincas-de-flexao-de-vigas/>. Acesso em: 5 nov. 2024

WARNER, R. F.; RANGAN, B. V.; HALL, A. S.; FAULKES, K. A. **Estruturas de Concreto**. São Paulo: Addison Wesley Longman, 1998.

APÊNDICES

AGUA & MINERIO SONDAGENS DE SOLO LTDA

CNPJ: 12.043.671/0001-19

Rua Camões, 1454 - Hugo Lange - CURITIBA / Pr

Cliente: UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa
Obra: Bloco E
Local: Campus Uvarana - Ponta Grossa/Pr

RELATÓRIO DE SONDAGEM — N° 011/2017

Furo SP 01 **Cota 908,200**

SPT - Standart Penetration Test

Camadas - Classificação dos solos

30 cm finais
30 cm iniciais

Revestimento	Método cravação	.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Camadas - Classificação dos solos
1,0							1	1,00	Aterro ARGILOSO, medianamente compacto, castanho avermelhado
	Trado concha				10	10	2	2,50	Aterro, ARGILOS SILTOSO, c/raizes, castanho avermelhado, compacto, c/raros fragmentos grosseiros de rochas
					10	10	3		
		903,2			4	4	4		Solo castanho avermelhado, compacto, c/média umidade natural, ARGILOSO, c/bx a média plasticidade, c/raros fragmentos de raízes e grãos finos de minerais dispersos pela matriz
					10	10	5		
					13	16	6		
					16	17	7		
					23	26	8	7,50	
		898,2			46	47	9	8,50	Solo ocre, ARGILOSO, compacto, c/laminações castanho claro, subparalelas
	CA				50	53	10	9,50	Solo castanho avermelhado, compacto, c/média umidade natural, ARGILOSO
					15/7	15/7	11	10,50	Solo ocre, ARGILOSO, compacto, c/laminações castanho claro, subparalelas
							12		
							13		↑ Furo concluído aos 10,55m por ter atingido o limite máximo de golpes do SPT, sem avanço da perfuração
		893,2					14		
							15		
							16		
							17		
							18		
		888,2					19		
							20		
							21		
							22		
							23		
		883,2					24		
							25		
							26		
							27		
							28		
		878,2					29		
							30		
							31		
							32		
							33		
		873,2					34		
							35		
							36		
							37		
							38		

Nível d'agua				Amostrador			Revestimento	Ø	2 3/8	"	Data de execução
NA Inic.	9,00	m	14/03/2017	Ø interno	1 3/8	"	Peso		65,0	kg	Inicio 14/03/2017
NA Final	8,79	m	15/03/2017	Ø externo	2	"	Altura de queda		75,0	cm	término 14/03/2017

Obs: Sondador: Sergio Luiz de Souza

Digitadora	Danielle	Eng°	João Nogueira Filho	14/03/2017 Folha	01/03

AGUA & MINERIO SONDAGENS DE SOLO LTDA

CNPJ: 12.043.671/0001-19

Rua Camões, 1454 - Hugo Lange - CURITIBA / Pr

Cliente: UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa
Obra: Bloco E
Local: Campus Uvarana - Ponta Grossa/Pr

RELATÓRIO DE SONDAGEM — Nº 011/2017

Furo SP 02 **Cota 907,600**

SPT - Standart Penetration Test

Camadas - Classificação dos solos

30 cm finais
30 cm iniciais

Revestimento	Método cravação	.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Camadas - Classificação dos solos
1,0							1	1,00	Aterro, ARGILOS SILTOSO, c/raizes, marrom, compacto, c/bx plast. e umidade
	Trado concha	902,6			6	6	2		
					6	6	3		
					6	6	4		
					10	10	5		Solo castanho avermelhado, ARGILOSO, pouco compacto, c/bx a média umidade natural e plasticidade, c/raros grãos minerais finos na matriz
					6	6	6		
		897,6			10	8	7	7,00	
					30	30	8		
	CA				32	32	9		Solo de alteração intempérica, ocre, ARGILOSO, medianamente compacto, recortado p/laminações subparalelas de coloração variegada
					50	50	10		
					15/7	15/7	11	10,80	
		892,6					12		↑ Furo concluído aos 10,80m por ter atingido o limite máximo de golpes do SPT, sem avanço da perfuração
							13		
							14		
							15		
		887,6					16		
							17		
							18		
							19		
							20		
		882,6					21		
							22		
							23		
							24		
							25		
		877,6					26		
							27		
							28		
							29		
							30		
							31		
							32		
							33		
		872,6					34		
							35		
							36		
							37		
							38		

Nível d'agua				Amostrador			Revestimento	Ø	2 3/8	"	Data de execução
NA Inic.	9,00	m	14/03/2017	Ø interno	1 3/8	"	Peso		65,0	kg	Inicio 14/03/2017
NA Final	8,78	m	15/03/2017	Ø externo	2	"	Altura de queda		75,0	cm	término 14/03/2017

Obs: Sondador: Sergio Luiz de Souza

Digitadora	Danielle	Engº	João Nogueira Filho	14/03/2017 Folha 02/03

AGUA & MINERIO SONDAGENS DE SOLO LTDA

CNPJ: 12.043.671/0001-19

Rua Camões, 1454 - Hugo Lange - CURITIBA / Pr

Cliente: UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa
Obra: Bloco E
Local: Campus Uvarana - Ponta Grossa/Pr

RELATÓRIO DE SONDAGEM — Nº 011/2017

Furo SP 03 **Cota 907,900**

SPT - Standart Penetration Test

Camadas - Classificação dos solos

30 cm finais
30 cm iniciais

Revestimento	Método cravação	.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)
1,0	Trado concha						1	
					6	6	2	
					6	6	3	3,00
		902,9			2	4	4	
					10	10	5	
					2	4	6	
					14	14	7	
					26	26	8	7,50
					40	45	9	8,50
	CA	897,9			15/7	15/7	10	9,50
							11	10,60
							12	
							13	
		892,9					14	
							15	
							16	
							17	
							18	
		887,9					19	
							20	
							21	
							22	
							23	
		882,9					24	
							25	
							26	
							27	
							28	
		877,9					29	
							30	
							31	
							32	
							33	
		872,9					34	
							35	
							36	
							37	
							38	

Aterro formado por solo marrom, ARGILO ARENOSO, compacto, c/raízes, c/porções de outros solos, c/grãos de minerais finos a médios

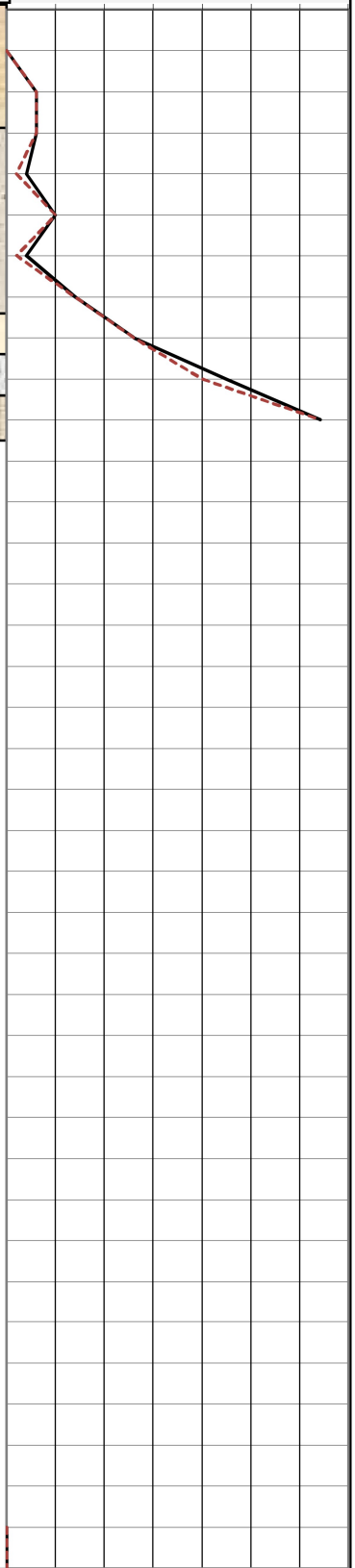
Solo castanho avermelhado, ARGILOSO, c/bx a média plasticidade e umidade natural, medianamente compacto

Solo de alteração intempérica, ARGILOSO, compacto, recortado por laminações

Solo castanho avermelhado, ARGILOSO, c/bx a média plasticidade, medianamente compacto

Solo de alteração intempérica, ARGILOSO, compacto, recortado por laminações

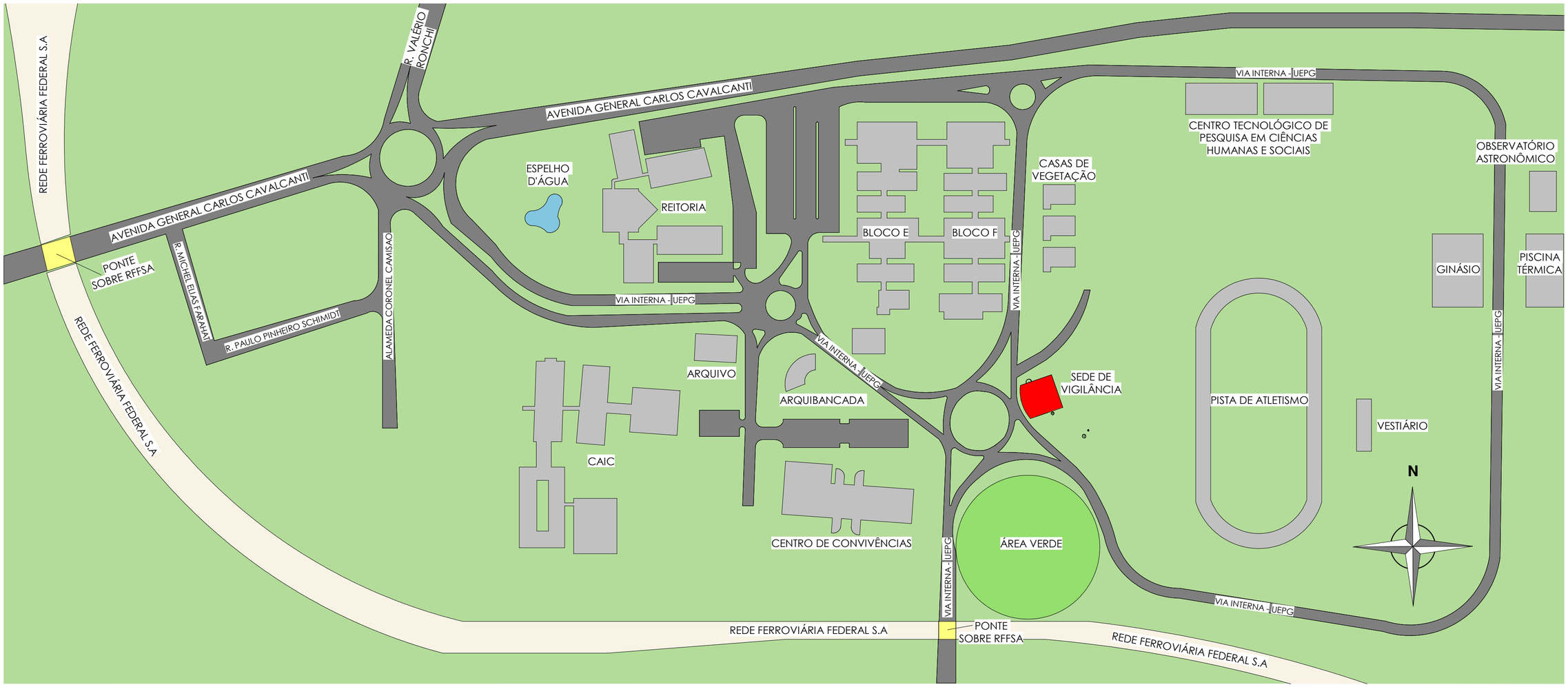
↑ Furo concluído aos 10,60m por ter atingido o limite máximo de golpes do SPT, sem avanço da perfuração



Nível d'agua			Amostrador		Revestimento	Ø	2 3/8 "	Data de execução
NA Inic.	8,93 m	14/03/2017	Ø interno	1 3/8 "	Peso	65,0	kg	Inicio 14/03/2017
NA Final	8,91 m	15/03/2017	Ø externo	2 "	Altura de queda	75,0	cm	término 14/03/2017

Obs: Sondador: Sergio Luiz de Souza

Digitadora	Danielle	Engº	João Nogueira Filho	14/03/2017 Folha 03/03



A PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

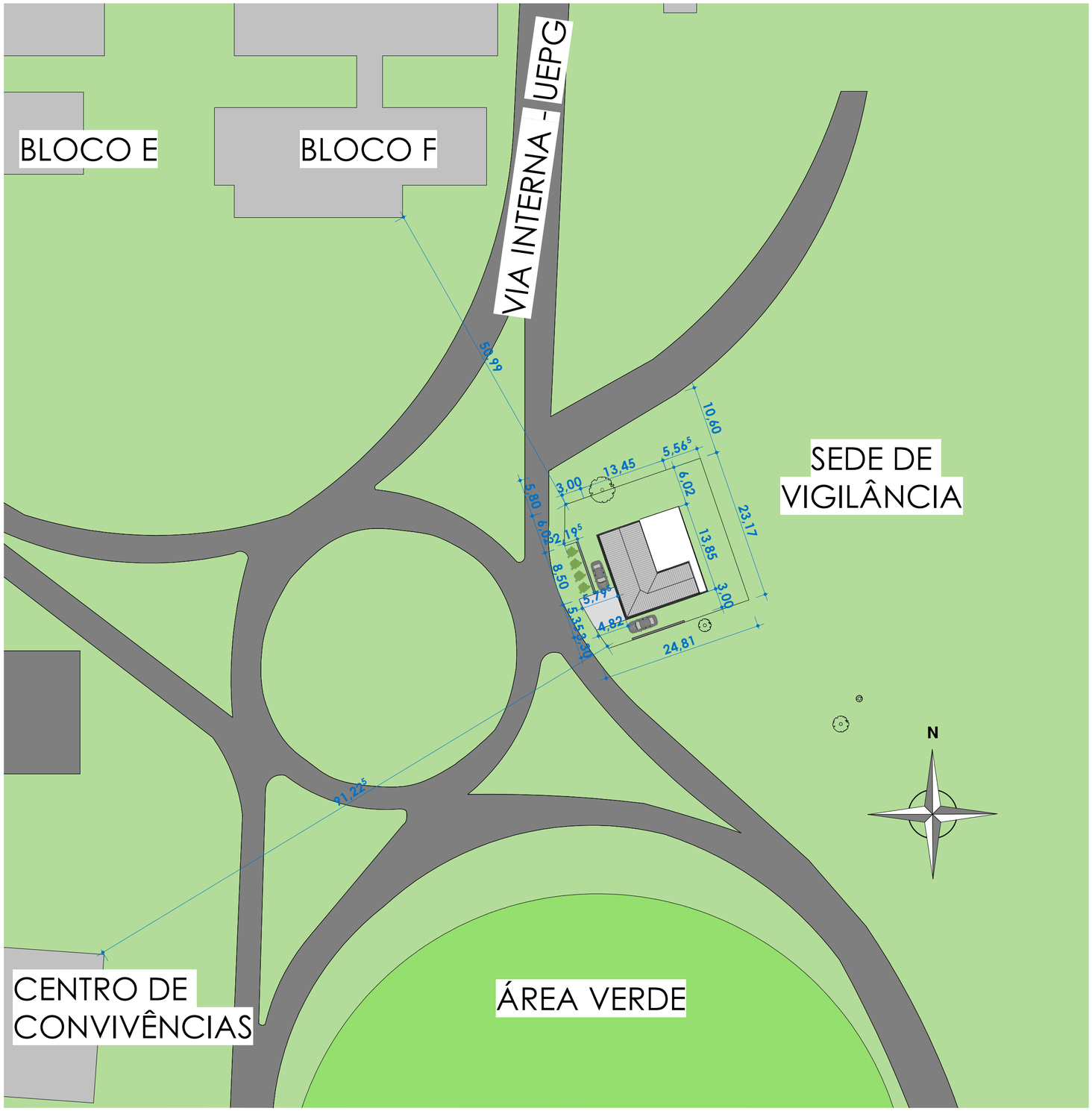
1 : 2000

- PONTE SOBRE RFFSA
- RUAS
- DEPENDÊNCIAS UEPG
- REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S.A
- CENTRAL DE MONITORAMENTO
- ESPELHO D'ÁGUA EM FRENTE A REITORIA
- ÁREA VERDE

Terreno localizado dentro do Campus Uvaranas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, próximo aos blocos E e F, conforme a planta. O acesso ao campus se dá pela Avenida General Carlos Cavalcanti e o acesso ao terreno se dá por uma das vias internas do campus.
O projeto da Central de Monitoramento atenderá todo o Campus Uvaranas, além das outras dependências da UEPG.

Universidade Estadual de Ponta Grossa

PROJETO :	PROJETO ARQUITETÔNICO
OBRA:	**CENTRAL DE MONITORAMENTO DO CAMPUS UVARANAS**
REFERÊNCIA:	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
AUTORES:	ORIENTADORA: Dr.a Nisiane Madalozzo
FINALIDADE: Trabalho de Conclusão de Curso	DATA: 21/10/2024
ESCALAS: Como Indicado	PRANCHA: 1 / 4
PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA	



PLANTA DE SITUAÇÃO

2

1 : 500

PROJETO :	PROJETO ARQUITETÔNICO
OBRA:	**CENTRAL DE MONITORAMENTO DO CAMPUS UVARANAS**
REFERÊNCIA:	PLANTA DE SITUAÇÃO/LOCAÇÃO
AUTORES:	ORIENTADORA: Dr.a Nisiane Madalozzo
FINALIDADE: Trabalho de Conclusão de Curso	DATA: 21/10/2024
ESCALAS: Como Indicado	PRANCHA: 2 4
PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA	

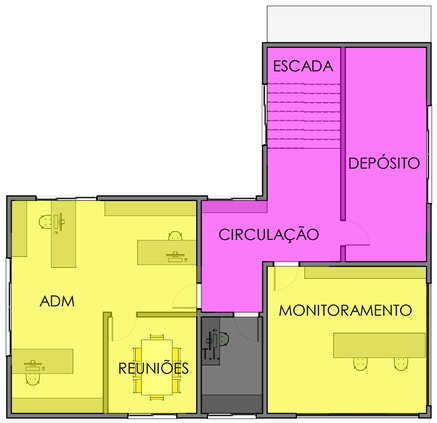
APOIO | ATENDIMENTO AO PÚBLICO | CIRCULAÇÃO E MANOBRA



3 **Térreo**

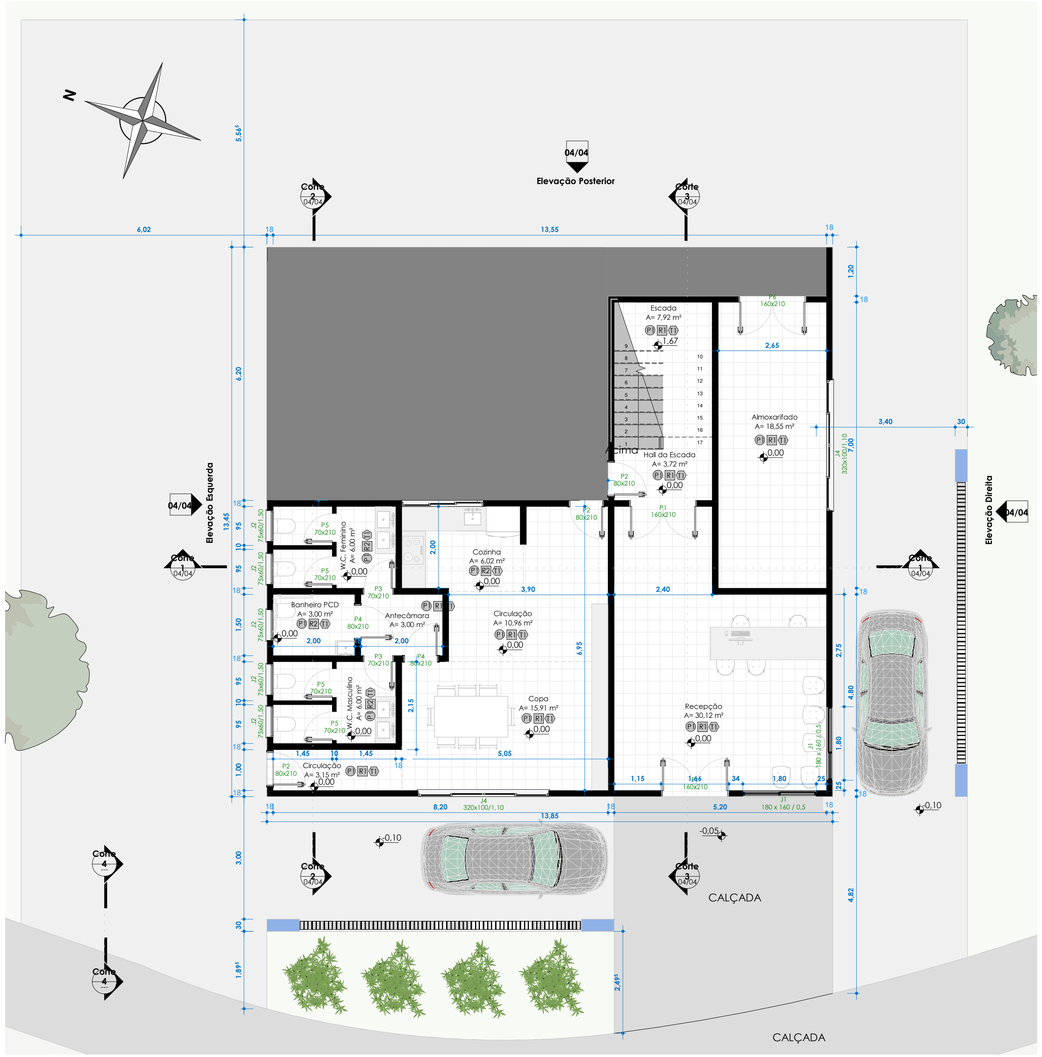
1 : 100

APOIO | CONTROLE | TÉCNICO



4 **Superior - Setorização**

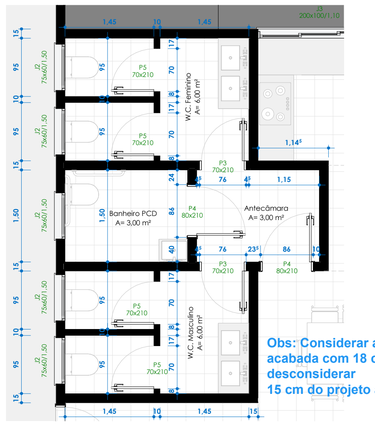
1 : 100



5 **Detalhe das portas dos banheiros**

1 : 50

Obs: Considerar alvenaria acabada com 18 cm, desconsiderar 15 cm do projeto anterior.



6 **Detalhe das portas do banheiro**

1 : 50

Obs: Considerar alvenaria acabada com 18 cm, desconsiderar 15 cm do projeto anterior.

QUADRO GERAL DE JANELAS					
	DIMENSÕES (cm)				
CÓDIGO	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
J1	180	160	0,5	De abrir, 2 folhas	2
J2	75	60	1,5	Basculante	5
J3	200	100	1,1	De abrir, 3 folhas	3
J4	320	100	1,1	De abrir, 4 folhas	4
J5	160	100	1,1	De abrir, 2 folhas	3
J6	400	100	1,1	De abrir, 4 folhas	2

QUADRO GERAL DE PORTAS				
	DIMENSÕES (cm)			
CÓDIGO	LARGURA	ALTURA	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
P1	160	210	De abrir, 2 folhas, externa, vidro	2
P2	80	210	De abrir, 1 folha, externa, madeira	3
P3	70	210	De abrir, 1 folha, interna, madeira	2
P4	80	210	De abrir, 1 folha, interna, madeira	7
P5	70	210	De abrir, 1 folha, interna, madeira, para divisória WC	4
P6	160	210	De abrir, 2 folhas, externa, metálica	1

ÁREAS

TÉRREO	
AMBIENTE	ÁREA (m²)
Recepção	30,12
Hall	3,72
Cozinha	6,02
Circulação	10,96
Copa	15,91
Circulação	3,15
Antecâmara	3
Banheiro PCD	3
Banheiro Masculino	6
Banheiro feminino	6
Almoxarifado	18,55
Garagem	57,26
Escada	7,92
TOTAL	171,61

SUPERIOR	
AMBIENTE	ÁREA (m²)
Circulação	24,4
Depósito	18,55
Sala de Monitoramento	24,96
Sala de TI	6,3
Administração	31,98
Sala de Reuniões	9,14
TOTAL	115,33
TOTAL 2 PAV.	286,94

TABELA DE ACABAMENTOS

		PISO	PAREDE		TETO
	MATERIAL / COMPARTIMENTO	CERÂMICO 30x30cm	CIMENTADO	TINTA ACRÍLICA	AZULEJO 30x30cm	LAJE COM GESSO E PINTURA
	CÓDIGO	P1	P2	R1	R2	T1
TÉRREO	RECEPÇÃO	●		●		●
	HALL DA ESCADA	●		●		●
	ALMOXARIFADO	●		●		●
	COZINHA	●			●	●
	CIRCULAÇÃO	●		●		●
	COPA	●		●		●
	CIRCULAÇÃO	●		●		●
	ANTECÂMARA	●		●		●
	WC MASCULINO	●			●	●
	WC FEMININO	●			●	●
	BANHEIRO PCD	●			●	●
	GARAGEM		●	●		●
SUPERIOR	CIRCULAÇÃO	●		●		●
	DEPÓSITO	●		●		●
	SALA DE MONITORAMENTO	●		●		●
	SALA DE TI	●		●		●
	ADMINISTRAÇÃO	●		●		●
	SALA DE REUNIÕES	●		●		●

OBSERVAÇÕES

- Projeto cotado de forma métrica;
- Toda as bonecas não cotadas são de 10 cm;
- Janelas não cotadas estão centralizadas;
- Nível de referência: piso da recepção;
- As divisórias internas dos banheiros possuem 10 cm de espaçamento entre a parte de baixo e o chão; altura total de 2,20 m;

Universidade Estadual de Ponta Grossa

PROJETO : PROJETO ARQUITETÔNICO

OBRA: **CENTRAL DE MONITORAMENTO DO CAMPUS UVARANAS**

REFERÊNCIA:

AUTORES:

ORIENTADORA: Dr.a Nisiane Madalozzo

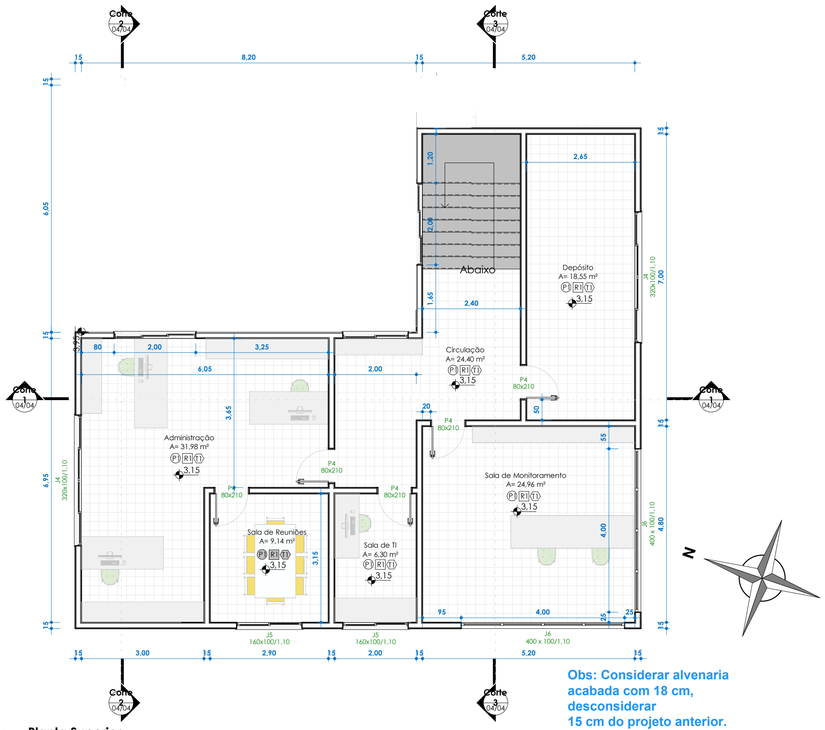
FINALIDADE: Trabalho de Conclusão de Curso

DATA: 21/10/2024

ESCALAS: Como Indicado

PRANCHA: 3 / 4

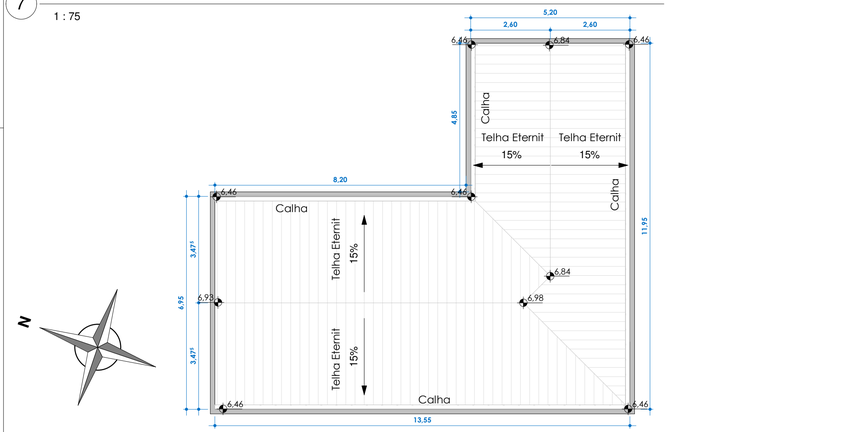
PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA



Obs: Considerar alvenaria acabada com 18 cm, desconsiderar 15 cm do projeto anterior.

7 Planta Superior

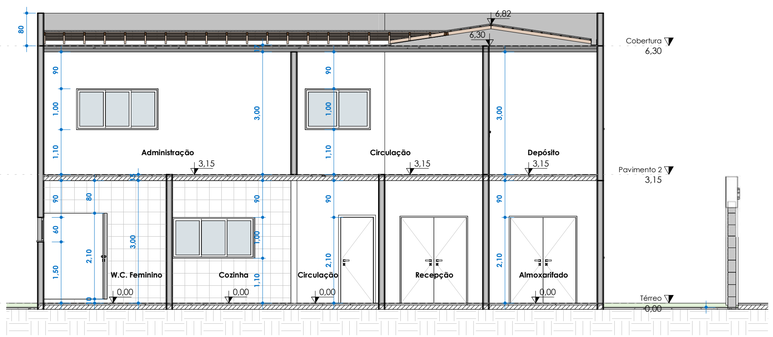
1 : 75



8 Cobertura

1 : 100

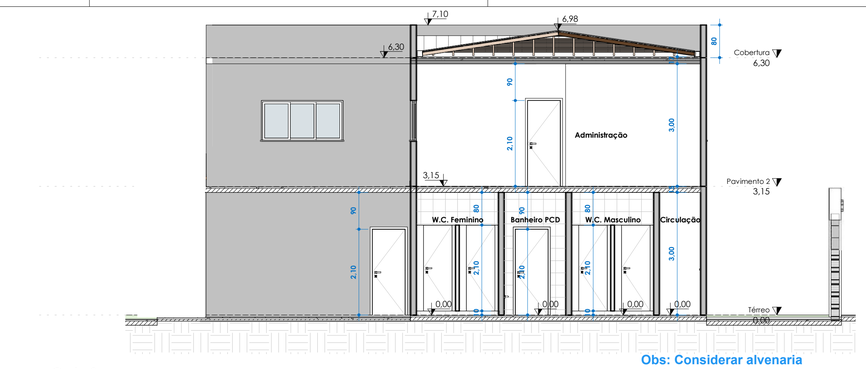
Obs: Considerar alvenaria acabada com 18 cm, desconsiderar 15 cm do projeto anterior.



9 Corte 1

1 : 75

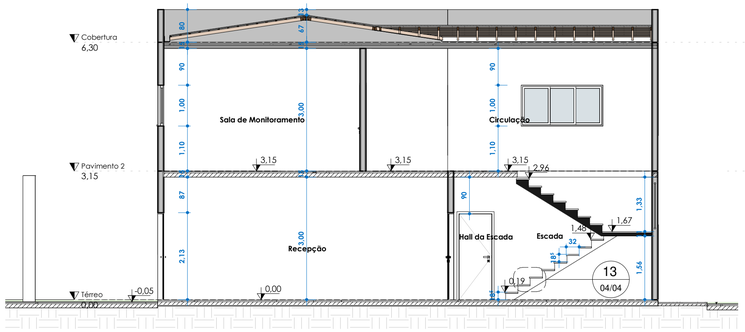
Obs: Considerar alvenaria acabada com 18 cm, desconsiderar 15 cm do projeto anterior.



10 Corte 2

1 : 75

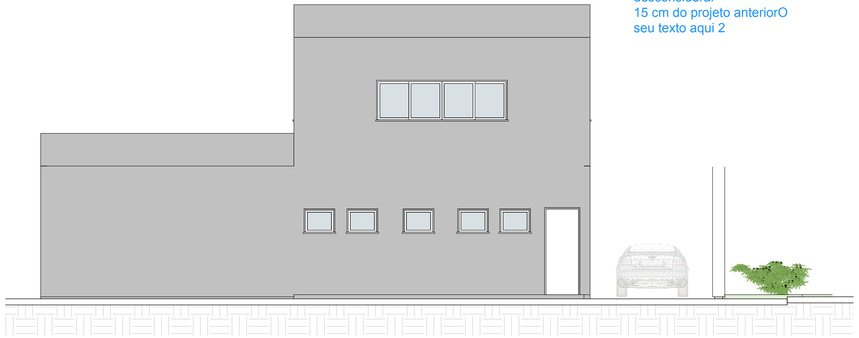
Obs: Considerar alvenaria acabada com 18 cm, desconsiderar 15 cm do projeto anterior.



11 Corte 3

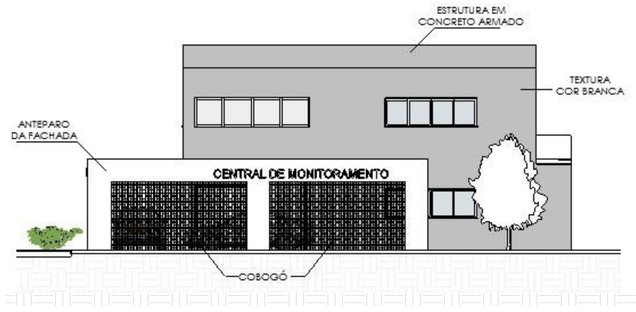
1 : 75

Obs: Considerar alvenaria acabada com 18 cm, desconsiderar 15 cm do projeto anteriorO seu texto aqui 2



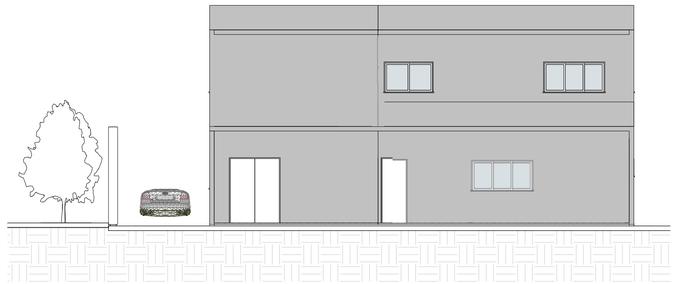
12 Elevação Esquerda

1 : 75



14 Elevação Direita

1 : 100



15 Elevação Posterior

1 : 100



16 Elevação Frontal

1 : 100

QUADRO GERAL DE PORTAS

CÓDIGO	DIMENSÕES (cm) LARGURA	ALTURA	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
P1	160	210	De abrir, 2 folhas, externa, vidro	2
P2	80	210	De abrir, 1 folha, externa, madeira	3
P3	70	210	De abrir, 1 folha, interna, madeira	2
P4	80	210	De abrir, 1 folha, interna, madeira	7
P5	70	210	De abrir, 1 folha, interna, madeira, para divisória WC	4
P6	160	210	De abrir, 2 folhas, externa, metálica	1

QUADRO GERAL DE JANELAS

CÓDIGO	DIMENSÕES (cm) LARGURA	ALTURA	PEITORIL	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
J1	180	160	0,5	De abrir, 2 folhas	2
J2	75	60	1,5	Basculante	5
J3	200	100	1,1	De abrir, 3 folhas	3
J4	320	100	1,1	De abrir, 4 folhas	4
J5	160	100	1,1	De abrir, 2 folhas	3
J6	400	100	1,1	De abrir, 4 folhas	2

		MATERIAL	PISO		PAREDE		TETO
	COMPARTIMENTO		CERÂMICO 30x30cm	CIMENTADO	TINTA ACRÍLICA	AZULEJO 30x30cm	LAJE COM GESSO E PINTURA
	CÓDIGO		P1	P2	R1	R2	T1
TÉRREO	RECEPÇÃO		●		●		●
	HALL DA ESCADA		●		●		●
	ALMOXARIFADO		●		●		●
	COZINHA		●			●	●
	CIRCULAÇÃO		●		●		●
	COPA		●		●		●
	CIRCULAÇÃO		●		●		●
	ANTECÂMARA		●		●		●
	WC MASCULINO		●			●	●
	WC FEMININO		●			●	●
	BANHEIRO PCD		●			●	●
	GARAGEM			●	●		●
SUPERIOR	CIRCULAÇÃO		●		●		●
	DEPÓSITO		●		●		●
	SALA DE MONITORAMENTO		●		●		●
	SALA DE TI		●		●		●
	ADMINISTRAÇÃO		●		●		●
	SALA DE REUNIÕES		●		●		●

TÉRREO	
AMBIENTE	ÁREA (m²)
Recepção	30,12
Hall	3,72
Cozinha	6,02
Circulação	10,96
Copa	15,91
Circulação	3,15
Antecâmara	3
Banheiro PCD	3
Banheiro Masculino	6
Banheiro feminino	6
Almoxarifado	18,55
Garagem	57,26
Escada	7,92
TOTAL	171,61

SUPERIOR	
AMBIENTE	ÁREA (m²)
Circulação	24,4
Depósito	18,55
Sala de Monitoramento	24,96
Sala de TI	6,3
Administração	31,98
Sala de Reuniões	9,14
TOTAL	115,33
TOTAL 2 PAV.	286,94

OBSERVAÇÕES

- Projeto cotado de forma métrica;
- Toda as bonecas não cotadas são de 10 cm;
- Janelas não cotadas estão centralizadas;
- Nível de referência: piso da recepção;
- As divisórias internas dos banheiros possuem 20 cm de espaçamento na parte de baixo e altura total de 2,40 m;
- Os pisos e espelhos da escada possuem as dimensões conforme abaixo:

Universidade Estadual de Ponta Grossa

PROJETO: PROJETO ARQUITETÔNICO

OBRA: **CENTRAL DE MONITORAMENTO DO CAMPUS UVARANAS**

REFERÊNCIA:

AUTORES:

ORIENTADORA: Dr.a Nisiane Madalozzo

FINALIDADE: Trabalho de Conclusão de Curso

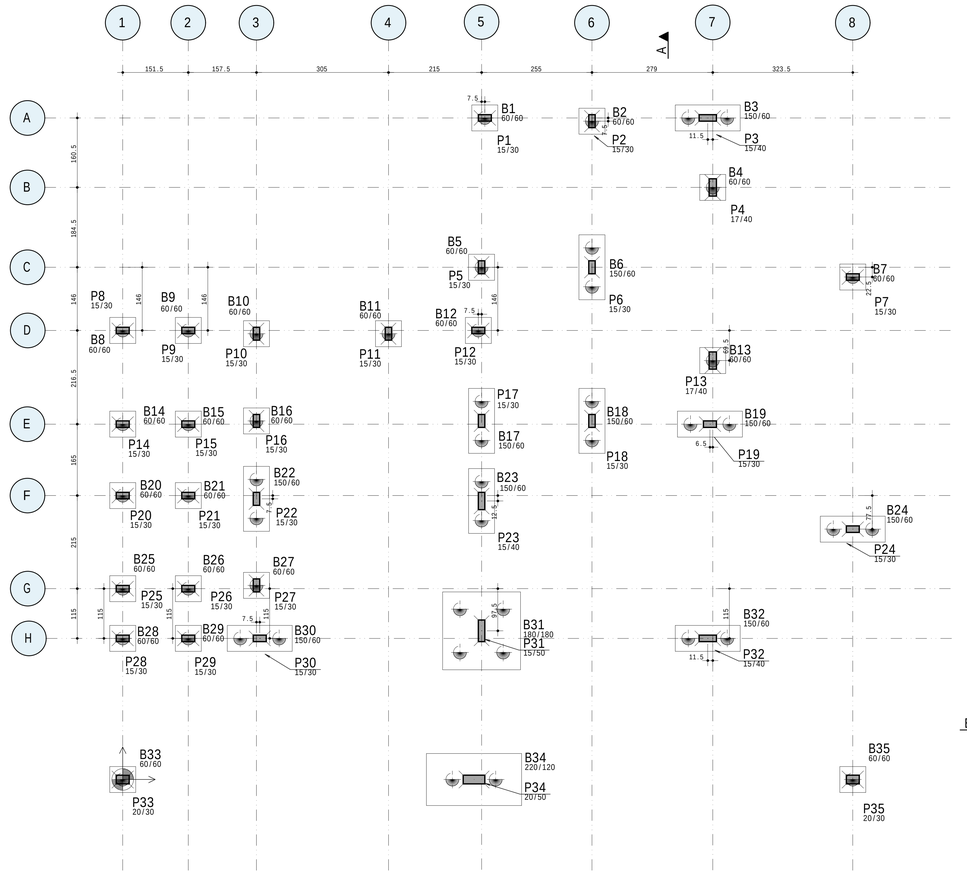
DATA: 21/10/2024

ESCALAS: Como Indicado

PRANCHA: 4 / 4

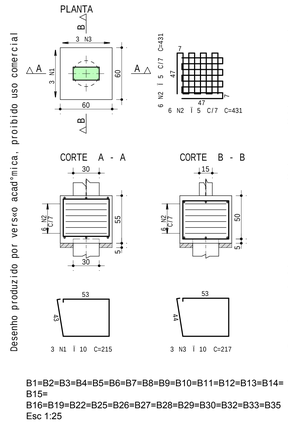
PROPRIETÁRIO: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

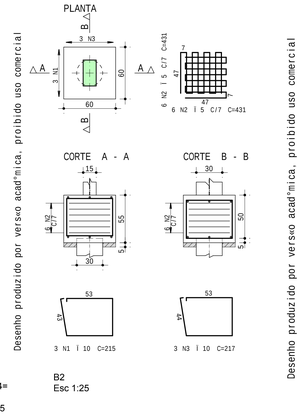


Formas Fundação
Esc 1:50

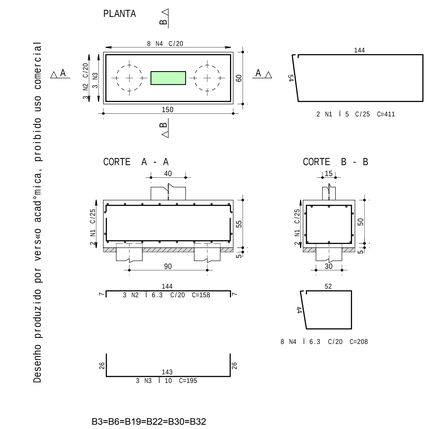
Baricentros de pilares		
Pilar	X cm	Y cm
B1	836.5	1528.5
B2	1084.0	1521.0
B3	1351.5	1528.5
B4	1363.0	1368.0
B5	829.0	1183.5
B6	1084.0	1183.5
B7	1686.5	1161.0
B8	-0.0	1037.5
B9	151.5	1037.5
B10	309.0	1030.0
B11	614.0	1030.0
B12	821.5	1037.5
B13	1363.0	968.0
B14	-0.0	821.0
B15	151.5	821.0
B16	309.0	828.5
B17	829.0	828.5
B18	1084.0	828.5
B19	1356.5	821.0
B20	-0.0	656.0
B21	151.5	656.0
B22	309.0	648.5
B23	829.0	643.5
B24	1686.5	578.5
B25	-0.0	441.0
B26	151.5	441.0
B27	309.0	448.5
B28	-0.0	326.0
B29	151.5	326.0
B30	316.5	326.0
B31	829.0	343.5
B32	1351.5	326.0
B33	0.0	0.0
B34	811.5	0.0
B35	1686.5	0.0



B1=B2=B3=B4=B5=B6=B7=B8=B9=B10=B11=B12=B13=B14=B15=
B16=B19=B22=B25=B26=B27=B28=B29=B30=B32=B33=B35
Esc 1:25



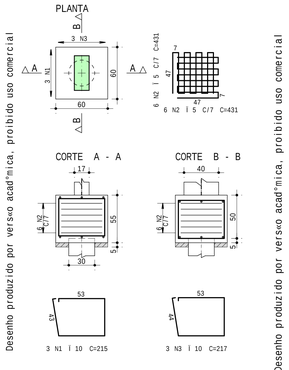
B2
Esc 1:25



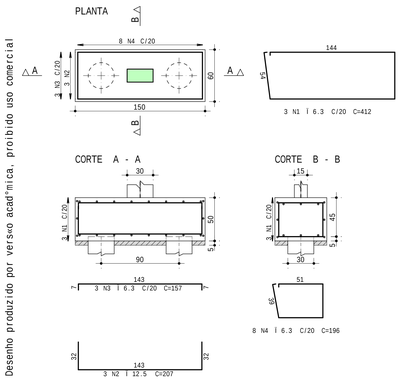
B3=B6=B19=B22=B30=B32
Esc 1:25

AÇO	POS	BIT mm	QUANT	COMPRIMENTO UNIT cm	COMPRIMENTO TOTAL cm
B1					
50A	1	10	3	215	645
60A	2	5	12	431	5172
50A	3	10	3	217	651
B2					
50A	1	10	3	215	645
60A	2	5	12	431	5172
50A	3	10	3	217	651
B3					
60A	1	5	2	411	822
50A	2	6.3	3	158	474
50A	3	10	3	195	585
50A	4	6.3	8	208	1664
B4					
50A	1	10	3	215	645
60A	2	5	12	431	5172
50A	3	10	3	217	651
B17					
50A	1	6.3	3	412	1236
50A	2	12.5	3	207	621
50A	3	6.3	3	157	471
50A	4	6.3	8	196	1568
B31					
50A	1	6.3	10	374	3740
50A	2	10	18	281	5058
50A	3	12.5	20	237	4740
50A	4	10	18	282	5076
B33					
50A	1	10	3	215	645
60A	2	5	12	431	5172
50A	3	10	3	217	651
B34					
50A	1	6.3	3	672	2016
50A	2	10	6	265	1590
50A	3	6.3	6	227	1362
50A	4	6.3	11	336	3696

RESUMO DE AÇO			
AÇO	BIT mm	COMPR n	PESO kgf
60A	5	215	33
50A	6.3	162	40
50A	10	175	52
50A	12.5	54	52
Peso Total 60A =			33 kgf
Peso Total 50A =			199 kgf



B4
Esc 1:25



B17=B18=B23=B24
Esc 1:25

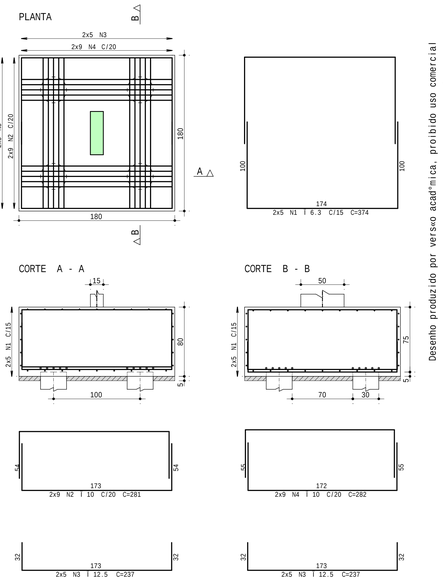
RELAÇÃO DE AÇO ESTACAS					
Pos	Bit.	Quant.	Q. Tot.	C. unit. (Cm)	C. Tot. (Cm)
ESTACA ESCAVADA (8x) - B17, B18, B23, B24					
1	10	8	64	200	12800
2	5	7	56	92	5152
ESTACA ESCAVADA (33x) - B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B19, B22, B25, B26, B27, B28, B29, B30, B32, B33, B35					
1	10	8	264	200	52800
2	5	7	231	92	21252
ESTACA ESCAVADA (2x) - B34					
1	10	8	16	200	3200
2	5	7	14	92	1288
ESTACA ESCAVADA (4x) - B31					
1	10	8	32	200	6400
2	5	6	24	92	2208
ESTACA ESCAVADA (2x) - B20 e B21					
1	10	6	12	200	2400
2	5	7	14	92	1288

RESUMO AÇO ESTACAS		COMP. TOTAL (m)	PESO (Kg)	TOTAL (Kg)
CA-60	Ø5	311,88	48,02952	
CA-50	Ø10	776	478,792	526,82152

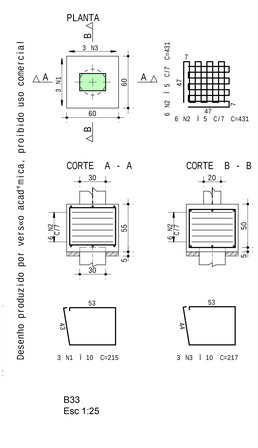
NOTAS GERAIS:
1.•Projeto realizado de acordo com a ABNT NBR 6118:2024;
2.•Projeto desenvolvido em BIM, conforme Decreto N° 10.306 de 02 de abril de 2020;
3.•A referência arquitetônica é de autoria do(a) CIBELLI E ELIAS/PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA CIVIL;
4.•Nenhuma barra de aço deve ser substituída, caso haja indisponibilidade de mercado, sem consulta prévia ao projetista;
5.•Todas as cotas do detalhamento estrutural estão em centímetros;
6.•Todos os diâmetros estão em centímetros;
7.•Em nenhuma hipótese a capacidade ou posição dos reservatórios superiores devem ser alterados sem consulta prévia ao autor deste projeto estrutural;
8.•Os quantitativos de aço não levaram em consideração 10% de perda com corte ou dobra;
9.•Recomenda-se o uso de concreto usinado em todas as peças de concreto armado;
10.•Se produzido no local, o construtor deve observar a ABNT NBR 12655:2022 e normas correlatas, bem como ser assessorado por consultor tecnologista de concreto;
11.•O concreto deve alcançar as seguintes propriedades mecânicas aos 28 dias: Resistência característica à compressão: 25 MPa
12.•A Classe de Agressividade Ambiental II, admitida em projeto, demanda os seguintes cobrimentos:
Vigas/Pilares: 30 mm
Lajes: 25 mm
Sapatas/Baldrames/Esperas de Pilares: 30 mm
13.•Em nenhuma hipótese as dimensões das seções transversais dos elementos estruturais devem ser alteradas;
14.•Em casos de as dimensões das barras serem superiores a 12 m, utilizar os transpasses indicados no quadro de "transpasse para barras corridas com emendas não indicadas".
15.•A inobservância do projeto, bem como de suas notas gerais, exime o autor do projeto de qualquer responsabilidade técnica sobre a estrutura.



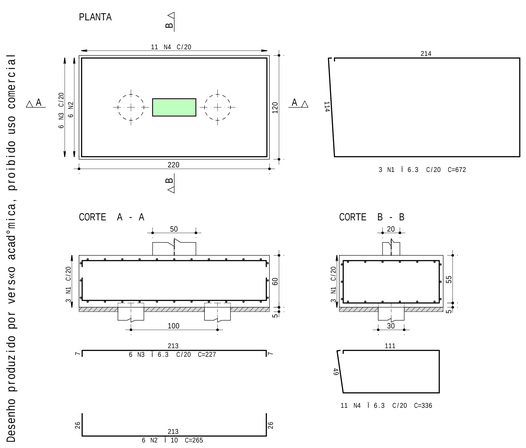
TRASPASSE PARA BARRAS CORRIDAS COM EMENDAS NÃO INDICADAS							
CONCRETO MENOR C50	ø (mm)	5.0	6.3	8.0	10.0	12.5	16.0
	Lx (cm)	75	45	55	65	85	105



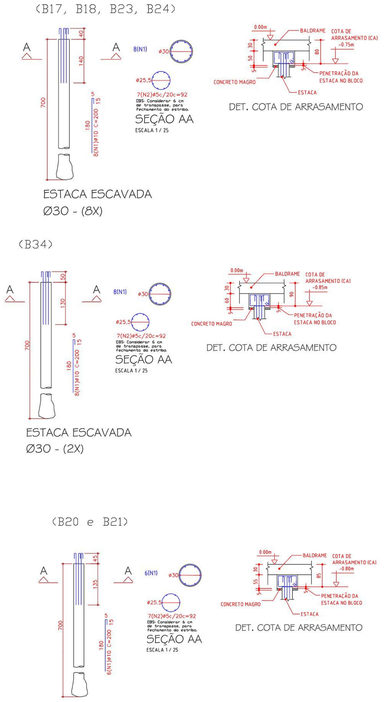
B31
Esc 1:25



B33
Esc 1:25



B34
Esc 1:25



TQS VERSÃO EDUCACIONAL NÃO COMERCIAL P:\ CBS-FAN-FOR-2021-2600.PLT 19/10/2024 19:30:30

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Projeto: Projeto estrutural da Central de Monitoramento

Obra: Central de Monitoramento

Referências: Planta de fundações com detalhe de blocos e estacas

Responsável Técnico: Engenheiro Civil Elias Pereira CREA/PR 150678/D

Diretoria do Planejamento Físico: Engenheiro Civil Guilherme Araujo Vuitik CREA/PR

Título do Desenho: Fundação

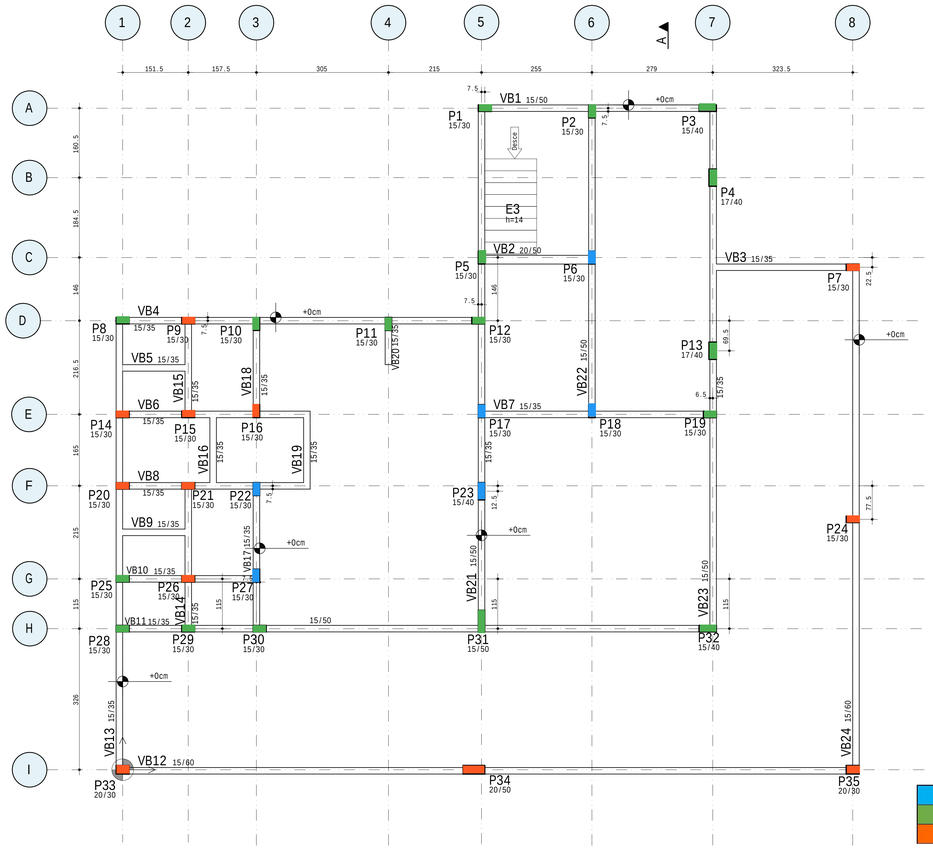
Data de Emissão: Outubro/2024

Escala: indicada

Prancha: 01/09

PROPLAN Pró-reitoria de Planejamento

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Formas Térreo
Esc 1:50

Baricentros de pilares		
Pilar	X cm	Y cm
P1	836.5	1528.5
P2	1084.0	1521.0
P3	1351.5	1528.5
P4	1363.0	1368.0
P5	829.0	1183.5
P6	1084.0	1183.5
P7	1686.5	1161.0
P8	-0.0	1037.5
P9	151.5	1037.5
P10	309.0	1030.0
P11	614.0	1030.0
P12	821.5	1037.5
P13	1363.0	968.0
P14	-0.0	821.0
P15	151.5	821.0
P16	309.0	828.5
P17	829.0	828.5
P18	1084.0	828.5
P19	1356.5	821.0
P20	-0.0	656.0
P21	151.5	656.0
P22	309.0	648.5
P23	829.0	643.5
P24	1686.5	578.5
P25	-0.0	441.0
P26	151.5	441.0
P27	309.0	448.5
P28	-0.0	326.0
P29	151.5	326.0
P30	316.5	326.0
P31	829.0	343.5
P32	1351.5	326.0
P33	0.0	0.0
P34	811.5	0.0
P35	1686.5	0.0

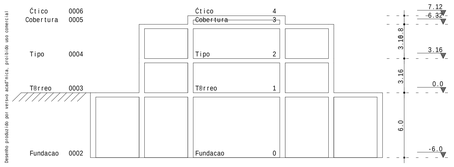
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

Vigas						
Elemento	Se-ão cm	Eleva-ão cm	PP tf/m	PERM tf/m	ACID tf/m	TOT tf/m
V1	15/50		0.19	0.51		0.70
V2	20/50		0.25	0.51		0.76
V3	15/35		0.13	0.51		0.64
V4	15/35		0.13	0.51		0.64
V5	15/35		0.13	0.51		0.64
V6	15/35		0.13	0.42		0.55
V7	15/35		0.13	0.42		0.55
V8	15/35		0.13	0.51		0.64
V9	15/35		0.13	0.51		0.64
V10	15/35		0.13	0.51		0.64
V11	15/35		0.13	0.48		0.61
	15/50		0.19	0.48		0.66
V12	15/60		0.22	0.51		0.74
V13	15/35		0.13	0.51		0.64
V14	15/35		0.13	0.51		0.64
V15	15/35		0.13	0.51		0.64
V16	15/35		0.13	0.51		0.64
V17	15/35		0.13	0.51		0.64
V18	15/35		0.13	0.51		0.64
V19	15/35		0.13	0.51		0.64
V20	15/35		0.13	0.51		0.64
V21	15/50		0.19	0.51		0.70
	15/35		0.13	0.51		0.64
V22	15/50		0.19	0.51		0.70
V23	15/50		0.19	0.51		0.70
	15/35		0.13	0.51		0.64
V24	15/60		0.22	0.51		0.74

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

PILAR MORRE NO PAVIMENTO DA COBERTURA
PILAR MORRE NO PAVIMENTO ÁTICO (PLATIBANDA)
PILAR MORRE NO PAVIMENTO SUPERIOR

CONVENÇÃO
P"n" PILAR "n"
P42 NOME DO PILAR
(30/20) DIMENSÕES DO PILAR BASE/ALTURA

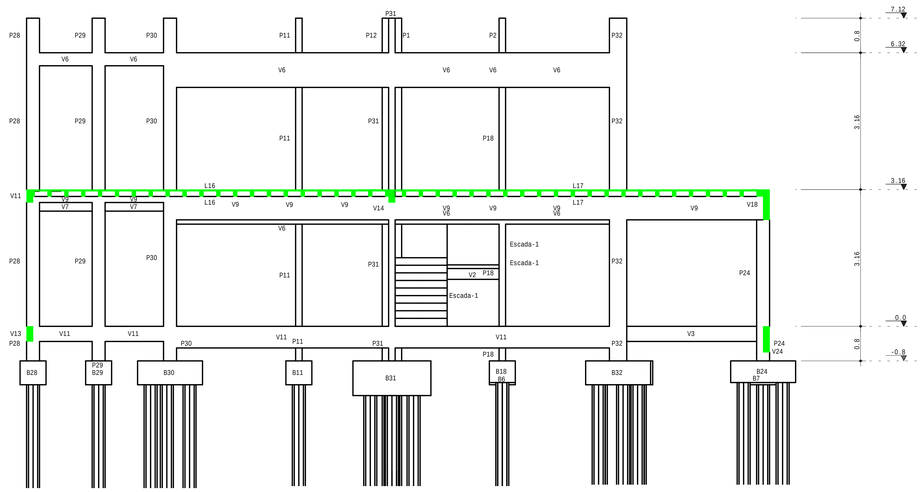


Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

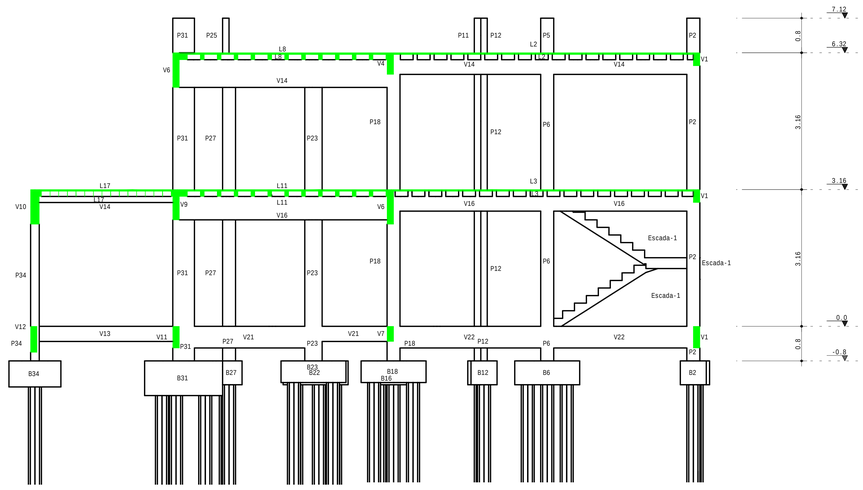
Corte esquemático
Esc 1:200

NOTAS GERAIS:
1.•Projeto realizado de acordo com a ABNT NBR 6118:2024;
2.•Projeto desenvolvido em BIM, conforme Decreto N° 10.306 de 02 de abril de 2020;
3.•A referência arquitetônica é de autoria do(a) CIBELLI E ELIAS/PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA CIVIL;
4.•Nenhuma barra de aço deve ser substituída, caso haja indisponibilidade de mercado, sem consulta prévia ao projetista;
5.•Todas as cotas do detalhamento estrutural estão em centímetros;
6.•Todos os diâmetros estão em centímetros;
7.•Em nenhuma hipótese a capacidade ou posição dos reservatórios superiores devem ser alterados sem consulta prévia ao autor deste projeto estrutural;
8.•Os quantitativos de aço não levaram em consideração 10% de perda com corte ou dobra;
9.•Recomenda-se o uso de concreto usinado em todas as peças de concreto armado;
10.•Se produzido no local, o construtor deve observar a ABNT NBR 12655:2022 e normas correlatas, bem como ser assessorado por consultor tecnologista de concreto;
11.•O concreto deve alcançar as seguintes propriedades mecânicas aos 28 dias: Resistência característica à compressão: 25 MPa
12.•A Classe de Agressividade Ambiental II, admitida em projeto, demanda os seguintes cobrimentos:
Vigas/Pilares: 30 mm
Lajes: 25 mm
Sapatas/Baldrames/Esperas de Pilares: 30 mm
13.•Em nenhuma hipótese as dimensões das seções transversais dos elementos estruturais devem ser alteradas;
14.•Nos casos de alteração das especificações das lajes com vigotas treliçadas, por parte do fornecedor, este deve apresentar As Built e ART de projeto, emitida por profissional técnico legalmente habilitado, mantendo a mesma capacidade de carga, mesma orientação de vigotas e intensidade de reações de apoio iguais ou inferiores à do projeto original.
15.•A inobservância do projeto, bem como de suas notas gerais, exime o autor do projeto de qualquer responsabilidade técnica sobre a estrutura.

CONCRETO / AÇO					
fck= 25 MPa	A/C máx.= 0.60	SLUMP = 10+-2		CAIXA FIM 500 Mpa	
Sugr. 21 GPa	GAA = 11	BRITA 1		CAIXA FIM 500 Mpa	
COBRIMENTOS ARMADURAS		CARGAS PARA DIMENSIONAMENTO			
BLOCOS = 3.0	cm	CARGA UTILIZAÇÃO =			Kg/m2
VIGAS = 3.0	cm	REVESTIMENTO P/SO =			Kg/m2
PILARES = 3.0	cm	ESPECIAIS =			Kg/m2
LAJES = 2.5	cm	ALVENARIA 1/2VEZ =			Kg/m2
RESERVATÓRIOS =	cm	ALVENARIA 1 VEZ =			Kg/m2
ESPECIAIS =	cm	ALVENARIA ESPECIAL =			Kg/m2
NORMAS DE REFERÊNCIA					
NBR 6118 - PROJETO DE ESTRUTURA DE CONCRETO					
NBR 6120 - CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES					
NBR 8123 - FORÇA DEVIDO AO VENTO EM EDIFICAÇÕES					
NBR 8681 - AÇÕES E SEGURANÇA NAS ESTRUTURAS					
NBR 6122 - PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES					
NBR 14931 - EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO					
NBR 14859 - PROJETO DE LAJES PRÉ-FABRICADAS					



Corte B-B
Esc 1:50



Corte A-A
Esc 1:50

TCC VERSÃO EDUCACIONAL NÃO COMERCIAL PL CDN-ESP-FOR-005-R00.PLT 16/10/2024 23:16:24

UEPG
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Projeto: Projeto estrutural da Central de Monitoramento
Obra: Central de Monitoramento
Referência: Planta de formas térreo e cortes
Responsável Técnico: Diretoria de Planejamento Físico:

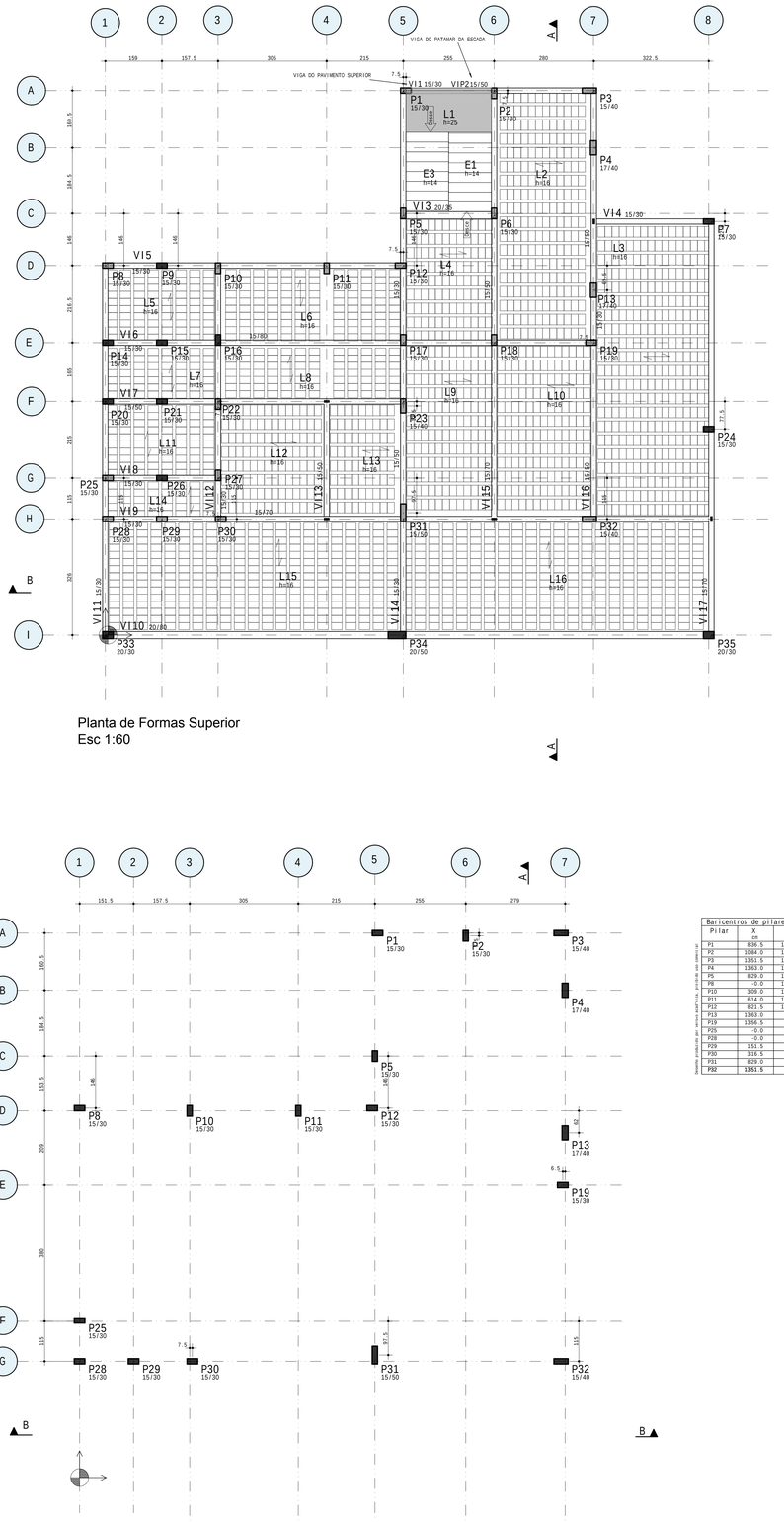
Engenheiro Civil Elias Pereira
CREA/PR 150978/D

Engenheiro Civil Guilherme Araujo Vuitik
CREA/PR

Título do Desenho	Data de Emissão	Escala	Prancha
Térreo e cortes	Outubro/2024	indicada	02/09

PROPLAN Pró-reitoria de Planejamento

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



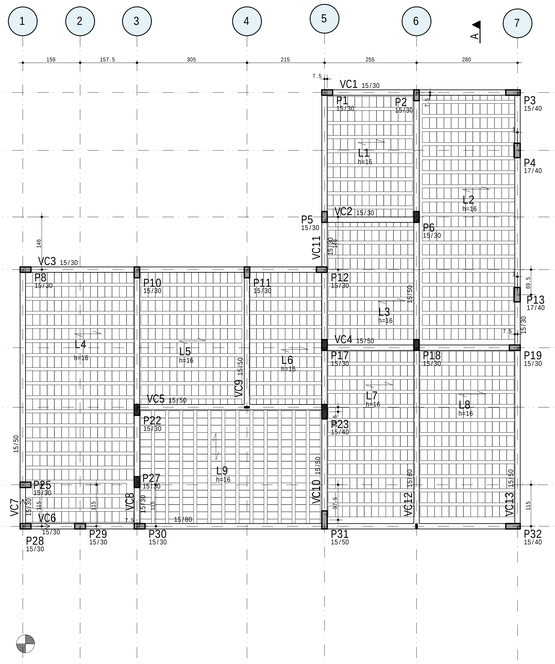
Planta de Formas Superior
Esc 1:60

Baricentros de pilares			
Pilar	X cm	Pilar	Y cm
P20	7.5	P33	0.0
P25	7.5	P35	0.0
P28	7.5	P34	0.0
P14	7.5	P30	326.0
P8	7.5	P29	326.0
P33	7.5	P28	326.0
P29	159.0	P32	326.0
P21	159.0	P31	343.5
P26	159.0	P25	441.0
P15	159.0	P26	441.0
P9	159.0	P27	448.5
P27	316.5	P24	578.5
P22	316.5	P23	643.5
P16	316.5	P22	648.5
P10	316.5	P21	656.0
P30	324.0	P20	656.0
P11	621.5	P19	821.0
P34	619.0	P15	821.0
P12	829.0	P14	821.0
P31	836.5	P16	828.5
P5	836.5	P17	828.5
P23	836.5	P18	828.5
P17	836.5	P13	968.0
P1	844.0	P11	1030.0
P7	1091.5	P10	1030.0
P6	1091.5	P9	1037.5
P2	1091.5	P8	1037.5
P3	1359.0	P12	1037.5
P32	1359.0	P7	1161.0
P19	1364.0	P6	1183.5
P4	1370.5	P5	1183.5
P13	1370.5	P4	1368.0
P35	1694.0	P2	1521.0
P24	1694.0	P3	1528.5
P7	**1694.0**	P1	1528.5

Lajes						
Elemento	Tipo	Altura cm	Eleva-vo cm	PP tf/m2	PERM tf/m2	ACID tf/m2	TOT tf/m2
E1	Maci-a	14		0.350	0.100	0.250	0.700
E3	Maci-a	14		0.350	0.100	0.250	0.700
L1	Treliç	25		0.625	0.100	0.250	0.975
L2	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L3	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488
L4	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.250	0.588
L5	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L6	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L7	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L8	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L9	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L10	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L11	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L12	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L13	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L14	Treliç	16+12+4		0.238	0.100	0.200	0.538
L15	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488
L16	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488

Vigas						
Elemento	Se-vo cm	Eleva-vo cm	PP tf/m	PERM tf/m	ACID tf/m	TOT tf/m
V1	15/30		0.11	0.51		0.63
V2	15/50		0.19	0.26		0.45
V3	20/35		0.16	0.51		0.69
V4	15/30		0.11	0.51		0.63
V5	15/30		0.11	0.51		0.63
V6	15/30		0.11	0.51		0.63
V7	15/50		0.30	0.51		0.81
V8	15/50		0.19	0.51		0.70
V9	15/30		0.11	0.51		0.63
V10	20/80		0.40	0.51		0.91
V11	15/30		0.11	0.51		0.63
V12	15/30		0.11	0.51		0.63
V13	15/30		0.11	0.51		0.63
V14	15/30		0.19	0.51		0.70
	15/50		0.19	0.51		0.70
	15/30		0.11	0.51		0.63
V15	15/70		0.26	0.51		0.78
	15/50		0.19	0.51		0.70
V16	15/50		0.19	0.51		0.70
	15/30		0.11	0.51		0.63
	15/50		0.19	0.51		0.70
V17	15/70		0.26	0.51		0.78

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Planta de Formas Cobertura
Esc 1:60

Vigas						
Elemento	Se-vo cm	Eleva-vo cm	PP tf/m	PERM tf/m	ACID tf/m	TOT tf/m
V1	15/30		0.11			
V2	15/30		0.11	0.14		0.26
V3	15/30		0.11			
V4	15/50		0.19			
V5	15/60		0.19	0.14		0.33
V6	15/30		0.11			
	15/80		0.30			
V7	15/30		0.11	0.14		0.26
	15/50		0.19	0.14		0.33
V8	15/30		0.11	0.14		0.26
V9	15/50		0.19	0.14		0.33
V10	15/50		0.19			
V11	15/30		0.11			
V12	15/60		0.20			
	15/50		0.19			
V13	15/50		0.19			
	15/30		0.11			

Lajes						
Elemento	Tipo	Altura cm	Eleva-vo cm	PP tf/m2	PERM tf/m2	ACID tf/m2	TOT tf/m2
L1	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488
L2	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488
L3	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488
L4	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488
L5	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488
L6	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488
L7	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488
L8	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488
L9	Treliç	16+12+4		0.238	0.150	0.100	0.488

Baricentros de pilares			
Pilar	X cm	Pilar	Y cm
P25	7.5	P30	-0.0
P28	7.5	P29	-0.0
P8	7.5	P28	-0.0
P20	159.0	P32	0.0
P27	316.5	P31	17.5
P22	316.5	P25	115.0
P23	316.5	P27	122.5
P30	324.0	P23	317.5
P11	621.5	P22	322.5
P12	829.0	P19	495.0
P31	836.5	P17	502.5
P5	836.5	P18	502.5
P23	836.5	P13	642.0
P17	836.5	P11	704.0
P1	844.0	P10	704.0
P18	1091.5	P8	711.5
P6	1091.5	P12	711.5
P2	1091.5	P6	857.5
P3	1359.0	P5	857.5
P32	1359.0	P4	1042.0
P19	1364.0	P2	1195.0
P4	1370.5	P1	1202.5
P13	1370.5	P3	1202.5

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

Planta de Formas Platibanda
Esc 1:60

Baricentros de pilares			
Pilar	X cm	Pilar	Y cm
P1	836.5	P28	1528.5
P2	1084.0	P21	1521.0
P3	1351.5	P32	1528.5
P4	1363.0	P30	1368.0
P5	829.0	P18	1183.5
P8	-0.0	P10	1037.5
P10	309.0	P16	1030.0
P11	614.0	P20	1030.0
P12	821.5	P17	1037.5
P13	1363.0	P9	968.0
P19	1356.5	P14	821.0
P25	-0.0	P15	441.0
P26	-0.0	P24	326.0
P29	151.5	P22	326.0
P27	316.5	P23	326.0
P31	829.0	P19	343.5
P32	1351.5	P33	326.0

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

Planta de Formas Escada
Esc 1:50

Corte A-A

Corte B-B

TABELA DE FERROS								
POS	DIAGRAMA	l mm	Q	COMPRIMENTOS UNIT cm	COMPRIMENTOS TOTAL cm	RAIO cm	OBSERVACAO
Planta Escada-1 - Tipo							
(sup)1	20 VAR 20	10	12		3336	RD=3	
2	21 128 278 15	12.5	10	445	4450	RD=3	
3	45 30 330 51	6.3	10	423	4230	RD=2	
4	7 115 7	8	29	129	3741	RD=2	
5	7 115 7	6.3	41	129	5289	RD=2	
6	21 141 59 15	10	6	231	1386	RD=3	
7	73 319 31 15	6.3	10	402	4020	RD=2	
8	73 336 73 21	10	10	459	4590	RD=3	
9	10 59 24 21	10	6	214	1284	RD=3	

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

AEO	POS	BIT mm	QUANT	COMPRIMENTO UNIT cm	COMPRIMENTO TOTAL cm
Planta Escada-1 - Tipo					
50A	1	10	12	--VAR--	3336
50A	2	12.5	10	445	4450
50A	3	6.3	10	423	4230
50A	4	8	29	129	3741
50A	5	6.3	41	129	5289
50A	6	10	6	231	1386
50A	7	6.3	10	402	4020
50A	8	10	10	459	4590
50A	9	10	6	214	1284

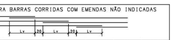
RESUMO DE AEO			
AEO	BIT	COMPR	PESO
	mm	m	kgf
50A	6.3	135	33
50A	8	37	15
50A	10	106	65
50A	12.5	45	43
Peso Total	50A =		156 kgf

DET. PINOS DE DOBRAMENTO

Bitola	Diâmetro dos Pinos de Dobramento
ø 6,3 mm	32 mm
ø 8,0 mm	40 mm
ø 10,0 mm	50 mm
ø 12,5 mm	63 mm
ø 16,0 mm	80 mm
ø 20,0 mm	160 mm
ø 25,0 mm	200 mm



TRASPASSE PARA BARRAS CORRIDAS COM EMENDAS NÃO INDICADAS



CONCRETO MENOR C50							
ø (mm)	5.0	6.3	8.0	10.0	12.5	16.0
Lv (cm)	75	45	55	65	85	105

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

01- EXECUTAR A ESTRUTURA CONFORME NBR 14931/2004;

02- Contratar projeto estrutural com projeto arquitetônicos;

03- As lajes e a pavimentação devem ser projetadas de forma a evitar empoçamentos e direcionar a água para as áreas de drenagem pluvial;

04- Nos pisos de grandes áreas,sujeitos à deformações, devem ser adotadas juntas de dilatação necessárias;

05- Em pisos externos e áreas, serão necessárias aberturas de pequenos furos para a saída de água de chuva;

06- Antes da limpeza de pavimentação, as fôrmas devem estar limpas e estanques de modo a evitar vazamento nuas de pastas;

07- Fazer a cura do concreto com água potável a fim de evitar a absorção da água do amassamento do concreto;

08- As armaduras não deverão ficar em contato direto com as fôrmas,assegurando o cobrimento mínimo das barras;

09- Em caso de dúvida sobre a resistência da estrutura do concreto, pode-se realizar ensaios de esclerometria ou de extração de testemunhos;

10- A pavimentação de concreto deve ser executada em painéis de modo a permitir a livre movimentação térmica e higroscópica, preenchendo completamente as juntas;

11- Os pisos devem ser executados nos diafonismos mínimos de contramento, e com as flechas de sag, positivas de contrário ou argamassa;

12- A especificação do concreto deve levar em consideração todos os parâmetros de projeto, tais como:
- Características estruturais e fck.
- Durabilidade da estrutura.
- Classe de agressividade ambiental.
- Etc.

13- Não deverão ser lançadas camadas de concreto que, quando do seu adensamento pelo método convencional, o mesmo já tenha sido iniciado o processo de pega, ou seja, não deverão ser lançadas camadas de concreto sobre camadas de concreto já endurecidas;

14- Os elementos estruturais deverão ser executados com concreto bombeável, atendendo a NBR 12655/2015 e NBR 14931/2004;

15- O concreto deverá ser curado de forma a impedir a perda de água de amassamento, até que suas propriedades estejam suficientemente desenvolvidas para resistir com segurança aos esforços a que vai ser submetido;

16- O escoramento e/ou cimbramento deverá ser retirado gradativamente, de maneira a não causar choques nem vibrações na estrutura, obedecendo aos prazos estabelecidos pela NBR 14931/2004;

17- Os pilares devem ser concretados em toda altura de uma só vez, sem interrupção, de modo que a concretagem seja feita até a altura prevista para a viga ou laje de apoio;

18- Durante a concretagem os elementos estruturais de grandes áreas, deve ser tomado cuidado para que não ocorra a segregação dos componentes do concreto;

19- O processo de cura do concreto deverá ser no mínimo de 7(sete) dias

20- A retirada das fôrmas e dos escoramentos só poderão ser feitas quando o concreto tiver atingido a resistência necessária para resistir com segurança às suas solicitações de serviço, sem ocorrência de deformações inconvenientes, tendo em vista o baixo módulo de elasticidade do concreto nessa idade, recomenda-se que as operações de retirada de fôrmas e escoras só sejam executadas com pleno êxito;

21- A retirada dos escoramentos dos lances deverá ser feita de maneira cuidadosa, de modo a não causar choques nem vibrações na estrutura, obedecendo a seqüência e os prazos estabelecidos na NBR 14931/2004;

22- MANTER CONSTANTE CONTROLE TECNOLÓGICO NA OBRA ;

23- QUALQUER DÚVIDAS, CONSULTAR O CALCULISTA

CONVENÇÃO

P"n" — PILAR "n"

P42 (30/20) — NOME DO PILAR / DIMENSÕES DO PILAR BASE/ALTURA

UEPG
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Projeto:	Projeto estrutural da Central de Monitoramento
Obra:	Central de Monitoramento
Referência:	Planta de formas e escada
Responsável Técnico:	Diretoria de Planejamento Físico:

Engenheiro Civil Elias Pereira CREA/PR 150078/D

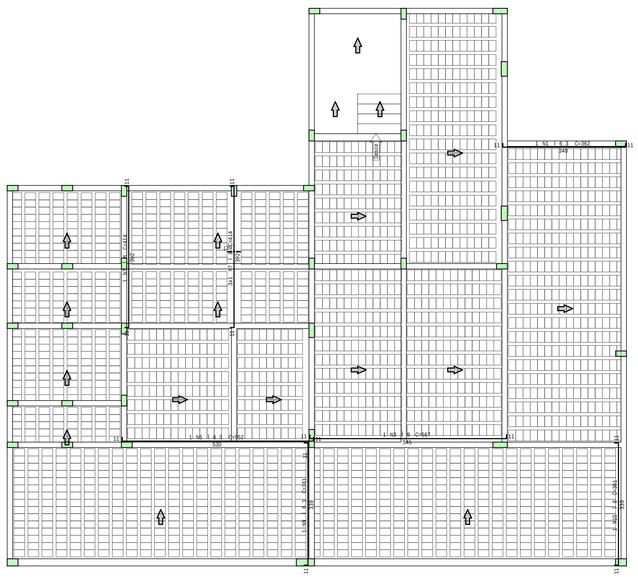
Engenheiro Civil Guilherme Araujo Vuitik CREA/PR

Título do Desenho	Data de Emissão	Escala	Prancha
Planta de formas e escada	Outubro/2024	indicada	03/09

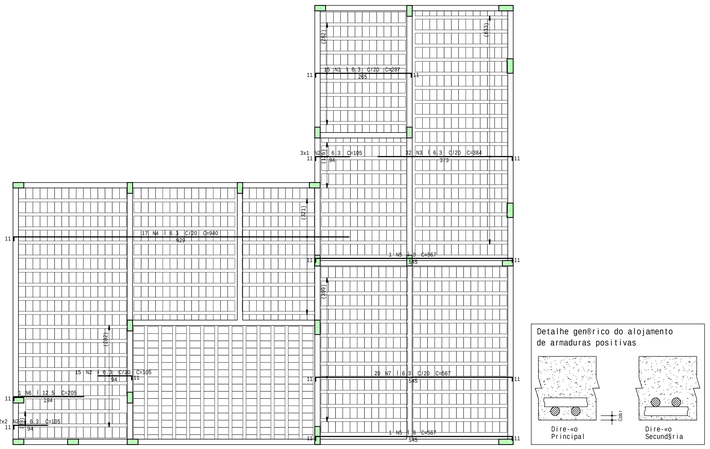
PROPLAN Pró-reitoria de Planejamento

TDS VERSÃO EDUCACIONAL NÃO COMERCIAL PL CEN-CDB-FOR-007-R00.PLT 19/10/2024 20:18:21

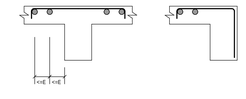
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial


1 N1 | 6.3 C=352
349
1 N5 | 6.3 C=352
530
1 N3 | 6.3 C=643
1 N6 | 6.3 C=261
1 N4 | 6.3 C=261
1 N8 | 6.3 C=261
1 N7 | 6.3 C=261
(4831)
(4831)
(4831)

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



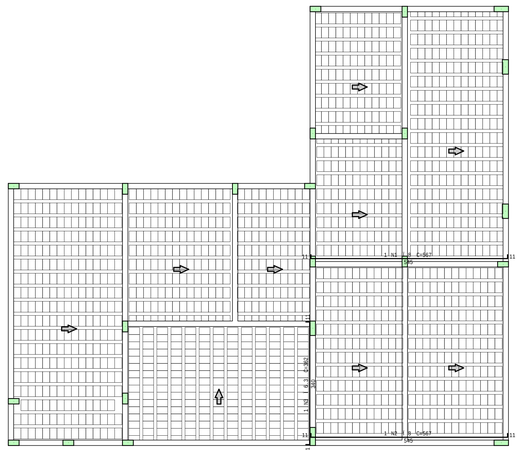
DETALHE TÍPICO DE FERROS DE DISTRIBUIÇÃO DE ARMADURA NEGATIVA



Detalhe genérico do alojamento de armaduras positivas

Armadura Negativa Principal - Pavimento Cobertura
Esc 1:60

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

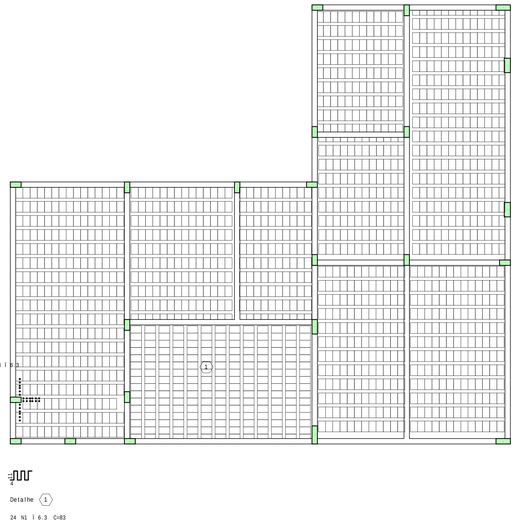


Detalhe genérico do alojamento de armaduras positivas



Armadura Positiva Principal - Pavimento Cobertura
Esc 1:60

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Detalhe 1

24 N1 ⌀ 6.3 C=83

Armadura de Punção - Pavimento Cobertura
Esc 1:60

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

AÇO	POS	BIT mm	QUANT	COMPRIMENTO UNIT cm	COMPRIMENTO TOTAL cm
Cobertura - Armadura de pun-ão					
50A	1	6.3	24	83	1992
Cobertura - Armadura negativa principal					
50A	1	6.3	15	287	4305
50A	2	6.3	22	105	2310
50A	3	6.3	32	384	12288
50A	4	6.3	17	940	15980
50A	5	8	2	567	1134
50A	6	12.5	1	205	205
50A	7	6.3	20	567	11340
60A	8	5	27	1140	30780
Cobertura - Armadura negativa secundária					
50A	1	8	1	75	75
50A	2	6.3	23	362	8326
50A	3	6.3	1	412	412
50A	4	6.3	1	738	738
Cobertura - Armadura positiva principal					
50A	1	8	1	567	567
50A	2	8	1	567	567
50A	3	6.3	1	362	362
Cobertura - Armadura positiva secundária					
50A	1	8	2	105	210
50A	2	6.3	1	402	402
50A	3	6.3	1	728	728

RESUMO DE AÇO			
AÇO	BIT mm	COMPR n	PESO kgf
60A	5	308	47
50A	6.3	592	145
50A	8	26	10
50A	12.5	2	2
Peso Total	60A =		47 kgf
Peso Total	50A =		157 kgf

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

01- EXECUTAR A ESTRUTURA CONFORME NBR 14931/2004;
02- Confrontar projeto estrutural com projeto arquitetônico;
03- As fôrmas e o escoramento devem, ser, executados de forma a evitar deformações nas armações por ocasião da concretagem, resistindo as ações do concreto;
04- Nos pontos de grandes vãos,sujeitos à deformações, devem ser adotadas contraflechas necessárias;
05- Em peças esbeltas e altas, serão necessários aberturas de pequenas janelas para facilitar a concretagem;
06- Antes, do início da concretagem, as fôrmas, deverão estar limpas e estanques de modo a evitar eventuais fugas de pastas;
06- As fôrmas devem ser molhadas até a saturação a fim de evitar a absorção da água de amassamento do concreto;
07- As peças de pouca espessura, como lajes, vigas, mesmas de pilar, as quais ficarão aparentes, deverão ser concretadas de forma a garantir absoluta de concreto ;
08- As armaduras não deverão ficar em contato direto com as fôrmas,observando os cobrimentos especificados;
09- Em nenhum caso, deve ser empregado no estiramento de concreto, sob de qualquer natureza, quando for especificado no projeto,sem aprovação prévia do projetista;
10- Durante o lançamento do armadura negativas, deve ser garantido, em relação à sua posição vertical, com o auxílio de suportes rígidos e suficientemente espaçados;
11- Deve ser garantida a correção das distâncias mínimas do cobrimento, a vez de fôrmas de aço, pastilhas de concreto ou argamassa ;
12- A especificação do concreto deve levar em consideração todas as propriedades requeridas em projeto:
- Resistência característica = Fck
- Classe de agressividade
- Módulo de elasticidade = Ec
13- Antes do lançamento do concreto, devem ser conferidas as dimensões e posicionamento das fôrmas (internamente e prumo), bem como as condições e o posicionamento do escoramento, afim de assegurar que a estrutura tenha a forma e dimensões da estrutura como um todo estejam conforme o estabelecido no projeto;
14- A concretagem deve ser suspensa, sempre que estiver ventando quando a velocidade do vento for superior a 60 metros/segundo, ou quando a temperatura ambiente estiver superior a 40 graus ou ainda quando o vento estiver acima de 60 metros/segundo
15- O concreto deverá ser transportado e lançado de maneira que não haja desagregação de seus componentes ou perda sensível de água,posto ou organosol por vazamento ou evaporação;
16- O adensamento é obrigatório e deverá ser cuidadoso, cuidando todos os pontos, de modo a preencher todos os vazios, sem que haja, todavia, excessos nocivos do teor das armaduras, dificultando a aderência do concreto;
17- Na ocorrência de juntas frias, as vigas e as lajes deverão ser concretadas de maneira a serem monolíticas, de modo a garantir a perfeita aderência do concreto novo ao concreto endurecido;
18- Durante a concretagem de estruturas de grandes vãos, deve haver monitoramento a correção de deslocamentos de eventuais de fôrmas
19- O processo de cura do concreto deverá ser no mínimo de 7(sete) dias
20- A retirada das fôrmas e dos escoramentos só poderão ser feitas quando o concreto tiver atingido a resistência necessária para garantir a segurança da sua resistência de acordo com a obra em estudo, e não somente a deformações inadmissíveis, tendo em vista o baixo módulo de elasticidade do concreto nessa fase, as flechas podem crescer muito durante as retiradas tempo, quando o concreto é solicitado com pouca idade
21- A retirada dos escoramentos dos lajes deverá ser feita de maneira cuidadosa, sem choques, obedecendo a um plano de modo a não danificar a que impeça a sobrecarregamento de fissuras em decorrência de cargas diferenciais ;
22- MANTER CONSTANTE CONTROLE TECNOLÓGICO NA OBRA ;
23- QUAISQUER DÚVIDAS, CONSULTAR O CALCULISTA

CONCRETO / AÇO				
f_{ck}= 25 MPa	A/C Máx.= 0.60	SLUMP = 100+-2	CA50A FYK 500 Mpa	
f_{cmax} 31 MPa	CAA = II	BRITA I	CA60A FYK 600 Mpa	
COBRIMENTOS ARMADURAS		CARGAS PARA DIMENSIONAMENTO		
BLOCOS = 3.0 cm		CARGA UTILIZAÇÃO =		Kg/m2
VIGAS = 3.0 cm		REVESTIMENTO PISO =		Kg/m2
PILARES = 3.0 cm		ESPECIAIS =		Kg/m2
LAJES = 2.5 cm		ALVENARIA 1/2VEZ =		Kg/m2
RESERVATORIOS = cm		ALVENARIA 1 VEZ =		Kg/m2
ESPECIAIS = cm		ALVENARIA ESPECIAL =		Kg/m2

NORMAS DE REFERENCIA
NBR 6118 – PROJETO DE ESTRUTURA DE CONCRETO
NBR 6120 – CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES
NBR 6123 – FORÇA DEVIDO AO VENTO EM EDIFICAÇÕES
NBR 8681 – AÇOES E SEGURANÇAS NAS ESTRUTURAS
NBR 6122 – PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES
NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO
NBR 14859 – PROJETO DE LAJES PRE-FABRICADAS

DET.PINOS DE DOBRAMENTO



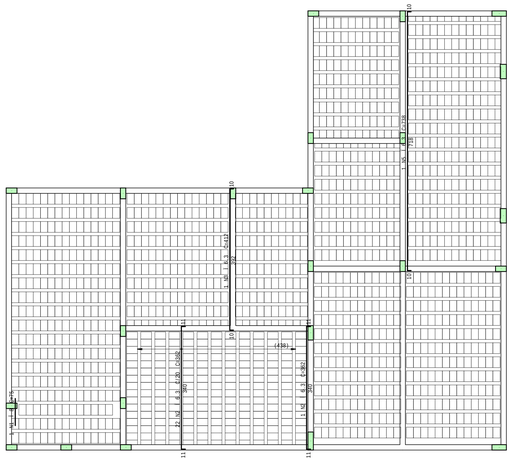
Bitola	Diâmetro dos Pinos de Dobramento
6.3 mm	20 mm
8.0 mm	40 mm
10.0 mm	50 mm
12.5 mm	63 mm
16.0 mm	80 mm
20.0 mm	160 mm
25.0 mm	200 mm

TRASPASSE PARA BARRAS CORRIDAS COM EMENDAS NÃO INDICADAS

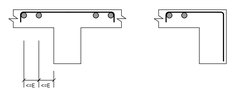


CONCRETO MENOR C50	⌀ (mm)	5.0	6.3	8.0	10.0	12.5	16.0
	Lx (cm)	75	45	55	65	85	105

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



DETALHE TÍPICO DE FERROS DE DISTRIBUIÇÃO DE ARMADURA NEGATIVA

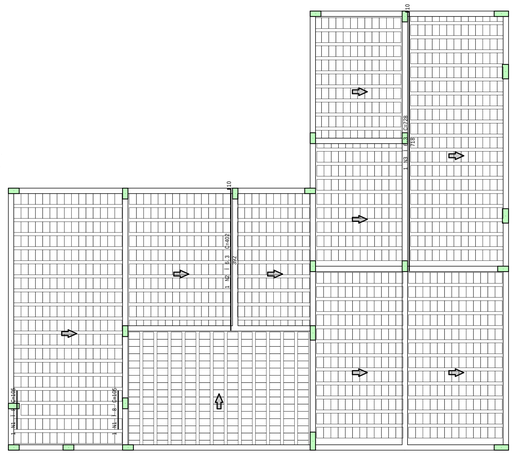


Detalhe genérico do alojamento de armaduras positivas



Armadura Negativa Secundária - Pavimento Cobertura
Esc 1:60

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Detalhe genérico do alojamento de armaduras positivas



Armadura Positiva Secundária - Pavimento Cobertura
Esc 1:60

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Projeto: Projeto estrutural da Central de Monitoramento

Obra: Central de Monitoramento

Referência: Lajes Pavimento Cobertura

Responsável Técnico: Diretoria de Planejamento Físico:

Engenheiro Civil Elias Pereira CREA/PR 150978/D

Engenheiro Civil Guilherme Araujo Vuitik CREA/PR

Título do Desenho	Data de Emissão	Escala	Prancha
Lajes - Pavimento Cobertura	Outubro/2024	indicada	05/09

PROPLAN Pró-reitoria de Planejamento

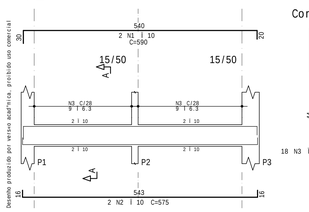
TQS VERSÃO EDUCACIONAL NÃO COMERCIAL PL CEN-CSB-LAJ-319-1800 PLT 19/10/2024 20:59:45

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

AÇO	POS	BIT mm	QUANT	COMPRIMENTO UNIT cm	COMPRIMENTO TOTAL cm
V1					
50A	1	10	2	590	1180
50A	2	10	2	575	1150
50A	3	6.3	18	122	2196
V2					
50A	1	10	2	340	680
50A	2	10	2	290	580
50A	3	6.3	2	86	172
50A	4	6.3	9	146	1314
50A	5	6.3	4	290	1160
V3					
50A	1	10	2	390	780
50A	2	10	2	365	730
50A	3	6.3	17	92	1564
V4					
50A	1	10	2	895	1790
50A	2	10	2	875	1750
50A	3	6.3	43	92	3956
V5					
50A	1	6.3	2	195	390
50A	2	10	2	195	390
50A	3	6.3	8	92	736
V6					
50A	1	10	2	490	980
50A	2	10	2	475	950
50A	3	6.3	22	92	2024
V7					
50A	1	12.5	2	594	1188
50A	2	10	2	575	1150
50A	3	6.3	28	92	2576
V8					
50A	1	10	2	490	980
50A	2	10	2	475	950
50A	3	6.3	22	92	2024
V9					
50A	1	6.3	2	195	390
50A	2	10	2	195	390
50A	3	6.3	8	92	736
V10					
50A	1	12.5	2	376	752
50A	2	10	2	355	710
50A	3	6.3	15	92	1380
V11					
50A	1	12.5	2	615	1230
50A	2	12.5	2	859	1718
50A	3	10	2	340	680
50A	4	10	2	1095	2190
50A	5	6.3	15	92	1380
50A	6	6.3	36	122	4392
50A	7	6.3	4	526	2104
50A	8	6.3	4	531	2124
V12					
50A	1	16	2	435	870
50A	2	16	2	970	1940
50A	3	16	2	465	930
50A	4	12.5	2	825	1650
50A	5	12.5	2	890	1780
50A	6	6.3	54	142	7668
50A	7	6.3	6	821	4926
50A	8	6.3	6	884	5304
V13					
50A	1	12.5	2	1099	2198
50A	2	10	2	1080	2160
50A	3	6.3	57	92	5244
V14					
50A	1	12.5	2	389	778
50A	2	10	2	375	750
50A	3	6.3	18	92	1656
V15					
50A	1	12.5	2	276	550
50A	2	10	2	255	510
50A	3	6.3	12	92	1104
V16					
50A	1	6.3	2	200	400
50A	2	10	2	200	400
50A	3	6.3	9	92	828
V17					
50A	1	12.5	2	389	778
50A	2	10	2	375	750
50A	3	6.3	16	92	1472
V18					
50A	1	10	2	275	550
50A	2	10	2	255	510
50A	3	6.3	10	92	920
V19					
50A	1	6.3	2	200	400
50A	2	10	2	200	400
50A	3	6.3	9	92	828
V20					
50A	1	10	2	150	300
50A	2	6.3	2	113	226
50A	3	6.3	5	92	460
V21					
50A	1	16	2	1090	2180
50A	2	16	2	210	420
50A	3	10	3	350	1050
50A	4	10	2	920	1840
50A	5	6.3	10	122	1220
50A	6	6.3	45	92	4140
50A	7	8	4	304	1216
50A	8	6.3	4	198	792
50A	9	6.3	4	160	640
V22					
50A	1	10	2	775	1550
50A	2	10	2	746	1492
50A	3	6.3	23	122	2806
V23					
50A	1	12.5	2	910	1820
50A	2	12.5	2	415	830
50A	3	10	2	530	1060
50A	4	10	2	730	1460
50A	5	6.3	2	122	2196
50A	6	6.3	35	92	3220
50A	7	6.3	4	408	1632
V24					
50A	1	12.5	2	310	620
50A	2	12.5	2	720	1440
50A	3	12.5	2	320	640
50A	4	10	4	605	2420
50A	5	6.3	38	142	5396

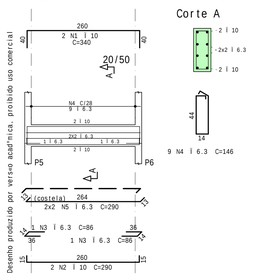
RESUMO DE AÇO			
AÇO	BIT mm	COMPR m	PESO kgf
50A	6.3	841	206
50A	8	12	5
50A	10	352	217
50A	12.5	180	173
50A	16	63	100
Peso Total	50A =		701 kgf

V1



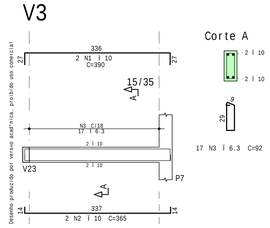
Esc 1:50

V2



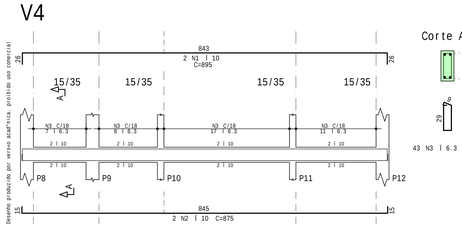
Esc 1:50

V3



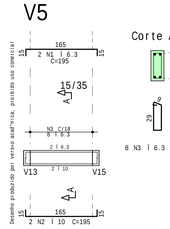
Esc 1:50

V4



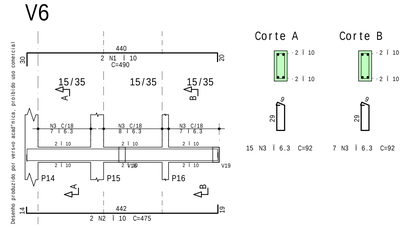
Esc 1:50

V5



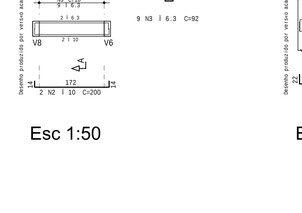
Esc 1:50

V6



Esc 1:50

V7



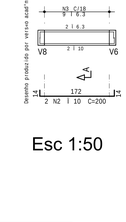
Esc 1:50

V8



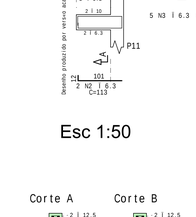
Esc 1:50

V9



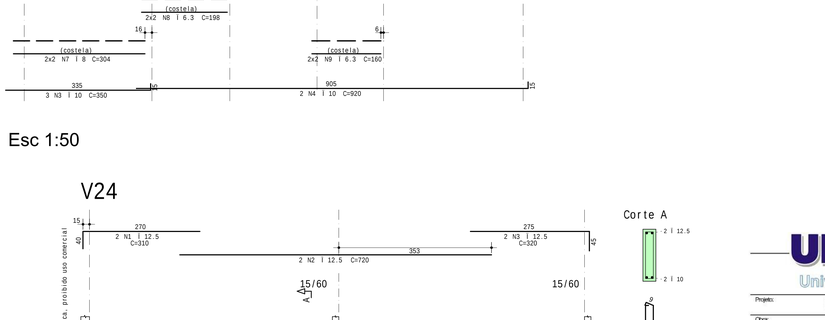
Esc 1:50

V10



Esc 1:50

V11



Esc 1:50

V12

Esc 1:50

V13

Esc 1:50

V14

Esc 1:50

V15

Esc 1:50

V16

Esc 1:50

V17

Esc 1:50

V18

Esc 1:50

V19

Esc 1:50

V20

Esc 1:50

V21

Esc 1:50

V22

Esc 1:50

V23

Esc 1:50

V24

Esc 1:50

DET.PINOS DE DOBRAMENTO

Bitola	Diâmetro dos Pinos de Dobramento
⌀ 6.3 mm	32 mm
⌀ 8.0 mm	40 mm
⌀ 10.0 mm	50 mm
⌀ 12.5 mm	63 mm
⌀ 16.0 mm	80 mm
⌀ 20.0 mm	160 mm
⌀ 25.0 mm	200 mm



TRASPASSE PARA BARRAS CORRIDAS COM EMENDAS NÃO INDICADAS



CONCRETO MENOR C50	⌀ (mm)	5.0	6.3	8.0	10.0	12.5	16.0
	Lv (cm)	75	45	55	65	85	105

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Projeto: Projeto estrutural da Central de Monitoramento

Obra: Central de Monitoramento

Referência: Vigas Baldrame - Térreo

Responsável Técnico: Diretoria de Planejamento Físico:

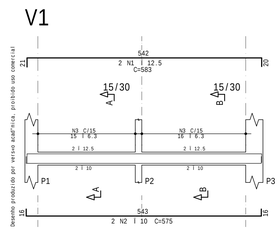
Engenheiro Civil Elias Peraica CREA/PR 150078/D

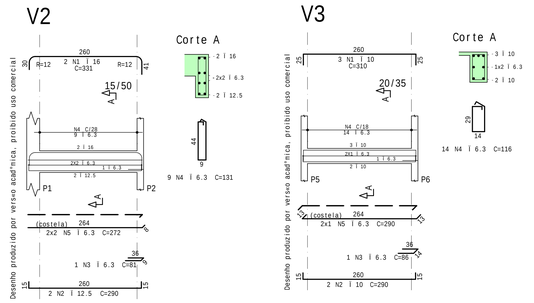
Engenheiro Civil Guilherme Araújo Vuitik CREA/PR

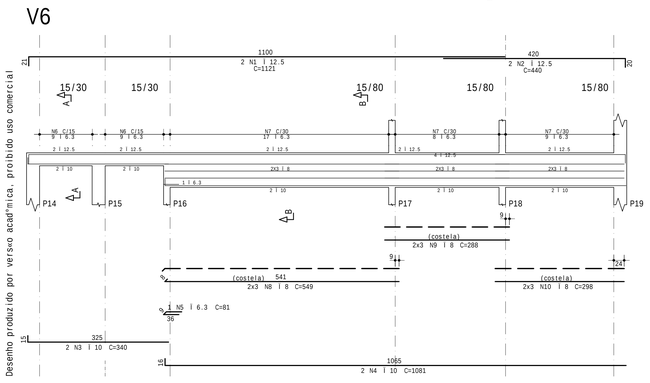
Título do Desenho	Data de Emissão	Escala	Pranchа
Vigas Baldrame	Outubro/2024	indicada	06/09

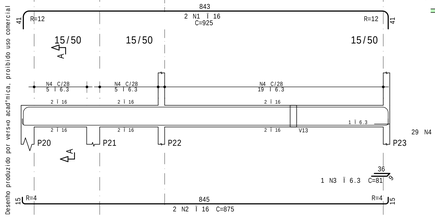
PROPLAN Pró-reitoria de Planejamento

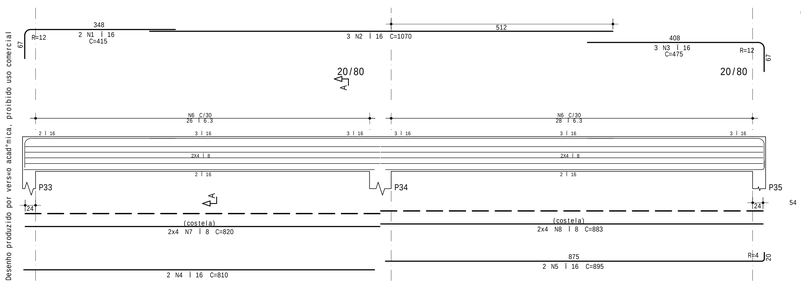
ARQUIVO VERSÃO EDUCACIONAL P4_CEN_TER-SYS-000-R00.PLT 19/10/2024 21:27:12

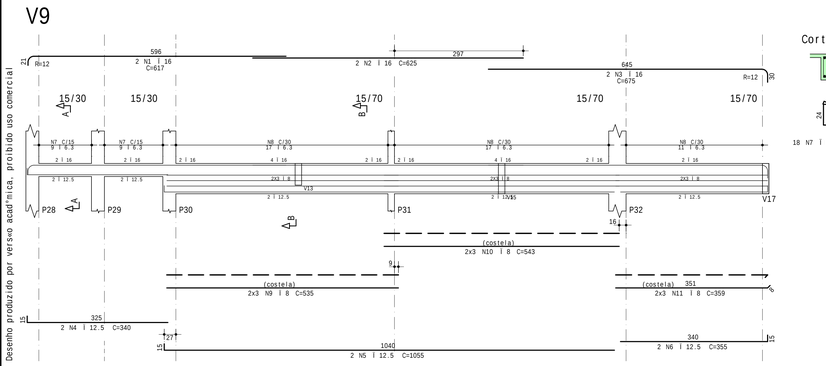


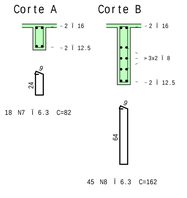


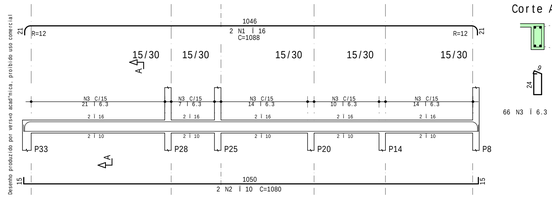


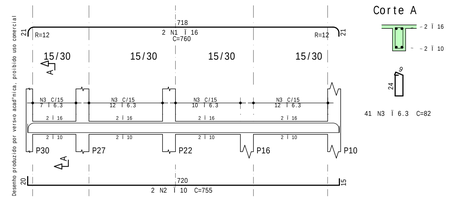


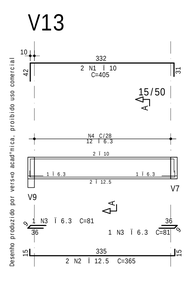


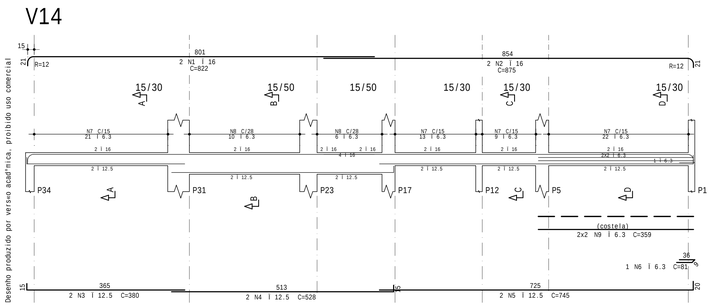


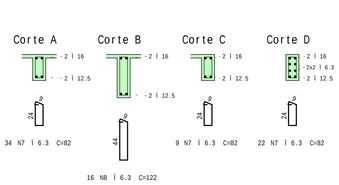


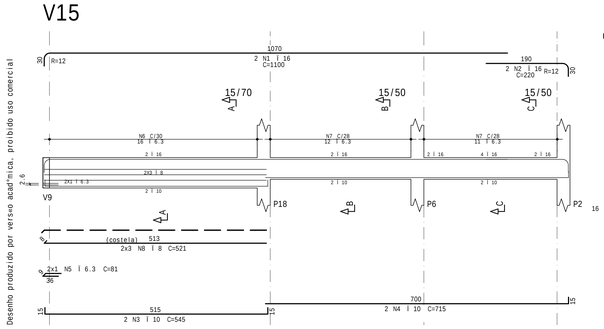


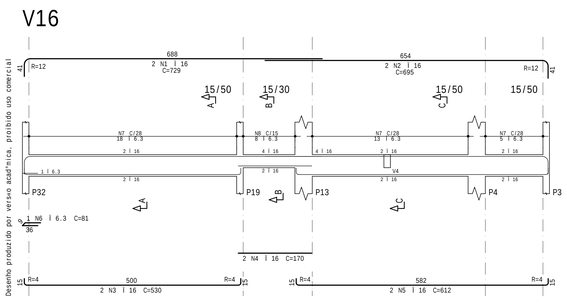


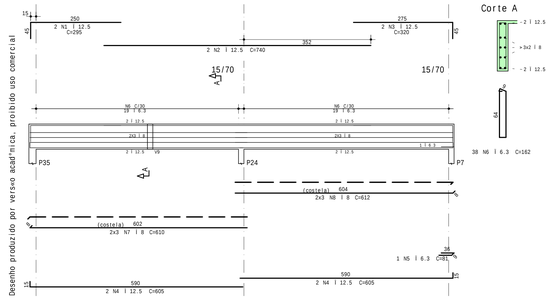












RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

01- EXECUTAR A ESTRUTURA CONFORME NBR 14931/2004;
02- Confrontar projeto estrutural com projeto arquitetônico;
03- As fôrmas e o escoramento devem ser executados de forma a evitar possíveis deformações por folgas, umedecê-las ou ser desmoldante do concreto;
04- Nos pegos de grandes vãos,sujeitos à deformações,devem ser adotados contraflechas necessárias;
05- Em peças esbeltas e altas, serão necessários aberturas de pequenos janelas, a fim de facilitar a limpeza;
06- Antes da lançamento do concretagem, as fôrmas devarão estar limpas e estanques de modo a evitar eventuais fugas de pastas;
06- As fôrmas deverão ser molhadas até a saturação a fim de evitar a absorção da água de amassamento do concreto ;
07- As barras de aço não devem apresentar ferrugem, manchas de óleo ou qualquer outra substância que impeçam uma perfeita aderência do concreto ;
08- As armaduras não deverão ficar em contato direto com as fôrmas,obedecendo para isso as distâncias mínimas ;
09- Em nenhum caso, deve ser empregado no estrutura de concreto, aço de qualidade diferente do especificado na projeto,sem aprovação prévia do projetista;
10- O posicionamento da armaduras negativas deve ser garantido, em relação à sua posição vertical, com o adoção de suportes rígidos e suficientemente espaçados;
11- Permite-se para manutenção dos distâncias mínimas de cobrimento, o uso de filangas de aço, pastilhas de concreto ou argamassa ;
12- A especificação do concreto deve levar em consideração todos as propriedades requeridas em projeto:
  - Resistência característico = Fck
  - Classe de agressividade
  - Módulo de elasticidade = Ec
13- Antes do lançamento do concreto, devem ser conferidas as dimensões e posicionamento das fôrmas (nivelamento e prumo), bem como as condições e o posicionamento do escoramento, a fim de assegurar que a geometria dos elementos estruturais e da estrutura como um todo estejam conforme o estabelecido no projeto;
14- A concretagem deve ser suspensa, sempre que estiver previsto queda na temperatura ambiente para abaixo de 0 graus nas 48 horas seguintes, ou que a temperatura ambiente esteja superior a 40 graus ou ainda quando o vento estiver acima de 60 metros/segundo
15- O concreto deverá ser transportado e lançado de maneira que não haja desagregação de seus componentes ou perda sensível de água,pasta ou argamassa, por vazamento ou evaporação;
16- O adensamento é obrigatório e deverá ser cuidadoso, ocupando todos os recantos da fôrmas, evitando a vibração dos armaduras, que pode provocar vazios ao redor das armaduras, difícultando a aderência do concreto;
17- No concretagem de juntas frias, as vigas e as lajes deverão ser concretadas até alinglir o terço médio da viga e da monetra-se propiciar a perfeita aderência do concreto já endurecido com o que será lançado;
18- Durante a concretagem de elementos estruturais de grandes vãos, deve haver monitoramento e correção de deslocamentos do sistema de fôrmas
19- O processo de cura do concreto deverá ser no mínimo de 7(sete) dias
20- A retirada das fôrmas e dos escoramentos só poderão ser feitas quando o concreto se achar suficientemente endurecido para que se garanta sua resistência às ações que sobre ele atuarem, e não conduzir à deformações inaceitáveis, tendo em vista o baixo módulo de elasticidade do concreto e maior probabilidade de maior deformação diferido no tempo, quando o concreto é solicitado com pouca idade
21- A retirada das escoramentos dos lotes deverá ser feita de maneira gradual e uniforme, de modo a não provocar choques na estrutura, o que impedirá o aparecimento de fissuras em decorrência de cargas diferenciais ;
22- MANTER CONSTANTE CONTROLE TECNOLÓGICO NA OBRA ;
23- QUAISQUER DÚVIDAS, CONSULTAR O CALCULISTA

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

AÇO	POS	BIT mm	QUANT	COMPRIMENTO UNIT cm	COMPRIMENTO TOTAL cm
V1					
50A	1	12.5	2	583	1166
50A	2	10	2	575	1150
50A	3	6.3	31	82	2542
V2					
50A	1	16	2	331	662
50A	2	12.5	2	290	580
50A	3	6.3	1	81	81
50A	4	6.3	9	131	1179
50A	5	6.3	4	272	1088
V3					
50A	1	10	3	310	930
50A	2	10	2	290	580
50A	3	6.3	1	86	86
50A	4	6.3	14	116	1624
50A	5	6.3	2	290	580
V4					
50A	1	12.5	2	380	760
50A	2	10	2	365	730
50A	3	6.3	20	82	1640
V5					
50A	1	12.5	2	885	1770
50A	2	10	2	875	1750
50A	3	6.3	51	82	4182
V6					
50A	1	12.5	2	1121	2242
50A	2	12.5	2	440	880
50A	3	10	2	340	680
50A	4	10	2	1081	2162
50A	5	6.3	1	81	81
50A	6	6.3	18	82	1476
50A	7	6.3	34	182	6188
50A	8	8	6	549	3294
50A	9	8	6	288	1728
50A	10	8	6	298	1788
V7					
50A	1	16	2	925	1850
50A	2	16	2	875	1750
50A	3	6.3	1	81	81
50A	4	6.3	29	122	3538
V8					
50A	1	12.5	2	365	730
50A	2	10	2	355	710
50A	3	6.3	18	82	1476
V9					
50A	1	16	2	617	1234
50A	2	16	2	625	1250
50A	3	16	2	675	1350
50A	4	12.5	2	340	680
50A	5	12.5	2	1055	2110
50A	6	12.5	2	355	710
50A	7	6.3	18	82	1476
50A	8	6.3	45	162	7290
50A	9	8	6	535	3210
50A	10	8	6	543	3258
50A	11	8	6	359	2154
V10					
50A	1	16	2	415	830
50A	2	16	3	1070	3210
50A	3	16	3	475	1425
50A	4	16	2	810	1620
50A	5	16	2	895	1790
50A	6	6.3	54	192	10368
50A	7	8	8	820	6560
50A	8	8	8	883	7064
V11					
50A	1	16	2	1088	2176
50A	2	10	2	1080	2160
50A	3	6.3	66	82	5412
V12					
50A	1	16	2	760	1520
50A	2	10	2	755	1510
50A	3	6.3	41	82	3362
V13					
50A	1	10	2	405	810
50A	2	12.5	2	365	730
50A	3	6.3	2	81	162
50A	4	6.3	12	122	1464
V14					
50A	1	16	2	822	1644
50A	2	16	2	875	1750
50A	3	12.5	2	380	760
50A	4	12.5	2	528	1056
50A	5	12.5	2	745	1490
50A	6	6.3	1	81	81
50A	7	6.3	65	82	5330
50A	8	6.3	16	122	1952
50A	9	6.3	4	359	1436
V15					
50A	1	16	2	1100	2200
50A	2	16	2	220	440
50A	3	10	2	545	1090
50A	4	10	2	715	1430
50A	5	6.3	2	81	162
50A	6	6.3	16	162	2592
50A	7	6.3	23	122	2806
50A	8	8	6	521	3126
V16					
50A	1	16	2	729	1458
50A	2	16	2	695	1390
50A	3	16	2	530	1060
50A	4	16	2	170	340
50A	5	16	2	612	1224
50A	6	6.3	1	81	81
50A	7	6.3	36	122	4392
50A	8	6.3	8	82	656
V17					
50A	1	12.5	2	295	590
50A	2	12.5	2	740	1480
50A	3	12.5	2	320	640
50A	4	12.5	4	605	2420
50A	5	6.3	1	81	81
50A	6	6.3	38	162	6156
50A	7	8	6	610	3660
50A	8	8	6	612	3672

RESUMO DE AÇO			
AÇO	BIT mm	COMPR m	PESO kgf
50A	6.3	811	199
50A	8	395	156
50A	10	157	97
50A	12.5	208	200
50A	16	322	508
Peso Total	50A =		1160 kgf

DET.PINOS DE DOBRAMENTO

Bitola	Diâmetro dos Pinos de Dobramento
ø 6.3 mm	20 mm
ø 8.0 mm	40 mm
ø 10.0 mm	50 mm
ø 12.5 mm	63 mm
ø 16.0 mm	80 mm
ø 20.0 mm	100 mm
ø 25.0 mm	200 mm

Diâmetro do Pino
Pinos Superiores
Diâmetro da Barra

TRASPASSE PARA BARRAS CORRIDAS COM EMENDAS NÃO INDICADAS

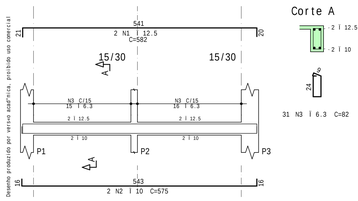
CONCRETO MENOR C50	ø (mm)	5.0	6.3	8.0	10.0	12.5	16.0
	Lv (cm)	75	45	55	65	85	105

UEPG
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Projeto: Projeto estrutural da Central de Monitoramento
Obra: Central de Monitoramento
Referência: Vigas - Pavimento Tipo
Responsável Técnico: Engenheiro Civil Elias Pereira CREA/PR 150978/D
Diretoria do Planejamento Físico: Engenheiro Civil Guilherme Araujo Vuitik CREA/PR
Título do Desenho: Vigas Tipo
Data de Emissão: Outubro/2024
Escala: indicada
Prancha: 07/09
FROPLAN Pró-reitoria de Planejamento

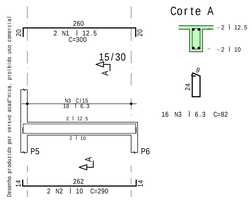
TOS VERSÃO EDUCACIONAL NÃO COMERCIAL PL CENTRIFUGO11800.PLT 19/10/2022 21:43:53

V1



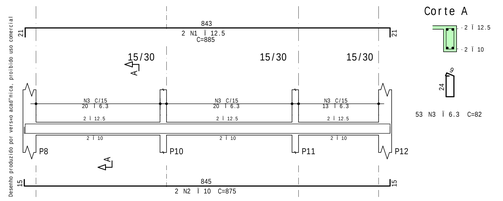
Esc 1:50

V2



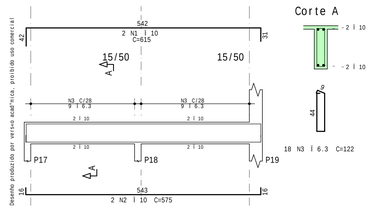
Esc 1:50

V3



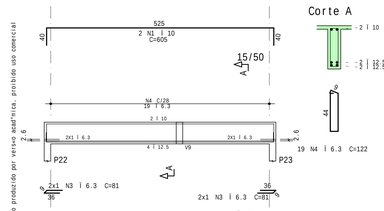
Esc 1:50

V4



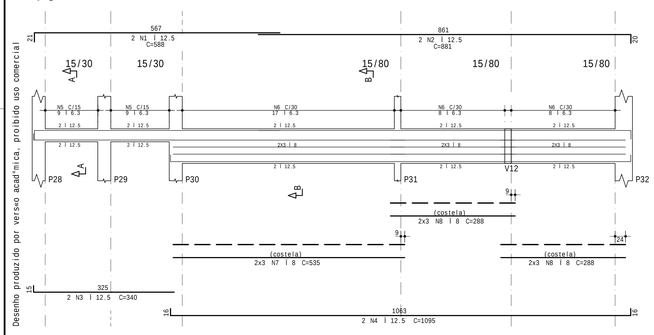
Esc 1:50

V5



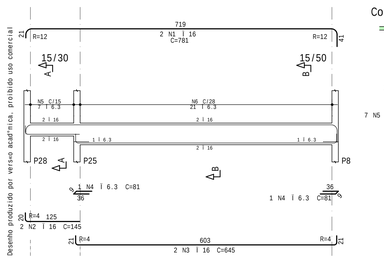
Esc 1:50

V6



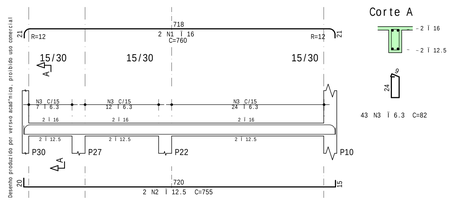
Esc 1:50

V7



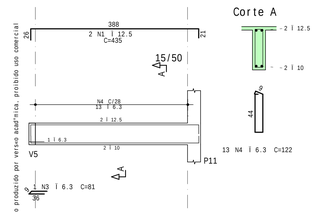
Esc 1:50

V8



Esc 1:50

V9



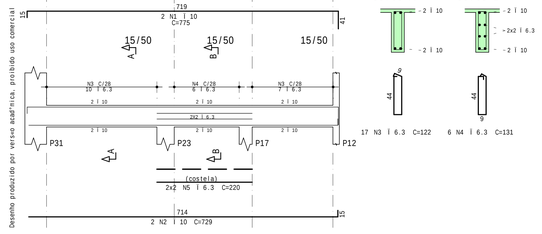
Esc 1:50

Desenho produzido por vers«o acad°mica, proibido uso comercial

AªO	POS	BIT mm	QUANT	COMPRIMENTO UNIT cm	COMPRIMENTO TOTAL cm
V1					
50A	1	12.5	2	582	1164
50A	2	10	2	575	1150
50A	3	6.3	31	82	2542
V2					
50A	1	12.5	2	300	600
50A	2	10	2	290	580
50A	3	6.3	16	82	1312
V3					
50A	1	12.5	2	885	1770
50A	2	10	2	875	1750
50A	3	6.3	53	82	4346
V4					
50A	1	10	2	615	1230
50A	2	10	2	575	1150
50A	3	6.3	18	122	2196
V5					
50A	1	10	2	605	1210
50A	2	12.5	4	565	2260
50A	3	6.3	4	81	324
50A	4	6.3	19	122	2318
V6					
50A	1	12.5	2	588	1176
50A	2	12.5	2	881	1762
50A	3	12.5	2	340	680
50A	4	12.5	2	1095	2190
50A	5	6.3	18	82	1476
50A	6	6.3	33	182	6006
50A	7	8	6	535	3210
50A	8	8	12	288	3456
V7					
50A	1	16	2	781	1562
50A	2	16	2	145	290
50A	3	16	2	645	1290
50A	4	6.3	2	81	162
50A	5	6.3	7	82	574
50A	6	6.3	21	122	2562
V8					
50A	1	16	2	760	1520
50A	2	12.5	2	755	1510
50A	3	6.3	43	82	3526
V9					
50A	1	12.5	2	435	870
50A	2	10	2	420	840
50A	3	6.3	1	81	81
50A	4	6.3	13	122	1586
V10					
50A	1	10	2	775	1550
50A	2	10	2	729	1458
50A	3	6.3	17	122	2074
50A	4	6.3	6	131	786
50A	5	6.3	4	220	880
V11					
50A	1	12.5	2	540	1080
50A	2	10	2	529	1058
50A	3	6.3	31	82	2542
V12					
50A	1	12.5	2	785	1570
50A	2	12.5	2	1080	2160
50A	3	12.5	3	565	1695
50A	4	12.5	2	745	1490
50A	5	6.3	17	182	3094
50A	6	6.3	23	122	2806
50A	7	8	6	516	3096
V13					
50A	1	12.5	2	910	1820
50A	2	12.5	2	410	820
50A	3	10	2	530	1060
50A	4	10	2	735	1470
50A	5	6.3	1	81	81
50A	6	6.3	18	122	2196
50A	7	6.3	41	82	3362
50A	8	6.3	4	156	624
V14					
50A	1	12.5	2	785	1570
50A	2	12.5	2	680	1360
50A	3	10	2	540	1080
50A	4	10	2	160	320
50A	5	10	3	565	1695
50A	6	10	2	375	750
50A	7	10	2	360	720
50A	8	6.3	17	182	3094
50A	9	6.3	23	122	2806
50A	10	8	6	516	3096

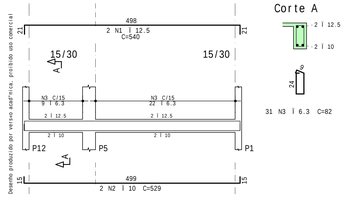
RESUMO DE AªO			
AªO	BIT mm	COMPR m	PESO kgf
50A	6.3	534	131
50A	8	129	51
50A	10	191	118
50A	12.5	265	255
50A	16	47	74
Peso Total	50A =		628 kgf

V10



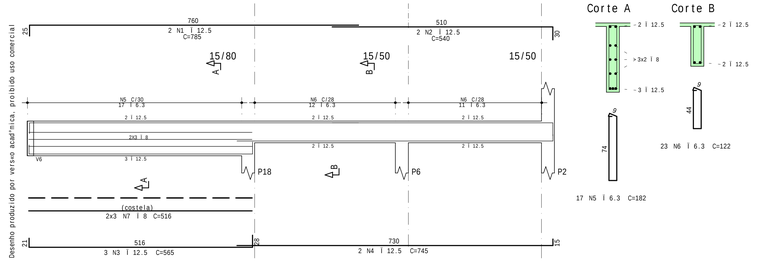
Esc 1:50

V11



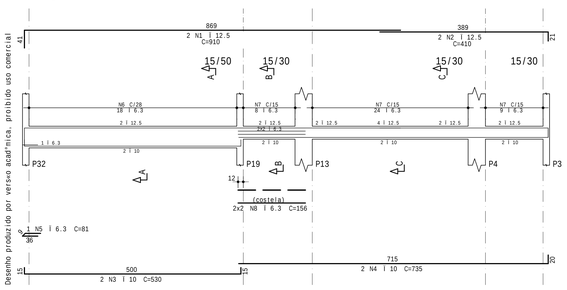
Esc 1:50

V12



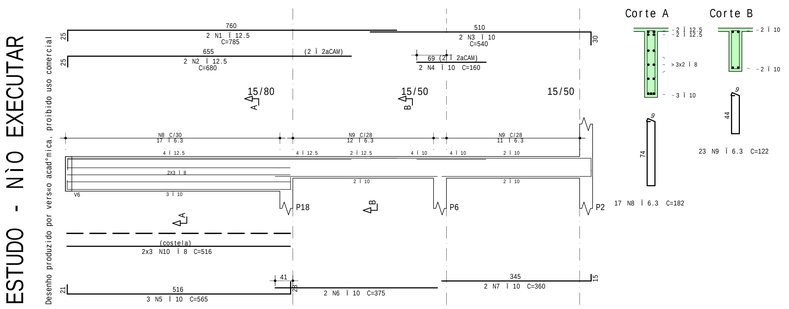
Esc 1:50

V13



Esc 1:50

V14



Esc 1:50

ESTUDO - NìO EXECUTAR

Desenho produzido por verso acadêmica, proibido uso comercial

DET. PINOS DE DOBRAMENTO

Bitola	Diâmetro dos Pinos de Dobramento
ø 6.3 mm	32 mm
ø 8.0 mm	40 mm
ø 10.0 mm	50 mm
ø 12.5 mm	63 mm
ø 16.0 mm	80 mm
ø 20.0 mm	160 mm
ø 25.0 mm	200 mm



TRASPASSE PARA BARRAS CORRIDAS COM EMENDAS NÃO INDICADAS



CONCRETO MENOR C50	ø (mm)	5.0	6.3	8.0	10.0	12.5	16.0
	Lv (cm)	75	45	55	65	85	105

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

01- EXECUTAR A ESTRUTURA CONFORME NBR 14931/2004;
02- Conferenter projeto estrutural com projeto arquitetônico;
03- As fôrmas e o escoramento devem, ser, executados de forma a evitar possíveis deformações por ruptura antecipada ou por deformação do concreto;
04- Nos pegos de grandes vãos,sujeitos à deformações,devem ser adotados contraflechas necessários;
05- Em pegos circulares e ôitos, serão necessários aberturas de pequenas janelas na parte inferior da fôrma;
06- Antes do início da concretagem, as fôrmas deverão estar limpas e estanques de modo a evitar perdas de nata de cimento;
06- As fôrmas deverão ser molhadas até a saturação a fim de evitar a absorção da água de amassamento do concreto ;
07- As barras de aço não devem apresentar ferrugem, manchas de óleo, ou qualquer outras substâncias que impeçam uma perfeita aderência do concreto ;
08- As armaduras não deverão ficar em contato direto com as fôrmas,obedecendo para tal os cobrimentos mínimos ;
09- Concreto celha, deve ser empregado na estrutura de concreto, aço de qualidade diferente da especificada no projeto,sem aprovação prévia do projetista;
10- O posicionamento da armadura negativas deve ser garantido, em relação à sua altura útil (peso próprio), com o auxílio de suportes rígidos e nitidamente visíveis;
11- Permite-se, para manutenção dos diâmetros mínimos do cobrimento, o uso de flanges de aço, pastilhas de concreto ou argamassa ;
12- A especificação do concreto deve levar em consideração todas as propriedades requeridas em projeto:
- Resistência característica = Fck
- Durabilidade da estrutura
- Médula de elasticidade = Ec
13- Antes do lançamento do concreto, devem ser conferidos os dimensões, a locação, a declividade, o nivelamento e prumo, bem como os contraventamentos e escoramento, a fim de assegurar que a geometria dos elementos estruturais e da estrutura como um todo estejam conforme o estabelecido no projeto;
14- A concretagem deve ser suspensa, sempre que for previsto ventos acima de 40 metros/segundo, ou quando a temperatura ambiente estiver inferior a 5 graus centígrados, ou ainda quando o vento estiver acima de 60 metros/segundo
15- O concreto deverá ser transportado e lançado de maneira que, não haja desagregação de seus componentes ou perda sensível de água,pasta ou argamassa, por vazamento ou evaporação;
16- O adensamento é obrigatório e deverá ser cuidadoso, cuidando todos os detalhes, de modo a não deixar vazios ou ninhos, evitando também provocar vícios ao redor das armaduras, dificultando a aderência do concreto;
17- Nas concretagem de juntas frias, as vigas e as lajes deverão ser concretadas até atingir a terça média do elemento a projetar e perfeita aderência do concreto já endurecido com o que será lançado;
18- Durante a concretagem de elementos estruturais de grandes vãos, deve ser tomado cuidado especial para assegurar o posicionamento das armaduras;
19- O processo de cura do concreto deverá ser no mínimo de 7(sete) dias;
20- A cura úmida é a forma mais eficiente de se proceder a cura do concreto. A cura química é menos eficiente e não deve ser usada para substituir a cura úmida. Ela é usada para complementar a cura úmida, quando a sua resistência ou ações que sobre ele atuarem, e não conduzir a deformações inaceitáveis, tendo em vista o baixo módulo de elasticidade do concreto e maior probabilidade de maior deformação diferida (fluência) e retração, quando comparado com o concreto normal;
21- A retirada das escoramentos só deverá ser feita mediante conveniente e progressiva, porém,primeiramente para os pegos em balanço, e posteriormente o apoiamento da viga em decorrência de cargas diferenciadas;
22- MANTER CONSTANTE CONTROLE TECNOLÓGICO NA OBRA ;
23- QUAISQUER DÚVIDAS, CONSULTAR O CALCULISTA

CONCRETO / AÇO					
f_{ck}= 25 MPa	A/C Máx.= 0.60	SLUMP = 10+-2	CASOA FYK 500 Mpa		
E_{cgr} 31 GPa	CAA = II	BRITA 1	CASOA FYK 600 Mpa		
COBRIMENTOS ARMADURAS		CARGAS PARA DIMENSIONAMENTO			
BLOCOS = 3.0	cm	CARGA UTILIZAÇÃO =	Kg/m2		
VIGAS = 3.0	cm	REVESTIMENTO PISO =	Kg/m2		
PILARES = 3.0	cm	ESPECIAIS =	Kg/m2		
LAJES = 2.5	cm	ALVENARIA 1/2VEZ =	Kg/m2		
RESERVATORIOS =	cm	ALVENARIA 1 VEZ =	Kg/m2		
ESPECIAIS =	cm	ALVENARIA ESPECIAL =	Kg/m2		

NORMAS DE REFERENCIA
NBR 6118 - PROJETO DE ESTRUTURA DE CONCRETO
NBR 6120 - CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES
NBR 6123 - FORÇA DEVIDO AO VENTO EM EDIFICAÇÕES
NBR 8681 - AÇOES E SEGURANÇAS NAS ESTRUTURAS
NBR 6122 - PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES
NBR 14931 - EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO
NBR 14859 - PROJETO DE LAJES PRE-FABRICADAS

UEPG
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Projeto: Projeto estrutural da Central de Monitoramento

Obra: Central de Monitoramento

Referências: Vigas - Pavimento Cobertura

Responsável Técnico: Diretoria de Planejamento Físico:

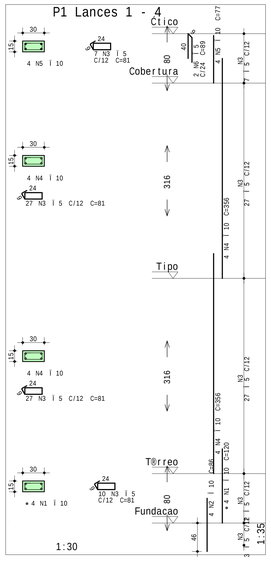
Engenheiro Civil Elias Pereira
CREA/PR 150978/D

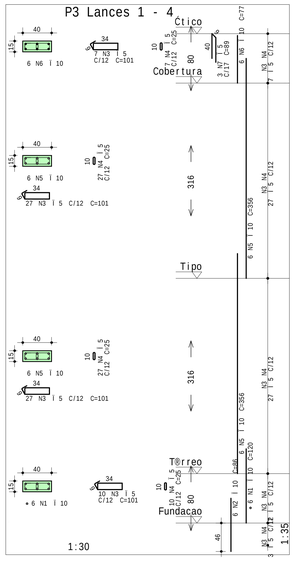
Engenheiro Civil Guilherme Araujo Vuitik
CREA/PR

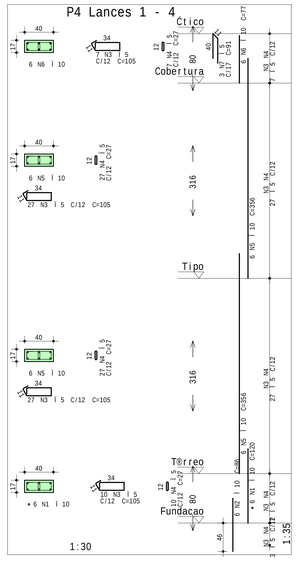
Título do Desenho	Data de Emissão	Escala	Prancha
Vigas Cobertura	Outubro/2024	indicada	08/09

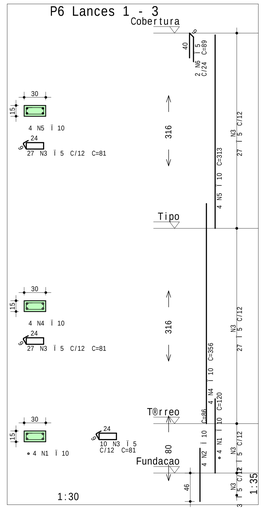
PROPLAN Pró-reitoria de Planejamento

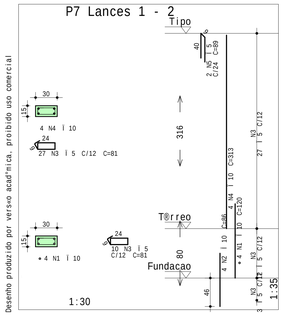
P:\05 VERSÃO EDUCACIONAL\NITO COMERCIAL\PL CEN-CSB-VIC-023-R00.PLT 19/10/2024 21:51:05

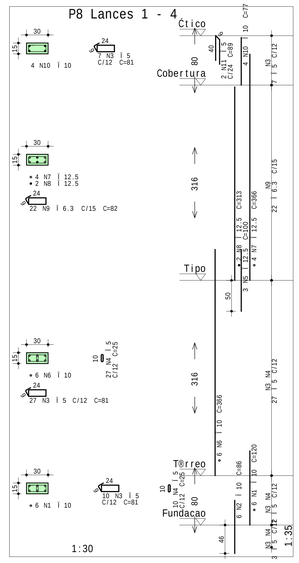


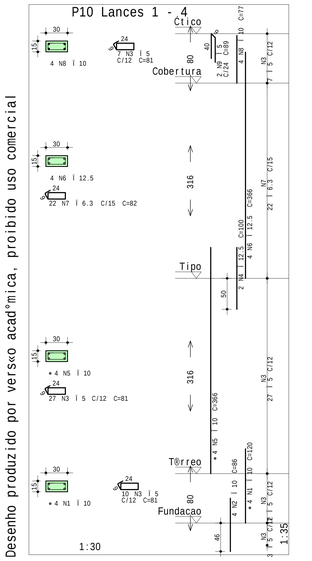


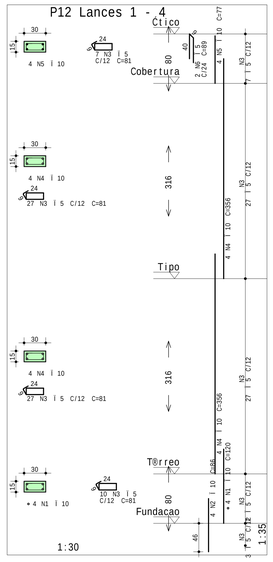


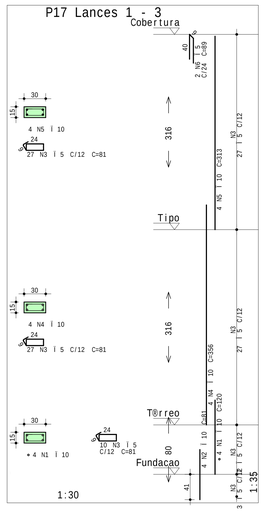


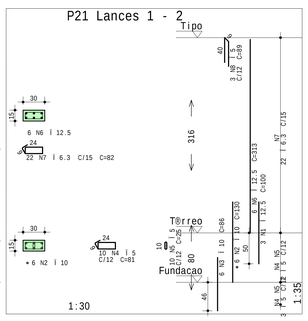


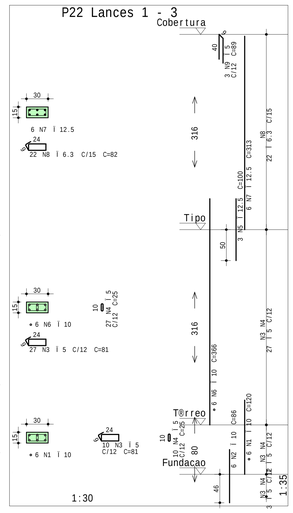


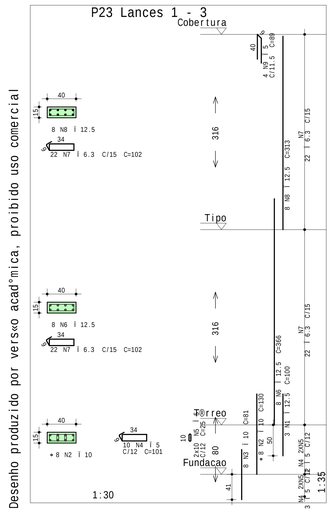


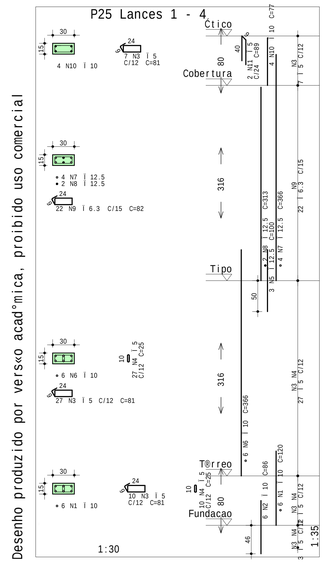


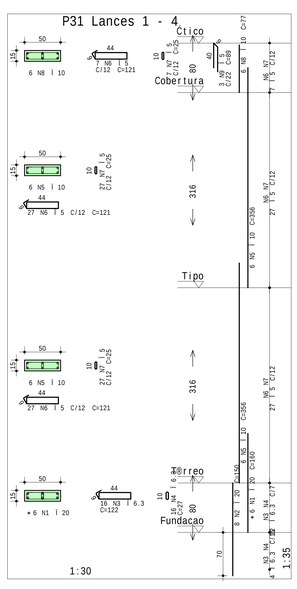


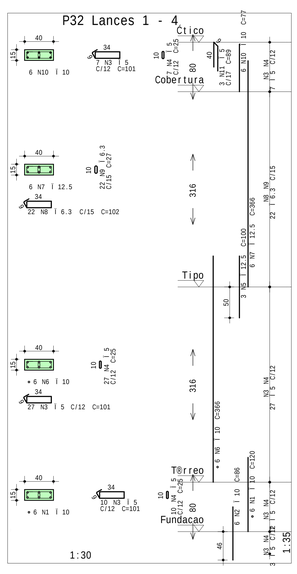


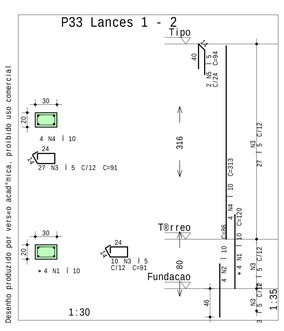


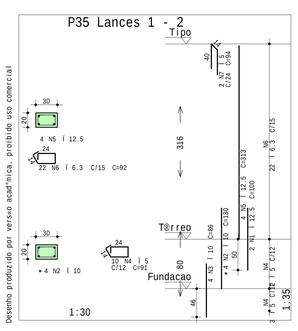












Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

AÇO	POS	BIT mm	QUANT	COMPRIMENTO UNIT cm	COMPRIMENTO TOTAL cm
P1 Lances 1 - 4					
50A	1	10	4	120	480
50A	2	10	4	86	344
60A	3	5	71	81	5751
50A	4	10	8	356	2848
50A	5	10	4	77	308
60A	6	5	2	89	178
P3 Lances 1 - 4					
50A	1	10	6	120	720
50A	2	10	6	86	516
60A	3	5	71	101	7171
60A	4	5	71	25	1775
50A	5	10	12	356	4272
50A	6	10	6	77	462
60A	7	5	3	89	267
P4 Lances 1 - 4					
50A	1	10	6	120	720
50A	2	10	6	86	516
60A	3	5	71	105	7455
60A	4	5	71	27	1917
50A	5	10	12	356	4272
50A	6	10	6	77	462
60A	7	5	3	91	273
P6 Lances 1 - 3					
50A	1	10	4	120	480
50A	2	10	4	86	344
60A	3	5	64	81	5184
50A	4	10	4	356	1424
50A	5	10	4	313	1252
60A	6	5	2	89	178
P7 Lances 1 - 2					
50A	1	10	4	120	480
50A	2	10	4	86	344
60A	3	5	37	81	2997
50A	4	10	4	313	1252
60A	5	5	2	89	178
P8 Lances 1 - 4					
50A	1	10	6	120	720
50A	2	10	6	86	516
60A	3	5	44	81	3564
60A	4	5	37	25	925
50A	5	12.5	3	100	300
50A	6	10	6	366	2196
50A	7	12.5	4	366	1464
50A	8	12.5	2	313	626
50A	9	6.3	22	82	1804
50A	10	10	4	77	308
60A	11	5	2	89	178
P10 Lances 1 - 4					
50A	1	10	4	120	480
50A	2	10	4	86	344
60A	3	5	44	81	3564
50A	4	12.5	2	100	200
50A	5	10	4	366	1464
50A	6	12.5	4	366	1464
50A	7	6.3	22	82	1804
50A	8	10	4	77	308
60A	9	5	2	89	178
P12 Lances 1 - 4					
50A	1	10	4	120	480
50A	2	10	4	86	344
60A	3	5	71	81	5751
50A	4	10	8	356	2848
50A	5	10	4	77	308
60A	6	5	2	89	178
P17 Lances 1 - 3					
50A	1	10	4	120	480
50A	2	10	4	81	324
60A	3	5	64	81	5184
50A	4	10	4	356	1424
50A	5	10	4	313	1252
60A	6	5	2	89	178
P21 Lances 1 - 2					
50A	1	12.5	3	100	300
50A	2	10	6	130	780
60A	3	5	6	86	516
60A	4	5	10	81	810
50A	5	12.5	2	25	250
50A	6	12.5	6	313	1878
50A	7	6.3	22	82	1804
60A	8	5	3	89	267
P22 Lances 1 - 3					
50A	1	10	6	120	720
50A	2	10	6	86	516
60A	3	5	37	81	2997
60A	4	5	37	25	925
50A	5	12.5	3	100	300
50A	6	10	6	366	2196
50A	7	12.5	6	313	1878
50A	8	6.3	22	82	1804
60A	9	5	5	89	267
P23 Lances 1 - 3					
50A	1	12.5	3	100	300
50A	2	10	8	130	1040
50A	3	10	8	81	648
50A	4	5	10	101	1010
50A	5	5	20	25	500
50A	6	12.5	8	366	2928
50A	7	6.3	44	102	4488
50A	8	12.5	8	313	2504
60A	9	5	4	89	356
P25 Lances 1 - 4					
50A	1	10	6	120	720
50A	2	10	6	86	516
60A	3	5	44	81	3564
60A	4	5	37	25	925
50A	5	12.5	3	100	300
50A	6	10	6	366	2196
50A	7	12.5	4	366	1464
50A	8	12.5	2	313	626
50A	9	6.3	22	82	1804
60A	10	10	4	77	308
60A	11	5	2	89	178
P31 Lances 1 - 4					
50A	1	20	6	160	960
50A	2	20	8	150	1200
50A	3	6.3	16	122	1952
50A	4	6.3	16	27	432
50A	5	10	12	356	4272
60A	6	5	61	121	7381
60A	7	5	61	25	1525
50A	8	10	6	77	462
60A	9	5	3	89	267
P32 Lances 1 - 4					
50A	1	10	6	120	720
50A	2	10	6	86	516
60A	3	5	44	101	4444
60A	4	5	44	25	1100
50A	5	12.5	3	100	300
50A	6	10	6	366	2196
50A	7	12.5	6	366	2196
50A	8	6.3	22	102	2244
50A	9	6.3	22	27	594
50A	10	10	4	77	462
60A	11	5	3	89	267
P33 Lances 1 - 2					
50A	1	10	4	120	480
50A	2	10	4	86	344
60A	3	5	37	91	3367
50A	4	10	4	313	1252
60A	5	5	2	94	188
P35 Lances 1 - 2					
50A	1	12.5	2	100	200
50A	2	10	4	130	520
50A	3	10	4	86	344
60A	4	5	10	91	910
50A	5	12.5	4	313	1252
50A	6	6.3	22	92	2024
60A	7	5	2	94	188

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

RESUMO DE AÇO

AÇO	BIT mm	COMPR m	PESO kgf
60A	5	847	130
50A	6.3	208	51
50A	10	570	352
50A	12.5	205	197
50A	20	22	53
Peso Total	60A =		130 kgf
Peso Total	50A =		653 kgf

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

01- EXECUTAR A ESTRUTURA CONFORME NBR 14931/2004;
02- Confrontar projeto estrutural com projeto arquitetônico;
03- As formas e o escoramento devem ser executados de forma a evitar deslocamentos ou deformações por ocasião da concretagem, que possam comprometer a segurança ou o bom desempenho da estrutura;
04- Nas vigas grandes, nos balancins e elementos em balanço, deverão ser previstas contraflechas;
05- Em peças estreitas e altas, serão necessárias aberturas de pequenas janelas, a fim de facilitar a limpeza;
06- Antes do início da concretagem, as formas deverão estar limpas e estanques de modo a evitar eventuais fugas de pastas;
07- As formas deverão ser molhadas até a saturação a fim de evitar a absorção da água do concreto pela madeira;
08- As formas não deverão ficar em contato direto com os ferros, observando os cobrimentos mínimos;
09- Em nenhum caso, deve ser empregada na estrutura de concreto, uso de qualidade diferente da especificada no projeto,sem aprovação prévia do projetista;
10- Quando o projeto de armaduras negativas deve ser garantido, em relação à sua posição vertical, com o emprego de suportes rígidos e suficientemente espaçados;
11- Permite-se para manutenção dos distânciais mínimos do cobrimento, o uso de flanges de aço, pastilhas de concreto ou argamassa ;
12- Para a execução das estruturas deve-se levar em consideração todas as propriedades requeridas para:
- Resistência característica = Fck
- Durabilidade da estrutura
- Módulo de elasticidade = Ec
13- Antes do lançamento do concreto, devem ser conferidos os dimensões, posicionamento das formas, escoramento, armação das lajes, vigas, pilares, reservatórios, elevatórias, e demais elementos estruturais e a geometria dos elementos estruturais e as estruturas como um todo estejam conforme o estabelecido no projeto;
14- Não deverá ser lançado concreto sobre a base que estiver gelada, ou no momento em que a temperatura ambiente estiver abaixo de 5 graus negativos, ou que a temperatura ambiente estiver superior a 40 graus ou ainda quando a vento estiver acima de 60 metros/segundo;
15- O concreto deverá ser transportado e lançado de maneira que não ocorra a separação dos componentes da mistura, nem perda sensível de água, por ação da argamassa, por escamento ou evaporação;
16- O adensamento é obrigatório e deverá ser cuidadoso, ocupando todos os recantos da fôrma, evitando-se vazios nos envolvidos, que pode prejudicar muito os reparos das armaduras, dificultando a aderência do concreto;
17- No concreto de juntas frias, ou ainda em locais que deverão ser concretados até atingir a cota mestra de laje e as demais, o projetista deverá ser consultado da conveniência ou não de se deixar a junta rugosa;
18- Durante a concretagem de elementos estruturais de grandes vãos, deve haver monitoramento e correção de deslocamentos do sistema de fôrmas
19- O processo de cura do concreto deverá ser no mínimo de 7(sete) dias
20- A retirada das fôrmas e dos escoramentos só poderão ser feitas quando o concreto se tiver suficientemente endurecido para que ao serem feitas a remoção, não fiquem comprometidas a sua segurança e as deformações inevitáveis, tendo em vista a baixa rapidez de elasticidade do concreto e maior probabilidade de maior deformação diferida no concreto de baixa resistência e de pouca idade;
21- A retirada dos escoramentos e das formas deverá ser feita de maneira conveniente e progressiva, de forma a evitar para as peças em balanço, choques e o aparecimento de fissuras em decorrência de cargas diferenciadas;
22- MANTER CONSTANTE CONTROLE TECNOLÓGICO NA OBRA ;
23- QUAISQUER DÚVIDAS, CONSULTAR O CALCULISTA

DET.PINOS DE DOBRAMENTO

Bitola	Diâmetro dos Pinos de Dobramento
4.2 mm	25 mm
5.0 mm	40 mm
6.3 mm	50 mm
8.0 mm	63 mm
10.0 mm	80 mm
12.5 mm	100 mm
16.0 mm	125 mm
20.0 mm	160 mm
25.0 mm	200 mm



TRASPASSE PARA BARRAS CORRIDAS COM EMENDAS NÃO INDICADAS



CONCRETO	ø (mm)	5.0	6.3	8.0	10.0	12.5	16.0
25MPA	Le (cm)	75	45	55	65	85	105

CONCRETO / AÇO					
fck= 25 MPa	A/C máx.= 0.60	SLUMP = 10+-2		CA50A fyk 500 Mpa	
Type: 01	Cfk=	CA4 = 11	BRITA 1	CA60A fyk 600 Mpa	
COBRIMENTOS ARMADURAS				CARGAS PARA DIMENSIONAMENTO	
BLOCOS = 3.0	cm			CARGA UTILIZAÇÃO =	Kg/m2
VIGAS = 3.0	cm			REVESTIMENTO PISO =	Kg/m2
PILARES = 3.0	cm			ESPECIAIS =	Kg/m2
LAJES = 2.5	cm			ALVENARIA 7/2VEZ =	Kg/m2
RESERVATORIOS =	cm			ALVENARIA 1 VEZ =	Kg/m2
ESPECIAIS =	cm			ALVENARIA ESPECIAL =	Kg/m2

NORMAS DE REFERENCIA

NBR 6118 - PROJETO DE ESTRUTURA DE CONCRETO
NBR 6120 - CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES
NBR 6123 - FORÇA DEVIDO AO VENTO EM EDIFICAÇÕES
NBR 8681 - AÇOES E SEGURANÇAS NAS ESTRUTURAS
NBR 8122 - PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES
NBR 14931 - EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO
NBR 14859 - PROJETO DE LAJES PRÉ-FABRICADAS

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Projeto: Projeto estrutural da Central de Monitoramento

Obra: Central de Monitoramento

Referência: Detalhamento Pilares

Responsável Técnico: Diretoria de Planejamento Físico:

Engenheiro Civil Elias Pereira
CREA/PR 150678/D

Engenheiro Civil Guilherme Araujo Vultik
CREA/PR

Título do Desenho	Data de Emissão	Escala	Prancha
Pilares	Outubro/2024	indicada	09/09

PROPLAN Pró-reitoria de Planejamento

DWG VERSÃO EDUCACIONAL NÃO COMERCIAL PL CON-PIL-PIL-303-R00 PLT 19/10/2024 21:09:20
CONCRETO