

Casa Cepel NZEB

Memorial Descritivo do Projeto Básico



Centro de Pesquisa em Energia Elétrica (CEPEL)

Dezembro de 2021

1. Apresentação

1.1. Edificação (Objetivo da Edificação)

A Casa Cepel NZEB com característica de NZEB buscará promover a disseminação de conceitos e tecnologias, nas áreas de fontes renováveis, geração distribuída, eficiência energética de equipamentos e edificações, sustentabilidade entre outras. Neste sentido foram projetados espaços para demonstração, pesquisa, palestras, capacitação e apresentação de programas computacionais. O Cepel usará sua experiência de 20 anos de operação da Casa Solar para receber visitas de diferentes públicos.

1.2. Localização

Av. Horácio Macedo, 354 - Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 21941-911

A Casa Cepel NZEB situar-se-á no bairro da Cidade Universitária, Ilha do Fundão, no Rio de Janeiro. A cidade do Rio de Janeiro/RJ está localizada na costa Sudeste do país. Apresenta clima quente e úmido, com baixa amplitude térmica diária e altas temperaturas durante o verão, com variações locais devido às diferenças de altitude, vegetação e proximidade do oceano.

O Rio de Janeiro possui basicamente duas estações anuais: verão e inverno. Caracteriza-se por possuir períodos de sensação de frio nos meses de maio a outubro durante a madrugada; já os períodos de desconforto por calor são mais intensos ao longo da tarde dos meses mais quentes, de novembro a abril, especialmente no alto verão (dezembro a março); nos demais períodos a sensação térmica que predomina é a de conforto. A cidade apresenta 15% do ano em situação de desconforto por frio, 22% em conforto térmico e 63% do ano em desconforto por calor¹. Seguindo a divisão em oito Zonas Bioclimáticas sugerida pela NBR 15220², a cidade do Rio de Janeiro encontra-se na Zona Bioclimática 8. Vale ser destacado que considerando os Grupos Climáticos adotados na Minuta do Regulamento do Novo Método de Etiquetagem para Edificações Não

¹ Dados extraídos do site Projeteee (<http://projeteee.mma.gov.br/>), em fevereiro de 2020.

² NBR 15220, Desempenho térmico de edificações, norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Rio de Janeiro, 2005.

Residenciais (Anexo G/INI-C, documento disponibilizado no presente Edital), a cidade do Rio de Janeiro pertence ao grupo climático 13.

O terreno onde hoje se encontra todo o complexo CEPEL, local em que será erguida a edificação objeto deste Memorial, possui aproximadamente 68.800m² e possui algumas construções onde são desenvolvidas atividades da empresa. Localiza-se na esquina da Av. Horácio de Macedo com a Rua Maria Paulina de Souza, na Cidade Universitária, Ilha do Fundão. A Avenida Horácio de Macedo se caracteriza como uma via estrutural, com maior fluxo de automóveis, e a Rua Maria Paulina de Souza se caracteriza como uma via coletora. A **Figura 1** apresenta uma imagem aérea com a localização do terreno em relação às vias mencionadas.

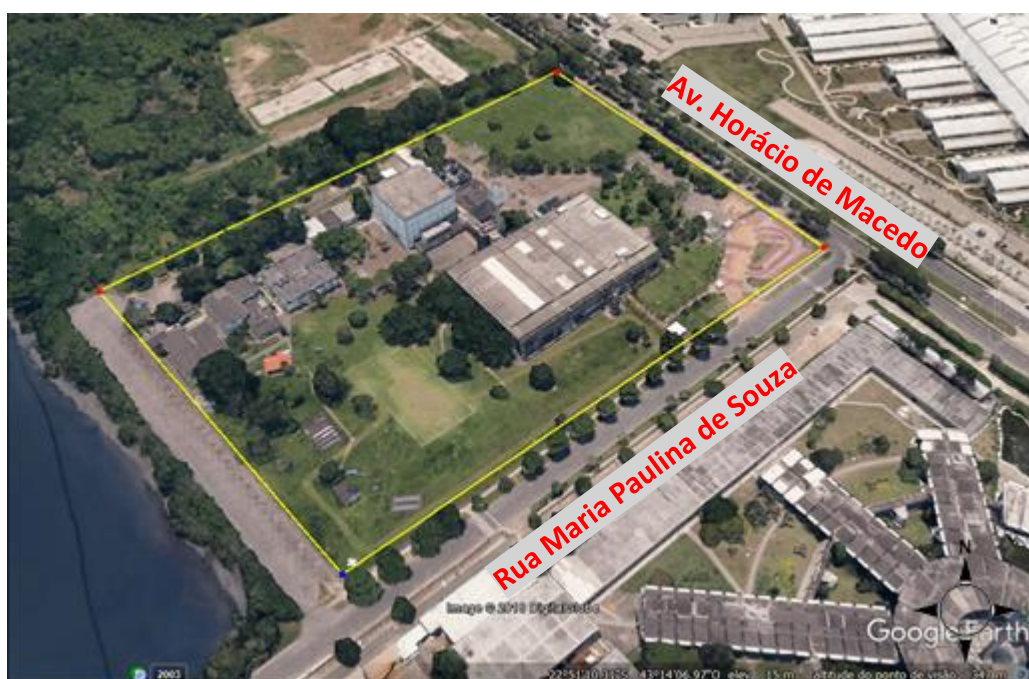


Figura 1: Terreno do CEPEL. Fonte: Adaptado do Google Earth

No terreno encontram-se ainda construções que abrigam as atividades do CEPEL, como laboratórios diversos, estacionamento e um campo de futebol.

Outro fato relevante relativo ao local de implantação é estar inserido dentro da Cidade Universitária da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), o que permitirá uma integração com a comunidade acadêmica em seus diversos campos do saber, em especial as faculdades de arquitetura e de engenharia, em suas diferentes especialidades.

1.3. Considerações Gerais

O Projeto arquitetônico da Casa Cepel NZEB apresenta **conformação espacial dividida em dois blocos principais** unidos por uma cobertura gerando a área de distribuição de circulação dos visitantes, local em que estará a *wallscreen*, elemento que irá informar o monitoramento dos equipamentos instalados, além de outros conteúdos a critério do Cepel. Mais detalhadamente, o conjunto da edificação será formado por cinco módulos (**Figura**), sendo eles:

- Sala de Demonstração;
- Auditório;
- Módulo de Célula a Combustível;
- Garagem;
- Pérgola;



Figura 2 - Perspectiva da Casa Cepel NZEB

1.4. Parâmetros de Implantação

Para definir a implantação do projeto no terreno selecionado foram considerados alguns parâmetros indispensáveis:

- Características do terreno: dimensões, forma e topografia do terreno, existência de vegetação etc.
- Adequação da edificação aos parâmetros ambientais: adequação térmica e iluminação natural adequadas nos ambientes. Foram consideradas as diversas características climáticas em função dos ventos, do sol e de vários outros elementos que compõem a paisagem, a fim de antecipar futuros problemas relativos ao conforto dos usuários;
- Características do solo: fez-se um estudo do tipo de solo presente no terreno, possibilitando dimensionar corretamente as fundações para garantir segurança e economia na construção do edifício;
- Topografia: foi feito o levantamento topográfico do terreno observando suas características e procurando identificar as prováveis influências do relevo sobre a edificação, sobre aspectos de fundações e de escoamento das águas superficiais;
- Orientação da edificação: buscou-se atender tanto aos requisitos de conforto ambiental e dinâmica de utilização do edifício quanto à minimização da carga térmica e consequente redução do consumo de energia elétrica. A orientação levou em conta o direcionamento dos ventos favoráveis e o movimento solar para cálculo de sombreamento.

1.5. Sustentabilidade

A proposta apresentada está centrada na elaboração do projeto de um edifício tipo NZEB - Nearly Zero-Energy Building - definido como um edifício com desempenho energético muito elevado e necessidades de energia quase nulas ou muito pequenas, que deverão ser cobertas em grande medida por energia proveniente de fontes renováveis produzidas no local ou nas proximidades.

O desempenho termo-energético de uma edificação depende da relação entre o clima do local em que a mesma será inserida e de fatores referentes ao projeto, como a implantação do edifício e também as propriedades do envelope. A envoltória é o elemento que recebe a maior parte da radiação solar que incide na edificação, sendo determinante para a manutenção de valores referentes à carga térmica interna apropriados ao conforto do ser humano. Desde o início do projeto arquitetônico da Nova Casa CEPEL, algumas diretrizes a respeito da envoltória foram estabelecidas, visando criar uma arquitetura com bom nível de eficiência energética.

Como mencionado anteriormente, a edificação será dividida em dois blocos principais: salas de laboratório e auditório. O partido adotado na solução estético-formal do projeto previa destaque visual para as placas fotovoltaicas a serem utilizadas na geração de energia, as quais foram localizadas na cobertura do bloco dos laboratórios. Por esse motivo, optou-se por fazer uso de um plano inclinado marcante na cobertura. Para dar tal destaque, buscou-se descolar o telhamento do núcleo edificado, criando uma espécie de exoesqueleto.

Procurando utilizar materiais e sistemas construtivos racionalizados, o núcleo da edificação foi planejado e devidamente modulado para a utilização de blocos de concreto, evitando perdas desnecessárias de material. Já para compor o exoesqueleto, se a ideia fosse materializada em concreto armado geraria maior sobrepeso, acarretando a existência de uma fundação mais robusta, desnecessariamente. Por essa razão, optou-se por utilizar o sistema de *steel frame*, que além do menor peso, configura-se como um sistema de construção seca e racionalizada, com pouca geração de resíduos. Vale ressaltar que ambos os sistemas, blocos de concreto e *steel frame*, apresentam vantagens construtivas como a limpeza do canteiro, a redução da necessidade de utilização de armaduras e de fôrmas, redução dos resíduos e do tempo

de obra. Além disso, ambos são passíveis de passarem por um processo de reciclagem dos materiais que os compõem.

Para complementar a proteção da envoltória, foi adotado isolamento termoacústico em painéis e telhas associado à estrutura em *steel frame*, garantindo assim uma transmitância térmica para as vedações verticais e cobertura condizentes com o estabelecido para o Rio de Janeiro – considerado Zona Bioclimática 8 em normas como a NBR 15220³, NBR 15575⁴ e o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C)⁵ e Grupo Climático 13 no Regulamento do Novo Método de Etiquetagem para Edificações Não Residenciais (INI – C, disponibilizado juntamente com o presente Edital). Vale ressaltar que as telhas e painéis termoacústicos apresentam pintura eletrostática, a qual confere maior durabilidade e menor necessidade de manutenção para tais elementos.

Além disso, foi utilizado também isolamento em lã de PET associado às vedações verticais em bloco de concreto, aumentando resistência térmica já proporcionada pela câmara de ar no interior do bloco, buscando também atender aos parâmetros de desempenho das normas já citadas. A opção pelo isolamento em lã de PET (e não por outros com igual desempenho) reside na sua natureza proveniente da reciclagem de garrafas PET descartadas.

O bloco referente aos Laboratórios de Eficiência Energética e de Geração Distribuída comportam até 50 pessoas e podem ser separados por divisórias retráteis em dois cômodos, sendo caracterizados como espaços para visitação, demonstra o de equipamentos e exposi o de resultados de pesquisas as serem realizadas pelo CEPTEL. As salas de laboratório serão compostas por veda o de bloco de concreto associado   uma camada de l  de PET e placa cimentícia para acabamento externo, além de piso em

³ Mencionada em nota anterior.

⁴ NBR 15575, Edifica es Habitacionais - Desempenho, norma da Associa o Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Rio de Janeiro, 2013.

⁵ Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifica es Comerciais, de Serviços e Públicas, do Instituto Nacional de Metrologia, Normaliza o e Qualidade Industrial (INMETRO). Brasília, 2013

Granitina, materiais de grande resistência que colaboram para a funcionalidade e manutenção dos ambientes.

As salas de laboratório possuem janelas altas e sombreadas voltadas para a orientação Sul, que proporcionarão a iluminação natural necessária para as salas sem ganhos excessivos de carga térmica. Ademais, as instalações aparentes, como eletrocalhas, eletrodutos e demais tubulações, proporcionarão flexibilidade de alteração dos pontos elétricos, de iluminação e hidrossanitários, prevendo uma dinâmica para rápidas adequações aos novos layouts e equipamentos, facilitando a manutenção.

O pavimento técnico da construção se localizará acima das salas de laboratório, com acesso por uma escada marinho na circulação coberta, sendo sua envoltória composta por placas cimentícias perfuradas visando a ocorrência de ventilação natural, conformando um cobogó. Este abrigará aparelhos de ar condicionado, reservatórios de água, dentre outros a serem definidos pelo CEPEL de acordo com a necessidade.

A cobertura desse bloco será composta por telhas isotérmicas fixadas na estrutura em *steel frame*, sendo que a água de maior dimensão, com inclinação de 22° e voltada para o Norte, receberá as placas fotovoltaicas para a geração de energia, que estarão dispostas na superfície do telhado com um corredor central de acesso para manutenção. Desta forma, em função da coloração das placas fotovoltaicas, este bloco da Nova Casa CEPEL será mais escuro, tendo continuidade através de uma parede naturada (parede vegetada) localizada nas vedações verticais do térreo e contrastando com o volume claro do auditório.

Já o bloco do auditório será organizado em dois ambientes: a área de reuniões e o depósito de mobiliário. O conjunto será composto por vedações verticais em bloco de concreto, lã de PET e placa cimentícia, sendo revestido internamente com massa acrílica texturizada e pintura acrílica branca, esquadrias de vidro, teto de gesso rebaixado e divisórias retráteis. Tais divisórias servirão para a separação da área de reunião em dois espaços que, juntamente com um mobiliário dinâmico de mesas basculantes e cadeiras empilháveis, possibilitarão layouts para atividades diversas, como cursos, workshops e pequenas apresentações. Já o teto de gesso rebaixado proporcionará um melhor acabamento estético para o sistema de iluminação artificial, instalação de ar condicionado embutido e passagem das instalações aéreas sem a interferência nas

laterais do ambiente. Assim como no bloco de laboratórios, todas as instalações serão aparentes, sendo este um partido adotado em projeto para a edificação.

Ainda no bloco do auditório foi prevista uma cobertura naturalizada extensiva voltada para proteção térmica da envoltória e para atuar como fator de contribuição para a redução do fenômeno de ilhas de calor, a qual contará com a utilização de espécies vegetais resistentes à insolação (Xerófitas, Crassuláceas, etc.) e de baixa necessidade de manutenção. Nas fachadas do auditório, orientadas a Noroeste e Sudeste, foram utilizados painéis em vidro, fixos e móveis, protegidos da incidência solar direta com *brises* verticais de modo a minimizar a área não opaca de sua envoltória. Tais elementos contribuem também com a estética da edificação, sendo prolongados visualmente ao serem refletidos pelo espelho d'água ao redor do volume da construção. Os mesmos *brises* são os limites verticais da circulação, a qual permitirá acesso à sala de auditório e fará a conexão com a área aberta (Praça de Demonstração) onde se encontrarão os equipamentos externos de geração de energia.

Foi adotada em toda a edificação a utilização da cor branca externamente em função de seu baixo valor de absorvância (aproximadamente 0,2), o que em muito contribui para a eficiência da envoltória. Embora tenha sido utilizada a mesma cor em toda a edificação, há uma diversidade de texturas que permite um dinamismo estético, além de elementos contrastantes aplicados em pontos específicos, como os diferentes pisos e pavimentações, as placas fotovoltaicas e a parede verde.

Em relação ao sistema de iluminação, além de sensores de iluminância junto às aberturas do laboratório, que permitem o aproveitamento da iluminação natural de forma automática, há sensores de presença em toda a edificação, que evitam o desperdício de energia com lâmpadas acionadas desnecessariamente. Esta e outras medidas de projeto, como os comandos de acionamento independentes por ambiente, permitiram que a edificação atendesse a todos os pré-requisitos necessários para alcançar a classificação A na avaliação do consumo energético do sistema de iluminação, conforme pode ser verificado, com maior riqueza de detalhe, no relatório de avaliação de consumo energético da edificação, parte integrante da documentação enviada.

Um outro sistema, o de condicionamento de ar, tem um projeto racionalizado, com cinco máquinas do tipo split etiquetadas pelo Inmetro, classificação A. Como os dois

principais ambientes da edificação (auditório e laboratório) podem ser subdivididos por divisórias retráteis, para um uso mais racional do espaço, essas subdivisões contam cada uma com sua própria máquina, de modo a possibilitar o acionamento apenas daquela sobre a área utilizada em determinado momento. As mesmas possibilidades de subdivisões foram consideradas nas zonas térmicas calculadas na classificação da envoltória. Além disso, o sistema atende ao pré-requisito para a classificação A, do isolamento necessário para as tubulações de fluido refrigerante. Como todas as máquinas também contam com etiqueta A, com um COP médio de 3,26, o sistema como um todo também atinge a classificação A de eficiência energética.

Além desses sistemas, a edificação conta com geração de energia elétrica renovável, feita por placas fotovoltaicas dispostas sobre a água norte (azimute 0°) do telhado do laboratório. O sistema fornece mais de 100% da energia necessária para a operação da edificação. É interessante ressaltar que o cálculo da classificação energética geral da edificação, mesmo sem contabilizar a contribuição das placas fotovoltaicas, já conduzia a um resultado de classificação A. Isso se deve à combinação de um projeto arquitetônico em harmonia com o clima, especificações de materiais adequados ao bom comportamento da envoltória e a utilização de sistemas complementares com desempenho eficiente também.

Com a contabilização da energia elétrica renovável gerada pelas placas fotovoltaicas, a classificação não só se manteve em A, como também foi possível atingir o objetivo de se obter uma edificação com balanço energético positivo, com consumo energético inferior ao produzido na própria edificação. Ressalta-se ainda que, somado a isso, está proposta a instalação de um sistema de automação com benefício direto relativo à economia de energia, pois entende-se que sua instalação permitirá que desperdícios de energia não ocorram.

Além dos dois blocos principais, o projeto conta também com áreas externas e outros módulos de atividades. Vale ressaltar que a vegetação preexistente foi devidamente identificada e mapeada de forma a garantir a sua permanência quando da implementação da Casa Cepel NZEB. O acesso à edificação será feito pela circulação coberta com piso em madeira ecológica plástica (material composto de resíduos de plástico e fibras apresentando aparência similar à madeira natural), o qual será repetido

em todo o entorno da construção, circulação dos laboratórios e pérgola. Buscou-se utilizar o deck de madeira na área de circulação por se tratar de uma solução sustentável, prática e bem-acabada, auxiliando ainda na retirada dos detritos dos calçados dos visitantes até que estes cheguem às áreas fechadas de piso liso.

Logo na área coberta de acesso principal estará localizada a *wallscreen*, conjunto de televisores, com diversas informações ao visitante possibilitando uma apresentação introdutória antes da distribuição do fluxo direcionado para as salas de laboratório e auditório. É também nessa área que poderemos encontrar um espaço expositivo destinado à antiga Casa Solar, o qual contará sua história e a manterá em nossas memórias.

Os espaços da garagem, pérgola e Célula a Combustível seguirão uma modulação baseada na volumetria dos laboratórios e farão uso do mesmo sistema construtivo, o *steel frame*. A utilização de uma envoltória em *steel frame* em tais módulos permitirá trabalhar de maneira dinâmica e flexível, que além de atender premissas técnicas, garante uma estética atual para a Casa Cepel NZEB, possibilitando ainda a fácil modificação dos fechamentos verticais da estrutura com o objetivo de testar novos materiais e tecnologias de vedação.

A garagem acomodará uma van elétrica e um armário com portas vazadas que possibilitará, caso necessário em um cenário futuro, a alocação de baterias para o armazenamento de energia gerada pelas placas fotovoltaicas. Além disso, na cobertura da garagem encontra-se o sistema de aquecimento de água por meio de placa solar, evitando-se assim gasto desnecessário de energia elétrica para este fim. Ressalta-se que esse é o único meio de aquecimento de água na edificação.

A pérgola se localizará entre as salas de laboratório e o módulo da Célula a Combustível, sendo composta por perfis de alumínio, ou similar, revestidos para melhor acabamento. Esse módulo corresponderá a uma área multiuso, que poderá ser utilizada de diversas formas e para diversos propósitos, tanto como um local de interação para visitantes e funcionários do Cepel, quanto para uma expansão futura de pequenas instalações ou banheiros, caso seja necessário.

Já o módulo da Célula a Combustível se encontrará em um cômodo com núcleo delimitado por vedações verticais de bloco de concreto com lã de PET e esquadrias de vidro, apresentando também um exoesqueleto em *steel frame* como os demais módulos. O acesso será feito através das esquadrias de correr que, quando abertas, deixarão o espaço com grande fluidez e exposto aos visitantes. Este cômodo possuirá uma laje e um pavimento técnico e poderá abrigar equipamentos de acordo com as necessidades futuras do Cepel. O espaço destinado para a futura alocação da Célula a Combustível não é condicionado artificialmente, sendo o rejeito de calor externo à edificação, tal área é caracterizada como um ambiente de permanência transitória.

Outra questão abordada no projeto é relativa ao uso racional de água. A conservação da água no meio urbano é uma das questões em maior evidência na atualidade. De um lado, com o aumento da urbanização, há a promoção de aumento na magnitude, no tempo de permanência e na frequência das cheias. De outro, há a crescente demanda por esse recurso, exigindo maior quantidade de água bruta disponível para atender aos usos requeridos.

Projetos de edificações sustentáveis vêm ganhando espaço na literatura técnica e, em termos de sistemas prediais hidráulicos e sanitários, existe uma relação próxima entre sustentabilidade e uso racional da água. Nos sistemas prediais hidráulicos, o consumo excessivo de água, além de custoso para o proprietário e de estressar um recurso natural finito, contribuindo para um quadro de escassez e (eventual) racionamento na escala urbana do abastecimento público, também é diretamente proporcional ao volume de esgotos gerado, o que tende a ameaçar a qualidade dos ambientes natural e construído, se não adequadamente coletado e tratado na escala urbana.

Em última análise, a economia de água também reverte em uma economia de energia, uma vez que uma parcela considerável do custo do tratamento e distribuição de água potável se refere aos gastos com energia. Consumindo menos, em escala local (no lote), tem-se uma reação em cadeia, em larga escala, com benefícios para o meio ambiente e para a própria cidade.

Acompanhando essa mesma linha de raciocínio, foram adotadas no projeto medidas relativas ao uso racional de água. Todos os metais especificados contam com sistemas economizadores de água atestados pelos fabricantes. Além disso, foi projetado um

sistema de recolhimento e armazenamento de águas pluviais em cisternas, sendo destinado para a utilização na irrigação das áreas externas e lavagem do carro.

1.6. Visitação

A casa NZEB proposta pelo Cepel será construída dentro do terreno da empresa na Unidade Fundão que fica na Av. Horácio de Macedo, 354, Cidade Universitária da Ilha do Fundão, Rio de Janeiro. Um Centro Tecnológico como o Cepel é uma instituição que deve promover ações de aprendizagem profundas e permanentes.

A Casa Cepel NZEB pretende ser um local de demonstração e apresentação de novas tecnologias na área de eficiência energética (EE), geração distribuída (GD) e construção civil, para isso contará com áreas internas e externas de demonstração de tecnologias e um auditório para 50 pessoas.

Além disso, na área de acesso às salas de demonstração haverá um grande wallscreen apresentando um tour virtual da Casa Cepel NZEB, explicando os conceitos de arquitetura bioclimática utilizados para a construção da casa e apresentando, em tempo real, a geração e o consumo acumulado. Um tour virtual on line poderá ser disponibilizado no futuro, quando houver recursos financeiros para integrar o acesso pela WEB às câmeras no local.

A Casa Cepel NZEB será construída em local estratégico pois fica no Rio de Janeiro, uma cidade com grande número de novas construções por ano, e dentro da Cidade Universitária e de um Centro de Pesquisas, que potencializa a visitação de estudantes, professores e profissionais das áreas citadas.

1.6.1. Interesse

A Casa Cepel NZEB além de ser arquitetonicamente atrativa, será um excelente exemplo de interdisciplinaridade – arquitetura bioclimática, geração distribuída, eficiência energética – de forma a apresentar diferentes conteúdos em um único projeto tecnológico e educativo, de forma vivencial.

A visita a Casa Cepel NZEB será mais que um passeio, será uma proposta que visa a integração do conteúdo teórico à experiência concreta, vivida. Além disso, a experimentação de tecnologia modernas e avançadas utilizadas no ambiente comum do

dia a dia, mesmo em nível residencial, desperta uma visão mais ampla do mundo que vai além dos conteúdos didáticos e abarca questões de cidadania.

“Contar com a participação e envolvimento dos estudantes durante as discussões de um projeto pedagógico é fundamental, pois o trabalho deve se dirigir para o centro de interesse dos mesmos.” [Barros]

A visitação tem seu objetivo potencializado quando o visitante pode participar de forma interativa dos conteúdos e conhecimentos apresentados. O objetivo desta casa é ser viva: interativa e em constante mutação para poder motivar e aguçar a curiosidade de seus visitantes. Debates também serão incentivados ao final da visitação.

Ressalta-se que o público das visitas em sua maior parte é formado por estudantes de ensino médio e superior e por profissionais, e, dessa forma, é um público potencialmente disseminador e multiplicador das tecnologias apresentadas.

1.6.2. Visitas em números

A experiência do Cepel com a Casa Solar Eficiente, inaugurada em 1997, foi utilizada como base para a estimativa de visitantes por ano. Um histórico apresentado no Plano Preliminar de Visitação da Nova Casa Cepel NZEB mostra que o número de visitantes que a Casa Solar do Cepel recebeu, no período de 1997 a 2017, variou em cerca de 500 a 1600 visitantes por ano.

A Casa Solar do Cepel apresentava um âmbito mais restrito, já a Nova Casa Cepel NZEB terá um âmbito mais amplo e suas demonstrações serão renovadas anualmente ou bianualmente, com apoio de parceiros. Desta forma podemos estimar que a visitação irá se manter alta pelos próximos anos. A estimativa é que o número de visitantes seja superior a 1.500/ano, chegando a 2.000/ano.

Considerando essa estimativa anual, o número de visitantes seria de cerca de 160 a 170 por mês. Considerando ainda uma média de 20 visitantes por visita, a estimativa seria de 8 visitas mensais. Entretanto a Nova Casa Cepel NZEB estará preparada para receber 2 visitas por dia, de 50 pessoas em cada uma, durante o horário de funcionamento normal da empresa. Considerando 21 dias úteis por mês, a quantidade máxima de visitas por mês seria de 42 e de 504 visitas por ano. A quantidade de visitantes poderia chegar a um número máximo 25.200.

1.7. Novas Tecnologias

O ambiente construído na atualidade, resulta massivamente de práticas energointensivas e de baixa eficiência energética, causando um descompasso, seja com os desdobramentos da evolução tecnológica globalizada, seja com as premissas dos objetivos do desenvolvimento sustentável.

Segundo a Agenda 2030, das Nações Unidas:

O esgotamento dos recursos naturais e os impactos negativos da degradação ambiental, incluindo a desertificação, secas, a degradação dos solos, a escassez de água doce e a perda de biodiversidade acrescentam e exacerbam a lista de desafios que a humanidade enfrenta. A mudança climática é um dos maiores desafios do nosso tempo e seus efeitos negativos minam a capacidade de todos os países de alcançar o desenvolvimento sustentável. Os aumentos na temperatura global, o aumento do nível do mar, a acidificação dos oceanos e outros impactos das mudanças climáticas estão afetando seriamente as zonas costeiras e os países costeiros de baixa altitude, incluindo muitos países menos desenvolvidos e os pequenos Estados insulares em desenvolvimento. A sobrevivência de muitas sociedades, bem como dos sistemas biológicos do planeta, está em risco.

Ou seja, todas as ações humanas devem corroborar para o redirecionamento da produção do ambiente construído de forma a torná-lo cada vez mais eficiente, não energointesivo e mais confortável para a sociedade como um todo. Para tal, o conceito de Novas Tecnologias se mostra como condição sine qua non para alcançar tais objetivos.

Diante deste contexto, a presente proposta de edificação NZEB se mostra como um exemplo a ser explorado e multiplicado, principalmente na atual realidade brasileira de surgimento/revisão de novos regulamentos nas áreas de geração distribuída de energia, desempenho térmico de edificações e de técnicas e produtos de eficiência energética. E no caso da Nova Casa Cepel, a inovação maior está na possibilidade de somar tudo isto em um projeto arquitetônico, que resgate estratégias de arquitetura bioclimática e que, de posse das boas práticas em arquitetura, promova uma proposta de edificação NZEB, que atenda também aos requisitos da estética e da integração com o entorno, de forma a convidar os usuários a vivenciar o sentimento de pertencimento, tão pertinente ao bem-estar da sociedade.

Como exemplo, alguns dos componentes/materiais, tanto propostos, quanto como estão aplicados, para esta edificação podem ser tidos como novas tecnologias na construção, a saber:

No caso do Sistema de Naturalização, o qual trata da aplicação de vegetação em superfícies construídas, por ser um sistema que contém uma camada viva, a sua instalação na cobertura e na fachada resulta em uma forma de explorar respostas tanto estéticas quando de atenuação térmica, uma vez que a radiação solar é absorvida pelas plantas, em forma de fótons, primordial para o processo de fotossíntese e fundamental para o desenvolvimento da saúde da vegetação. Somado a isto, o sistema de irrigação automatizado e por aspersão se mostra eficiente energeticamente e econômico pelo uso racional de água. Ou seja, é o consórcio das técnicas e tecnologias que promovem o tom de inovação tecnológica para este empreendimento.

A Nova Casa Cepel NZEB foi concebida também para ser uma área de monitoramento e demonstração de tecnologias notadamente nas áreas de eficiência energética, geração distribuída e fontes renováveis e de automação de equipamentos, tanto para consumidores como para distribuidores de energia.

Desta forma, a casa possuirá um sistema de aquisição de dados e controle baseado em Internet das Coisas (IoT), tomadas elétricas com IP e luminárias com sensores, além de outros equipamentos elétricos com possibilidade de sistema de controle inteligente embarcado. O sistema deverá medir e controlar várias grandezas como as variáveis de geração fotovoltaica, o consumo de energia elétrica, assim como a temperatura e a umidade dos ambientes. Esse sistema contará com um software de controle e tratamento de dados, desenvolvido no Cepel especificamente para a casa NZEB. O software será desenvolvido como parte do sistema SOMA (Sistema Orientado ao Monitoramento de Ativos de Engenharia) do Cepel, que é um sistema único e integrado que incorpora produtos desenvolvidos pela empresa na linha de monitoramento, análise e diagnóstico de equipamentos, visando atender às empresas quanto ao aumento da disponibilidade e à redução dos custos de manutenção. As funcionalidades do SOMA permitem desde o monitoramento online do estado do equipamento até o diagnóstico da sua condição operativa. Tudo isso, por meio de uma interface Web que oferece sinais em tempo real, alarmes, agendamento de manutenções, curvas

históricas, técnicas de tratamento de sinais e módulo de diagnóstico preditivo baseado em algoritmos de Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas.

A partir desses dados de monitoramento, pretende-se ainda desenvolver alguns processos de automação, como por exemplo: sensoriamento de presença e de luz natural com ajuste da iluminância; monitoramento de portas abertas que acionará um sistema de cortina de ar, objetivando garantir o conforto térmico e diminuir o desperdício de energia; acionamento automático do sistema de climatização a partir de agendamento de visitação e de atividade de treinamento, entre outros que serão discutidos posteriormente conforme desenvolvimento de projetos P&D a partir de utilização dos recursos da casa NZEB.

Toda a medição de geração e consumo realizada pelo sistema de monitoramento será armazenada em banco de dados relacional e ficará disponível tanto para desenvolvimento de pesquisa relacionada quanto para a equipe da Eletrobras/Procel ou a quem a mesma indicar para executar o projeto de M&V.

Assim, ressalta-se que o sistema de aquisição de dados, monitoramento e automação previsto possibilitará a implantação de experiências de desenvolvimento tecnológico e educacional que vão muito além do caráter informativo dos dados medidos e armazenados.

Paralelamente, será implementado um sistema de réplicas virtuais (digital twins) dos sistemas de geração fotovoltaica – tecnologia adotada na Indústria 4.0 para auxiliar, através da digitalização e da simulação em tempo real de ativos com base em modelos de engenharia, na operação e no diagnóstico da condição dos mesmos.

A casa apresentará ainda um sistema fotovoltaico de geração distribuída, composto de módulos fotovoltaicos de última geração e maior eficiência disponível no mercado, no momento de sua aquisição. Numa segunda fase, pretende-se demonstrar outras tecnologias de GD como: células fotovoltaicas orgânicas; células combustíveis, inclusive para uso residencial; tecnologias emergentes de armazenamento de energia; aerogeradores para pequenas velocidades de vento e fluxos não uniformes. Outras funcionalidades poderão ser adicionadas ao sistema de automação: abertura e fechamento de cortinas; controle de temperatura do ar condicionado por zonas, com

utilização de sensores em diversos pontos distintos das áreas condicionadas; otimização de geração híbrida considerando a previsão climática horária etc.

1.8. Uso da Edificação

A Casa Cepel NZEB foi projetada para ser um espaço multiuso, a área de auditório permite a realização de cursos, treinamentos, palestras e debates, bem como para apresentação do roteiro das visitas e explicação da importância das tecnologias e experimentos demonstrados para os visitantes. As áreas internas de demonstração abrigarão as tecnologias de eficiência energética, automação da distribuição, geração distribuída e os programas computacionais relacionados a smart city, sustentabilidade, mudanças climáticas, consumo eficiente, geração distribuída, geração renovável entre outras. A área externa abrigará as tecnologias eficientes que usam a energia solar como insumo primário e as tecnologias de geração distribuída solar, e futuramente geração eólica e célula combustível. As características de permitir o monitoramento do consumo dos equipamentos, da geração de energia, de variáveis bioclimáticas e de características dos materiais construtivos implicam na possibilidade de subsidiar pesquisas e desenvolvimento tecnológico. Desta forma, espera-se que a configuração da Casa Cepel permita que as seguintes funcionalidades possam ser realizadas:

- a) Demonstração de tecnologia comercial de geração distribuída, incluindo fontes como solar (fotovoltaica e térmica), energia eólica (aerogerador de pequeno porte), novas tecnologias de geração distribuída e armazenamento.**

Esta função visa à promoção contínua das tecnologias alternativas de geração de energia elétrica. Estas tecnologias estão em constante aperfeiçoamento e desenvolvimento. As tecnologias de armazenamento têm evoluído bastante e são importantes para novos modelos de negócio na distribuição e também em sistema isolados. Esta Casa pode fazer a comparação entre algumas tecnologias, inclusive de célula combustível, nicho de pesquisa do Cepel.

- b) Demonstração de tecnologia comercial de equipamentos nas áreas de EE.**

Esta função também já vinha sendo exercida na Casa Solar Eficiente, e poderá ser potencializada com equipamento mais eficientes e medições comparativas, em parceria com a iniciativa privada.

c) Demonstração de técnicas da arquitetura bioclimáticas nas edificações.

O projeto da Nova Casa Cepel e suas características serão uma demonstração de como os princípios da arquitetura bioclimática dentro do conceito de NZEB colaboram para a minimização da potência dos equipamentos de condicionamento de ar. Opcionalmente uma parede e/ou parte do telhado do módulo da garagem podem ser modificados para testar diferentes tipos de material ou técnicas de construção.

d) Demonstração de tecnologias de prosumer, medição inteligente residencial entre outras.

A tendência atual nos países desenvolvidos é proporcionar aos consumidores um maior controle sobre o seu consumo e a possibilidade de gerar energia elétrica, este duplo papel de consumidor (*consumer* em inglês) e produtor (*producer* em inglês) originou o termo “prosumer”, associado a esta nova possibilidade estão as tecnologias de medição e controle das cargas do consumidor o que permite a visualização, monitoramento e gestão do consumo

e) Demonstração de tecnologia de controle remoto da demanda e novos modelos de fornecimento de energia elétrica.

A experiência dos países com a flexibilização do sistema tarifário mostra o surgimento de novos modelos de negócio para as distribuidoras, a implementação destes modelos, frequentemente, implica na implantação de novos equipamentos como controladores de demanda residencial e na necessidade de programas computacionais de simulação destes novos modelos. A Casa poderá simular diversos modelos de negócio, preparando o consumidor para esta possível evolução do setor elétrico brasileiro.

f) Disseminação do conceito de Cidade Inteligente (Smart City)

As cidades inteligentes do futuro se baseiam no uso intensivo da informática e comunicação (internet das Coisas), da gestão urbana e ações sociais baseadas em dados para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos notadamente nas grandes cidades. A Nova Casa Cepel pode criar algumas experiências virtuais no sentido de disseminar este conceito de interconectividade dos serviços e tornar os consumidores conscientes.

g) Demonstrar o papel do cidadão e consumidor nas questões climáticas.

Diversas ferramentas computacionais foram e estão sendo desenvolvidas para promover o entendimento de como as ações do homem influenciam nas transformações climáticas. A Nova Casa Cepel pode mostrar estas ferramentas e colaborar no desenvolvimento de outras, como a simulação dos ganhos energéticos com a reciclagem, os cenários dos recursos hídricos no futuro e sua relação com a geração hidrelétrica de energia elétrica.

h) Demonstração de tecnologias experimentais desenvolvidas pelo Cepel e outros agentes.

Além das tecnologias comerciais, esta casa pode mostrar as pesquisas desenvolvidas pelo Cepel nestas áreas, tornando conhecidos os seus produtos e conhecimentos. Além disto, pode promover a demonstração de tecnologias concebidas por alunos, pesquisadores de outras instituições, instituições governamentais etc.

i) Subsidiar pesquisas com dados devido à característica de monitoramento de todas as variáveis, elétricas e bioclimáticas.

A Nova Casa Cepel pode funcionar também como laboratório em que vários equipamentos e materiais de construção podem ser comparados dentro de um ambiente totalmente monitorado. As medições seriam armazenadas e ficariam à disposição dos pesquisadores. Como exemplo, a Casa Eficiente da Eletrosul funciona uma semana para visita e três semanas para estudos e pesquisas.

j) Promover a integração entre a comunidade científica, sociedade e agentes governamentais.

A Nova Casa Cepel será o ambiente propício para reuniões e encontros técnicos com sistemas de vídeo conferência, possibilidade de realização de demonstrações e visualização à distância.

k) Colaborar na formação e capacitação de profissionais nas áreas de eficiência energética e fontes renováveis.

A estrutura permite a realização de cursos e capacitações nas áreas de eficiência energética, fontes renováveis, geração distribuída, sustentabilidade e distribuição entre outras.

i) Colaborar na formação e conscientização da nova geração de consumidores e cidadãos.

Uma das experiências aprendidas pelo Cepel foi a importância dos espaços demonstrativos para sedimentação dos conhecimentos por parte dos alunos de todos os níveis. A Nova Casa Cepel NZEB irá ampliar essa disseminação de conhecimento pois é fortemente concebida e projetada pelo conceito de eficiência e sustentabilidade. Além do mais, as simulações sobre o controle de consumo de energia e dos possíveis novos modelos de negócios na distribuição, contribuirão para a formação da nova geração de profissionais e consumidores.

2. Projeto de Arquitetura

2.1. Referências Normativas

- ABNT NBR 9050, Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.
- Artigo 80 do Decreto Federal N°5.296, de 2 de dezembro de 2004, a acessibilidade é definida como “Condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida”.

2.2. Alvenarias e Vedações

2.2.1. Bloco de Concreto

Serão empregados blocos de concreto estrutural para paredes de vedação das salas e auditório, rigorosamente de acordo com a *NBR 6136:2016 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisito*; e a *NBR 15961-2:2011 - Alvenaria estrutural — Blocos de concreto - Parte 2: Execução e controle de obras*; se obedecerão às dimensões, alinhamentos e espessuras determinados no projeto conforme Plantas de Alvenarias.

7.173 Blocos de concreto, nas seguintes dimensões: 14 cm x 19 cm x 39 cm, ref. MV1540 de fabricação MULTIBLOCO. Os blocos deverão receber uma camada de impermeabilização a base de resina epóxi.

Os blocos deverão ser submetidos à aprovação prévia da **FISCALIZAÇÃO** do **CONTRATANTE**.

Os blocos serão assentados com junta tipo “mata-junta”, e com argamassa pronta tipo Multimassa super da QUARTZOLIT ou similar. Caso a **CONSTRUTORA** opte por outro tipo e fabricante da argamassa o mesmo deverá ser aprovado pela **FISCALIZAÇÃO** do **CONTRATANTE**.

Os blocos serão cuidadosamente aprumados a fio de prumo: as fiadas serão niveladas em nível de bolha. As juntas terão espessura máxima de 1,0 cm (um centímetro) e serão cuidadosamente acabadas. Os blocos de concreto com função estrutural serão grauteados e deverá ser considerada a colocação de barras de aço CA-50 nos “PILARES” e grampos (estribos) para amarração das alvenarias.

As paredes de vedação deverão ser calçadas nas vigas e/ou lajes do teto. Este aperto somente poderá ser executado 8 (oito) horas após o assentamento da parede em questão. Os blocos deverão ser submetidos à aprovação prévia da **FISCALIZAÇÃO** do **CONTRATANTE**.

2.2.2. Elementos Vazados em Brises de Concreto

Na circulação de acesso ao auditório serão utilizados elementos vazados em concreto, tipo brises, de piso a teto nas dimensões 5x20cm revestidos com massa acrílica texturizada, tipo microcimento, como acabamento.

2.3. Revestimentos

Os revestimentos utilizados em cada área seguem na tabela abaixo:

Tabela 1: Revestimentos, acabamentos e pintura

AMBIENTE	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA		
	PISO	PAREDE	TETO
Garagem	Brita	Bloco de concreto aparente com impermeabilização a base de resina epoxi internamente	Steel frame aparente
		Painéis isotérmicos lisos nas laterais externas	

AMBIENTE	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA		
	PISO	PAREDE	TETO
Sala de laboratórios	Granitina	Bloco de concreto aparente com impermeabilização a base de resina epoxi internamente	Steel frame aparente
		Bloco de concreto com massa acrílica texturizada tipo microcimento e pintura acrílica na cor branca internamente	Laje lisa na parte interna
		Painéis isotérmicos lisos nas laterais externas	
Circulação coberta	Deck em madeira plástica	Bloco de concreto revestido com o conjunto placas cimentícias mais isolamento termoacústico de lã de pet	Laje lisa
		Bloco de concreto com massa acrílica texturizada tipo microcimento e pintura acrílica na cor branca internamente	
Circulação auditório	Granitina	Esquadrias fixas de vidro	Laje lisa com forro de gesso acartonado e manta térmica
		Brisas revestidos com massa acrílica texturizada tipo microcimento	
Auditório	Granitina	Esquadrias fixas de vidro	Laje lisa com forro de gesso acartonado e manta térmica
		Esquadrias móveis de vidro	
		Bloco de concreto com massa acrílica texturizada tipo microcimento e pintura acrílica na cor branca	
		Rodapé de marmorite, 10cm	
Pérgola	Deck em madeira plástica	-	Perfis de aço
Célula a combustível	Deck em madeira plástica	Esquadrias fixas de vidro	Laje lisa na parte interna
		Esquadrias móveis de vidro	
		Bloco de concreto revestido com o conjunto placas cimentícias mais isolamento termoacústico de lã de pet	
		Painéis isotérmicos lisos nas laterais externas	Steel frame aparente

AMBIENTE	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA		
	PISO	PAREDE	TETO
Banheiro	Granitina	Bloco de concreto aparente com impermeabilização a base de resina epoxi internamente	Laje lisa
Sala de Controle	Deck em madeira plástica	Bloco de concreto revestido com o conjunto placas cimentícias mais isolamento termoacústico de lã de pet	Laje lisa
		Esquadrias fixas de vidro	
		Esquadrias móveis de vidro	

2.3.1. Rodapés e soleiras

No auditório serão colocados rodapés de granitina com altura de 10cm. As soleiras serão em granitina com largura de 15 cm.

2.3.2. Placas Cimentícias e Isolamento Termo Acústico

Conforme indicado em projeto, serão utilizados em conjunto placas cimentícias de dimensões 1,20x2,40 m e isolamento termo acústico de lã de pet de 50 mm de espessura, de forma que componham um elemento de proteção às vedações verticais. Este revestimento será utilizado nas paredes externas, voltadas para a área de circulação, do laboratório e auditório, sendo também empregado nas paredes do laboratório da Célula a Combustível.

2.3.3. Massa Acrílica Texturizada

De acordo com as especificações no projeto deverá ser utilizada pintura tipo microcimento com aplicação posterior de pintura acrílica na cor branca nas vedações verticais internas e nas fachadas externas do auditório, na face posterior da parede verde na circulação coberta e na parede Sul das salas de laboratório. Os brises e toda a estrutura convencional aparente receberão apenas a pintura tipo microcimento.

A aplicação compõe-se de fases nas quais o primeiro passo é fazer uma boa preparação das superfícies a revestir. É fundamental garantir que as superfícies estarão devidamente limpas e desengorduradas para aplicação dos promotores de aderência e

garantia da sua eficácia. Nesta fase faz-se também um correto nivelamento da superfície, se esta não estiver nivelada.

O aplicador deverá seguir o modo de aplicação de acordo com as instruções do produto, primeiramente com o selador e posteriormente com a massa.

A aplicação do produto será manual com espátulas. Para cada superfície existe um método específico de aplicação, e cada produto terá as suas especificidades, sendo que o seu rendimento também vai estar dependente destes fatores, ainda aplicada uma última camada de proteção com verniz ou poliuretano, devendo o acabamento final ser fosco.

Nota:

O aplicador deverá ser credenciado pelo fabricante e seguir rigorosamente as instruções deste.

2.4. Esquadrias

2.4.1. Portas

As portas serão fornecidas pelo fabricante com o acabamento definitivo, sendo em madeira tauari, e deverão apresentar-se não empenadas, sem nós, brocas ou cupins. Todas as portas terão espessura mínima de 30 mm e terão bandeira fixa de madeira na parte superior. O quantitativo e especificações das portas seguem abaixo:

Tabela 2: Especificações portas

PORTAS				
AMBIENTE	MATERIAL	TIPO E MODELO	DIMENSÃO	QUANTIDADE
Salas de laboratório	Madeira tauari pintada na cor branca	Prancheta 01 folha de abrir com aduelas secas e uma bandeira fixa superior	1,00 x 2,10, bandeira de 1,39 m	2
Auditório	Madeira tauari pintada na cor branca	Prancheta 01 folha de abrir com aduelas secas e uma bandeira fixa superior	1,00 x 2,10, bandeira de 0,90 m	2
Banheiro	Madeira tauari pintada na cor branca	Prancheta 01 folha de abrir com aduelas secas e uma bandeira fixa superior	0,80 x 2,10, bandeira de 1,39 m	1

2.4.2.Janelas

Todas as janelas serão de alumínio adquiridas com proteção de fábrica constituída por proteção antiferruginosa. Todas as janelas receberão vidros lixos, exceto a do banheiro que será de venezianas para a proteção visual dos usuários. O quantitativo e especificações das janelas seguem abaixo:

Tabela 3: Especificações janelas

JANELAS				
AMBIENTE	MATERIAL	TIPO E MODELO	DIMENSÃO	QUANTIDADE
Salas de laboratório	Alumínio	Esquadria fixa	2,10 x 3,00	2
Auditório	Alumínio	Esquadria fixa	4,25 x 3,00	2
		Esquadria móvel 4 folhas	5,00 x 3,00	2
Banheiro	Alumínio	Veneziana	0,60 x 0,60	1
Célula a Combustível	Alumínio	Esquadria fixa	2,20 x 3,00	1
		Esquadria fixa 2 folhas	2,00 x 3,00	1
		Esquadria móvel 4 folhas	4,20 x 3,00	1
Sala de Controle	Alumínio	Esquadria fixa	0,74 x 3,00	1
		Esquadria móvel 2 folhas	2,05 x 3,00	1

2.5. Pisos

2.5.1.Contrapiso

As pavimentações só poderão ser executadas após o assentamento das canalizações que devem passar sob elas, bem como, se for o caso, de completado o sistema de drenagem;

- As pavimentações internas, inclusive a cobertura, terão caimento necessário para escoamento da água para os ralos, com declividade mínima de 0,5%;
- Deverá ser executado contrapiso em argamassa industrializada própria para contrapiso tipo Qualimassa da QUARTZOLIT ou VOTOMASSA contrapiso da VOTORANTIN.
- A pavimentação da Garagem, deverá ser precedidas do lançamento de base de brita corrida e compactada com rolo mecânico, sobre leito de solo natural

regularizado até a cota de assentamento do piso, conforme projeto de arquitetura.

- Sobre o leito de brita corrida deverá ser lançado e compactado, com placa vibratória, base granular, regularizado para assentamento das placas de concreto.
- Deverá ser providenciado um sistema provisório de drenagem, adequado para todas as seções e áreas dos serviços, de modo a impedir a entrada e/ou acúmulo de águas, nesses locais, durante todo o tempo de trabalho.

2.5.2. Deck em Madeira Plástica e Piso de Granitina

Para a correta execução dos pisos, primeiramente o contrapiso em argamassa aplicada sobre a laje estrutural ou lastro de concreto deve estar nivelado e bem compactado. Ademais, para a instalação do deck de madeira plástica faz-se necessário o nivelamento com granzepes para fixação do assoalho. É importante que o tanto o deck quanto o piso de granitina finalizados fiquem no nível indicado em projeto.

O deck deve ser colocado como módulos, tipo “tabuleiro”, para melhor acabamento nas paredes de encontro não ortogonais e com espaçamento para escoamento de água. Os granzepes serão de madeiras mais duras provenientes de manejo florestal como a itaúba ou o pinus auto clavado proveniente de reflorestamento e tratado em autoclave contra bichos e fungos. Após a finalização, deve ser passada camada protetora fosca conforme orientação do fabricante.

Antes da execução do revestimento a **CONSTRUTORA** deverá apresentar amostra do material para a aprovação da **FISCALIZAÇÃO** do **CONTRATANTE**.

2.6. Tetos e Forros

2.6.1. Gesso Acartonado com Manta Térmica

Conforme indicado em projeto, no Auditório e circulação coberta deverá ser utilizado o sistema de painéis de gesso acartonados com chapa de 12 mm, estruturados com perfis próprios em aço zincados, em conjunto com manta térmica de no mínimo 10 mm de espessura. Os rebaixos em gesso deverão ter acabamento com massa corrida PVA e pintura PVA na cor branco neve.

2.6.2.Laje aparente

De acordo com o projeto e memorial descritivo de estrutura as lajes deverão ser lisas e com 12 cm de espessura, sendo aparentes nas salas de laboratório, sala de controle, banheiro e módulo da Célula a Combustível. No auditório a laje estará oculta devido ao rebaixo de gesso, como especificado no item anterior.

2.7. Coberturas e Telhados

2.7.1.Estrutura Metálica tipo Steel Frame para cobertura

Deverá ser prevista estrutura de apoio ao telhado, como terças e cumeeiras, em perfis de Steel Frame galvanizado comerciais apoiados em estrutura seguindo a mesma metodologia, que deverá ser dimensionado por empresa especializada ou pela **CONSTRUTORA** e submetido à aprovação da **FISCALIZAÇÃO** do **CONTRATANTE**.

Esta estrutura deverá estar interligada ao sistema de Proteção a Descargas Elétrica.

2.7.2.Telha Metálica Termo-acústica e Painéis Isotérmicos

Sobre as estruturas de Steel Frame será fixada a cobertura de telha tipo “sanduíche” com espuma de poliuretano expandido, de fabricação PANISOL ou similar, com 50mm de espessura ou mais de acordo com a disponibilidade do fabricante, na cor branca.

Os fechamentos verticais serão painéis isotérmicos lisos com a mesma materialidade da telha, de fabricação PANISOL ou similar, com 50mm de espessura ou mais de acordo com a disponibilidade do fabricante, na cor branca.

Antes da execução da estrutura do telhado e dos fechamentos a **CONSTRUTORA** deverá apresentar amostra do material para a aprovação da **FISCALIZAÇÃO** do **CONTRATANTE**.

2.8. Divisórias

2.8.1.Divisória Articulada (retrátil)

Conforme indicação do projeto, as divisórias articuladas deverão ter tratamento acústico para possibilitar a divisão de espaços tanto no auditório quanto nas salas de laboratório. O trilho será fixado diretamente ou com tirante em viga, acima do rebaixo de gesso no caso do auditório.

Será instalada parede divisória tipo articulada, modelo DIMOFLEX ou similar, com 111mm de espessura, estrutura em alumínio anodizado e placas de aglomerado de 15mm, com isolamento acústico em lã de rocha, conforme especificações do fabricante, revestida de laminado melamínico texturizado na cor branca. Fabricada pela DIMOPLAC ou equivalente.

Antes da execução da divisória a **CONSTRUTORA** deverá apresentar amostra do material para a aprovação da **FISCALIZAÇÃO** do **CONTRATANTE**.

2.9. Equipamentos Sanitários

As louças sanitárias, equipamentos afins e peças complementares serão fornecidos e instalados pelo **CONSTRUTOR**, de acordo com o posicionamento do Projeto de Arquitetura e com orientação dos fabricantes.

2.9.1. Louças Sanitárias

As louças sanitárias serão de fabricação DECA ou similar na cor branca.

- Bacia Sanitária: Para o sanitário deverá ser empregado bacia de fabricação DECA modelo Izy Conforto Bacia com Caixa acoplada com acionamento Duo - P.115.17 e assento com abertura frontal, AP 5217 também de fabricação DECA. Fixação ref. 372.919-1. Tubos de ligação cromado ref.: 510.654-1. Assento em polipropileno ref. 500.100, para linha AZÁLEA cor branca, CELITE.
- Lavatórios e Cubas.
 - a. Para o banheiro: Uma cuba de embutir quadrada, modelo L.701.17, com dimensão de 0,41x0,41x0,18m ou similar. Uma cuba de apoio quadrada com mesa, modelo L.73.17, com dimensão 0,41x0,41x0,155m ou similar.
 - b. Para as salas de laboratório: Cuba Deca de Piso coluna quadrada, modelo LC.26.17, 0,37x0,395x0,85m ou similar.

2.9.2. Metais Sanitários

Todos os metais sanitários deverão ser de fabricação DECA ou similar cromados, conforme definido em projeto.

- Registros de Gaveta, Acabamento Cromado

Os registros de gaveta com acabamento cromado serão instalados no interior dos novos compartimentos e terão por finalidade isolar cada ramal do restante da instalação.

- Torneiras para Lavatórios
 - a. Para banheiro: DECA – Izy Plus – Misturador de mesa bica alta para lavatório – 1877.C24, com arejador.
 - b. Para as salas de laboratório: DECA – Link – Misturador de mesa bica alta para lavatório – 1877.C.LNK, com arejador.
- Sifão e Válvulas para Lavatório

Serão empregados sifões cromados e válvulas cromados da marca DECA ou compatível.

2.9.3.Acessórios Diversos

- Dispenser sabonete manual Elite, modelo White/White 7025/7030 ou similar;
- Toalheiro interfolhado Elite, modelo White/White 7015 ou similar;
- Papel higiênico interfolhado Elite, modelo White/White 7005 ou similar;
- Cabides DECA, Linha evidence, modelo 2060 C EVD ou similar;

Tampos dos ralos com Grelha Quadrada em Aço Inox Alto Brilho, mecanismo de abertura e fechamento para as áreas de lavagem.

2.9.4.Acessórios Especiais

Nos Sanitários de PNE - Portadores de Necessidades Especiais, deverão ser instaladas barras de apoio em aço inox, conforme norma ABNT NBR 9050, Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

*Nota: A instalações destas Alças, assim como dos Espelhos dos Sanitários de PNEs, deverão ser sob a orientação direta da **FISCALIZAÇÃO** do **CONTRATANTE**.*

2.9.5.Bancadas dos Sanitários

Para os sanitários, conforme detalhe específico, deverá se utilizar bancada em granito cinza Andorinha com manchas pequenas e intensas, devidamente levigado e impermeabilizado, incluindo frontispício de 25 cm e saia com 10cm, e 55cm de profundidade útil.

3. Estruturas e Fundações

3.1. Descrição

Para o desenvolvimento do projeto estrutural foram consideradas as soluções previstas no Projeto de Arquitetura, onde foi adotada a utilização de estrutura independente de concreto armado moldado no local para o auditório, e paredes em alvenaria estrutural com blocos de concreto e laje maciça aparente para a área dos Laboratórios. O projeto dos elementos estruturais em concreto armado foi realizado utilizando o software Eberick V8 (2018), concebido respeitando as prescrições da NBR6116/2014. Para os elementos estruturais considerou-se a utilização de Concreto com $f_{ck,28} = 35$ MPa (excetuando-se os blocos de coroamento, onde foi considerado $f_{ck,28} = 30$ MPa), abatimento de 100 mm, diâmetro máximo de agregado de 19 mm e classe de agressividade II (moderada). Sobre a laje do auditório está prevista a execução de uma cobertura verde, e, para efeito de cálculo estrutural, esse carregamento foi considerado de 150 kg/m², conforme definido pelo projeto de paisagismo. Os demais carregamentos e as informações detalhadas relacionadas ao projeto de estruturas de concreto armado, encontram-se na memória de cálculo que acompanha o projeto.

As fundações foram concebidas considerando o relatório do serviço de sondagem realizado pela empresa SOLOTESTE contratada pelo CEPEL. Foram realizados 5 (cinco) furos de sondagem que indicaram uma camada de aterro de cerca de dois metros, com resistência muito baixa ou nula. Destaca-se que para o furo de sondagem número SP03, a dois metros de profundidade, no ensaio de SPT com apenas 1 golpe o amostrador deslocou-se 45 cm, impedindo a determinação do NSPT para os 30 cm finais, o que impossibilita inferir a resistência do solo nessa profundidade. O nível da água foi encontrado em profundidades que variaram de 1,9 e 2, 3 metros. De modo geral, o relatório de sondagem indicou ainda a presença de camadas intercaladas de solo arenoso e argila, em alguns casos de argila mole. Face ao exposto, considerando o projeto de arquitetura e o sistema estrutural adotado de estrutura independente, a adoção de fundações diretas foi considerada inadequado em função da baixa resistência do solo e da possibilidade de ocorrência de recalques ao longo do tempo. Desse modo, foi adotada a utilização de vigas baldrame apoiadas sobre blocos estacados com estaca raiz com diâmetro de 20 cm, conforme pode ser observado no projeto estrutural.

Utilizando o modelo de AOKI-VELOSO e utilizando os resultados obtidos para o furo de sondagem SP03 onde foram identificadas as camadas de solo de com as menores resistências, a profundidade média das estacas foi estimada em 14 metros.

3.2. Fundações

Conforme indicado em projeto estrutural deverão ser executadas fundações profundas para a respectiva edificação, sendo esta constituída de estacas raiz com diâmetro de 20 cm (acabado) associadas com blocos de coroamento e vigas baldrames travando todo o sistema estrutural da fundação.

A locação das estacas deverá obedecer ao projeto estrutural/arquitetônico que estará em concordância com o projeto de fundações. A locação dessas estacas deverá ser feita por topografia. Tanto a marcação dos eixos quanto o nivelamento do gabarito deverá ser executado por pessoal habilitado em topografia com conhecimento e prática em serviços desta natureza, e utilizando instrumentos próprios para a locação. Todo o serviço deverá ser acompanhado por engenheiro residente e mestre de obras.

Para efeito de orçamento deverá ser considerada uma profundidade média de 14 metros, para cada estaca, independente da sua capacidade de carga. As estacas deverão ser executadas por empresa especializada, com equipamento próprio para este fim, com acompanhamento de engenheiro técnico responsável que deverá apresentar a fiscalização da CONTRATANTE, ART de execução de estacas raiz, devidamente recolhida junto ao CREA.

As escavações para os blocos de coroamento de estacas e vigas baldrames da fundação deverão considerar 30 cm de abertura lateral de cada lado para cálculo de volume de abertura. As cavas para fundações e outras partes da obra serão executadas de acordo com as indicações constantes dos projetos da obra e com a natureza do terreno encontrado e volume de trabalho executado. Se forem encontrados materiais estranhos às constituições normais do terreno, deverão ser removidos sem ônus adicional ao preço das escavações, salvo casos excepcionais a critério da Fiscalização.

Após a escavação, o fundo das valas deverá ser regularizado, de acordo com a profundidade constante no projeto de estrutura/arquitetura, para posterior apiloamento de fundo de vala, antes da execução do lastro de concreto. Deverá ser

executado nivelamento e apiloamento do fundo das valas a fim de corrigir possíveis falhas. Na execução os fundos das valas deverão ser abundantemente molhados com a finalidade de localizar possíveis elementos estranhos (raízes de árvores, formigueiros, etc.) não aflorados, que serão acusados por percolação de água; após o que deverá ser fortemente apilado (compactador CM-20 ou procedimento similar). No fundo das vigas baldrames e blocos, deverá ser executado lastro de brita, com espessura de 5 cm., seguido de concreto magro (3 cm).

Não será permitido a concretagem de elementos de fundação sem fôrmas, sob pena de demolição e não aceitação dos serviços. As fôrmas das vigas baldrames e dos blocos deverão ser em chapa compensada plastificada, espessura 18 mm, obedecendo a especificações a seguir: O cimbramento deverá ser feito de forma que não haja desalinhamento e deformação das formas durante a concretagem. A emenda da forma deverá estar perfeitamente alinhada e bem fechada, de modo a não haver escoamento do concreto durante a concretagem. Os cantos deverão estar perfeitamente travados; após a concretagem as formas deverão ser desmontadas e limpas para aproveitamento futuro.

A armadura deverá estar convenientemente limpa, isenta de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação. As armaduras deverão ser executadas mantendo os afastamentos exigidos no projeto estrutural, de forma a não sofrer ações de umidade oriunda do terreno. As armaduras deverão ser acondicionadas, de maneira a não sofrer agressões de intempéries, colocadas às formas com uso de espaçadores de plástico ou cimento, conforme espaçamento de projeto. A armadura deverá estar muito bem posicionada para que o recobrimento mínimo da armadura seja obedecido. As emendas de armadura também deverão ser executadas segundo especificações da NBR 6118/2014.

Os blocos e vigas baldrames da fundação deverão ser moldados “in loco” com concreto usinado e recobrimento de armadura conforme projeto estrutural. Os blocos e vigas baldrames deverão ser executados sobre um lastro de concreto magro, com 3 cm de espessura. Antes da utilização do concreto, para cada caminhão betoneira, deverá ser realizado o ensaio de abatimento de tronco de cone para verificação da consistência do concreto. O concreto deverá ser lançado nas formas utilizando bomba lança de acordo

com cada situação, com utilização de vibradores de imersão evitando a segregação do mesmo. O mapa de concretagem deverá indicar claramente os locais de utilização de concreto proveniente de cada caminhão betoneira. A resistência característica do concreto aos 28 dias deverá ser avaliada por laboratório independente e deve atender o especificado no projeto estrutura. O concreto deverá ser bem vibrado, para que seja evitado o aparecimento de bicheiras. Deve ser evitado o contato do vibrador com a forma e a armadura. As concretagens só poderão ser executadas mediante conferência e aprovação das armaduras pela fiscalização, sob pena de demolição da estrutura e não aceitação dos serviços. Todos os serviços de concretagens deverão obedecer às normas brasileiras pertinentes ao assunto, com retirada de corpo de prova, de acordo com a NBR-6118, para posterior rompimento aos 7 e 28 dias e os resultados deverão ser apresentados à fiscalização da CONTRATANTE para avaliação e aprovação. As formas deverão ser desmontadas e limpas para aproveitamento futuro. Deverão ser retirados corpos de prova para ensaio e verificação da resistência final aos vinte e oito dias ($f_{ck,28}$), especificado em projeto. Estes ensaios de resistência a compressão do concreto lançado deverão ser elaborados por laboratórios tecnológicos independentes, não sendo aceitos ensaios apresentados pela concreteira.

3.3. Estrutura em Concreto Armado (Lajes, Vigas e Pilares)

Os pilares e vigas da superestrutura serão executados em concreto armado. As formas dos pilares deverão ser executadas em chapa de madeira plastificada de 18 mm de boa qualidade, de maneira a não ocasionar descolamentos, prejudicando a superfície de concreto. O cimbramento dos pilares deverá ser adequado visando não permitir o aumento da seção de projeto decorrente da concretagem vibrada. As formas das vigas de cobertura serão executadas, utilizando chapa de madeira plastificada de 18 mm de boa qualidade, de maneira a não ocasionar descolamento das lâminas, prejudicando a superfície do concreto. As formas das vigas deverão ser travadas de modo a não permitir a abertura das mesmas, produzindo aumento de seção e derramamento de concreto. As formas dos pilares, vigas e lajes deverão ser feitas de modo a permitir o reaproveitamento das formas remanescentes.

Antes da execução da concretagem deve-se garantir que as superfícies das formas deverão estar isentas de incrustações de argamassa, cimento ou qualquer material

estranho que possa contaminar o concreto, ou interferir com o cumprimento das exigências da especificação relativa ao acabamento das superfícies. As frestas deverão estar vedadas para que não se perca nata ou argamassa. Antes do lançamento do concreto, as formas deverão ser tratadas com um produto anti-aderente, destinado a facilitar a sua desmontagem e que não manche as superfícies de concreto. Cuidados especiais deverão ser tomados para que esse produto não atinja as superfícies que serão futuras juntas de concretagem. O produto a ser usado deverá antes receber aprovação e para tanto deverão ser realizados testes em campo para verificar sua eficiência e o aspecto de acabamento, pois, conforme projeto estrutural, parte da estrutura será aparente.

Para a laje de piso, deverá ser feita a compactação do solo, seguido de lastro de brita e concreto magro de modo similar ao executado para as vigas baldrame e blocos de coroamento. O escoramento dos elementos estruturais deverá obedecer às especificações da NBR-6118/2014, sendo que, nenhuma peça deverá ser concretada sem que haja liberação pela Fiscalização. O escoramento deverá ser feito em estruturas tubulares de aço e deverá ser mantido enquanto não forem atingidas as resistências esperadas. Os escoramentos só serão aprovados para concretagens após vistoria da Fiscalização e liberação.

As formas só deverão ser retiradas após o endurecimento satisfatório do concreto. Serão removidas com cuidado, sem choques, a fim de não danificar o concreto. Em geral, serão retiradas após os seguintes períodos, sem prévia consulta (faces laterais 7 dias, faces interiores com puntaletes 21 dias, faces inferiores sem puntaletes 28 dias). Nos casos de se deixarem puntaletes após a desforma, estes não deverão produzir momentos de sinais contrários aos do carregamento com que viga foi projetada, que possam vir a romper ou trincar a peça.

As armaduras deverão ser acondicionadas, de maneira a não sofrer agressões de intempéries, posicionadas nas formas utilizando espaçadores de plástico, conforme espaçamento de projeto. Todas as armaduras deverão obedecer às medidas e alinhamentos de projeto. Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviços devem ser dispostas de modo a não acarretar deslocamento das armaduras da sua posição correta dentro da forma, com atenção particular para as armaduras

negativas. Caso haja deslocamento da armadura de sua posição original dentro da forma, esta deverá ser corrigida.

A Fiscalização deverá ter acesso fácil e seguro até as peças para verificar o correto posicionamento das armaduras para liberação da concretagem e deverá ser avisada com mais de 48 horas antes da data prevista para a realização da concretagem.

O concreto dos pilares deverá ser lançado às formas quando estas estiverem travadas e aprumadas, tomando-se o cuidado de não lançar acima de 2 m e evitar a segregação do concreto, prejudicando a resistência e consequente durabilidade. O concreto das vigas deverá ser lançado às formas, vibrados de acordo com a necessidade em cada ponto evitando a demora do mangote na viga, provocando segregação do concreto. A vibração deverá obedecer ao critério de aparência de nata na superfície, momento no qual deverá ser paralisada naquele ponto. A concretagem dos pilares, vigas e lajes, deverá ser feita através de bomba lança.

Antes da utilização do concreto, para cada caminhão betoneira, deverá ser realizado o ensaio de abatimento de tronco de cone para verificação da consistência do concreto. O concreto deverá ser lançado nas formas utilizando bomba lança de acordo com cada situação, com utilização de vibradores de imersão evitando a segregação do mesmo. O mapa de concretagem deverá indicar claramente os locais de utilização de concreto proveniente de cada caminhão betoneira. A resistência característica do concreto aos 28 dias deverá ser avaliada por laboratório independente e deve atender o especificado no projeto estrutura.

Se, por algum motivo, o lançamento do concreto for interrompido e assim formar-se uma junta de concretagem, devem ser tomadas às precauções necessárias para garantir, ao reiniciar-se o lançamento, a suficiente ligação do concreto já endurecido com o novo trecho. As precauções consistirão em se deixar barras de ferro cravadas no concreto mais velho e antes de reiniciar-se o lançamento deve ser removida a nata e feita a limpeza da superfície da junta.

O concreto não poderá ser lançado sem o prévio registro, no diário de obras e a conferência de formas e ferragens pelo responsável técnico da Contratada, sob pena de demolição, sem ônus para a CONTRATANTE. O concreto a ser aplicado em toda a obra é

definido nos desenhos do projeto estrutural através de sua tensão característica de compressão. A Contratada deverá contratar laboratório especializado para o controle tecnológico de concreto, previamente aprovado pela CONTRATANTE, que será responsável pela coleta de amostras e corpos de prova para os testes e ensaios previstos pelas normas técnicas, em cada partida de concreto usinado ou virado na obra. Este laboratório terá que emitir, ao término da obra, o laudo de aceitação da estrutura em concreto armado da mesma.

Deverá ser garantida a cura adequada e proteção do concreto. Todas as superfícies serão curadas por meios úmidos. As superfícies do topo de paredes e pilares em formas serão umedecidas, cobrindo-se com material saturado suficientemente para impedir avarias causadas pelo ato. Essas superfícies, as de declive acentuado e as verticais, serão mantidas completas e continuamente úmidas antes da remoção das formas, aplicando-se água nas superfícies que não receberão formas e deixando a água descer entre estas e as faces de concreto. Devem-se manter as formas úmidas, ao ponto de saturação. As formas serão retiradas somente após a cura ser completada, a ponto de não causar efeitos contrários aos esperados.

3.4. Alvenaria Estrutural

As paredes do Laboratório serão executadas em alvenaria estrutural de blocos de concreto com $f_{bk} = 14$ MPa, com a família 14 x 19 x 39, e deverão ser executadas obedecendo rigorosamente a modulação, arranjo das fiadas e demais detalhes construtivos, conforme apresentado no projeto básico. O assentamento dos blocos deverá ser realizado de modo a garantir um rigoroso alinhamento e prumo, uma vez que as paredes estruturais não serão revestidas. O controle de qualidade de recebimento dos blocos deve garantir a regularidade das dimensões, textura e cor dos blocos que serão utilizados.

Para o levante da alvenaria a argamassa deverá ser plástica e ter consistência para suportar o peso dos blocos e mantê-los alinhados por ocasião do assentamento. O traço da argamassa deverá ser determinado observando sua trabalhabilidade e resistência à compressão, que deve ser compatível com a resistência dos blocos de concreto.

4. Projeto de Paisagismo

4.1 Descrição do Projeto

O projeto de paisagismo trata do desenvolvimento das áreas do entorno da edificação, como a criação de um espaço de circulação e espaços livres para o lazer privado, de uso coletivo dos funcionários do CEPEL e seus visitantes.

Com base no projeto proposto, o paisagismo trabalha com três áreas térreas, externas e no entorno da edificação de forma a promover a sua interligação harmônica com os demais ambientes que compõe o campus do CEPEL. O projeto paisagístico (apresentado em plantas baixas contidas no Produto III deste contrato) também prevê uma parede verde e um telhado verde, detalhados a seguir.

4.2 Jardim Térreo

Caberá a **CONSTRUTORA** a retirada de todo o lixo existente e da capa de terra vegetal antes do início dos serviços externos de acerto dos taludes e das pavimentações externas.

A **CONSTRUTORA** executará todo o movimento de terra ordenado em função das cotas finais apresentadas pelo Projeto de Arquitetura e as escavações necessárias para execução do projeto. No movimento de terra deverão ser empregados métodos de trabalho que evitem a ocorrência de desmoronamentos e carreamentos de materiais pela ação das águas, etc.

Os aterros e reaterros deverão ser executados com material selecionado, que não apresentem detritos orgânicos, nem pedras volumosas. O material deverá ser lançado em camadas de 20 cm de espessura, umedecido e apilado mecanicamente. Todo o material excedente do movimento de terra será removido do local da obra. Todas as áreas assinaladas no projeto deverão ser executadas de modo a constituírem plataformas perfeitamente planas obedecendo às cotas indicadas. O aterro deverá ser cuidadosamente compactado com rolo compressor, de modo a evitar futuras acomodações do terreno.

O Jardim térreo será fragmentado em três áreas (**Figura 4**), as quais apresentarão função diferentes. A área 1 (**Figura 5**) corresponde ao acesso veicular e de pedestres, apresentando pavimentação em brita e em placas de concreto pré-moldado. Na área 2

(Figura 6) se localizarão os equipamentos externos que serão apresentados nas visitas guiadas realizadas pelo CEPEL, contando também com um espaço de permanência prolongada com mobiliário adequado, empregando a mesma pavimentação utilizada na área 1. Já a área 3 (Figura 7) corresponde a um local de permanência prolongada e de caráter contemplativo, estando próximos ao espelho d'água e ao módulo do pergolado, para a qual, além das pavimentações já mencionadas, serão utilizadas diferentes forrações vegetais.

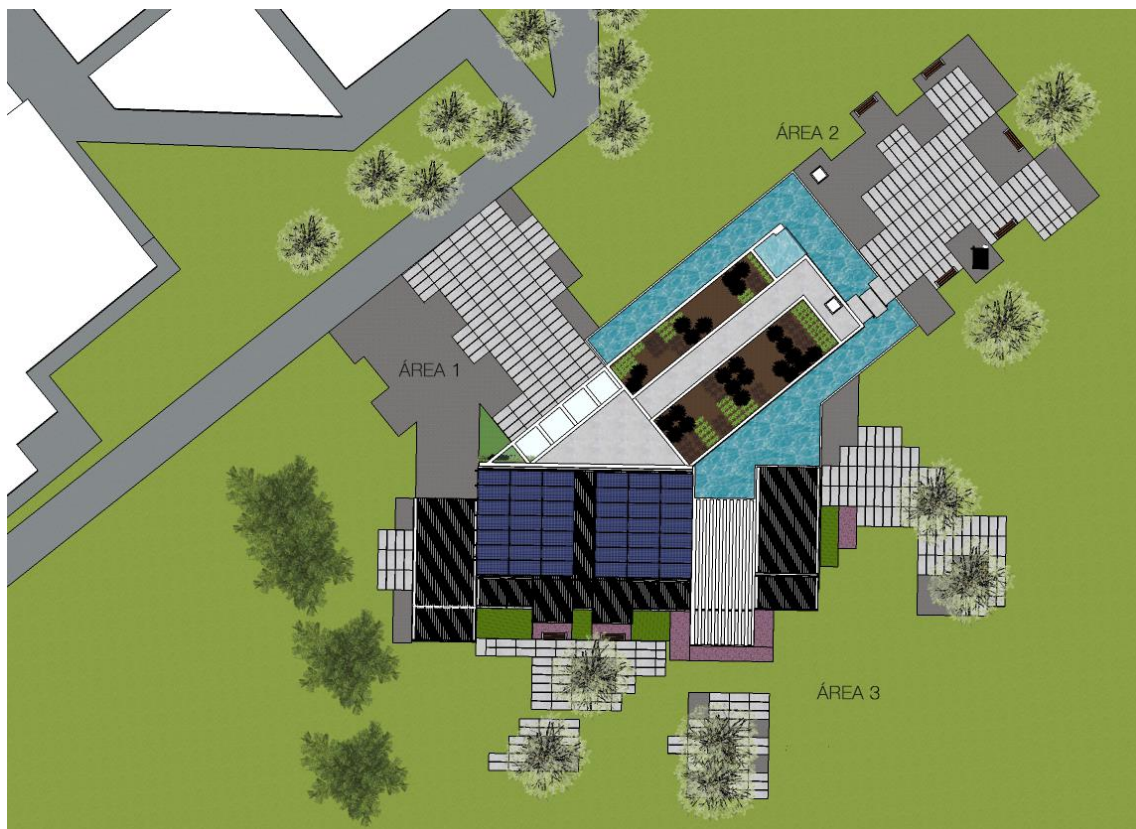


Figura 4 - Planta geral com indicação das 3 áreas

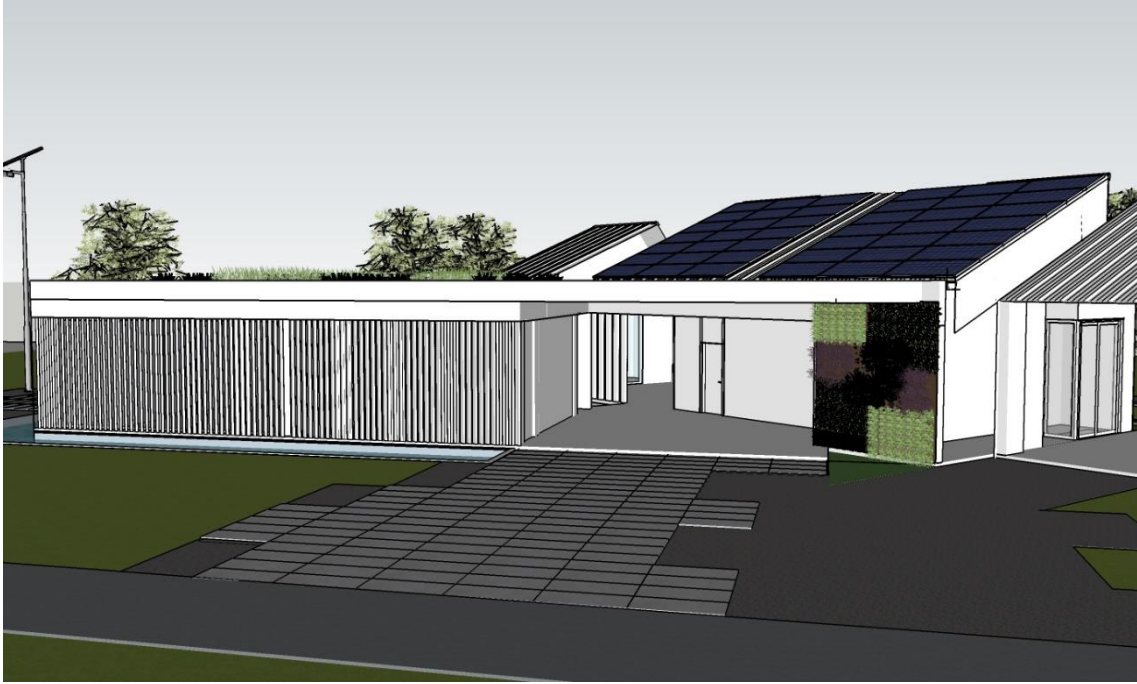


Figura 5 - Ampliação da Área 1

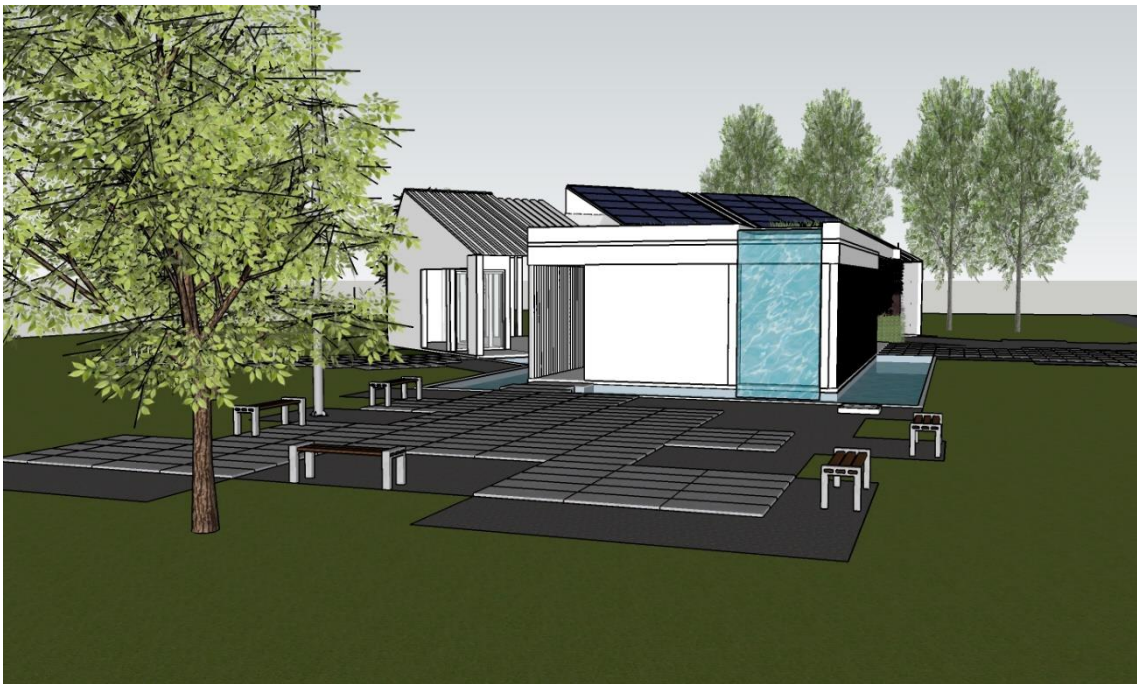


Figura 6 - Ampliação da Área 2



Figura 7 - Ampliação da Área 3

A pavimentação em brita é utilizada principalmente na área de acesso para veículos, se caracterizando como uma área permeável. Para a execução dessa pavimentação, após a regularização do terreno, deverá ser empregado manta geotêxtil seguida por grelha ecopavimento, sobre a qual deverá ser realizado o lançamento de base de brita 0 compactada por rolo compressor mecânico.

Já para a pavimentação em placas de concreto deverá ser aplicada uma camada de areia seguida de leito de brita 1 compactado e regularizado para assentamento de placas de concreto pré-moldado, as quais possuem dimensões de 1.2x0.6mx0.05m e 0.6mx0.5x0.05m, ambas com concreto de 35 MPa e tela eletrosoldada de bitola de 4,2mm e espaçamento de 10 cm.

Nas áreas de forração vegetal são adotadas três diferentes espécies, gerando diversificação de texturas e cores, sendo elas a *Arachis repens* (Gramma amendoim), a *Hemigraphis alternata* (Hera Roxa) e a *Zoysia japonica* (Gramma esmeralda), as quais são mostradas respectivamente nas **Figuras 8, 9 e 10**.



Figura 8 – Espécie *Arachis repens* - Grama amendoim, visão geral e detalhe de sua inflorescência.



Figura 9 – Espécie *Hemigraphis alternata* - hera roxa, visão geral e detalhe de sua inflorescência.



Figura 10 – Espécie *Zoysia japonica* – grama Esmeralda, comercializada em placas.

O plantio da grama amendoim e da grama esmeralda deverão ser realizados em placas, ao passo que, para a hera roxa o plantio é realizado por meio do uso de sementes. Será utilizada ainda uma espécie arbustiva, *Plumeria rubra* (Jasmim-manga), as quais serão plantadas na forma de mudas conforme localização no projeto do plano de plantio para a área externa.

O mobiliário projetado para a área externa consiste em bancos de estrutura de concreto e assento de madeira, os quais deverão ser moldados *in loco* conforme projeto. Todas as pavimentações e forrações devem ser executadas de acordo com a localização prevista em projeto, bem como a instalação dos mobiliários e equipamentos de exposição.

4.3 Parede Verde

Para a implantação dos jardins verticais deverá ser utilizada tecnologia com painéis modulares de polietileno e tecidos retentores de água com baixa densidade e peso de 40 a 50kg por metro quadrado (encharcado de água) da Greenwall Biosistemas Urbanos ou similar. Tal sistema conta com a vantagem de ter um peso reduzido e facilidade de suporte na parede, apresentando fácil adaptabilidade a diferentes edifícios e tipos de parede ou vãos.

Os painéis modulares deverão ser compostos de placa de 100% polipropileno com proteção ultravioleta com tecidos de poliéster, formando bolsas para o plantio das demais espécies, facilitando o desenvolvimento de suas raízes.

- Painéis de tamanho PADRÃO (1,00m x 1,00m) / Peso Máximo: 50kg/m².

- Painéis de tamanho RECORTES – São de tamanhos variados menores de 1m² que contemplem possíveis vãos.

Ressalta-se que cada placa “seca” tem peso de 10Kg/m² e quando saturada em água apresenta peso aproximado de 25 Kg/m². Após o plantio e estando saturada em água, dependendo das espécies vegetais contempladas, as placas podem atingir o peso de 40 a 50 kg/m².

Os perfis de alumínio deverão ser instalados diretamente na parede com o auxílio de buchas e parafusos específicos, não prejudicando ou causando infiltrações, conforme desenho esquemático do modo de fixação apresentado nas **Figuras 11 e 12**.

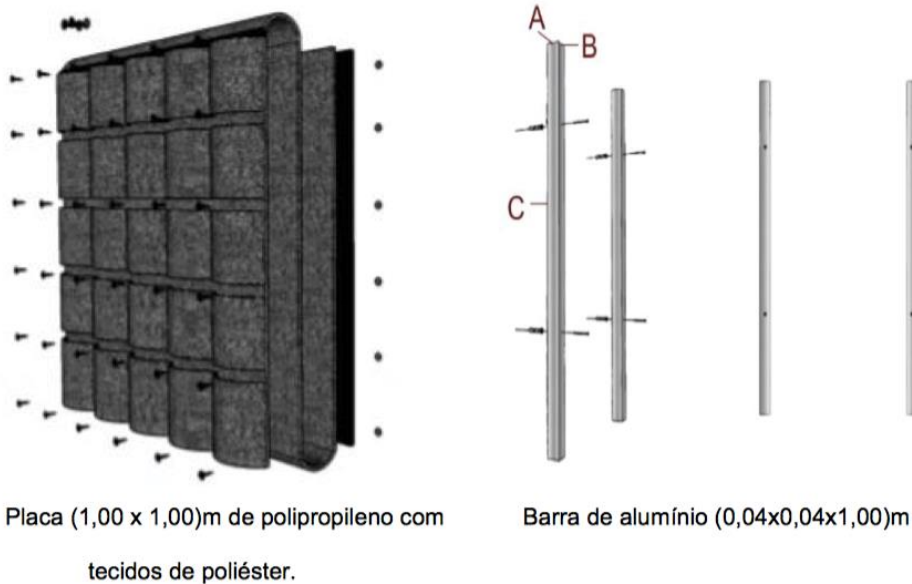


Figura 11 – exemplo do painel e das fixações (www.greenwall.com.br)

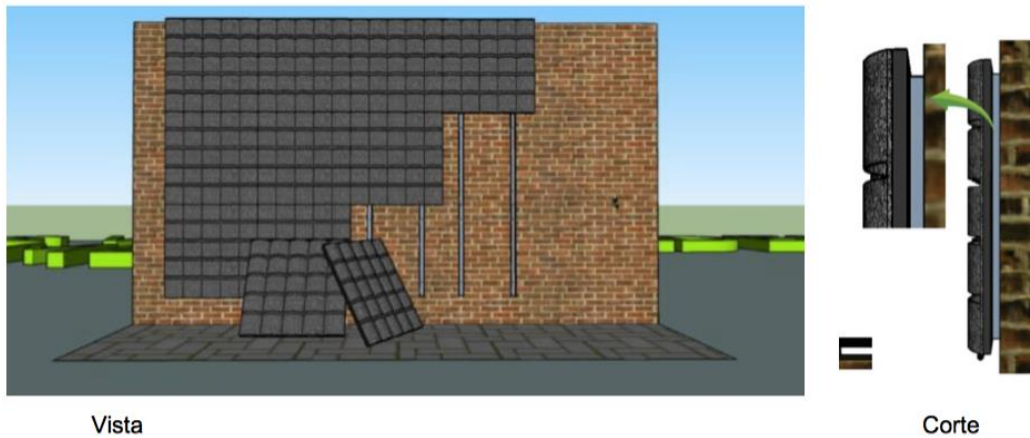


Figura 12 – exemplo de fixação dos painéis em vista e corte. (www.greenwall.com.br)

Espécies Vegetais:

A aplicação da camada vegetal nas placas e a composição destas possibilitarão organizações diversificadas, resultando na elaboração de diversos estilos de jardins com diferentes volumes e grafismos vegetais, gerando arranjos geométricos.

As espécies propostas para a parede são: *Neomarica candida*; *Callisia fragrans*; *Alternanthera ficoidea*; e *Evolvulus*.



Figura 13 – espécie *Neomarica candida*, visão geral e detalhe de sua inflorescência.



Figura 14 – Espécie *Callisia fragrans*, visão geral e detalhe de sua inflorescência.



Figura 15 – Espécie *Alternanthera ficoidea*, visão geral e detalhe de sua inflorescência.



Figura 16 – Espécie *Evovulus glomeratus*, visão geral e detalhe de sua inflorescência.



Figura 17 – Espécie *Agave sisalanda*, visão geral e detalhe de sua inflorescência.



Figura 18 – Espécie *Chlorophytum comosum*, visão geral e detalhe de sua inflorescência.

O desenho do plano de plantio a ser implementado para a parede verde ocupará uma área de 13m² e deverá atender ao projeto, conforme **Figura 19**.

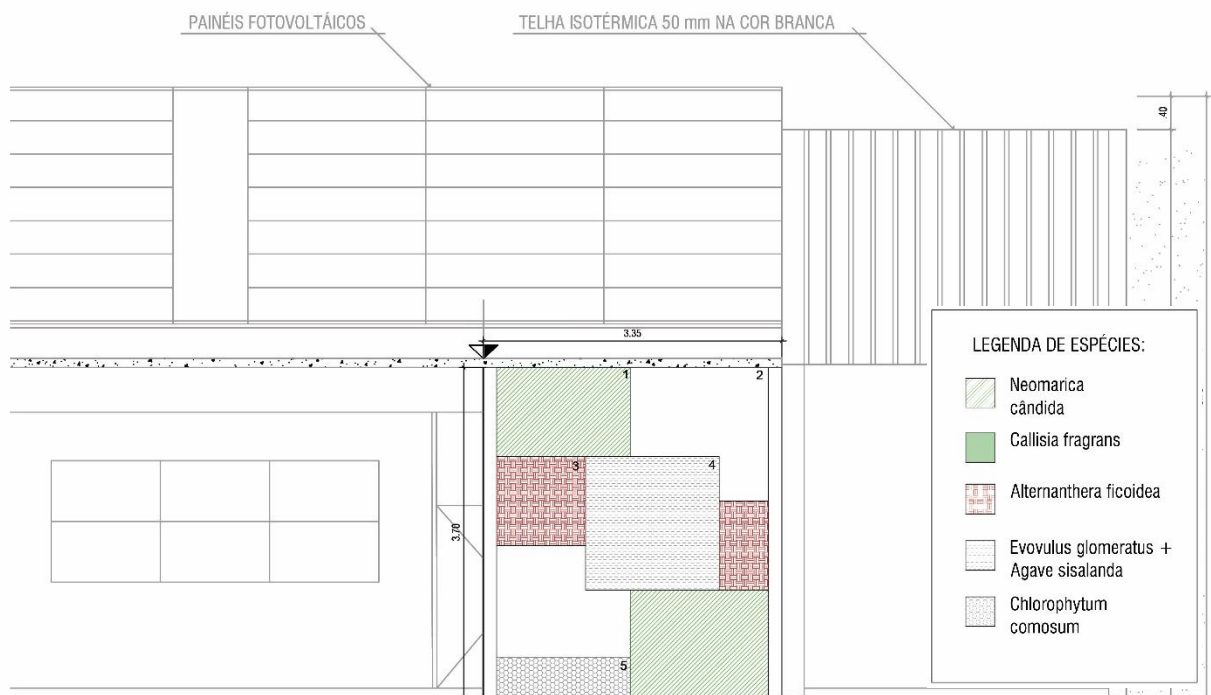


Figura 19 – Visão geral do plano de plantio da parede verde

4.4 Telhado verde

Sistema de Naturação na Cobertura

Para a implantação do telhado verde, que perfaz uma área total de 63,55m², deverá ser usada a tecnologia de natureza extensiva, sendo realizada a aplicação do sistema em camadas, distribuídas na seguinte sequência:

1. 5 cm de argila expandida ao longo de toda a laje;
2. 1 cm de manta geotêxtil;
3. 9 cm de substrato;
4. Variadas espécies vegetais nativas e resistentes a insolação. As espécies propostas são as mesmas adotadas na parede verde: *Alternanthera ficoidea* (forração); *Agave sisalana* (arbusto); *Callisia fragrans* (forração); *Chlorophytum comosum* (forração) e *Neumarica candida* (forração).

Os materiais citados acima, que compõe o sistema de natureza, apresentam um peso máximo de 50kg/m² seco, podendo seu peso dobrar em dias de chuvas torrenciais.

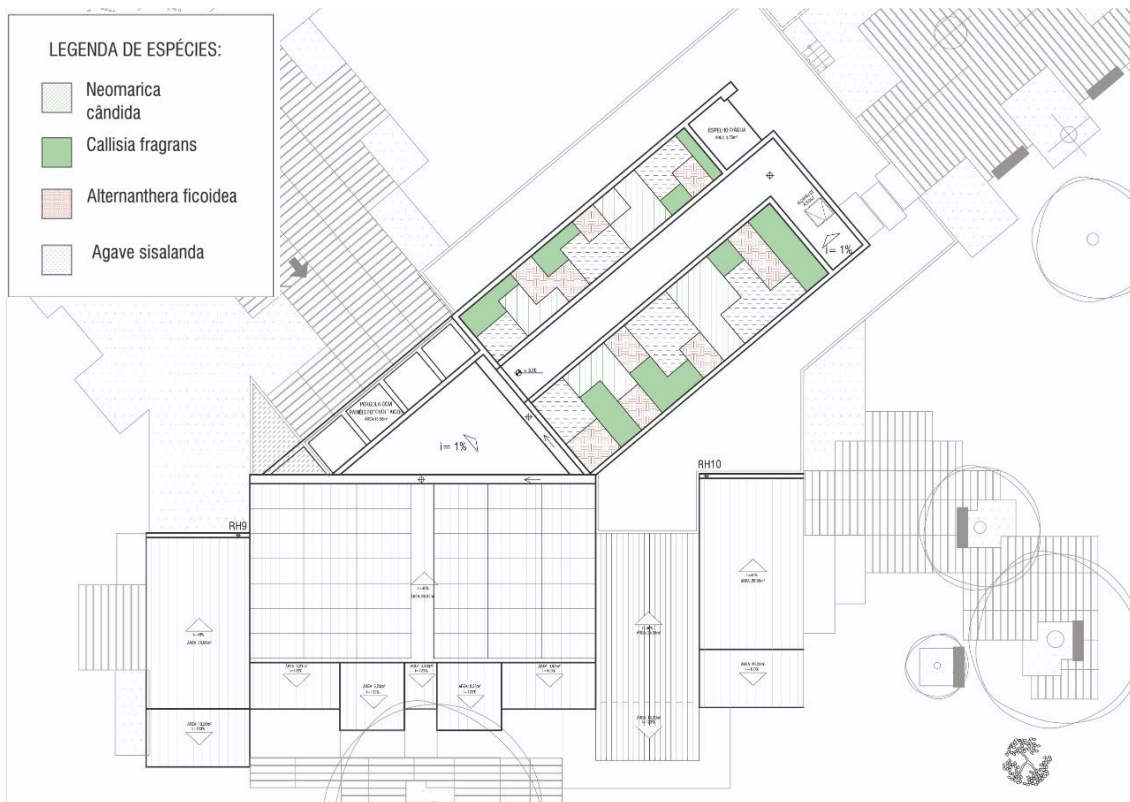


Figura 20 – Visão geral do plano de plantio do telhado verde.

4.5 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação deverá alimentar tanto os painéis verticais hidropônicos quanto o telhado verde. O sistema será automatizado e ficará localizado dentro do depósito, de forma a alojar o controlador (**Figura 21**), o filtro (**Figura 22**), as válvulas e eletroválvulas de controle da vazão (**Figura 23**), devendo ser empregada tecnologia proposta pela Greenwall Biosistemas Urbanos, ou similar. Neste espaço, haverá um ponto de água, um ponto de energia bivolt 220V e um dreno. O sistema será constituído de tubulações de PVC e, quando instalados sobre o telhado verde e a parede verde, deverá ser utilizado tubos flexíveis de polietileno (**Figura 24**), com aspersores no telhado e gotejadores na parede, para a irrigação automatizada.



Figura 21 – controlador da marca Rain Bird.



Figura 22 – filtro



Figura 23 – Eletroválvula



Figura 24 – Tubo flexível de polietileno e conexões utilizadas no sistema de irrigação

5 Sistema Predial de Água Fria

5.2 Descrição do Projeto

Para o desenvolvimento do projeto, foram observadas as soluções propostas pelo projeto de arquitetura e as determinações afixadas na norma NBR-5626:1998 - Instalações Prediais de Água Fria.

O abastecimento da edificação será feito pela rede existente do CEPEL, conforme especificado nos desenhos. O sistema será indireto por gravidade, com reservatório superior. Não foi previsto sistema de bombeamento, uma vez que foi informado, pelo CEPEL, que há pressão suficiente para abastecimento da caixa d'água a partir castelo d'água existente.

O sistema predial de água fria foi projetado considerando o uso de tubulação aparente, uma vez que o projeto tem como conceito propiciar aos visitantes a observação das instalações da edificação. Além disso, esta decisão também ocorre por questões de limitação, uma vez que são utilizados blocos estruturais. Neste tipo de solução, há facilidade para a manutenção, em caso de necessidade, bem como a preservação da parte estrutural, tendo maior segurança em ocasiões de manutenções e reformas.

O projeto dos sistemas prediais hidrossanitários buscou propor os menores trajetos, com o mínimo de desvios possíveis, para que houvesse o maior racionamento possível das tubulações e menor perda de carga.

As tubulações e conexões foram projetadas em PVC e deverão seguir as especificações da NBR 5648:2010 – Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria - Requisitos.

Para a estimativa do consumo diário, foram considerados os diferentes usos da Nova Casa CEPEL, no que tange ao consumo de água. Nesse sentido, levou-se em conta a situação de maior uso, com 50 pessoas no auditório, 2 funcionários nos espaços EE e GD, a lavagem de 1 automóvel e o uso das duas máquinas de lavar roupas, obtendo, portanto, o volume diário de 862 litros.

Será adotado, portanto, um hidrômetro de 3 m³/h, com DN 15mm., que deve ser instalado em caixa de proteção do tipo A, de dimensões: 0,80 m x 0,40 m x 0,50 m (comp. x larg. x alt.), com porta de dimensões 0,70 m x 0,40 x (comp. x alt.).

Em relação ao alimentador predial, considerando os limites de velocidade estabelecidos pela concessionária, chega-se a valores inferiores à bitola mínima exigida. Neste caso, adota-se o diâmetro nominal mínimo exigido de DN 20 mm.

O reservatório superior da Nova Casa CEPTEL deverá ser capaz de armazenar o consumo diário de 1 (um) dia de uso da casa, o que está de acordo com a NBR 5626:1998, que sugere o armazenamento de 1 (um) a 3 (três) dias. Tendo como base a estimativa do consumo diário, e considerando o armazenamento de 1 (um) dia, optou-se por adotar um reservatório comercial de 1000 litros, localizado no pavimento técnico.

Para o cálculo das vazões de dimensionamento e correspondentes diâmetros, aplicou-se a metodologia proposta na NBR 5626:1998 - Instalações Prediais de Água Fria.

Foram projetadas 3 (três) colunas de abastecimento – AF1, AF2, AF3 – com registros individuais, para alimentação de todos os pontos, por gravidade, além de tubulação de limpeza e extravasão. A distribuição dos aparelhos sanitários por cada coluna foi feita da seguinte forma:

- AF1: abastece 1 bacia sanitária (banheiro), 1 chuveiro (área externa) e 1 torneira (célula combustível)
- AF2: abastece 2 lavatórios (banheiro), 1 bebedouro (área externa) e 1 torneira (GD)
- AF3: abastece 1 torneira (garagem), 1 pia (EE) e 2 máquinas de lavar roupas-MLR (EE)

Aas pressões dinâmicas e estáticas residuais calculadas em cada trecho foram verificadas, para que nenhum trecho ou ponto de utilização tivesse pressão dinâmica inferior a 0.5 m.c.a., exceto o ponto do chuveiro, que não deve ter pressão dinâmica inferior a 1.0 m.c.a.; e tampouco tivesse pressão estática superior a 40 m.c.a.

A tubulação de extravasão e limpeza possuirá uma bitola a mais do que a tubulação de alimentação (alimentador predial sendo, então de DN 25mm. A descarga de limpeza e extravasão será feita em área aberta de jardim.

Foi previsto um espelho d'água no entorno da Nova Casa CEPTEL, com sistema de cascata para paisagismo. O espelho d'água possui formato irregular, estando ao redor de parte da edificação. As informações técnicas respectivas a este sistema estão apresentadas nos desenhos técnicos que compõem este projeto.

O espelho d'água possui 98,10 m², com 0,40m de profundidade, totalizando volume de 39,24 m³.

Para operação do sistema de espelho d'água conta-se com filtro e bomba, alocados em casa de bombas própria, enterrada, próxima ao espelho d'água.

Será utilizado filtro da série TP, equipamentos de filtração de alta vazão, possuindo meio filtrante permanente destinado à remoção de matéria em suspensão e coloidal, para purificação da água do espelho d'água, construídos conforme Normas da ABNT e NSF. São constituídos por um tanque em material termoplástico, com sistema interno de distribuição e drenagem, válvula seletora de seis posições, visor de retrolavagem, manômetro, areia de especificação Jacuzzi e bomba do tipo autoescorvante.

No sistema projetado, foram previstos 11 registros, que comandam tubulações de sucção e de recalque, da seguinte forma: 2 (dois) comandam a abertura de ralos de fundo (sucção), 2 (dois) comandam a abertura dos skimmers (sucção), 4 (quatro) comandam a abertura dos retornos (recalque), 1 (um) comanda a abertura da cascata (recalque), 1 (um) comanda a alimentação e 1 (um) comanda a drenagem da piscina.

Os skimmers foram previstos no lado oposto ao retorno da piscina, com uma ligação direta à bomba do aparelho filtrante. A parte superior deve estar a uma distância de 3cm da borda do espelho d'água, para permitir o devido funcionamento do acessório.

O sistema proposto conta ainda com um sistema de cascata, que funcionará como um sistema de vertedouro, em que um filete de água de 0,5 cm verterá sobre uma soleira espessa em direção ao espelho d'água. A cascata só funcionará quando for acionada a bomba. A tubulação de recalque está conectada ao filtro, na casa de bombas. O operador deve manusear o filtro, colocando a válvula seletora na posição da tubulação de recalque quando desejar acionar a cascata.

O filtro foi previsto para ser instalado em casa de bombas própria, o mais próximo da piscina, em local coberto, iluminado, ventilado, seco, dotado de drenagem, abrigado das

intempéries que possibilite o acesso de pessoas capacitadas para controlar sua operação e realizar eventual manutenção dos equipamentos (informações do fabricante). O assentamento do tanque deve ser feito sobre piso nivelado que suporte o peso total do filtro, 195 kg.

A bomba deve ser instalada, de preferência, abaixo do nível da água da piscina (afogada). O tanque e a bomba devem ser instalados de modo a facilitar a conexão das tubulações de sucção, retorno e esgoto nos bocais da válvula seletora.

O diâmetro nominal calculado é DN 50 mm, sendo este, então, o diâmetro adotado para a tubulação de recalque do sistema da cascata.

O diâmetro de sucção pode ser igual ou superior ao de recalque. Será adotado, neste caso, diâmetro igual, ou seja, DN 50mm.

Todas as tubulações calculadas e apresentadas nos desenhos que compõem este projeto correspondem ao diâmetro nominal (DN), em milímetros. Para orçamento e compra, estas tubulações devem ser convertidas para o diâmetro externo (DE), também em milímetros, informação utilizada pelos comerciantes. A **tabela 4** a seguir apresenta a correlação entre diâmetros para tubulações de PVC, tendo em vista a NBR 5648:1999.

Tabela 4: Correlação entre diâmetros DN (mm) x DE (mm)

Tubulação	DN (mm)	DE (mm)
Alimentador predial	20	25
Sucção (espelho d'água)	50	60
Recalque (espelho d'água)	50	60
AF1	25	32
AF2	20	25
AF3	20	25
Sub-ramal Bacia Sanitária	15	20
Sub-ramal Lavatório	15	20
Sub-ramal Bebedouro	15	20
Sub-ramal Chuveiro	20	25
Sub-ramal Pia	15	20
Sub-ramal MLR	20	25
Sub-ramal Torneira	15	20

5.3 Prescrições Gerais

A instalação será executada rigorosamente de acordo com as normas da ABNT, principalmente a NBR 5626:1998 - Instalações Prediais de Água Fria, NBR 5648:2010 – Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria - Requisitos e NBR 15575-6:2013 - Edificações habitacionais — Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários e de acordo com estas especificações.

Os materiais, os serviços e a mão-de-obra deverão ser de primeira qualidade.

A construtora executará os trabalhos complementares ou correlatos das instalações de água, tais como: abrigo para registros, pintura das tubulações, e todos os serviços que se fizerem necessários, inclusos ou não nos projetos.

Serão executadas todas as colunas de alimentação, e as distribuições para os aparelhos sanitários conforme indicado no projeto específico.

A construtora entregará as instalações em perfeitas condições de funcionamento, devendo as tubulações de água fria apresentar estanqueidade quando submetidos às pressões previstas no projeto, conforme determina a NBR 15575-6:2013. As tubulações do sistema predial de água fria não podem apresentar vazamento quando submetidas, durante 1h, à pressão hidrostática de 1,5 vez o valor da pressão prevista em projeto, nesta mesma seção, e, em nenhum caso, devem ser ensaiadas a pressões inferiores a 100kPa. A tubulação de água quente é ensaiada com água à temperatura de 70°C, durante 1h. Os testes devem ser acompanhados e aprovados pela fiscalização do contratante.

As peças de utilização não podem apresentar vazamento quando submetidas à pressão hidrostática máxima prevista na NBR 5626.

As tubulações, quando colocadas na terra, serão protegidas e envolvidas por concreto; devem manter sua integridade, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

As tubulações, quando colocadas à vista, serão presas e fixadas por meio de braçadeiras especiais, adequadas e afastadas da parede. As tubulações aparentes fixadas até 1,5m acima do piso devem resistir aos impactos que possam ocorrer durante a vida útil do projeto, sem sofrerem perda de funcionalidade ou ruína, conforme determina a NBR 15575-6:2013. Os fixadores ou suportes das tubulações suspensas devem resistir a cinco vezes o peso próprio das tubulações cheias de água, sem entrar em colapso, bem como

não podem apresentar deformações que excedam 0,5% do vão, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

As tubulações, quando colocadas à vista, levarão faixas nas cores convencionais, de acordo com a ABNT NBR 6493:1994 - Emprego de cores para identificação de tubulações.

Os reservatórios devem ser estanques conforme NBR 13210, NBR 14799 e demais normas brasileiras pertinentes, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

Os elementos, componentes e instalação dos sistemas prediais hidrossanitários devem apresentar durabilidade compatível com a vida útil de projeto, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

Os componentes da instalação do sistema de água fria não podem transmitir substâncias tóxicas à água ou contaminar a água por meio de metais pesados, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

As tubulações e os componentes de água potável enterrados devem ser protegidos contra a entrada de animais ou corpos estranhos, bem como de líquidos que possam contaminar a água potável, em conformidade com as NBR 5626 E NBR 8160.

Os rasgos e aberturas nas lajes, vigas e pilares necessários à passagem da tubulação serão efetuados antes da concretagem, caso sejam previstos no projeto específico.

As deflexões, ângulos, e derivações necessárias ao arranjo das tubulações serão feitos por meio de conexões apropriadas para cada caso. Não serão permitidas curvaturas a quente nos tubos.

Nas travessias das lajes, as tubulações não serão fixadas no concreto, apenas nela se apoiando por meio de suporte de ferro.

Durante a construção, as extremidades das tubulações serão vedadas com bujões roscáveis, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos.

Para facilitar, em qualquer tempo a desmontagem das tubulações, serão colocadas, onde necessário, conexões do tipo união.

5.4 Descrição dos Materiais a Serem Utilizados

- *Tubos e Conexões*

Nas instalações de água fria, os tubos serão de cloreto de polivinila (PVC), marrom, rígido soldável, pressão máxima de serviço de 7,5 kgf/cm² à temperatura de 20º C, de acordo com a NBR-5648 e a NBR-5626.

As conexões serão soldáveis e obrigatoriamente do mesmo material e fabricante dos tubos.

- *Registro de Gaveta*

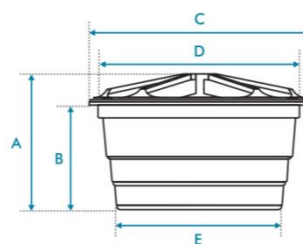
Serão empregados registros de gaveta de latão em toda a rede, em todas as colunas e nos diferentes ramais, salvo indicação em contrário nos desenhos do Projeto de Instalações Hidrossanitárias.

- *Reservatório superior*

O reservatório superior a ser instalado no pavimento técnico; tem 1000 litros de capacidade e dimensões descritas a seguir. Pode ser das marcas Fortlev, Eternit ou similar.

Modelos e Dimensões

- A** Altura com tampa
- B** Altura sem tampa
- C** Diâmetro com tampa
- D** Diâmetro sem tampa
- E** Diâmetro da base



Capacidade (L)	A	B	C	D	E
1000	0,97	0,76	1,52	1,51	1,16

- *Torneira de Boia*

A torneira de bóia a ser instalada no reservatório superior será com sede anticorrosiva.

- *Louças e Metais*

As louças e metais só deverão ser colocados após a conclusão de todos os serviços de pavimentação e revestimentos.

Sua especificação, bem como altura e posicionamento estão definidos no projeto de Arquitetura.

- *Acessórios*

Os parafusos para fixação de aparelhos e peças serão de latão.

As ligações dos pontos de água para lavatórios e bacias sanitárias serão feitas através de rabichos metálicos flexíveis, acabamento cromado.

- *Filtro (espelho d'água)*

Filtro Para Piscina Jacuzzi 19 TP2, com vazão de filtração 6,9 m³/h ou similar.

- *Bombas de Recalque (espelho d'água)*

A bomba de recalque de água potável indicada é a Bomba Jacuzzi com Pré-filtro para Piscina 5A-M ou similar, cujas características estão descritas a seguir:

- Bomba 5A-M 1/2CV 110/220V MONO
- Vazão de filtração 6,9 m³/h
- Tempo de recirculação 6h
- Bocais de sucção e descarga 50 mm de diâmetro
- Rotação nominal 3500 rpm
- Monobloco com motor elétrico (60 hz)
- Bocais para tubulação de PVC colável
- Monofásico 110/220V

- *Skimmer*

São previstos 3 (três) skimmers no espelho d'água, em saída oposta aos retornos da piscina, com uma ligação direta à bomba do aparelho filtrante. Sugere-se skimmers boca larga Sodramar para limpeza de piscinas branco ou similar.

- *Ralo / Dreno*

São previstos 5 (cinco) ralos / drenos de Fundo ABS 50mm – Pooltec ou similar.

6 Sistema Predial de Água Quente

6.2 Descrição do Projeto

Para o desenvolvimento do projeto, foram observadas as soluções propostas pelo projeto de arquitetura e as determinações afixadas na norma NBR 7198:1993 – Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente.

O abastecimento da rede de água quente será feito pelo sistema de aquecimento solar, a ser especificado pelo CEPTEL.

De forma análoga ao sistema predial de água fria, o sistema predial de água quente também foi projetado considerando o uso de tubulação aparente.

Para o cálculo do sistema de abastecimento também foi utilizado o Método de Hunter. Foi determinada 1 (uma) coluna de abastecimento de água quente – AQ1, que abastecerá os aparelhos sanitários a da seguinte forma: AQ1 abastece 2 lavatórios (banheiro), 1 pia (EE) e 2 máquinas de lavar roupas-MLR (EE)

Também de forma análoga ao sistema predial de água fria, este projeto buscou propor os menores trajetos, com o mínimo de desvios possíveis, para que houvesse o maior racionamento possível das tubulações e menor perda de carga.

As tubulações e conexões foram projetadas em CPVC e deverão seguir as especificações da NBR 15884:2010 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria – Policloreto de vinila clorado (CPVC).

6.3 Prescrições Gerais

A instalação será executada rigorosamente de acordo com as normas da ABNT, e de acordo com estas especificações.

Os materiais, os serviços e a mão-de-obra deverão ser de primeira qualidade.

A construtora executará os trabalhos complementares ou correlatos das instalações de água, tais como: abrigo para registros, pintura das tubulações, e todos os serviços que se fizerem necessários, inclusos ou não nos projetos.

Serão executadas todas as colunas de alimentação, e as distribuições para os aparelhos sanitários conforme indicado no projeto específico.

A construtora entregará as instalações em perfeitas condições de funcionamento, devendo as tubulações de água apresentar estanqueidade quando submetidos às pressões previstas no projeto, conforme determina a NBR 15575-6:2013. As tubulações do sistema predial de água quente não podem apresentar vazamento quando submetidas, durante 1h, à pressão hidrostática de 1,5 vez o valor da pressão prevista em projeto, com água à temperatura de 70°C, nesta mesma seção, e, em nenhum caso, devem ser ensaiadas a pressões inferiores a 100kPa. Os testes devem ser acompanhados e aprovados pela fiscalização do contratante.

As peças de utilização não podem apresentar vazamento quando submetidas à pressão hidrostática máxima prevista na NBR 7198.

As tubulações, quando colocadas à vista, serão presas e fixadas por meio de braçadeiras especiais, adequadas e afastadas da parede. As tubulações aparentes fixadas até 1,5m acima do piso devem resistir aos impactos que possam ocorrer durante a vida útil do projeto, sem sofrerem perda de funcionalidade ou ruína, conforme determina a NBR 15575-6:2013. Os fixadores ou suportes das tubulações suspensas devem resistir a cinco vezes o peso próprio das tubulações cheias de água, sem entrar em colapso, bem como não podem apresentar deformações que excedam 0,5% do vão, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

As tubulações, quando colocadas à vista, levarão faixas nas cores convencionais, de acordo com a ABNT NBR 6493:1994 - Emprego de cores para identificação de tubulações.

Os elementos, componentes e instalação dos sistemas prediais hidrossanitários devem apresentar durabilidade compatível com a vida útil de projeto, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

Os rasgos e aberturas nas lajes necessários à passagem da tubulação serão efetuados antes da concretagem, caso sejam previstos no projeto específico.

As deflexões, ângulos, e derivações necessárias ao arranjo das tubulações serão feitos por meio de conexões apropriadas para cada caso. Não serão permitidas curvaturas a quente nos tubos.

Nas travessias das lajes, as tubulações não serão fixadas no concreto, apenas nela se apoiando por meio de suporte de ferro.

Durante a construção, as extremidades das tubulações serão vedadas com bujões roscáveis, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos.

Para facilitar, em qualquer tempo a desmontagem das tubulações, serão colocadas, onde necessário, conexões do tipo união.

6.4 Descrição dos Materiais a Serem Utilizados

- *Tubos e Conexões*

Nas instalações de água quente, os tubos serão de policloreto de vinila clorado (CPVC), dimensionado para trabalhar com as seguintes pressões de serviço: 6,0 kgf/cm² ou 60 m.c.a. conduzindo água a 80°C; 24,0 kgf/cm² ou 240 m.c.a. conduzindo água a 20°C, em conformidade com as normas NBR 7198:1993 – Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente e NBR NBR 15884/2010: Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Policloreto de vinila clorado (CPVC).

As conexões serão soldáveis e obrigatoriamente do mesmo material e fabricante dos tubos.

- *Registro de Gaveta*

Serão empregados registros de gaveta de latão em toda a rede de água quente, seja na coluna, seja nos diferentes ramais, salvo indicação em contrário nos desenhos do Projeto de Instalações Hidrossanitárias.

- *Acessórios*

Os parafusos para fixação de aparelhos e peças serão de latão.

As ligações dos pontos de água para lavatórios serão feitas através de rabichos metálicos flexíveis, acabamento cromado.

7 Sistema Predial de Esgoto Sanitário

7.2 Descrição do Projeto

Para o desenvolvimento do projeto, foram observadas as soluções propostas pelo projeto de arquitetura e as determinações afixadas na norma NBR 8160:1999 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução.

O esgotamento dos efluentes da edificação será realizado em poço de visita já existente no CEPEL, conforme especificado nos desenhos.

O sistema predial de esgoto sanitário, de forma análoga ao de água, também foi projetado considerando o uso de tubulação aparente.

As tubulações e conexões foram projetadas em PVC e deverão seguir as especificações da NBR 5688:2018 - Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos.

A edificação possui apenas pavimento térreo. Com isso, todo o efluente gerado é lançado diretamente em caixas específicas, não sendo necessário o uso de tubos de queda. São previstas 2 (duas) colunas de ventilação, que ventilam caixas de inspeção. Estas colunas são abertas na cobertura, a 0,30m de distância, conforme previsto em norma.

É prevista drenagem da piscina para uma caixa sifonada especial, de onde os efluentes serão encaminhados para o poço de visita indicado pelo CEPEL.

As tubulações horizontais serão assentadas em declividade de 1% ou 2%, conforme diâmetro nominal correspondente, seguindo as indicações existentes nos desenhos, em atendimento à NBR 8160:1999.

Foi prevista uma canaleta de dimensões 8,30 x 0,20 na área de garagem, para recolher a água de lavagem do automóvel, com encaminhamento para a caixa sifonada especial mais próxima.

7.3 Prescrições Gerais

A instalação será executada rigorosamente de acordo com as normas da ABNT, principalmente a NBR 8160:1999 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução, NBR 5688:2018 - Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos e NBR 15575-6:2013 - Edificações

habitacionais — Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários e de acordo com estas especificações.

Os materiais, os serviços e a mão-de-obra deverão ser de primeira qualidade.

A coleta do esgoto sanitário dos aparelhos previstos será toda realizada conforme indicado projeto específico.

A construtora entregará as instalações em perfeitas condições de funcionamento, devendo as tubulações apresentar estanqueidade quando submetidos às pressões previstas no projeto, conforme determina a NBR 15575-6:2013. As tubulações dos sistemas prediais de esgoto sanitário e de águas pluviais não podem apresentar vazamento quando submetidas à pressão estática de 60kPa, durante 15 minutos, se o ensaio for feito com água, ou de 35 kPa, durante o mesmo período de tempo, caso o ensaio seja feito com ar. Os testes devem ser acompanhados e aprovados pela fiscalização do contratante.

As tubulações, quando colocadas na terra, serão protegidas e envolvidas por concreto; devem manter sua integridade, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

As tubulações, quando colocadas à vista, serão presas e fixadas por meio de braçadeiras especiais, adequadas e afastadas da parede. As tubulações aparentes fixadas até 1,5m acima do piso devem resistir aos impactos que possam ocorrer durante a vida útil do projeto, sem sofrerem perda de funcionalidade ou ruína, conforme determina a NBR 15575-6:2013. Os fixadores ou suportes das tubulações suspensas devem resistir a cinco vezes o peso próprio das tubulações cheias de água, sem entrar em colapso, bem como não podem apresentar deformações que excedam 0,5% do vão, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

As tubulações, quando colocadas à vista, levarão faixas nas cores convencionais, de acordo com a ABNT NBR 6493:1994 - Emprego de cores para identificação de tubulações.

Os elementos, componentes e instalação dos sistemas prediais hidrossanitários devem apresentar durabilidade compatível com a vida útil de projeto, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

Os rasgos e aberturas nas lajes necessários à passagem da tubulação serão efetuados antes da concretagem, caso sejam previstos no projeto específico.

Nas travessias das lajes, as tubulações não serão fixadas no concreto, apenas nela se apoiando por meio de suporte de ferro.

As deflexões, ângulos, e derivações necessárias ao arranjo das tubulações serão feitos por meio de conexões apropriadas para cada caso. Não serão permitidas curvaturas a quente nos tubos.

Durante a construção, as extremidades das tubulações serão vedadas com bujões roscáveis, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos.

Para facilitar, em qualquer tempo a desmontagem das tubulações, serão colocadas, onde necessário, conexões do tipo união.

7.4 Descrição dos Materiais a Serem Utilizados

Deverão ser fornecidas e instaladas todos os aparelhos sanitários, louças e metais conforme o dimensionamento e localização nos projetos de Arquitetura e Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário.

As especificações dos aparelhos sanitários (louças e metais) constam no Projeto de Arquitetura.

Serão esgotados além dos ralos, todos os aparelhos sanitários, inclusive as pias, e bebedouros, quando for o caso, de acordo com o projeto específico.

Os aparelhos sanitários dos banheiros, relativos a partes de esgotos secundários, esgotarão para as caixas sifonadas ou caixas sifonadas especiais.

A instalação de esgotos sanitários será adequadamente ventilada conforme as indicações do projeto específico.

- *Tubos e Conexões*

Os tubos e conexões devem ser de cloreto de polivinila (PVC), rígido, do tipo pressão série R, com temperatura máxima de trabalho de 75º em regime não contínuo, em conformidade com a NBR 5688:2018 (fabricação) e com a NBR 8160:1999 (instalação), da FORTILIT, AKROS, TIGRE ou similar, e obedecerão às dimensões e disposições dos projetos específicos.

Os tubos no térreo serão envelopados em concreto. As colunas indicadas no projeto serão fixadas por braçadeiras de ferro galvanizado a cada 2 metros.

- *Ralos Secos no interior da edificação*

Os ralos secos serão em PVC rígido, de referência “TIGRE” ou equivalente.

- *Caixas sifonadas (CS)*

As caixas sifonadas serão de PVC branco, com bitola de 100 x 100 x 50mm, inteiriços, porta-grelha de PVC branco, grelha de PE branco. Serão da marca FORTILIT, AKROS, TIGRE ou similar.

Para caixas que excedam a cota do terreno será necessário realizar preenchimento no solo para nivelamento.

- *Caixas sifonadas especiais (CSE)*

As caixas sifonadas especiais serão executadas em anéis de concreto pré-moldados, nas dimensões indicadas no projeto. O fundo da caixa receberá um lastro de concreto magro para regularizar o assentamento dos anéis de concreto. Sobre o último anel será feita uma tampa de concreto com espessura mínima de 100mm, com furo de diâmetro 600mm, onde será instalado um tampão de ferro dúctil, classe 125kN da “BARBARÁ” ou equivalente.

Em atendimento à NBR 8160:1999, foram definidas que estas caixas sifonadas especiais tenham as seguintes características mínimas:

- fecho hídrico com altura de 0,20 m;
- formato cilíndrico, com diâmetro interno de 0,30 m;
- tampas fechadas hermeticamente, mas facilmente removível;
- orifício de saída com o diâmetro nominal mínimo DN 75mm

Para caixas que excedam a cota do terreno será necessário realizar preenchimento no solo para nivelamento.

- *Caixas de Inspeção (CI)*

As caixas de inspeção serão executadas em anéis de concreto pré-moldados, nas dimensões indicadas no projeto. O fundo da caixa receberá um lastro de concreto magro para regularizar o assentamento dos anéis de concreto. Sobre o último anel será feita uma tampa de concreto com espessura mínima de 100mm, com furo de diâmetro 600mm, onde será instalado um tampão de ferro dúctil, classe 125kN da “BARBARÁ” ou equivalente.

- *Caixa de Gordura (CG)*

A caixa de gordura será executada em anéis de concreto pré-moldados, nas dimensões indicadas no projeto, e será fechada hermeticamente com tampa de ferro fundido removível.

Para caixas que excedam a cota do terreno será necessário realizar preenchimento no solo para nivelamento.

- *Sistema de Ventilação*

O sistema de ventilação da instalação de esgoto será constituído por colunas de ventilação, e ramais de ventilação; sendo executado de forma que não permita a passagem dos gases emanados dos coletores para o ambiente externo. As colunas de ventilação deverão sempre ultrapassar o topo da alvenaria externa mais próxima.

De acordo com a NBR 8160:1999, em edificações de somente 1 (um) pavimento, é necessário que um tubo ventilador seja ligado à caixa de inspeção, ou ao coletor predial, subcoletor ou ramal de descarga de uma bacia sanitária e prolongado acima da cobertura dessa edificação. Além disso, é preciso respeitar as distâncias máximas previstas em norma. Foram previstas em projeto 2 (duas) colunas de ventilação – CV1 e CV2 – para ventilar caixas de inspeção que recebem desconectores.

Os tubos serão de cloreto de polivinila (PVC), rígido, série R, com temperatura máxima de trabalho de 75º em regime não contínuo, em conformidade com a NBR 5688:2018 (fabricação) e com a NBR 8160:1999 (instalação), da FORTILIT, AKROS, TIGRE ou similar, e obedecerão às dimensões e disposições dos projetos específicos.

A tubulação de coleta dos drenos dos aparelhos de ar condicionado será de PVC rígido, soldável, de diâmetro DN 20mm, conforme indicado em projeto, de fabricação “TIGRE” ou equivalente.

8 Sistema Predial de Águas Pluviais

8.2 Descrição do Projeto

Para o desenvolvimento do projeto, foram observadas as soluções propostas pelo projeto de arquitetura e as determinações afixadas na norma NBR 10844:1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais e NBR 15527:2019 – Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - ABNT NBR 15527:2019 – Requisitos.

O sistema de coleta e escoamento das águas pluviais prediais se inicia na cobertura do prédio, como indicado no projeto, termina na rede externa de drenagem. Neste projeto está previsto o aproveitamento de água de chuva da cobertura do auditório, onde está instalado o telhado verde e dos laboratórios, que receberá as placas solares, para fins não potáveis, como irrigação de jardins e lavagem de automóveis. As águas pluviais captadas na cobertura da garagem e da célula combustível serão encaminhadas para caixas de areia próximas, não sendo utilizadas para fins de aproveitamento, dada a pequena área de captação destas coberturas (que geram pequeno volume de armazenamento). As águas de chuva, após precipitarem sobre o telhado do prédio, serão escoadas para as calhas e destas para as prumadas. Duas das prumadas projetadas estão conectadas a cisternas de armazenamento de água de chuva de 600 litros. As outras duas são conectadas a caixas de areia. As cisternas de armazenamento de água de chuva possuem um extravasor, que encaminha o volume excedente para caixas de areia. O esgotamento das águas pluviais da edificação será realizado em caixa de areia já existente e indicado pelo CEPEL, conforme especificado nos desenhos.

O sistema predial de águas pluviais, de forma análoga aos de água e de esgoto sanitário, também foi projetado considerando o uso de tubulação aparente. Foram previstos 4 (quatro) condutores verticais (AP1, AP2, AP3, AP4), considerando a facilidade de descida das prumadas, em locais mais convenientes e integrados ao projeto de arquitetura. Além destes, existem condutores horizontais na cobertura e no térreo do edifício projetado. As tubulações horizontais foram assentadas em declividade de 0,5% seguindo as indicações existentes nos desenhos.

Todas as tubulações e conexões foram projetadas em PVC e deverão seguir as especificações da NBR 5688:2018 - Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos.

As prumadas foram dimensionadas para uma descarga pluviométrica de 204mm/h, com duração de 5 minutos e período de retorno em 5 anos, considerando as determinações da NBR 10.844/1989. A intensidade pluviométrica para este projeto será calculada utilizando a Equação IDF proposta para o posto pluviométrico mais próximo da região de localização do edifício (Irajá), informações obtidas no documento “Instruções Técnicas para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamento Hidráulico de Sistemas de Drenagem Urbana”, da Rio-Águas.

Na área externa da edificação, foi proposto projeto paisagístico que valorizava o terreno natural, favorecendo a infiltração natural da água. Com isso, não houve necessidade de previsão de ralos para a drenagem. A exceção ocorre na área do pergolado, onde foi proposto 1 (um) ralo seco, localizado abaixo do deck de madeira plástica. Todas as caixas de areia propostas possuem grelha.

8.3 Prescrições Gerais

A instalação será executada rigorosamente de acordo com as normas da ABNT, principalmente a NBR 10844:1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais e NBR 15527:2019 – Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - ABNT NBR 15527:2019 – Requisitos e NBR 15575-6:2013 - Edificações habitacionais — Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários e de acordo com estas especificações.

Os materiais, os serviços e a mão-de-obra deverão ser de primeira qualidade.

A coleta das águas pluviais será realizada conforme indicado em projeto específico.

A construtora entregará as instalações em perfeitas condições de funcionamento, devendo as tubulações apresentar estanqueidade quando submetidos a pressões previstas no projeto, conforme determina a NBR 15575-6:2013. As tubulações dos sistemas prediais de esgoto sanitário e de águas pluviais não podem apresentar vazamento quando submetidas à pressão estática de 60kPa, durante 15 minutos, se o ensaio for feito com água, ou de 35

kPa, durante o mesmo período de tempo, caso o ensaio seja feito com ar. Os testes devem ser acompanhados e aprovados pela fiscalização do contratante.

As tubulações, quando colocadas na terra, serão protegidas e envolvidas por concreto; devem manter sua integridade, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

As tubulações, quando colocadas à vista, serão presas e fixadas por meio de braçadeiras especiais, adequadas e afastadas da parede. As tubulações aparentes fixadas até 1,5m acima do piso devem resistir aos impactos que possam ocorrer durante a vida útil do projeto, sem sofrerem perda de funcionalidade ou ruína, conforme determina a NBR 15575-6:2013. Os fixadores ou suportes das tubulações suspensas devem resistir a cinco vezes o peso próprio das tubulações cheias de água, sem entrar em colapso, bem como não podem apresentar deformações que excedam 0,5% do vão, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

As tubulações, quando colocadas à vista, levarão faixas nas cores convencionais, de acordo com a ABNT NBR 6493:1994 - Emprego de cores para identificação de tubulações.

Os elementos, componentes e instalação dos sistemas prediais hidrossanitários devem apresentar durabilidade compatível com a vida útil de projeto, conforme determina a NBR 15575-6:2013.

Os rasgos e aberturas nas lajes necessários à passagem da tubulação serão efetuados antes da concretagem, caso sejam previstos no projeto específico.

Nas travessias das lajes, as tubulações não serão fixadas no concreto, apenas nela se apoiando por meio de suporte de ferro.

As deflexões, ângulos, e derivações necessárias ao arranjo das tubulações serão feitos por meio de conexões apropriadas para cada caso. Não serão permitidas curvaturas a quente nos tubos.

Durante a construção, as extremidades das tubulações serão vedadas com bujões roscáveis, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos.

Para facilitar, em qualquer tempo a desmontagem das tubulações, serão colocadas, onde necessário, conexões do tipo união.

Os sistemas prediais de águas pluviais e de esgoto sanitário serão executados de forma independente um do outro.

8.4 Materiais

- *Tubos e Conexões*

Todas as tubulações de águas pluviais internas à edificação, no diâmetro até 150mm, serão em PVC rígido, reforçado, série “R”, com ponta e bolsa e junta elástica, em conformidade com a NBR 5688:2018 (fabricação) e com a NBR 10844:1989 (instalação), de fabricação “TIGRE” ou equivalente.

As tubulações de águas pluviais instaladas de forma aparente serão fixadas com suporte de fixação no diâmetro da tubulação, ref. “MARVITEC” ou equivalente, fixada à parede por meio de chumbador tipo “CB” no diâmetro e comprimento compatível com a furação do suporte, ref. “MARVITEC” ou equivalente.

O espaçamento entre pontos de fixação será de 1,5 metros.

Todas as conexões serão do mesmo material das tubulações

- *Caixas de Areia (CA)*

São previstas caixas de areia fabricadas em concreto. O fundo das caixas receberá um lastro de concreto magro para regularizar o assentamento da laje inferior.

As caixas de areia serão dotadas de grelha, para favorecer a drenagem do entorno da edificação.

Para caixas que excedam a cota do terreno será necessário realizar preenchimento no solo para nivelamento.

- *Ralos tipo Abacaxi*

Os ralos para drenagem das águas da cobertura serão semiesféricos de ferro fundido, tipo abacaxi, nos diâmetros indicados em projeto, de referência “SAINT GOBAIN” ou equivalente.

- *Calhas*

Foram definidas 5 (cinco) calhas no projeto, identificadas na memória de cálculo como CALHA 1, CALHA 2, CALHA 3, CALHA 4 e CALHA 5. As calhas 1 e 2 são de formato retangular, com declividade de 0,5% e de concreto alisado. Estas calhas estão sobre o auditório e área de circulação coberta localizada na entrada. As calhas 3, 4 e 5 são de formato semicircular, com declividade de 0,5% e metálicas, estando sobre a cobertura

em *steel frame*, acima das áreas dos laboratórios, garagem e célula combustível. Foi definido que as calhas possuem saída em aresta viva.

- *Cisternas de aproveitamento de águas pluviais*

São previstas 2 (duas) cisternas de aproveitamento de água de chuva. São cisternas verticais modulares, de 600 litros, de referência “TECNOTRI” ou equivalente.

A cisterna é compacta e modular, de dimensões 1690 mm x 1485 mm x 550 mm (alt x larg x prof), capacidade de 600 litros, 29 kg e na **cor bege**. A imagem a seguir ilustra este equipamento (**Figura 25**).

KIT REÚSO DE ÁGUA - 600 Litros **CISTERNA VERTICAL MODULAR**

DIMENSÕES 1485x1690x550 mm

Entrada 100 mm

COM FILTRO CLORADOR

Capacidade de CARGA

Peso	Capacidade
29 Kg	600 Litros

CORES DISPONÍVEIS

Pode ser instalada em sacadas, terraços e integrar a decoração de jardins.

- Compacta e modular
- Longa vida útil
- Resistente a agentes climáticos
- Proteção UV e tratamento antimicrobiano
- Prática e fácil de higienizar
- Suporta variação de temperatura - 35°C a 60°C

Atenção: observar detalhes técnicos enviados pela fábrica para instalação em sacadas.



SAÍDA EXTRA 50 mm

ÁGUA EU REÚSO

KHER

* Consulte sobre versão água potável

Figura 25 – Cisterna de aproveitamento de água pluvial

9 Sistema Predial de Gás

9.2 Descrição do Projeto

Para o desenvolvimento do projeto, foram observadas as soluções propostas pelo projeto de arquitetura e as determinações afixadas no Regulamento de Instalações Prediais - RIP. Aprovado pelo Decreto no. 23.317 de 10 de julho de 1997 e da NBR 15526:2012 – Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais – Projeto e Execução.

O abastecimento do ponto de gás natural previsto em projeto será feito pela rede do CEPEL, já existente e indicada nas pranchas que compõem este projeto.

O ramal de abastecimento se conecta a rede do CEPEL, em ponto indicado no projeto, e segue enterrado até o ponto de abastecimento, localizado no compartimento da célula a combustível. A potência do equipamento de célula a combustível, informada pela equipe do CEPEL/Eletróbrás, é igual a 5KW.

As tubulações e conexões foram projetadas em cobre, classe I e deverão seguir as especificações da NBR 13206:2010 - Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluidos – Requisitos e NBR 15345:2013 - Instalação predial de tubos e conexões de cobre e ligas de cobre — Procedimento.

Todos os materiais e equipamentos a serem utilizados nas instalações deverão ser novos, livres de falhas e em conformidade com as especificações.

A instalação dos equipamentos, tubulações e registros deverá ser executada nos locais onde representados no projeto e de acordo com as recomendações da CEG.

A construtora deverá submeter todas as redes apresentadas no projeto, a testes de prova em todas as instalações, como a seguir mencionadas.

- *Testes de prova nas tubulações:*
 - As tubulações de gás, antes de seu uso, deverão ser submetidas aos testes de desobstrução e estanqueidade.
 - Para a execução dos testes, dever-se-á desconectar o ponto de consumo e retirar os plugues e abrir todos os registros existentes. Injetar na tubulação ar ou gás inerte, à pressão de 1,0 kgf/cm², e verificar se o fluido escapa livremente, em cada ponto de alimentação.

- O teste de estanqueidade deverá ser executado mediante emprego de ar comprimido ou gás inerte, a uma pressão de 1 kgf/cm². Colocada a pressão de teste e não havendo variação na pressão durante 20 (vinte) minutos, a tubulação será considerada estanque.
- Para a detecção de vazamento nas tubulações de gases, será permitido, somente, o emprego de espuma de água e sabão.

Iniciada a admissão de gás na tubulação, deve se deixar escapar todo o ar retido na mesma, por meio de abertura do registro existentes no aparelho de utilização, cujo local deve ser mantido bem arejado.

9.3 Prescrições Gerais

A construtora deverá instalar a tubulação desde o ponto de rede do CEPEL existente, indicado em planta, até a área de célula a combustível.

Todas as tubulações enterradas deverão ser protegidas contra corrosão.

Tanto quanto possível, todas as interferências com estruturas e outros componentes foram solucionadas no desenvolvimento dos projetos. No entanto, é sempre recomendável, atentar para esses detalhes quando da execução dos serviços objeto deste projeto.

9.4 Materiais

- *Tubulações e conexões*

Todas as tubulações e conexões de gás serão em cobre classe I, fabricação ELUMA ou equivalente.

- *Registro*

Os registros serão do tipo macho, para gás, nos diâmetros indicados em projeto, fabricação NIAGARA ou equivalente.

10 Sistema Predial de Elétrica

10.1 Condições Gerais

As instalações elétricas serão executadas em condições totalmente operacionais, sendo que o fornecimento de materiais, equipamentos e mão de obra deverá ser previsto no sentido de incluir todos os componentes necessários para tal, mesmo aqueles que embora não citados sejam indispensáveis para se atingir o perfeito funcionamento de todos os sistemas.

Todas as instalações elétricas serão executadas com esmero e bom acabamento, com todos os condutores, condutos e equipamentos cuidadosamente arrumados e firmemente ligados às estruturas de suporte, formando um conjunto mecânico e eletricamente satisfatório e de boa qualidade.

Todo equipamento será firmemente fixado à sua base de instalação, prevendo-se meios de fixação ou suspensão condizentes com a natureza do suporte e com o peso e as dimensões do equipamento considerado.

As partes vivas expostas dos circuitos e dos equipamentos elétricos serão protegidas contra acidentes, seja pôr um invólucro protetor, seja pela sua colocação fora do alcance normal de pessoas não qualificadas.

As partes do equipamento elétrico que, em operação normal, possam produzir faíscas deverão possuir uma proteção incombustível protetora e ser efetivamente separados de todo material facilmente combustível.

Em lugares úmidos ou normalmente molhados, nos expostos às intempéries, onde o material possa sofrer ação dos agentes corrosivos de qualquer natureza, serão usados métodos de instalação adequados e materiais destinados especialmente a essa finalidade.

Somente em caso claramente autorizado pela FISCALIZAÇÃO será permitido que equipamentos e materiais sejam instalados de maneira diferente da especificada nos projetos ou indicada pôr seu fabricante. Esta recomendação cobre também os serviços de partida e os testes de desempenho de cada equipamento, que deverão ser realizados de acordo com as indicações de seus fabricantes.

10.2 Normas e Códigos

Deverão ser observadas as normas e códigos aplicáveis ao serviço em pauta, sendo que as especificações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) serão consideradas como elemento base para quaisquer serviços ou fornecimentos de materiais e equipamentos, em especial as abaixo relacionadas, outras constantes destas especificações e ainda as especificações e condições de instalação dos fabricantes dos equipamentos a serem fornecidos e instalados.

- NBR 5410 - Execução de instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5413 - Iluminamento de Interiores.

10.3 Materiais e Processo Executivo

Todas as extremidades livres dos tubos serão antes e durante os serviços convenientemente obturadas, a fim de evitar a penetração de detritos e umidade.

Os quadros elétricos de distribuição deverão ser de sobrepor metálicos iguais ou equivalentes aos modelos especificados e detalhados contidos no projeto.

Deverão ser equipados com os disjuntores e demais equipamentos dimensionados e indicados nos diagramas unifilares e trifilares. Todos os disjuntores serão de fabricação GE, SIEMENS, tipo TQC, ou similar, conforme a NBR 5361, IEC 947-2 ou IEC 898;

Todos os cabos e/ou fios deverão ser arrumados no interior dos quadros utilizando-se canaletas, fixadores, abraçadeiras, e serão identificados com marcadores apropriados para tal fim.

As plaquetas de identificação dos quadros elétricos deverão ser feitas em acrílico, medindo 50 x 20 mm e parafusadas nas portas dos mesmos.

Após a instalação dos quadros, os diagramas unifilares dos mesmos deverão ser armazenados no seu interior em porta planta confeccionado em plástico apropriado.

A fiação elétrica será feita com condutores de cobre, de fabricação PIRELLI, tipo SINTENAX de 1 KV, ou similar. Para os circuitos de iluminação não serão utilizados condutores menores que 1,5 mm² e para os circuitos de tomadas e/ou força não serão utilizados condutores menores que 2,5 mm².

Os condutores deverão ser instalados de forma que os isente de esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência, ou com a do isolamento ou revestimento. Nas deflexões os condutores serão curvados segundo raios iguais ou maiores que os raios mínimos admitidos para seu tipo.

Todas as emendas dos fios e cabos deverão ser sempre efetuadas em caixas de passagem. Igualmente o desencapamento dos fios, para emendas, será cuidadoso, só ocorrendo no interior das caixas. O isolamento das emendas e derivações deverá ter características no mínimo equivalentes às dos condutores a serem usados, devendo ser efetuado com fita isolante de auto fusão.

As ligações dos condutores aos bornes dos aparelhos e dispositivos deverão ser feitas de modo a assegurar resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito e permanente, sendo que os fios de quaisquer seção serão ligados pôr meio de terminais adequados.

Todos os cabos e fios serão afixados através de abraçadeiras apropriadas, de fabricação HELLERMANN, ou similar. Deverão ser utilizados marcadores de fabricação DUTOPLAST,

HELLERMANN, ou similar, para marcar todos os fios e cabos elétricos, os quais terão as seguintes cores:

- Condutores de fase - Preto, branco e vermelho;
- Condutores de neutro - Azul claro;
- Condutores de retorno – Cinza;
- Condutores positivos em tensão DC – Vermelho;
- Condutores negativos em tensão DC – Preto;
- Condutores de terra - Verde ou Verde/Amarelo.

Para os rabichos de ligação das luminárias serão utilizados cabos PP 3 x 1,5mm².

10.4 Eletrodutos, Eletro calhas, e Caixas de Derivações

A distribuição deverá ser feita de forma aparente ou sob o forro, utilizando-se eletro calhas perfuradas, eletrodutos de PVC rígido, conduletes e caixas de passagem, conforme projeto.

Os eletrodutos serão em PVC rígido incombustíveis, a menor bitola será $\varnothing = 3/4"$ serão utilizados para alimentação dos circuitos de iluminação, tomadas de serviço e interruptores, a partir do quadro de distribuição.

Toda derivação ou mudança de direção dos eletrodutos, tanto na horizontal como na vertical, deverá ser executada através de conduletes de PVC ou das caixas de passagem representadas no projeto, não sendo permitido o emprego de curva pré-fabricada, nem curvatura no próprio eletroduto, salvo indicação em contrário nos casos específicos estabelecidos no projeto.

Sempre que possível serão evitadas as emendas dos eletrodutos. Quando inevitáveis, estas emendas serão executadas através de luvas roscadas às extremidades a serem emendadas, de modo a permitir continuidade da superfície interna do eletroduto e resistência mecânica equivalente à tubulação.

Todos os circuitos de iluminação serão lançados, a partir do QDF em fase, neutro e terra. Todas as luminárias fluorescentes deverão ser aterradas para garantir segurança e partida adequada dos reatores eletrônicos dimerizáveis.

A distribuição dos circuitos sob o piso será efetuada em eletrodutos de PVC rígido rosqueável de acordo com o projeto.

Todas as partes metálicas não destinadas à condução de energia, como quadros, caixas, carcaças de motores, equipamentos, etc., serão solidamente aterradas interligando-se à malha de aterramento a ser executada e depois ligada a malha de terra existente.

10.5 Dimensionamento e Especificação dos Eletrodutos

A bitola mínima das tubulações será $\frac{3}{4}$ ", e as luvas e curvas terão as mesmas características das tubulações.

As curvas deverão ser pré-moldadas com raio de curvatura igual ou superior a seis vezes o diâmetro do tubo.

Os tubos cortados a serra terão as bordas limadas para remover as rebarbas.

As juntas serão feitas com luvas de rosca ou de aperto de modo que as extremidades dos tubos se toquem.

As tubulações rígidas ou flexíveis de instalação embutida serão em PVC.

As tubulações rígidas de instalação aparente serão em aço carbono protegidas por zincagem a quente.

Todas as junções entre eletroduto e caixa de chapa metálica deverão conter buchas e arruelas.

As tubulações deverão ser cuidadosamente vedadas durante a construção e posteriormente limpas e sopradas para que estejam desobstruídas e isentas de umidade, devendo ainda ser deixado fio guia para a passagem dos cabos.

As eletrocalhas serão metálicas e deverão possuir tampa. A continuidade elétrica deverá ser garantida por cordoalha de cobre interligando cada trecho e a mesma deverá ser interligada a barra de aterramento do painel onde ela se origina.

10.6 Critério de Dimensionamento

O dimensionamento dos eletrodutos foi feito adotando o seguinte critério:

- Adotou-se a seção de todos os condutores como sendo igual a seção do condutor de maior bitola.
- Determinou-se a quantidade de cabos que passam no trecho seguindo a recomendação da NBR 5410, onde limita a ocupação de cabos no interior do eletroduto em 40%.
- Obteve-se a seção do eletroduto por tabela abaixo.

CABO XLPE 90o.C 0,6/1KV				2,5	4,0	6,0	10,0	16,0	25,0	35,0	50,0	70,0
	seção duto	seção 40%	Ø	1,7	2,5	3,1	4,0	5,0	6,3	7,9	10,0	12,5
3/4	20	314,15	125,66	1,7	2,5	3,1	4,0	5,0	6,3	7,9	10,0	12,5
1	25	490,86	196,34	2,2	3,2	3,9	5,0	6,3	7,9	10,0	12,5	15,9
1 1/4	32	804,22	321,69	3,2	4,5	5,6	7,5	9,4	11,8	14,8	18,8	23,8
1 1/2	40	1256,60	502,64	4,0	5,6	7,0	9,4	11,8	14,8	18,8	23,8	29,8
2	50	1963,44	785,38	5,0	7,0	8,7	11,8	14,8	18,8	23,8	29,8	37,7
2 1/2	65	3318,21	1327,28	6,3	8,7	10,8	14,8	18,8	23,8	29,8	37,7	47,3
3	80	5026,40	2010,56	7,9	10,8	13,5	18,8	23,8	29,8	37,7	47,3	59,3
4	100	7853,75	3141,50	10,0	13,5	16,8	23,8	29,8	37,7	47,3	59,3	74,6

10.7 Elementos de Suporte e Fixação

Abraçadeira para eletrodutos: Fabricada em ferro galvanizado eletroliticamente e com base para parafuso de fixação, com diâmetro de acordo com o eletroduto a ser utilizada. Fabricante: Tramontina, Estingueto ou Inca.

Buchas e arruelas para eletrodutos: Fabricado em alumínio silício para fixação de eletrodutos e curvas em caixas. Fabricante: Wetzel, Prensall ou Daisa.

Conectores: Fabricados em liga de cobre de alta resistência para fixação de cabos junto a chaves, hastes ou barramentos e também para a emenda ou derivação de fios ou cabos, as bitolas serão de acordo com os cabos dimensionados em projeto. Fabricante: Burdy, Intelli, Conter ou Magnet.

Perfilados: Fabricadas em chapa lisa de aço 14 MSG, galvanização a quente, dobra tipo "C" com tampa, o sistema escolhido deverá possuir toda a linha de derivação e curvas para a execução de todos os desvios necessários à montagem. Fabricante: Mopa, Mega, ou Sisa.

10.8 Caixas e Dutos

Caixas de Passagem: Caixas de passagem em chapa de aço SAE 1008, zincada a quente (galvanizada) e aplicação de primer anticorrosivo. Fabricante: Cemar, Thomeu, Gomes ou Phaynel II. Elas serão em liga de alumínio com tampa de alumínio ou latão polido. Fabricante: Wetzel.

Canaletas e acessórios: Sistema DLP Evolutiva, fabricadas em plástico resistente a impactos. Fabricante: Pial Legrand.

Conduletes: Corpo e tampas em liga de alumínio equipado com junta de vedação em PVC. Fabricante: Wetzel.

Eletro calhas e acessórios: Fabricadas em chapa de aço SAE 1010/1020, zincada a quente (galvanizada), dobra "U" com tampa normal. Fabricante: Mega.

Perfilados e acessórios: Fabricados em chapa de aço SAE 1010/1020, zincada a quente (galvanizada), dobra "C" com tampa normal. Fabricante: Mopa, Mega ou Sisa.

Tubulações, Luvas e Curvas de PVC: Fabricados em cloreto de polivinila (PVC) conforme NBR-6150 (Eletroduto de PCV rígido). Fabricante: Tigre.

Tubulações, Luvas e Curvas de aço galvanizado: Fabricados em aço carbono conforme NBR-5597 (Eletroduto rígido de aço-carbono e acessórios com revestimento protetor, com rosca ANSI/ASME) e NBR-5598 (Eletroduto rígido de aço-carbono e acessórios com revestimento protetor, com rosca NBR 6414). Fabricante: Marvitec, Carbinox, Zetone, Thomeu ou Apollo.

Tubulações de PEAD. Fabricados em Polietileno de Alta Densidade. Fabricante: Kanaflex.

10.9 Iluminação

Será prevista utilização de diversos tipos de luminárias conforme especificado no Projeto Luminotécnico. Todas elas deverão ser perfeitamente fixadas nas estruturas e com perfeito acabamento na superfície de forros.

Os aparelhos para luminárias, empregados nesta obra, obedecerão, naquilo que lhes for aplicável, à EB-142/ABTN, sendo construídos de forma a apresentar resistência adequada e possuir espaço para permitir as ligações necessárias. Buscarão antes de tudo a melhor eficiência energética possível.

Todas as luminárias serão protegidas contra corrosão mediante pintura, esmaltação, zincagem ou outros processos equivalentes.

As luminárias devem ser construídas de material incombustível e que não seja danificado sob condições normais de serviço. Seu invólucro deve abrigar todas as partes vivas ou condutores de corrente, condutos porta lâmpadas e lâmpadas permitindo-se, porém, a fácil substituição de lâmpadas e de reatores. Devem ser construídas de forma a impedir a penetração de umidade em eletroduto, porta lâmpadas e demais partes elétricas.

10.10 Malha de Aterramento

Deverá ser executada uma malha de terra constituída de hastes de aterramento tipo copperweld de 5/8" x 3 m, interligadas pôr cordoalha de cobre nu de 50 mm² através de solda exotérmica. Deverão ser instaladas quantas hastes forem necessárias para que obtenha resistência máxima de 10 Ohms em terreno seco. Tanto as hastes quanto a cordoalha de interligação deverão ser enterradas a uma profundidade mínima de 50 cm. Deverá ser executada uma caixa de inspeção da haste principal construída em alvenaria com tampa de ferro fundido tipo T-16.

A malha de aterramento executada deverá ser interligada às malhas de aterramento porventura existentes nas proximidades. Conforme indicada seu posicionamento em projeto.

10.11 Equipamentos e Materiais

As especificações descritas a seguir se destinam a definir os equipamentos e materiais a serem fornecidos e/ou instalados para execução dos serviços em pauta, que deverão ser utilizados como guia para seleção dos mesmos.

Os modelos e equipamentos citados são para efeito orientativo, não estabelecendo necessariamente que estes sejam das marcas ou dos fabricantes citados.

Os equipamentos propostos deverão atender integralmente as características construtivas e condições operacionais dos equipamentos especificados, devendo a CONTRATADA enviar os catálogos técnicos com dimensões físicas, pontos de operação,

características técnicas, etc., dos equipamentos alternativos.

10.12 Condutos, dutos e acessórios

Só serão aceitos condutos e dutos que tragam impressos indicação de marca, classe e procedência.

Os eletrodutos, salvo especificação em contrário, serão de PVC rígido, fornecidos em barras de 3 m de comprimento, nas bitolas indicadas no projeto, podendo ser adotadas medidas em mm ou polegadas.

Os acessórios tais como buchas, arruelas, adaptadores luvas, curvas, condutes, abraçadeiras e outros, deverão ser preferencialmente da mesma linha e fabricação dos respectivos dutos.

10.13 Condutores

Os condutores destinados à distribuição de luz, força, controle ou sinalização deverão atender ao que se segue:

Serão todos do tipo "cabo", constituídos por condutores trançados de cobre eletrolítico e isolamento termoplástico antichama (PVC), do tipo PIRASTIC 1,0 KV, para bitolas inferiores a 16mm² e do tipo SINTENAX 1,0 KV (PVC-PVC) para bitolas superiores a 16 mm².

10.13.1 Critério da capacidade de corrente

Para o cálculo dos condutores desta instalação elétrica; foi definido que os condutores seriam de cobre com isolamento de PVC 1kV para a alimentação dos quadros de Distribuição e cobre com isolamento PVC 750V para os circuitos dos equipamentos. Através da NBR-5410 determinamos as seguintes condições:

- Foi considerado a categoria de isolamento tipo B-1 da tabela de dimensionamento de cabos unipolares ou multipolares em eletroduto embutido em alvenaria” e “Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado da mesma”.
- Temperaturas características dos condutores em uso de no máximo referentes a 70°C.

Para o cálculo dos condutores dos circuitos terminais e circuitos de distribuição, observou-se os critérios de Ampacidade e Queda de Tensão. É importante ressaltar que o critério de ampacidade observou-se as questões relacionadas a:

- Rendimento;
- Fator de potência;
- Fator de utilização;

- Fator de demanda;
- Temperatura;

Para o dimensionamento de queda de tensão observou-se os limites estabelecidos nas normas técnicas brasileiras vigentes. Pelo exposto adotou-se a maior bitola que os referidos critérios indicaram.

10.13.2 Corrente de Projeto (Ip):

$$I_p = P_n / f_p \text{ (em Ampères)}$$

Onde:

P_n = potência nominal em Watts.

f_p =fator de potência, foi adotado um único como recomenda a LIGHT-RJ, sendo:

- $f_p = 0,92$

De posse da corrente “I” determinamos a bitola do condutor pela Tabela de dimensionamento de condutores.

10.14 Equipamentos

10.14.1 Quadros Elétricos (Conforme projetos)

Quadro Geral de fabricação ELETROMAR, SIEMENS ou similar, grau de proteção IP-55 conforme NBR 6146, modelo de embutir, instalação abrigada, com as seguintes características:

- Chave geral tripolar;
- Barramento trifásico com Capacidade de Corrente conforme indicado em diagramas trifilares no projeto elétrico;
- Barramento de neutro;
- Barramento de terra;
- Espelho de proteção;
- Acessórios de instalação;
- Acabamento com pintura eletrostática à pó epóxi-poliéster na cor RAL 7032 - texturizada.

10.15 Demais Quadros

Os demais quadros, de distribuição, passagem, etc., serão em chapa de aço, n.º 16 e equipados com os dispositivos especificados no projeto, com porta, fechadura de cilindro, espelho e porta etiquetas.

As dimensões dos quadros, disposição e ligação obedecerão às Normas e à boa técnica, bem como às indicações dos respectivos desenhos apresentados no projeto.

10.16 Dispositivos de Manobra e Proteção

Interruptores - Serão do tipo e valores nominais adequados para as cargas que comandam. Serão do tipo comum, de embutir, base de baquelite e funcionamento brusco modelo de fabricação PIAL, BTICINO - linha CLASSIC - 8500, ou similar.

Disjuntores - Serão do tipo TQC, com capacidade de interrupção de 5 KA, monoplares e bipolares, de fabricação GE, SIEMENS ou similar.

Outros dispositivos de comando e proteção tais como, chaves, contatores, botoeiras, relés e etc., deverão atender às especificações contidas no projeto e específicas para cada caso onde for empregado.

10.17 Disjuntores

Foi garantido o bom funcionamento do sistema de quaisquer condições de operação, protegendo as pessoas, os equipamentos e a rede elétrica as de acidentes provocados por alteração de correntes (sobrecorrentes ou curto-circuito).

Foram utilizados disjuntores termomagnéticos em caixa moldada (Unic), que são construídos de modo a atender a essas exigências da norma NBR 5361, através de um disparador térmico, bi metálico de sobrecargas ou de um disparador magnético de alta precisão. Pode ser instalado em quadros de distribuição através de garras ou trilhos.

10.17.1 Disjuntores com $IN \leq 125A$

Serão do tipo DIN, com disparo térmico e magnéticos independentes, seccionamento sob carga e capacidade de interrupção mínima de 10kA, fabricados com corpo de alta rigidez dielétrica, com amperagem e número de polos definidos em projeto, em conformidade com a norma NBR IEC 60898, curva "C". Fabricante: Schneider (linha IEC), Siemens ou ABB.

10.17.2 Disjuntores com $IN > 125A$

Serão do tipo "CAIXA MOLDADA", com disparo térmico e magnéticos independentes, seccionamento sob carga e capacidade de interrupção mínima de 18kA, fabricados com corpo de alta rigidez dielétrica, com amperagem e número de polos definidos em projeto, em conformidade com a norma NBR IEC 60947. Fabricante: Siemens, ABB, Schneider (linha IEC), Moeller ou GE (linha IEC).

10.18 Condições Para Aceitação da Instalação

As instalações elétricas e telefônicas só serão recebidas quando entregues em perfeitas condições de funcionamento, ligadas à rede existente, perfeitamente dimensionada e balanceada e dentro das especificações.

Todos os equipamentos e instalações deverão ser garantidos pôr 24 (vinte e quatro) meses a contar do recebimento definitivo das instalações.

11 Projeto de Iluminação

O projeto objetiva desenvolver soluções de iluminação artificial eficiente e integrada ao conceito de aproveitamento da luz natural. O projeto refere-se à implantação dessas soluções de iluminação artificial em todos os ambientes da Casa Cepel NZEB, e tem como premissa demonstrar e capacitar profissionais e consumidores ao propor soluções que tenham viabilidade técnica e econômica.

O projeto é baseado em luminárias dotadas de LED (light emitting Diode) incorporado. Todos os ambientes serão dotados de dispositivos de desligamento automático (sensores de presença), além de dispositivos de desligamento manual (interruptores). Os laboratórios EE e GD, além do sistema de desligamento automático, serão dotados de sensores de iluminância para as luminárias localizadas nas fileiras paralelas às aberturas da edificação, a fim de promover o aproveitamento da luz natural.

11.1 Sistemas de Iluminação integrados.

O projeto indicará o padrão de iluminação para cada atividade, de acordo com a norma NBR ISO/CIE-8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho, simulações luminotécnicas estáticas utilizando-se do software DIALUX EVO⁶, simulações luminotécnicas dinâmicas utilizando-se do software LICASO⁷ para verificação de disponibilidade de luz natural, de acordo com a norma IES LM 83-12, além de plantas com localização das luminárias.

O projeto indicará a tipologia dos seguintes equipamentos:

- Luminárias em LED - luminárias dotadas de LED (light emitting Diode) incorporado, dotados de dispositivos de conversão de corrente alternada em corrente contínua (drivers). As luminárias podem ser dotadas de sistemas de regulação de fluxo de acordo com o ambiente e a necessidade de aproveitamento de luz natural.
- Sensores de presença – dispositivo de desligamento automático do sistema de iluminação com controle de tempo de até 30 minutos após a saída de todos os ocupantes.

⁶ Disponível em: <https://www.dial.de/en/home/>

⁷ Disponível em: <http://www.licaso.com/docs/2017/Content/Home.htm>

- Sensores de iluminância – dispositivo de controle sensível a luz natural, dotado de comunicação através de protocolo digital DALI.

11.2 Classificação de ambientes

Para a classificação dos ambientes foram considerados os diferentes usos da Nova Casa CEPEL. Nesse sentido, levou-se em conta as tipologias e as atividades relacionadas ao auditório, laboratórios EE e GD, garagem, sanitários, circulação e a disponibilidade de iluminação para as áreas técnicas. **Quadro 1:**

Ambiente Casa CEPEL	Classificação NBR ISO/CIE-8995-1	Classificação NZEB Brasil
Auditório	Salas de reunião e conferencia	Auditório
Depósito mobiliário	Depósito, estoques	Depósito
Funcionários (EE)	Laboratórios	Laboratórios para salas de aula
Funcionários (GD)	Laboratórios	Laboratórios para salas de aula
Circulação	Áreas de circulação	Circulação
Circulação coberta laboratório	Áreas de circulação	Circulação
Circulação coberta	Áreas de circulação	Circulação
Circulação coberta célula à combustível	Áreas de circulação	Circulação
Célula a combustível	Estação de controle	Casa de máquinas
Sala de Controle	Estação de controle	Casa de máquinas
Garagem	Estacionamento	Garagem
Banho	Banheiros e Toaletes	Banheiros

Quadro 1. Classificação de ambientes (áreas internas).

O **quadro 2** relaciona os ambientes, suas respectivas áreas, a densidade de potência de iluminação limite para obtenção do nível A de eficiência energética e o limite de consumo para obtenção deste índice.

Ambiente	Área (m²)	DPIL A (W/m²)	Limite de Consumo (W)
Auditório	65,06	11,50	748,19
Depósito mobiliário	10,50	4,95	51,98
Funcionários (EE)	26,20	12,90	337,98
Funcionários (GD)	26,20	12,90	337,98
Circulação	19,10	7,10	135,61
Circulação coberta laboratório	36,75	7,10	260,93
Circulação coberta	34,40	7,10	244,24
Circulação coberta célula à combustível	17,55	7,10	124,61
Célula a combustível	12,12	4,65	56,36
Sala de Controle	4,00	4,65	18,60
Garagem	30,81	1,50	46,22
Banho	7,85	9,15	71,83
Total			2.434,51

Quadro 2. Limites de consumo energia elétrica com iluminação artificial.

11.3 Projeto luminotécnico de iluminação artificial de interiores.

O projeto de iluminação da Nova Casa CEPEL foi desenvolvido em conformidade com a norma NBR ISO/CIE-8995-1 (2013) – Iluminação de ambientes de trabalho.

Devido à complexidade dos ambientes e as demandas por velocidade nas avaliações das alternativas de projeto, as ferramentas computacionais de cálculo luminotécnico se tornaram importantes no cenário da arquitetura. Estes softwares são capazes emitir relatórios dotados de tabelas e plantas com indicações das iluminâncias. Por sua precisão e confiabilidade, os organismos de certificação de edificações os adotam como ferramentas para avaliar a eficiência energética.

11.3.1 Auditório

Este ambiente tem uso para apresentações e treinamento, com necessidade de controle da entrada de luz natural, prevista através de brises e de cortinas nas laterais do mesmo. Portanto foi tratado como um ambiente de uso exclusivo de luz artificial, e com

possibilidade de acionamento em separado das seções de iluminação direta pontual e difusa.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Spot de embutir no teto	Dotado de LED 13,2W, 3000K, fecho 35°, 1061 lumens, IRC 90 - driver on/off incorporado	32
2	Perfil de LED de embutir	Comprimento 1 metro, dotado de fita de LED, 5W, 3000K, 274 lumens, IRC 90 - driver on/off remoto.	40
3	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros.	2

Quadro 3. Luminárias e sensores do auditório.

11.3.2 Depósito do mobiliário

Ambiente tem uso esporádico, para guarda de mobiliário de uso da sala do auditório, trata-se de local de permanência transitória disponibilidade de luz natural. Neste projeto considera-se apenas uma seção de acionamento de iluminação através de arandelas localizadas nas paredes.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Arandela de parede	Dotada de LED 8W, 3000K, 687 lumens - driver bivolt on/off incorporado.	5
2	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros.	1

Quadro 4. Luminárias e sensores do depósito do mobiliário.

11.3.3 Funcionários (EE).

Ambiente tem uso através de visitas agendadas, pois trata-se de um laboratório para demonstração de produtos eficientes e conscientização do consumidor. Ambiente dotado de sistema de iluminação com 2 seções, com automação através de sensor de iluminancia para aproveitamento da luz natural proveniente da abertura. As luminárias

foram especificadas com protocolo de automação DALI⁸, são dimerizáveis e aceitam programação através de uma central de automação.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Pendente Linear	Dotado de LED 25.2W, 4000K, 2371 lumens, IRC 80 - driver DALI incorporado	4
2	Spot de sobrepor ao teto	Dotado de LED 10.5W, 4000K, 931 lumens, IRC 80 - driver incorporado DALI	15
3	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros. Protocolo digital DALI.	1
4	Sensor de iluminância de teto	Sensor de iluminância, dotado de dispositivo eletrônico fotossensível, alcance 5 metros. Protocolo digital DALI.	1

Quadro 5. Luminárias e sensores do depósito dos funcionários (EE)

⁸ Sigla para Digital Addressable Lighting Interface, protocolo de comunicação entre dispositivos de sistemas de iluminação. Disponível em <https://www.digitalilluminationinterface.org/dali/>

11.3.4 Funcionários (GD).

Ambiente tem uso através de visitas agendadas, pois trata-se de um laboratório para demonstração de produtos eficientes e conscientização do consumidor. Ambiente dotado de sistema de iluminação com 2 seções, com automação através de sensor de iluminância para aproveitamento da luz natural proveniente da abertura. As luminárias foram especificadas com protocolo de automação DALI, são dimerizáveis e aceitam programação através de uma central de automação.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Pendente Linear	Dotado de LED 25.2W, 4000K, 2371 lumens, IRC 80 - driver DALI incorporado	4
2	Spot de sobrepor ao teto	Dotado de LED 10.5W, 4000K, 931 lumens, IRC 80 - driver incorporado DALI	15
3	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros. Protocolo digital DALI.	1
4	Sensor de iluminância de teto	Sensor de iluminância, dotado de dispositivo eletrônico fotossensível, alcance 5 metros. Protocolo digital DALI.	1

Quadro 6. Luminárias e sensores do depósito do Funcionário GD.

11.3.5 Circulação

Ambiente de permanência transitória, conecta o auditório aos laboratórios. Trata-se de um ambiente que dispõe de cobertura, entretanto não tem paredes, exceto a que faz divisa com o auditório, sendo assim possui disponibilidade de luz natural. Neste projeto considera-se apenas uma seção de acionamento de iluminação e dois sensores de ocupação em cada acesso ao ambiente.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Perfil de LED de sobrepor	Comprimento 1 metro, dotado de fita de LED, 15W, 3000K, 274 lumens, IRC 90 - driver on/off remoto.	8
2	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros.	2

Quadro 7. Luminárias e sensores da circulação.

11.3.6 Circulação coberta do laboratório

Ambiente de permanência transitória, conecta à entrada aos laboratórios. Trata-se de um ambiente que dispõe de cobertura, entretanto não tem paredes, exceto a que faz divisa com os laboratórios, sendo assim possui disponibilidade de luz natural. Neste projeto considera-se apenas uma seção de acionamento de iluminação e três sensores de ocupação, acompanhando a forma em “U” do acesso.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Arandela de parede	Dotada de LED 8W, 3000K, 687 lumens - driver bivolt on/off incorporado.	8
2	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros.	3

Quadro 8. Luminárias e sensores da circulação coberta do laboratório.

11.3.7 Circulação coberta

Ambiente de permanência transitória, conecta a entrada aos laboratórios e ao auditório. Trata-se de um ambiente que dispõe de cobertura com pergolado, sendo assim possui disponibilidade de luz natural. Neste projeto considera-se apenas uma seção de acionamento de iluminação e um sensor de ocupação.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Perfil de LED de sobrepor	Comprimento 1 metro, dotado de fita de LED, 15W, 3000K, 274 lumens, IRC 90 - driver on/off remoto.	9
2	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros.	1

Quadro 9. Luminárias e sensores da circulação coberta.

11.3.8 Circulação coberta da célula à combustível

Ambiente de permanência transitória, conecta a entrada da célula de combustível ao pergolado. Trata-se de um ambiente que dispõe de cobertura ao lado de um ambiente semicoberto, sendo assim possui disponibilidade de luz natural. Neste projeto considera-se apenas uma seção de acionamento de iluminação e dois sensores de ocupação.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Arandela de parede	Dotada de LED 8W, 3000K, 687 lumens - driver bivolt on/off incorporado.	7
2	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros.	2

Quadro 10. Luminárias e sensores da circulação coberta da célula à combustível.

11.3.9 Célula à combustível

Ambiente tem uso através de visitas agendadas, pois trata-se de um laboratório para demonstração de produtos eficientes e conscientização do consumidor. Ambiente

dotado de sistema de iluminação com uma seção de iluminação e um sensor de ocupação.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Pendente Linear	Dotado de LED 25.2W, 4000K, 2371 lumens, IRC 80 - driver on-off incorporado.	2
2	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros.	1

Quadro 11. Luminárias e sensores da célula à combustível.

11.3.10 Sala de controle

Ambiente de visitação restrita da equipe de manutenção e operação. Ambiente dotado de sistema de iluminação com uma seção de iluminação e um sensor de ocupação.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Perfil de LED de sobrepor	Comprimento 1 metro, dotado de fita de LED, 15W, 3000K, 274 lumens, IRC 90 - driver on/off remoto.	1
2	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros.	1

Quadro 12. Luminárias e sensores da sala de controle.

11.3.11 Garagem

Ambiente de permanência transitória, dotado de aberturas que permitem o uso de iluminação natural. Ambiente dotado de sistema de iluminação com uma seção de iluminação e um sensor de ocupação.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Arandela de parede	Dotada de LED 8W, 3000K, 687 lumens - driver bivolt on/off incorporado.	4

2	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros.	1
---	----------------------------	--	---

Quadro 13. Luminárias e sensores da garagem.

11.3.12 Banho

Ambiente de permanência transitória, dotado de subdivisão entre o lavabo e o sanitário acessível. Ambiente dotado de sistema de iluminação com duas seções de iluminação e dois sensores de ocupação.

O projeto contempla:

Item	Tipologia	Descrição	QT
1	Arandela de parede	Dotada de LED 8W, 3000K, 687 lumens - driver bivolt on/off incorporado.	4
2	Sensor de presença de teto	Sensor de presença ou de desocupação, dotado de receptor infravermelho, alcance 10 metros.	2

Quadro 14. Luminárias e sensores do banho

11.4 Método das atividades do edifício.

ID do ambiente	Área iluminada [m ²]	Classe A	Classe D
Auditório	65,06	748,19	884,82
Depósito mobiliário	10,50	51,98	84,00
Funcionários (EE)	26,20	337,98	427,58
Funcionários (GD)	26,20	337,98	427,58
Circulação	19,10	135,61	216,98
Circulação coberta laboratório	36,75	260,93	417,48
Circulação coberta	34,40	244,24	390,78
Circulação cob. célula à combustível	17,55	124,61	199,37
Célula a combustível	12,12	56,36	116,35

Sala de Controle	4,00	18,60	38,40
Garagem	30,81	46,22	98,59
Banho	7,85	71,83	121,68
		2.434,51	3.423,61

Quadro 15. Consumo de energia do sistema de iluminação: método das atividades do edifício.

11.5 Avaliação do potencial da envoltória para aproveitamento da luz natural.

Para obtenção da classe A de eficiência energética do sistema devemos atender ao requisito de avaliação do potencial de aproveitamento de luz natural de envoltória.

O método utilizado neste memorial foi a da simulação fotométrica dinâmica de luz natural com uso de programas de computador.

Alguns *softwares* podem avaliar as disponibilidades de luz natural internas a uma edificação de forma estática como o DIALUX e o AGI32. Em ambos, dado um modelo computacional de um ambiente dotado de fenestrações (janelas, átrios, claraboias, etc.), o software pode então calcular as iluminâncias instantâneas de um determinado horário de um dia escolhido para análise localizados geograficamente em suas coordenadas de latitude e longitude. Além dos dados referentes a distribuição de iluminâncias, são disponibilizados relatórios de nível de ofuscamento e imagens renderizadas do ambiente analisado. Os valores estáticos de iluminância obtidos através destes softwares de simulação podem ser comparados com as normas, como por exemplo, a ISO 8995-2013 a fim de avaliar sua adequação aos ambientes e as tarefas ali realizadas.

Entretanto, quando se trata de avaliar a disponibilidade de luz natural de forma dinâmica e que atenda aos conceitos propostos pelos organismos de certificação de eficiência energética, faz-se necessário o uso de softwares com esta funcionalidade. Estes programas se utilizam de uma base de dados meteorológicos (TMY: *Typical Meteorological Year*), no Brasil denominada de Normal Climatológica, série 1961 a 1990, sendo que, recomenda-se utilizar os dados da estação mais próxima à edificação a fim de obter uma melhor precisão na simulação.

Dentre os produtos disponíveis no mercado podemos destacar: Daysim e Radiance, além destes, alguns pesquisadores brasileiros utilizam o Troplux. Entretanto, nesta pesquisa utilizaremos o LICASO.

O programa permite a utilização de diversos tipos de céus padrões, como o céu de Perez, produzindo relatórios com os seguintes parâmetros: Iluminância, sDA, UDI, ASE, entre outros. O LICASO utiliza os parâmetros da norma IES LM-83-12, podendo ser configurado para atender a necessidades específicas de uso de ambientes em determinados horários, como o que foi considerado para atender aos requisitos do NZEB Brasil.

O programa LICASO gera um relatório final com os resultados das simulações em relação aos critérios configurados pelo usuário, em nosso caso, aqueles referentes ao item B.III.2.1 da minuta NZEB Brasil.

12 ETIQUETAS

Prioritariamente, a **CONSTRUTORA** deverá solicitar a emissão da ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) Geral de Projeto e, após o térmico da obra, a ENCE Geral de Edificação Construída. A solicitação deverá ser feita a um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) pelo Inmetro.