



MIRIAM SCODELER DE PAULA

**PROJETO DE UM CENTRO DE CONVIVÊNCIA
ESTUDANTIL COM O USO DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS**

LAVRAS-MG

2021

MIRIAM SCODELER DE PAULA

**PROJETO DE UM CENTRO DE CONVIVÊNCIA
ESTUDANTIL COM O USO DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Engenharia Civil, para a obtenção do
título de Bacharel.

Prof. Michael Silveira Thebaldi
Orientador

Priscilla Abreu Pereira Ribeiro
Coorientadora

LAVRAS-MG

2021

MIRIAM SCODELER DE PAULA

**PROJETO DE UM CENTRO DE CONVIVÊNCIA
ESTUDANTIL COM O USO DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Engenharia Civil, para a obtenção do
título de Bacharel.

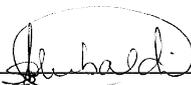
APROVADO em 26 de novembro de 2021.

Prof. Dr. Michael Silveira Thebaldi – DRH UFLA

Marina Neves Merlo – DRH UFLA

Miguel Angel Corea Alvarez – DRH UFLA

Prof. ^a Dr.^a Priscilla Abreu Pereira Ribeiro – DEG UFLA



Prof. Michael Silveira Thebaldi
Orientador

LAVRAS-MG

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que em sua infinita sabedoria colocou força em meu coração para vencer mais essa etapa da minha vida. Também sou grata a Ele por ter me tranquilizado nos momentos difíceis da minha trajetória acadêmica.

Agradeço imensamente aos meus pais, Marinéia e Sérgio, por todo incentivo, amor incondicional, carinho e compreensão nos momentos em que precisei estar ausente para correr atrás dos meus sonhos. Sem vocês nada disso seria possível.

Deixo um agradecimento especial à minha avó Leonor (*in memoriam*), que sempre foi meu maior exemplo de mulher batalhadora e determinada nessa vida.

Sou grata pela minha família, por todo o carinho, incentivo e força. Não posso deixar de dedicar um agradecimento especial à minha prima Viviane e minha tia Márcia, grandes parceiras e incentivadoras.

Natália e Giovanna, só tenho a agradecer pelos 5 anos dividindo apartamento com vocês, podem ter certeza que foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

A todos os amigos, especialmente o gramado, muito obrigada. Vocês foram fundamentais para a minha formação e tornaram essa etapa tão desafiadora mais leve.

Sou grata a todos os discentes que contribuíram com a minha trajetória acadêmica, especialmente Michael e Priscilla, responsáveis pela orientação do meu projeto. Obrigada pelos esclarecimentos das minhas dúvidas, pelas horas reservadas para as reuniões e por serem tão atenciosos e pacientes.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras pelo aprendizado, a oportunidade de fazer parte de uma das melhores Universidades do país e por ter aberto as portas para a melhor experiência que já vivi até hoje, a tão sonhada Mobilidade Acadêmica Internacional na Europa, estudando na melhor faculdade de Portugal, UPorto. Obrigada por me ensinar tanto a respeitar as diferenças, a ter comprometimento e dedicação em tudo que faço.

Muito obrigada a cada pessoa que contribuiu para realização deste trabalho, direta ou indiretamente, com palavras, conhecimento, incentivo e apoio.

“A gente tem é que sonhar, senão as coisas não acontecem.”

Oscar Niemeyer

RESUMO

As atividades contemporâneas resultantes da ação humana demandam grande quantidade de recursos naturais para suprir o avanço tecnológico e o crescimento urbano, comprometendo estes bens e tornando-os escassos, além de gerar consequências negativas para a sociedade. Diante da degradação do meio ambiente e a preocupação em manter o conforto alcançado com essa evolução, busca-se alternativas que irão mitigar os danos causados na natureza. Este trabalho objetivou elaborar um projeto de um centro de convivência na Universidade Federal de Lavras com o intuito de agregar tecnologias sustentáveis, com o uso de madeira reflorestada, material com caráter renovável, e a utilização da cobertura para a captação de água da chuva e seu reaproveitamento para fins não-potáveis. Notou-se a viabilidade do uso da madeira como elemento estrutural, em razão de sua leveza, resistência mecânica e por estocar CO₂, além de oferecer um conforto visual para o ambiente. Analisou-se a capacidade de armazenamento de água da chuva em reservatórios, com uma área limitada, obtendo um resultado satisfatório mesmo havendo a necessidade de suprimento externo de água no mês de agosto. Além disso, notou-se uma vantagem na utilização de poços de infiltração, pois este infiltrou no solo toda a água captada por uma cobertura e a quantidade excedente que não pode ser armazenada nos reservatórios, diminuindo o escoamento superficial direto e a pressão sobre o sistema público de drenagem urbana.

Palavras-chave: Recursos Naturais. Tecnologias Sustentáveis. Captação da Água da Chuva. Poços de infiltração.

ABSTRACT

Contemporary activities resulting from human action demand large amounts of natural resources to supply technological advances and urban growth, compromising these assets and making them scarce, in addition to generating negative consequences for society. As a result of degradation of the environment and the concern to maintain the comfort achieved with this evolution, alternatives are sought that will mitigate the damage caused to nature. This work aimed to develop a project for a social center at the Federal University of Lavras in order to add sustainable technologies, with the use of reforested wood, a material with a renewable character, and the use of the roof to capture rainwater and reuse it for non-potable purposes. The feasibility of using wood as a structural element was noted, due to its lightness, mechanical resistance and for storing CO₂, in addition to offering visual comfort for the environment. The rainwater storage capacity in reservoirs, with a limited area, was analyzed, obtaining a satisfactory result even with the need for an external water supply in August. In addition, an advantage was noted in the use of infiltration wells, as they infiltrated into the soil all the water captured by a roof and the surplus quantity that cannot be stored in the reservoirs, reducing surface runoff and pressure on the public system of urban drainage.

Keywords: Natural Resources. Sustainable Technologies. Capture Rainwater. Infiltration Wells.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Local do projeto do Centro de Convivência	18
Figura 2 - Levantamento topográfico do local	19
Figura 3 - Diâmetro mínimo para manobra em um sanitário PNE.....	23
Figura 4 - Cotas do lavatório de um sanitário PNE em metros	24
Figura 5 - Vistas lateral e frontal das alturas das barras de apoio de um sanitário PNE	24
Figura 6 - Inclinação da rampa de acessibilidade.....	25
Figura 7 - Áreas de descanso em patamares de rampas de acessibilidade	26
Figura 8 - Áreas de influência do telhado da cantina para cálculo do abastecimento dos banheiros, vestiários e lavagem da área comum.....	29
Figura 9 - Áreas de influência do telhado da cantina para cálculo do abastecimento da lavagem da área comum do espaço de mesas e da cafeteria	30
Figura 10 - 3D do centro de convivência estudantil.....	34
Figura 11 - Planta Baixa do centro de convivência estudantil no terreno (sem escala definida).....	35
Figura 12 – Planta baixa da cantina do centro de convivência estudantil (sem escala definida).....	36
Figura 13 - Planta baixa da cafeteria do centro de convivência estudantil (sem escala definida).....	Erro! Indicador não definido.
Figura 14 - Planta baixa do espaço de mesas do centro de convivência estudantil (sem escala definida).....	38
Figura 15 - Distribuição das caixas d'água que abastecerão a limpeza da área comum da cantina.....	41
Figura 16 - Distribuição das caixas d'água que abastecerão a limpeza da área comum da cafeteria e do espaço de mesas	43
Figura 17 - Distribuição das caixas d'água que abastecerão os banheiros feminino e masculino.....	46
Figura 18 - Distribuição das caixas d'água que abastecerão os vestiários feminino e masculino.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade mínima de sanitários por tipo de ocupação.....	22
Tabela 2 - Legenda das cotas da Figura 5	25
Tabela 3 - Desnível máximo para cada inclinação de rampa	26
Tabela 4 - Dados das áreas de influência do telhado que irão abastecer as bacias sanitárias e a torneira para a limpeza da área comum da cantina	30
Tabela 5 - Dados das áreas de influência do telhado que irão abastecer a torneira para a limpeza da área comum da cafeteria e do espaço de mesas	31
Tabela 6 - Parâmetros para cálculo da intensidade de precipitação média máxima no município de Lavras - MG.....	32
Tabela 7 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 8500 L em relação à demanda estabelecida para abastecer a operação de limpeza da área comum do espaço mesas.....	39
Tabela 8 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 22000 L em relação à demanda estabelecida para abastecer a operação de limpeza da área comum da cantina	40
Tabela 9 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 7500 L em relação à demanda estabelecida para abastecer a operação de limpeza da área comum da cafeteria.....	42
Tabela 10 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 6000 L com demanda para abastecer as bacias sanitárias do banheiro masculino.....	44
Tabela 11 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 7500 L com demanda para abastecer as bacias sanitárias do banheiro feminino.....	45
Tabela 12 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 7500 L com demanda para abastecer as bacias sanitárias do vestiário masculino	47
Tabela 13 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 5000 L com demanda para abastecer as bacias sanitárias do vestiário feminino	48

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	JUSTIFICATIVA.....	11
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1.	Construção sustentável	12
3.2.	Uso da madeira na construção civil.....	13
3.3.	Captação da água da chuva	15
4.	MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1.	Levantamento de espaços de alimentação, descanso e lazer da Universidade Federal de Lavras.....	18
4.2.	Características do terreno	19
4.3.	Modelagem da edificação.....	19
4.4.	Ambientes fechados e cobertura.....	20
4.5.	Acessibilidade	21
4.6.	Dimensionamento dos reservatórios de captação de água da chuva e do poço de infiltração.....	26
5.	RESULTADO E DISCUSSÃO	34
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
7.	REFERÊNCIAS.....	52
8.	APÊNDICE	Erro! Indicador não definido.

1. INTRODUÇÃO

Com o processo de urbanização e, então, desenvolvimento das cidades, há uma tendência de crescimento da população que gera como consequência uma expansão na área da construção civil com a necessidade de ter edificações que atendam às várias necessidades humanas. Diante dessa situação, há a ocorrência de danos ao ambiente, por meio da extração de matérias-primas, fabricação de materiais de construção e a geração de resíduos sólidos.

Sabendo-se que as construções são essenciais, para que elas tragam benefícios para a sociedade atual e futura, faz-se necessária uma gestão sustentável por parte dos responsáveis pelo planejamento do espaço arquitetônico e urbanístico, com a busca por alternativas para construções mais verdes e, assim, minimizar os problemas ambientais e estimular uma relação harmoniosa do homem com a natureza.

A maior conscientização faz com que melhor aproveite uso de recursos renováveis e recicláveis. Sob esta perspectiva, um material natural e que se tornou adequado para o emprego estrutural foi a madeira, que possui baixa densidade, boas resistências mecânicas e estoca gás carbônico (CO₂), o que contribui para a economia de baixo carbono. Diante das características supracitadas, faz-se jus à escolha dessa matéria-prima para a estruturação desse projeto.

Para tornar a edificação consonante à exploração consciente de recursos naturais, optou-se pela utilização de um sistema de captação e aproveitamento da água da chuva para fins não-potáveis, visando aliviar a pressão sobre o sistema público de drenagem urbana. Além disso, procurou-se direcionar a água que foi captada, mas não utilizada para abastecimento dos reservatórios, para poços de infiltração para, assim, abastecer o aquífero livre.

Desta forma, objetivou-se desenvolver um projeto para um centro de convivência na Universidade Federal de Lavras, planejado para agregar tecnologias sustentáveis. Como objetivos específicos, pode-se apontar:

- Elaborar o projeto arquitetônico da edificação com madeira proveniente de reflorestamento;
- Projetar uma cobertura com sistema de captação e armazenamento de água da chuva; e

- Realizar o balanço hídrico dos reservatórios de águas pluviais e, em caso de extravasamento, dimensionar poços de infiltração para o recurso hídrico efluente.

2. JUSTIFICATIVA

Com o crescimento do número de estudantes na Universidade Federal de Lavras (UFLA), o Centro de Convivência já existente não comporta o número de alunos em horários de maior movimento. Diante disso, o presente projeto visa propiciar uma alternativa a esta demanda, de forma a possibilitar a construção de um local para alimentação, descanso e interação, a ser localizado nas proximidades do Departamento de Engenharia.

A UFLA é exemplo de sustentabilidade por evoluir em alguns pontos como gestão de águas, a qual foi contemplada com o certificado *Blue University*, pesquisa e extensão e transporte sustentável, estando classificada entre as 30 universidades mais sustentáveis do mundo e a segunda do Brasil e da América Latina, pelo ranking GreenMetric (Portal UFLA, 2021). Diante disso, o Centro de Convivência poderá se tornar mais um local para realização de eventos de conscientização da população nessa temática, já que utilizará um material renovável em sua estrutura, a captação e reaproveitamento da água da chuva para alguns fins, o tratamento das águas cinzas utilizando biodigestor e a luz solar como fonte de energia.

Com a execução de um projeto com princípios sustentáveis, a UFLA terá a oportunidade de firmar seu compromisso com o meio ambiente e dar a oportunidade para que seus alunos vivenciem uma relação direta e harmoniosa com o ambiente, por meio de uma construção necessária para o bem-estar destes durante o período que se encontram no Campus.

A escolha da madeira como material estrutural para esse projeto é a chave para seguir os princípios e a visão da universidade, pois é uma matéria-prima que, ao ser utilizada de forma correta, respeita o meio ambiente e diminui a geração de resíduos. Outros pontos fundamentais do projeto e que o tornam sustentável são: a captação e reaproveitamento da água da chuva para fins não potáveis e o excesso, destinar para poços de infiltração, que também são conhecidos como poço de recarga.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Construção sustentável

A busca por meios construtivos que reduzem a pressão ao meio ambiente, ou que a degradação seja menor possível, vem sendo pautada desde 1987, no relatório de Brundtland, em que define, pela primeira vez, o termo Desenvolvimento Sustentável como aquele que “satisfaz as necessidades da atual geração sem, contudo, prejudicar as necessidades das gerações futuras.” (AURÉLIO SOBRINHO, 2008).

O conceito de Construção Sustentável foi definido, pela primeira vez, em 1994 por Charles Kibert caracterizando-a como “a criação e o planejamento responsável de um ambiente construído saudável, com base na otimização dos recursos naturais disponíveis e em princípios ecológicos”. Além disso, este apresentou “Os sete princípios para a construção sustentável” que são: (*apud* BRAGANÇA; MATEUS; GOUVEIA, 2011, p. 2)

- Redução do consumo de recursos;
- Reutilização dos recursos o máximo possível;
- Reciclar os resíduos da demolição e sempre que possível utilizar materiais reciclados;
- Proteger os sistemas naturais e o funcionamento de todas as suas atividades;
- Eliminar todos os materiais tóxicos em todas as fases do ciclo de vida;
- Incorporar o custo total nas decisões econômicas; e
- Promover a qualidade em todas as fases do ciclo de vida do ambiente construído.

Para Florim (2005), a indústria da construção civil é uma esfera da construção sustentável que aborda o Desenvolvimento Sustentável, pressupondo a interdisciplinaridade dos aspectos ambientais, sociais e econômicos. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2012) “o conceito transcende a sustentabilidade ambiental, para abraçar a sustentabilidade econômica e social, que enfatiza a adição de valor à qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades”. Essa definição evidencia que para a construção possuir um caráter sustentável é necessário que esta atenda às

necessidades sociais, promova um desenvolvimento econômico e diminua os impactos ambientais.

Segundo Farias e Marinho (2020), o setor da Construção Civil, com papel fundamental na urbanização, possui um processo complexo, pois seus projetos passam por várias etapas gerando algum tipo de poluição. Essa afirmação é comprovada pela UNEP (2020) ao relatar que esse setor é responsável por 38% das emissões de CO₂ referente à energia e por Russo (2017) ao declarar que essa esfera consome entre 40% a 75% das matérias-primas, além da geração de resíduos que é 25% do total da indústria e 60% da cidade. Dessa forma, observa-se a necessidade de ter um olhar mais crítico e consciente para com o meio ambiente, buscando práticas sustentáveis em sua cadeia produtiva, para que os recursos naturais sejam conservados.

De acordo com Wieczynski (2015), um método sustentável para a construção é a captação de água da chuva para usos não potáveis como regas de jardins, lavagem de automóveis, descarga de vasos sanitários, limpezas domésticas. Além disso, essa prática irá diminuir o valor da conta de água, servir como reserva, em caso de seca ou falta do recurso.

Outra forma de ser responsável com o meio ambiente é a utilização da madeira como método construtivo, pois, conforme Silva (2017), diminui-se a geração de resíduos e é considerada construção sustentável quando a madeira é reflorestada e reaproveitada quando houver demolição da construção. Essa alternativa vai de encontro com a Produção Mais Limpa (P+L) que de acordo com Florim (2005), defende a diminuição da geração de resíduos na fonte, uma exploração consciente de matéria-prima e o uso inteligente dos recursos disponíveis.

3.2. Uso da madeira na construção civil

Entre os materiais utilizados para compor a estrutura de uma edificação, a madeira se torna destaque quando se pretende ter uma construção sustentável por ser um material renovável, estoca carbono, induz ao aumento da área florestada e por possuir diversas tecnologias para que este elemento possa ter qualidade e durabilidade (SHIGUE, 2018).

Conforme Melo (2014), a madeira é um material com fácil trabalhabilidade, podendo se ter peças em diversas formas e seções, é o mais resistente por unidade de peso e o único recurso natural renovável que pode ser utilizado como elemento

estrutural. Além do mais, seu custo com transporte e montagem é menor por ser leve e seus resíduos podem ser reaproveitados devido seu potencial de biodegradação.

Uma das características discutidas ao escolher esse material como elemento construtivo é a sua inflamabilidade, porém, de acordo com Cordeiro Júnior, Silva e Soares (2017) a madeira comporta-se como combustível perante um incêndio até sua camada externa ser toda carbonizada, e, após isso ela age como isolante térmico, dificultando assim a chegada do fogo até sua camada interna. Quando comparada com os outros materiais utilizados na construção civil para esse fim, a madeira possui uma capacidade de resistência térmica maior.

Outro fator que é levado em consideração quando se pretende utilizar a madeira para fins estruturais é sua vulnerabilidade perante agentes ambientais que possuem a capacidade de degradar o material e, conseqüentemente, reduzem sua vida útil. De acordo com Mello (2007) isso acontece porque este elemento estrutural possui em sua composição lignina e celulose, ou seja, é orgânico e natural, podendo levar ao seu apodrecimento quando em contato com determinadas condições de umidade, temperatura e oxigênio.

Entretanto, com o avanço da tecnologia, os xilófagos podem ser evitados por meio de tratamento químico por imersão, autoclave ou pincelamento. Já o controle da sensibilidade da madeira diante da variação da umidade pode ser feito através de processos de secagem artificial controlada e, para retardamento da queima da madeira, utiliza-se materiais químicos (CORDEIRO JÚNIOR; SILVA; SOARES, 2017).

Um aspecto importante a ser pautado, de acordo com Calil Júnior e Molina (2010) é a competitiva indústria de reflorestamento presente no Brasil e que se torna mais forte devido à vasta área do país que já foi degradada e pode ser utilizada para o replantio de novas árvores. De forma complementar, Brito e Calil Júnior (2011) afirmam que o processo de plantio e corte das árvores reflorestadas é realizado de forma regenerada, ou seja, as árvores novas substituem as mais velhas quando estas são retiradas, fornecendo esse recurso natural para as futuras gerações e tornando mais eficiente o estoque de CO₂, pois é na fase de crescimento que a planta necessita de uma maior quantidade desse composto químico.

De acordo com Zangiaco (2003), a madeira laminada colada, MLC, tem um custo maior que a maciça por depender de mão de obra especializada, técnicas específicas e equipamentos para a sua produção. O seu emprego como elemento estrutural, além de todas as vantagens da utilização da madeira já citadas, facilita a

construção de peças que precisam vencer grandes vãos, diminui rachaduras, viabiliza a utilização de peças com propriedades inferiores em locais com menos solicitação e de melhor qualidade nos de maior e possibilita a aplicação de contra-flechas no decorrer de sua produção.

3.3. Captação da água da chuva

A água é um elemento simbólico ao homem em razão de seu desempenho geológico, ecológico e fisiológico. Além de tudo isso, ela é utilizada como meio de transporte e opção de lazer, contudo tornou-se canal para disposição de lixo e esgoto, acarretando a poluição dos recursos hídricos (MANO, 2004).

A possibilidade de escassez de água doce que a sociedade enfrenta é umas das grandes preocupações ambientais e, de acordo com Oliveira et al. (2015) isso está ocorrendo devido ao desenvolvimento industrial, tecnológico, econômico e demográfico que desencadeou o aumento do consumo dos bens naturais e renováveis. Para Crispim (2013) uma das consequências deste avanço é o aumento da população nas áreas urbanas e, assim, a necessidade da construção de edifícios, pavimentação e pátios. Com isso, o solo se torna menos permeável e a água que poderia infiltrar, ser absorvida pelas plantas, promover a variação do armazenamento do solo ou percolar até os lençóis freáticos, é escoada superficialmente, podendo provocar inundações.

Dada a necessidade de uma alternativa para aliviar a pressão sobre o uso dos recursos hídricos, as enchentes e a demanda do sistema público, tem-se a captação de águas pluviais por meio de telhados de edificações para uso não potável. Essa estratégia já é usada em regiões do Brasil com escassez de água e possibilita direcionar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos para consumos mais importantes. Vale salientar a importância da análise das características do local para que haja o dimensionamento correto do sistema e não comprometa as vantagens desse método (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2007).

Minas Gerais, devido ao seu posicionamento geográfico e seu relevo, há diferentes índices pluviométricos (GUIMARÃES et al, 2010). Mais especificamente no sul do estado, em Lavras, de acordo com os dados pluviométricos para as séries históricas de 1988 a 2018, da estação Usina Couro do Cervo, Lavras possui uma precipitação média anual de 1.353 mm (RODRIGUES et al., 2020).

Para Abreu et al. (2015), ao armazenar a água da chuva em reservatórios, conduzindo-a através de calhas, condutores verticais e horizontais para utilizá-la para

fins como em bacias sanitárias, torneira de jardim, limpeza de salas e pavimentos, entre outros, há a redução da demanda sobre as companhias de saneamento. Outro fator, segundo os autores, é a diminuição sobre sistema de tratamento de água, incluindo os custos para que esta se torne adequada para o consumo humano, além de reduzir a necessidade de condução de vazão pelos sistemas de drenagem urbana pluvial.

Um dos aspectos positivos dessa alternativa é a possibilidade de reduzir as enchentes. Conforme o estudo de caso de Gonçalves (2018) em que se analisou o volume retido de água da chuva em telhados de área 50 m², 100 m² e 165 m², no município de Chapecó – SC, a maior porcentagem de precipitação anual retida foi de 54,3% no telhado de 50 m², ou seja, ainda há 45,7% de precipitação que é direcionada para o sistema de drenagem urbana pluvial. O pior resultado obtido pelo estudo citado é a retenção de 33 a 44% da precipitação anual no telhado de 165 m². Apesar do método não reter os 100% de volume de água da chuva, ele já resulta em uma porcentagem considerável que contribui para minimizar a ocorrência de inundações.

Mesmo que o destino dessa água captada seja para uso não potável, é indispensável que esta tenha uma qualidade compatível ao uso destinado. De acordo com Ferreira e Moruzzi (2007) para que isso ocorra é necessário o uso de peneiras e grades, conforme regulamenta a NBR 15527 – Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não-potáveis (ABNT, 2019), para que os sólidos grosseiros sejam removidos, e em relação aos sólidos de granulometria menor, o ideal é o descarte dos primeiros milímetros da chuva ou o uso de caixas de areia.

Esta última etapa é necessária, pois, no início da chuva, ao passar pelas camadas mais baixas da atmosfera, as gotas transportam partículas em suspensão e os microrganismos ali presentes, além de lavar a superfície do telhado que contém sujeiras do intervalo de uma precipitação e outra. Após isso, o restante da precipitação pluvial fica preservada (ANDRADE NETO, 2013).

De acordo com Bezerra et al. (2019), uma alternativa para o controle das águas pluviais ao nível do terreno é a drenagem verde, a qual busca, por meio do uso inteligente dos ambientes urbanos, potencializar ao máximo a infiltração da água. Um exemplo dessa técnica, usada na fonte geradora, para Reis et al. (2008) é o poço de infiltração, também denominado de poço de recarga, que possui a capacidade de ajudar a restaurar o equilíbrio hídrico do local. Apesar disso, o método pode não ser capaz de conter todo o escoamento superficial direto e pode haver o extravasamento para sarjetas e galerias pluviais. De acordo com esse autor, a estratégia constitui-se de um poço, que

é escavado no solo, com estrutura executada por tubos de concretos pré-fabricados furados. Na conexão deste com o solo há uma manta geotêxtil envolvendo-os e seu fundo possui agregados graúdos que também são envoltos por uma manta geotêxtil, a qual auxilia na infiltração da água pluvial direto para o solo. Com a redução da infiltração de água pelo solo e o total preenchimento do poço é que há o extravasamento para a rede pública de drenagem.

Em um estudo, Reis et al. (2008) monitoraram um poço com 1,10 m de diâmetro interno, 1,30 m de profundidade e em seu fundo, 0,3 m era composto de brita 1 envolta com uma manta geotêxtil, e recebia água da chuva de um telhado com uma área de 107,5 m². Observaram que a capacidade de infiltração da água da chuva foi de 4 a 19 vezes superior que um poço sem revestimento, com a mesma altura e escavado a trado. Além disso, a manta geotêxtil sofreu processo de colmatção, reduzindo sua capacidade de vazão em 32%, porém continuou superior à capacidade de infiltração do solo na região da instalação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Levantamento de espaços de alimentação, descanso e lazer da Universidade Federal de Lavras

A Universidade Federal de Lavras dispõe de um centro de convivência estudantil, localizada na avenida central, que possui locais para alimentação, com duas cantinas que oferecem almoço e venda de salgados e afins, dois banheiros sociais, um masculino e outro feminino, serviços estéticos, livraria, central de xerox e mesas.

Há outras duas cantinas no Campus, uma localizada próxima ao Departamento de Biologia (DBI) e outra na proximidade do Departamento de Zootecnia (DZO). Estas últimas contam com apenas opções de alimentação e mesas. Deste modo, observa-se que, com o aumento do número de estudantes e cursos nos últimos anos, há a necessidade de mais locais para alimentação, descanso e interação entre os alunos.

O centro de convivência estudantil, objeto de estudo deste trabalho, será localizado em frente ao prédio complexo das engenharias, e atenderá, prioritariamente, os estudantes que possuem aula nos arredores, sendo, além do Departamento de Engenharia (DEG), o Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), o Departamento de Engenharia Ambiental (DAM) e o Departamento de Direito (DIR). A Figura 1 indica o local de implantação do projeto e as outras cantinas do campus anteriormente citadas.

Figura 1 - Local onde será projetado o Centro de Convivência.

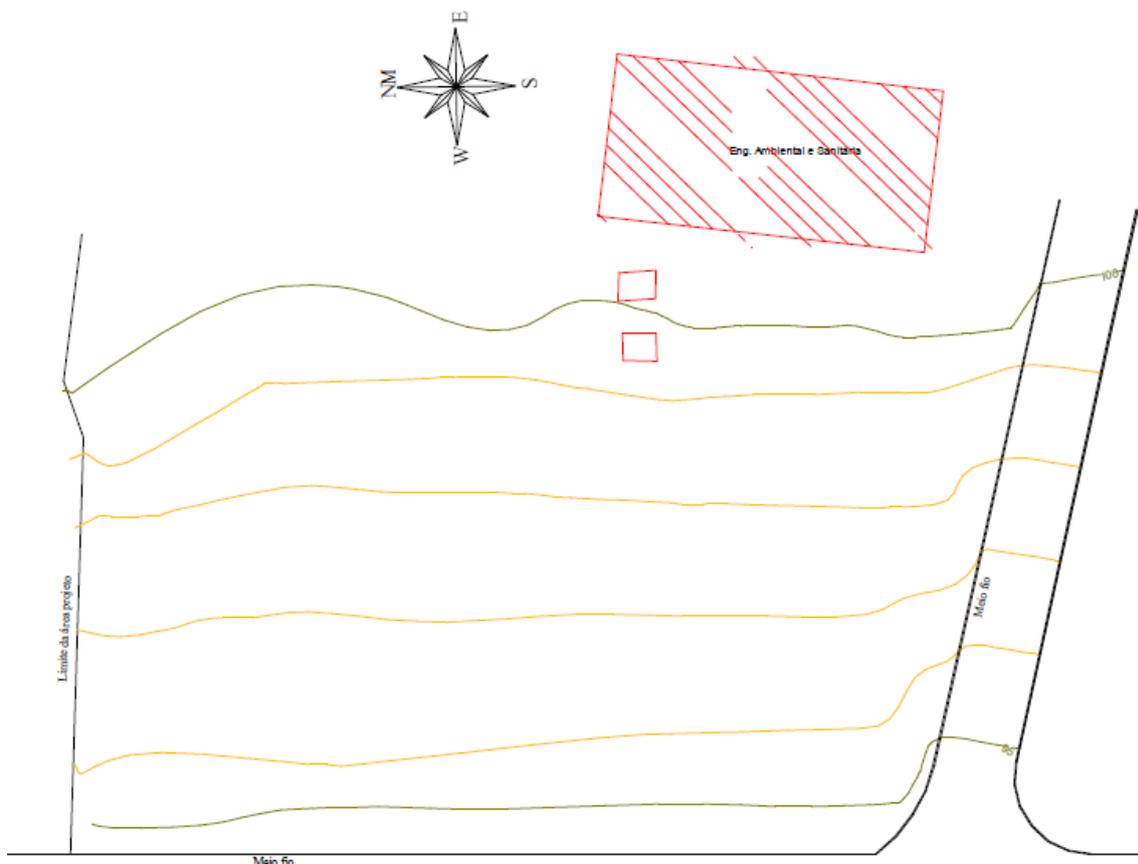


Fonte: Google Earth (2021)

4.2. Características do terreno

O terreno localizado em frente ao complexo das Engenharias possui um desnível total de 5 m com uma área de, aproximadamente, 3364 m². Na Figura 2 é apresentado o levantamento topográfico do local.

Figura 2 - Levantamento topográfico do local destinado à construção do centro de convivência



Fonte: Universidade Federal de Lavras (2018)

4.3. Modelagem da edificação

Para a concepção do presente trabalho, utilizou-se o software Autodesk Revit® 2019 em sua versão estudantil (Autodesk, 2019). Com o auxílio deste foram elaborados planta baixa, cortes, elevações e a modelagem em três dimensões do centro de convivência.

Para a elaboração do projeto arquitetônico do centro de convivência buscou-se causar as menores interferências possíveis na topografia original do terreno, aproveitando-se de alguns desníveis. Além disso, objetivou-se trazer conforto visual e

uma relação harmoniosa com a natureza, ao utilizar a madeira como principal material. A edificação, que foi projetada para recepcionar, aproximadamente, 130 pessoas, possuirá três ambientes principais e abertos: o primeiro dispondo-se de banheiros, cantina, vestiários, sala de micro-ondas e mesas; o segundo de uma cafeteria e mesas; e o terceiro apenas de mesas.

A edificação possui três coberturas, com um pé direito elevado, cada uma seguindo os seus respectivos ambientes, todas com um telhado embutido e o sentido de escoamento das águas pluviais direcionadas para um local próximo do reservatório em que será armazenada a água da chuva captada. Em complemento, os locais que receberão os reservatórios de armazenamento de água terão suas paredes anexadas à cobertura principal de cada ambiente, para que todos os reservatórios e tubulações não fiquem à vista. Ao lado da edificação, haverá um local de descanso, com grama plantada em toda a superfície e alguns bancos para pontos de encontro dos alunos.

4.4. Ambientes fechados e cobertura

A fim de projetar uma cantina adequada para aos trabalhadores do local, utilizou-se como referência o guia do SEBRAE (2013 *apud* Lopes; Somavilla, 2013), que orienta a estruturação de uma cozinha industrial. Neste é apresentado que uma cozinha ideal para esse tipo de finalidade deve possuir uma área para recebimento e armazenamento dos produtos, outra para o pré-preparo dos alimentos, diferentes locais para higienização destes e de objetos, uma recepção e um ambiente para serviços diversos como vestiários e sanitários (NR 24, 2019).

Para o dimensionamento das cozinhas do centro de convivência, utilizou-se a referência de Neufert (1998) que aponta uma área mínima de 15 a 25% para a área exclusiva da cozinha em relação à área total. Considerando que a cozinha da cantina precisa de uma área maior, analisou-se o espaço necessário para acomodar uma ilha, composta por um lavatório, para higienização dos alimentos, um espaço para preparação destes, e um fogão, dois lavatórios para a limpeza dos objetos em geral, uma geladeira, uma chapa a gás, um espaço para balcão e a área para circulação. Além desses, a NR 24 (2019) dispõe sobre a necessidade de um lavatório para o uso dos trabalhadores para que estes possam higienizar suas mãos.

Já para a delimitação das recepções dos ambientes, Neufert (1998) cita a utilização mínima de 25 a 50% para a área de serviço em geral em relação à área total e

para determinar a quantidade de assentos necessários para acomodar os clientes, o autor menciona o uso de 1,48 a 2,15 m² por pessoa.

A NR 24 (2019) prioriza a existência de vestiários para os funcionários que necessitem fazer a troca da roupa e armários com tamanho suficiente para que eles consigam guardá-la. Além disso, a norma apresenta que o cálculo do dimensionamento da área mínima do vestiário por trabalhador é realizado por meio da Equação 1, a qual é usada para um total de até 750 funcionários.

$$AV = 1,5 - \left(\frac{n}{1000}\right) \quad (1)$$

em que,

AV = área mínima do vestiário (m²); e

n = número de trabalhadores.

Em relação ao cômodo destinado ao armazenamento de produtos a serem utilizados, buscou-se avaliar a dimensão de uma prateleira que armazene os alimentos embalados e secos, além de um freezer, para alimentos resfriados.

O depósito de material de limpeza possui uma área que acomoda uma prateleira para armazenar todos os produtos e o carrinho de kit de limpeza. Já a sala de micro-ondas, possui área necessária para um lavatório e três micro-ondas.

Quanto à cobertura, buscou-se modelar um tipo leve e por isso optou-se por utilizar madeira serrada para compor a tesoura e a telha será a de fibrocimento ondulada. De acordo com a especificação do catálogo do fabricante Brasilit, esta possui uma inclinação mínima de 9% (5°), a qual será adotada no projeto, largura total de 1,10 m, largura útil de 1,05 m e suporta um vão livre máximo de 1,69 m.

Devido à construção utilizar a madeira como material predominante na edificação, projetou-se um beiral de 1,0 m com o intuito de protegê-la contra os agentes naturais como sol e chuva.

4.5. Acessibilidade

Utilizando a Norma Brasileira ABNT NBR 9050 (2020), modelou-se um ambiente adequado e acessível a todas as pessoas da universidade, inclusive Pessoas com Necessidades Especiais (PNE).

Para o cálculo da quantidade de sanitários necessários no local, utilizou-se a referência de escolas secundárias, conforme Tabela 1. Dessa forma, o centro de convivência irá dispor de três banheiros femininos e três masculinos, sendo que um feminino e um masculino são destinados para o uso de PNE.

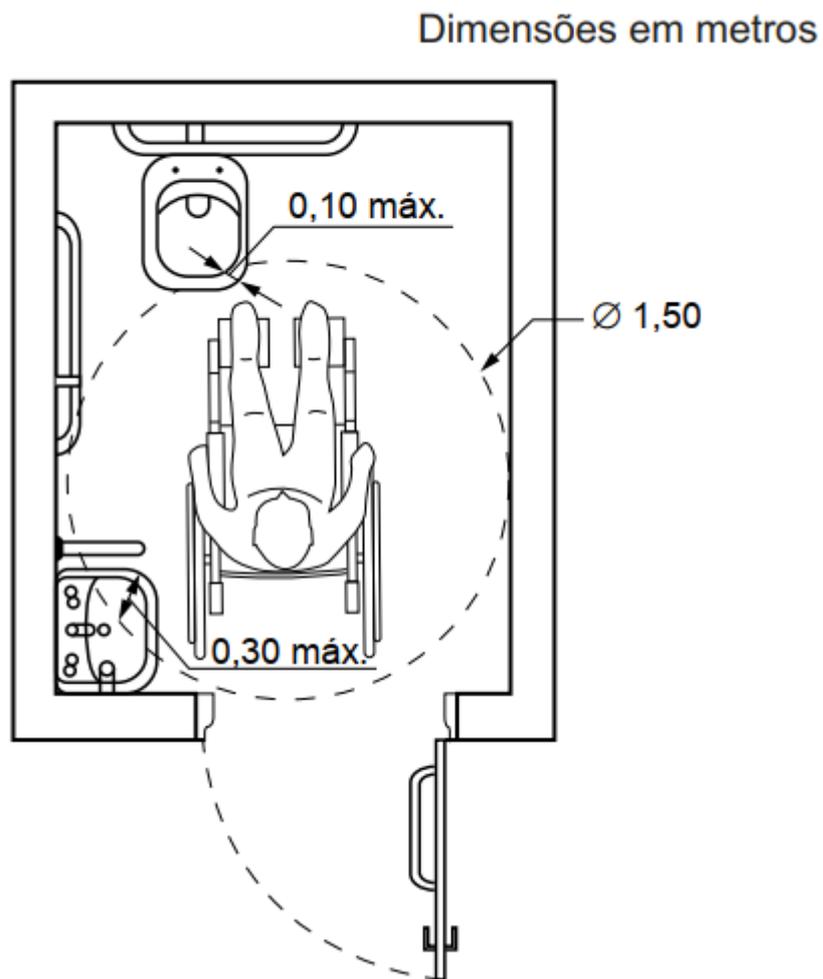
Tabela 1 - Quantidade mínima de sanitários por tipo de ocupação.

Tipo de edifício ou ocupação	Bacias sanitárias	Mictórios	Lavatórios	Banheiros ou chuveiros	Bebedouros
Residência ou apartamento	1 para cada residência ou apartamento +1 para serviço		1 para cada residência	1 para cada residência ou apartamento + 1 chuveiro para serviço	
Escolas primárias	Meninos: 1 para cada 100; Meninas: 1 para cada 35	1 para cada 30 meninos	1 para cada 60 pessoas		1 para cada 75 pessoas
Escolas secundárias	Meninos: 1 para cada 100; Meninas: 1 para cada 35	1 para cada 30 meninos	1 para cada 100 pessoas	1 para cada 20 alunos (havendo educação física)	

Fonte: Adaptado de Knapik (2017) *apud* Carvalho Júnior (2014)

Para o dimensionamento dos sanitários seguiu-se a NBR 9050 (2020) que aponta um diâmetro mínimo de 1,5 m para manobra, o qual viabiliza o usuário girar em 360°, conforme mostrado na Figura 3.

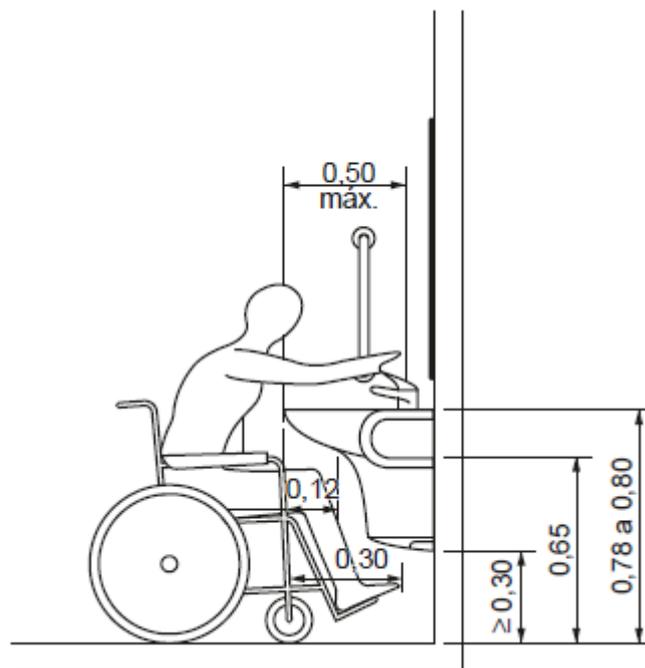
Figura 3 - Diâmetro mínimo para manobra em um sanitário PNE.



Fonte: NBR 9050 (2020).

A altura ideal do lavatório segundo a NBR 9050 (2020) está representada pela Figura 4.

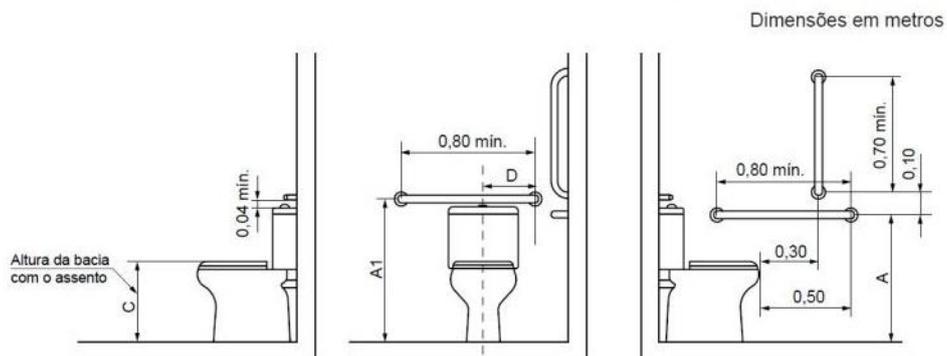
Figura 4 - Cotas do lavatório de um sanitário PNE em metros.



Fonte: NBR 9050 (2020).

A Figura 5 ilustra as cotas ideais das barras de apoio e da bacia sanitária para um banheiro PNE conforme a NBR 9050 (2020), enquanto a Tabela 2 apresenta valores das cotas desta figura.

Figura 5 - Vistas lateral e frontal das alturas das barras de apoio de um sanitário PNE.



Fonte: NBR 9050 (ABNT, 2020).

Tabela 2 - Legenda das cotas da Figura 5.

Cotas	Adulto (m)
A	0,75
A1 máximo	0,89
B	0,40
C	0,46
D	0,30

Fonte: NBR 9050 (2020).

Em função do desnível presente no terreno em questão, o projeto exigiu o dimensionamento de rampas para obter o melhor acesso entre os ambientes. Conforme a NBR 9050 (2020), a largura livre mínima para uma rampa é de 1,20 m, mas recomenda-se empregar 1,50 m. Para o cálculo da inclinação (Figura 6) desta, utilizou-se a Equação 2.

$$i = \frac{h \times 100}{c} \quad (2)$$

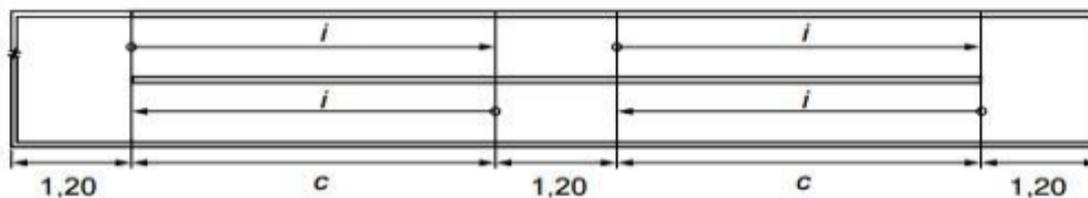
em que,

i = inclinação (%);

h = altura do desnível (m); e

c = comprimento da projeção horizontal (m).

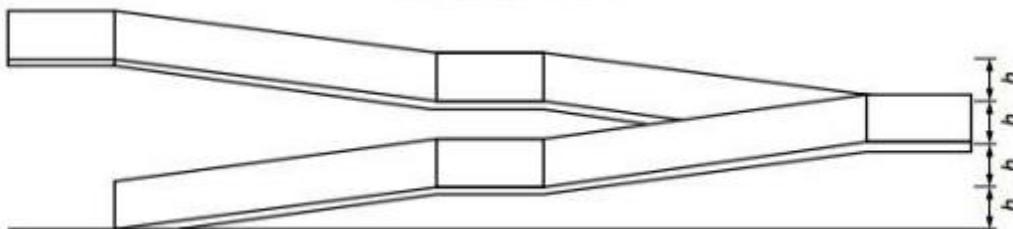
Figura 6 - Inclinação da rampa de acessibilidade.



Fonte: NBR 9050 (2020).

Além disso, de acordo com a norma citada, caso a inclinação seja entre 6,25% e 8,33%, recomenda-se criar áreas de descanso (Figura 7) nos patamares ao alcançar o desnível máximo, conforme Tabela 3.

Figura 7 - Áreas de descanso em patamares de rampas de acessibilidade.



Fonte: NBR 9050 (2020)

Tabela 3 - Desnível máximo para cada inclinação de rampa

Desníveis máximos de cada segmento de rampa <i>h</i> (m)	Inclinação admissível em cada segmento de rampa <i>i</i> (%)	Número máximo de segmentos de rampa
1,5	5,00 (1:20)	Sem limite
1,00	5,00 (1:20) < <i>i</i> ≤ 6,25 (1:16)	Sem limite
0,80	6,25 (1:16) < <i>i</i> ≤ 8,33 (1:12)	15

Fonte: NBR 9050 (2020)

4.6. Dimensionamento dos reservatórios de captação de água da chuva e do poço de infiltração

O cálculo da estimativa do consumo mensal de água utilizada por uma bacia sanitária foi realizado de acordo com o representado pela Equação 3.

$$BS = np \times nv \times L \times D \quad (3)$$

em que,

BS = consumo mensal de água utilizada por uma bacia sanitária durante o mês (L/mês);

np = número de pessoas que utilizam a bacia sanitária (pessoas);

nv = quantidade de vezes que uma pessoa utiliza a bacia sanitária por dia (número de vezes/dia);

L = volume de água por descarga (L/descarga); e

D = número de dias no mês (dias).

De acordo com a pesquisa realizada por Alcântara Júnior (2016) na Universidade Federal de Alagoas, Campus Sertão, 40% de toda a população, masculina e feminina, que frequenta a Universidade realmente utilizam a bacia sanitária. Além disso, o autor afirma que a frequência média por dia de utilização desta pelas alunas e alunos é, respectivamente, 1,67 e 1,11. Para as funcionárias e os funcionários é, respectivamente, 1,71 e 2,10. Além disso, considerou-se que a descarga da bacia sanitária demanda 6 L de água, conforme cita Gonçalves (2006).

Para a lavagem da área comum, Gonçalves (2006) afirma que o volume de água por dia para cada m² varia de 3 a 4 L e que a frequência de lavagem por mês é de 8 a 12 vezes. O cálculo do consumo mensal de água utilizada para esse fim está representado pela Equação 4.

$$AC = A \times N \times V \times D \quad (4)$$

em que,

AC = consumo mensal de água utilizada para a lavagem da área comum durante o mês (L/mês);

A = área utilizada para a lavagem (m²);

N = quantidade de vezes que a área será lavada por dia (quantidade/dia); e

V = volume de água utilizada por dia para cada m² (L/dia/m²).

Para verificação do balanço hídrico do reservatório de armazenamento de água da chuva, utilizou-se o Método da Simulação (NBR 15527, 2007). Esse procedimento é fundamentado pela equação da continuidade (Equação 5).

$$S(t) = Q(t) + S(t - 1) - D(t) \quad (5)$$

em que,

S (t) = o volume de água no reservatório no mês t (m³);

Q (t) = o volume de chuva no mês t (m³);

S (t-1) = o volume de água no reservatório no mês t-1 (m³); e

D (t) = o consumo ou a demanda no mês t (m³).

Utiliza-se a Equação 6 para o cálculo do volume de chuva aproveitável no mês.

$$Q(t) = R \times P(t) \times A \quad (6)$$

em que,

$Q(t)$ = volume de chuva aproveitável (m^3);

R = coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

$P(t)$ = índice pluviométrico mensal no mês t (mm); e

A = área da superfície de captação de água da chuva (m^2).

Já para calcular o extravasamento decorrente da água captada e não usada pelos reservatórios, que será direcionada para os poços de infiltração, aplicou-se a Equação 7.

$$E = Q(t) + S(t - 1) - D(t) - RF \quad (7)$$

em que,

E = extravasamento (m^3); e

RF = volume do reservatório fixado (m^3).

Foi determinada a precipitação média para cada um dos meses no município de Lavras-MG, considerando uma série histórica de 01/01/1988 a 31/12/2018 (RODRIGUES et al., 2020).

De acordo com um experimento realizado por Martins (2020), a média do coeficiente de escoamento superficial de uma telha de fibrocimento é de 0,779, ou seja, aproximadamente 22% de água é perdida por evaporação, absorvidas ou usadas para a limpeza do telhado.

Para a cobertura do projeto, adotou-se um telhado inclinado, que de acordo com a NBR 10844 (1989), a área da superfície de captação de água da chuva deste é calculada conforme a Equação 8.

$$AT = \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b \quad (8)$$

em que,

AT = área do telhado inclinado (m²);

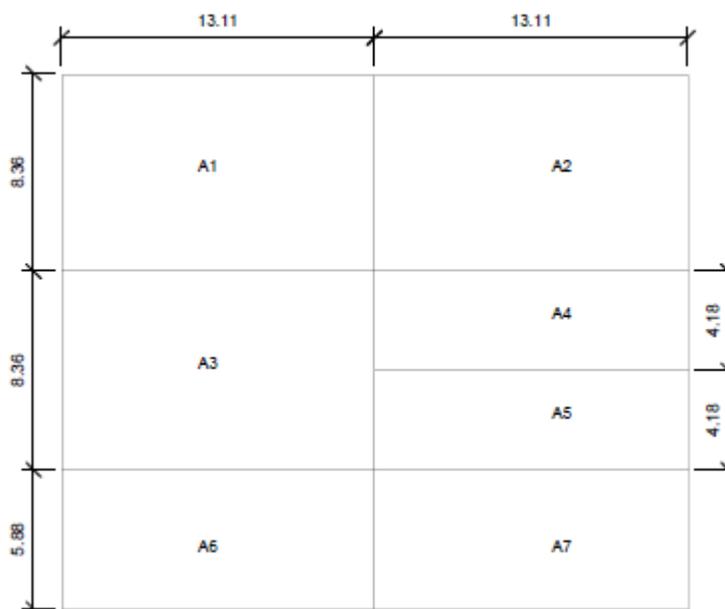
a = largura da área de interferência do telhado (m);

b = comprimento da área de interferência do telhado (m); e

h = altura do telhado (m).

O volume de água que o telhado conseguirá captar foi estimado por meio da divisão da cobertura em áreas de influência que abastecerão os banheiros, vestiários e a lavagem da área comum da cantina, como pode ser observado na Figura 8, e simulou-se o balanço hídrico destas.

Figura 8 - Áreas de influência do telhado da cantina para cálculo do abastecimento dos banheiros, vestiários e lavagem da área comum



Fonte: A Autora (2021)

As áreas de influência do telhado estão dispostas na Tabela 4.

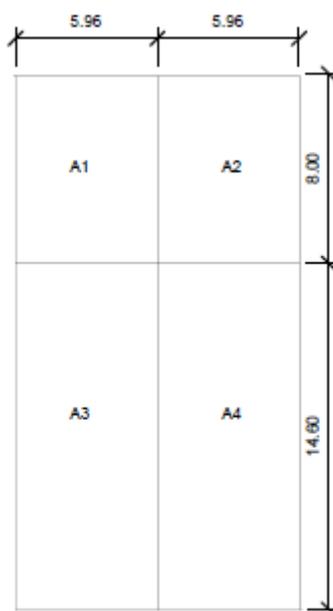
Tabela 4 - Dados das áreas de influência do telhado que irão abastecer as bacias sanitárias e a torneira para a limpeza da área comum da cantina

Ambiente	Área utilizada	Área (m²)
Bacia Sanitária Feminina	A1 + A2	229,06
Bacia Sanitária Masculina	A3	114,53
Bacia Sanitária Vestiário Feminino	A4	57,27
Bacia Sanitária Vestiário Masculino	A5	57,27
Área comum cantina	A6 + A7	161,11

Fonte: A Autora (2021)

Para a limpeza da área comum do espaço composto por mesas e da cafeteria, utilizaram-se as áreas de influência do telhado apresentadas na Figura 9 e suas informações representadas na Tabela 5.

Figura 9 - Áreas de influência do telhado da cantina para cálculo do abastecimento da lavagem da área comum do espaço de mesas e da cafeteria.



Fonte: A Autora (2021)

Tabela 5 - Dados das áreas de influência do telhado que irão abastecer a torneira para a limpeza da área comum da cafeteria e do espaço de mesas

Ambiente	Área utilizada	Área (m²)
Área comum da cafeteria	A1 + A2	99,68
Área comum do espaço de mesas	A3 + A4	181,92

Fonte: A Autora (2021)

Já para o volume do reservatório, utiliza-se a Equação 9.

$$0 < S(t) < V \quad (9)$$

Considerando que se $S(t) < 0$, então $S(t) = 0$.

Para este projeto realizou-se análise inversa: os volumes dos reservatórios adotados para cada ambiente foram determinados de acordo com a área disponível no local que receberão estes e, então, pelo Método da Simulação, foi verificado o comportamento do balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para cada situação.

De acordo com a NBR 10844 (1989), o tempo de retorno a ser adotado para coberturas e terraços, considerando uma precipitação de 5 minutos, é de 5 anos. Assim sendo, os coeficientes de ajuste local para se determinar a intensidade de precipitação média máxima (Imm), calculada pela Equação 10, foram verificados a partir do software Plúvio 2.1 (GPRH, 2006) para o município de Lavras – MG e representados na Tabela 6, que também mostra o valor obtido de Imm para o cenário definido.

$$I = \frac{K \times (TR)^a}{(t + b)^c} \quad (10)$$

em que,

I = intensidade de precipitação média máxima (mm/h);

TR = período de retorno (anos);

t = tempo de duração da chuva (minutos); e

K, a, b e c = coeficientes de ajuste local.

Tabela 6 - Parâmetros para cálculo da intensidade de precipitação média máxima no município de Lavras – MG e seu valor para um TR de 5 anos e t de 5 minutos.

K	a	b	c	Intensidade de precipitação média máxima
				Imm (mm/h)
10.224,81	0,187	56,281	1,149	122,103

Fonte: software Plúvio 2.1

Perante esses fatores, e pelo fato do Código de Obras do município de Lavras não exigir uma metodologia para o dimensionamento de poços de infiltração, aplicou-se a metodologia utilizada por Carvalho (2008) para o cálculo do volume de aporte de um poço de infiltração, dado pela Equação 11.

$$V_a = I \times A \times T \quad (11)$$

em que,

V_a = volume de aporte (m^3);

I = intensidade média máxima de precipitação (mm/h);

A = área da superfície (m^2); e

T = índice com período de observação (h).

A fim de dimensionar o poço de infiltração para que este armazene o volume de aporte e, assim, ocorra a infiltração, utilizou-se a Equação 12.

$$V_p = \pi \times r^2 \times H \quad (12)$$

em que,

V_p = volume do poço (m^3);

R = raio do poço (m); e

H = altura do poço (m).

Como não há informações sobre o nível do lençol freático do local em que será implementado o novo centro de convivência, definiu-se uma profundidade máxima de 2 m para os poços de infiltração.

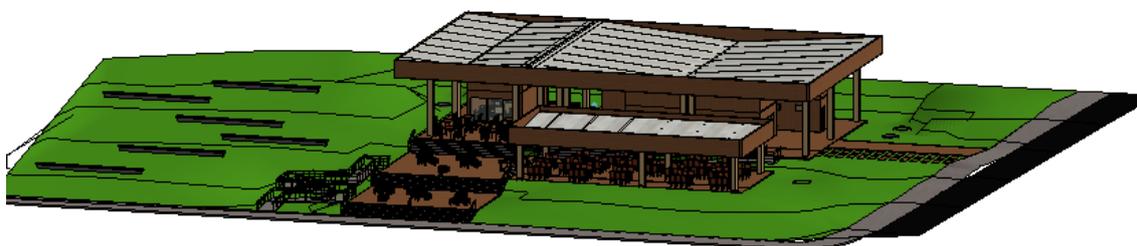
Para o poço que irá receber a demanda remanescente que foi captada pela cobertura utilizada para o abastecimento dos reservatórios, somou-se o extravasamento

máximo mensal de cada conjunto de reservatórios e, com esse volume, dimensionou-se, conforme a Equação 12, os poços para que estes fossem utilizados para infiltrar uma precipitação média máxima para um intervalo de dois dias.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

A edificação terá um apelo sustentável ao ser construída utilizando-se madeira laminada colada como principal material em lajes, vigas e pilares, já que esta possui alta resistência mecânica, consegue vencer grandes vãos e traz um conforto visual a quem frequenta o local. Além disso, a madeira reflorestada será usada na platibanda, fechamentos verticais e esquadrias, como é ilustrado pelo modelo em três dimensões da Figura 10.

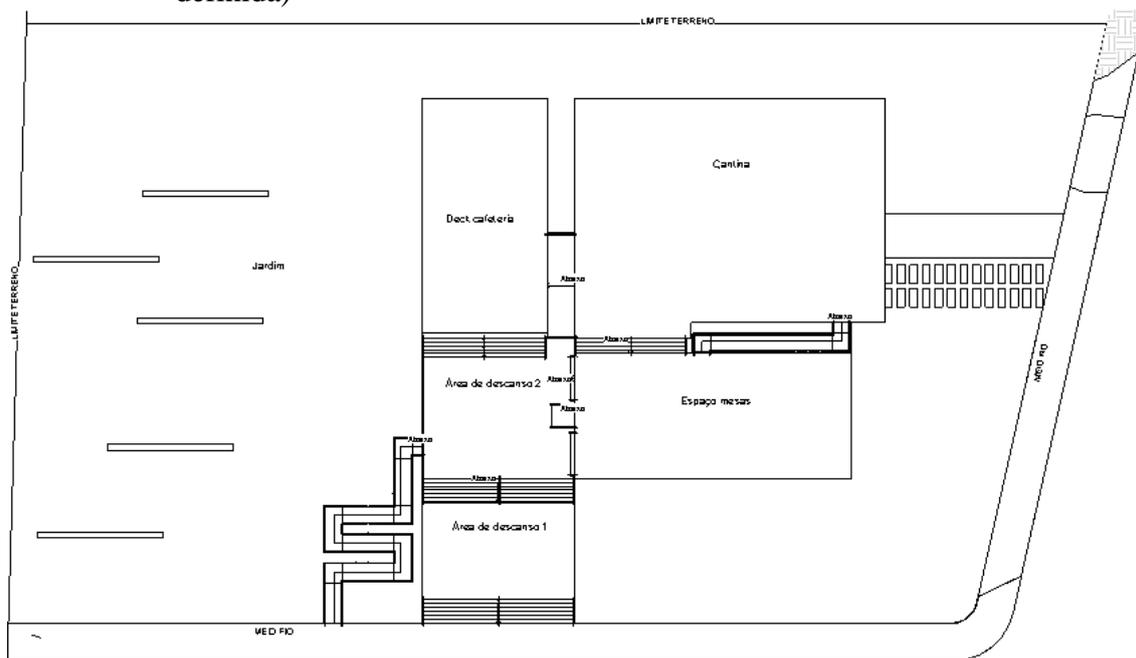
Figura 10 - Modelagem em três dimensões do centro de convivência desenvolvido.



Fonte: A Autora (2021).

O centro de convivência estudantil, com área total construída de, aproximadamente, 863,341 m², possuirá três ambientes principais (Figura 11), o primeiro (Figura 12) está localizado no nível 2,68 m, com uma área de 308 m² e 6 m de pé direito. Dispõe de uma cantina, com recepção, cozinha e depósito, uma sala com micro-ondas, dois banheiros coletivos, com um PNE cada, e dois vestiários, ambos com um feminino e outro masculino, um depósito de material de limpeza e um almoxarifado.

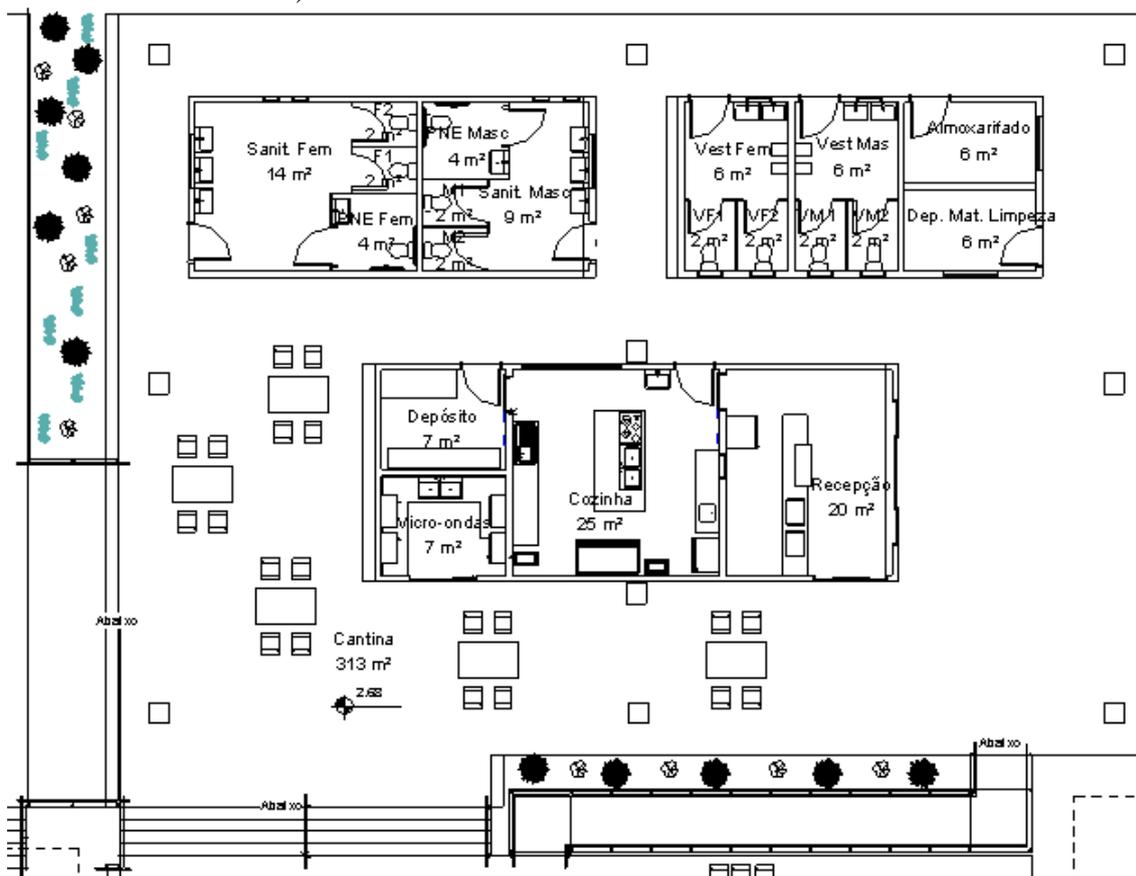
Figura 11 - Planta Baixa do centro de convivência estudantil no terreno (sem escala definida)



Fonte: A Autora (2021)

Além disso, há quatro rampas adaptadas a pessoas com necessidades especiais, uma do terreno para o ambiente de Descanso 2, outra deste para o Espaço de mesas, uma deste para a cantina e a última desta para o Deck Cafeteria.

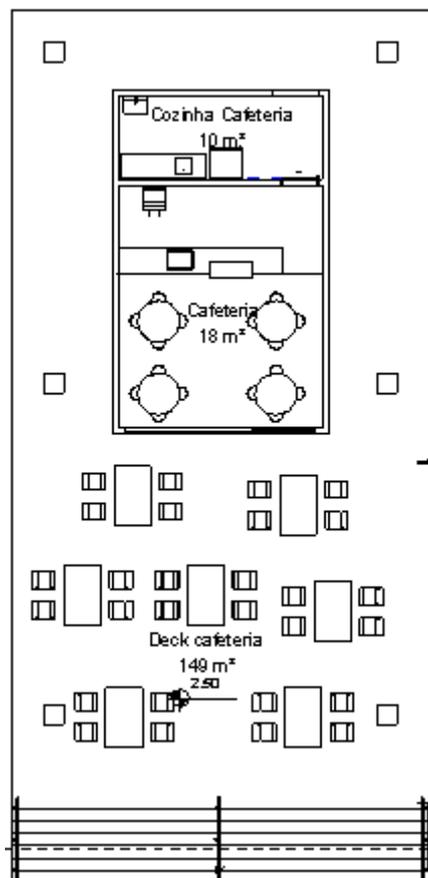
Figura 12 – Planta baixa da cantina do centro de convivência estudantil (sem escala definida)



Fonte: A Autora (2021)

Já o segundo ambiente (Figura 13) está situado no nível 2,50 m, com um pé direito de 6,21 m e uma área de 149 m², e é composto por uma cafeteria, local também fechado, com recepção e cozinha, e um espaço para mesas, e o terceiro possui apenas mesas. Todos os espaços fechados possuem um pé direito de 3 m e, acima deles, mais 2,94 m, exceto a cafeteria que possui 3,12 m, responsável por fazer o fechamento do local que receberá os reservatórios de água que armazenarão a água pluvial captada.

Figura 13 - Planta baixa da cafeteria do centro de convivência estudantil (sem escala definida)



Fonte: A Autora (2021)

O terceiro ambiente (Figura 14) será situado no nível 1,80 m, com área de 220 m² e um pé direito de 3,19 m. O projeto com planta baixa, cortes, elevações, cobertura e modelagem em três dimensões encontram-se no apêndice.

Tabela 7 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 8500 L em relação à demanda estabelecida para abastecer a operação de limpeza da área comum do espaço mesas.

Mês	Demanda Mensal Constante (m ³)	Volume do reservatório no tempo (m ³)	Extravasamento (m ³)	Suprimento com água externa (m ³)
Janeiro	5,46	8,5	27,14	0,0
Fevereiro	4,93	8,5	19,16	0,0
Março	5,46	8,5	20,34	0,0
Abril	5,28	8,5	2,09	0,0
Maiο	5,46	8,5	0,21	0,0
Junho	5,28	6,6	0,0	0,0
Julho	5,46	2,7	0,0	0,0
Agosto	5,46	-0,9	0,0	0,9
Setembro	5,28	2,4	0,0	0,0
Outubro	5,46	2,4	3,15	0,0
Novembro	5,28	2,4	12,97	0,0
Dezembro	5,46	2,4	22,71	0,0

Fonte: A Autora (2021)

Perante as informações da Tabela 7, somente no mês de agosto será necessário 900 L de água, advinda da rede externa, constatando-se que um volume de 8500 L não supre toda a demanda para a limpeza da área comum do espaço de mesas.

Os resultados mostrados na Tabela 8 são relativos à área comum da cantina, em que o volume adotado para a análise foi de 23500 L e os reservatórios estarão dispostos sob a cobertura da cantina e da sala de micro-ondas.

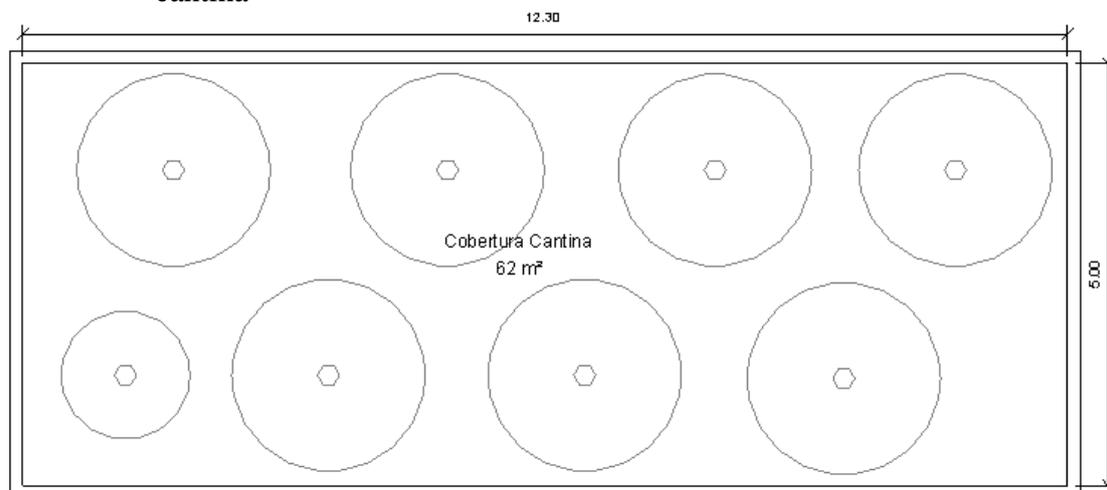
Tabela 8 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 22000 L em relação à demanda estabelecida para abastecer a operação de limpeza da área comum da cantina.

Mês	Demanda Mensal Constante (m³)	Volume do reservatório no tempo (m³)	Extravazamento (m³)	Suprimento com água externa (m³)
Janeiro	7,76	22	6,63	0,0
Fevereiro	7,01	22	14,32	0,0
Março	7,76	22	15,08	0,0
Abril	7,51	21	0,0	0,0
Maio	7,76	18,3	0,0	0,0
Junho	7,51	13,8	0,0	0,0
Julho	7,76	7,4	0,0	0,0
Agosto	7,76	1,26	0,0	0,0
Setembro	7,51	0,53	0,0	0,0
Outubro	7,76	5,8	0,0	0,0
Novembro	7,51	19,9	0,0	0,0
Dezembro	7,76	19,9	20,50	0,0

Fonte: A Autora (2021)

Pela análise do Método da Simulação pôde-se observar que um volume de 22000 L supre a demanda para a lavagem da área da cantina duas vezes por semana, todos os meses. Este volume foi distribuído em sete reservatórios de 3000 L e um de 1000 L, conforme mostrado na Figura 15.

Figura 15 - Distribuição das caixas d'água que abastecerão a limpeza da área comum da cantina



Fonte: A Autora (2021).

Na Tabela 9 estão indicados os resultados obtidos para a lavagem da área da cafeteria. Para essa atividade, utilizou-se um volume de 7500 L e seus reservatórios estarão dispostos sob a área da cobertura da cafeteria.

Tabela 9 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 7500 L em relação à demanda estabelecida para abastecer a operação de limpeza da área comum da cafeteria

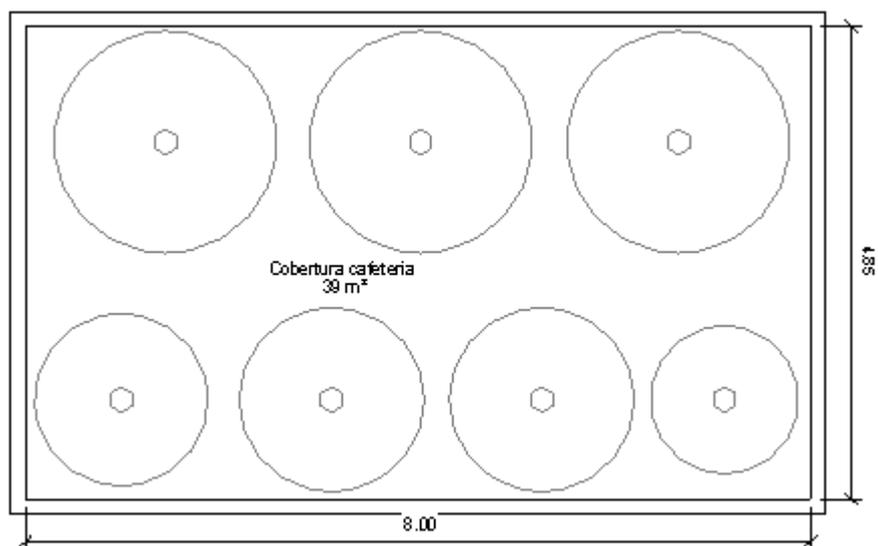
Mês	Demanda Mensal Constante (m³)	Volume do reservatório no tempo (m³)	Extravasamento (m³)	Suprimento com água externa (m³)
Janeiro	3,70	7,5	11,32	0,0
Fevereiro	3,34	7,5	9,86	0,0
Março	3,70	7,5	10,44	0,0
Abril	3,58	7,5	0,46	0,0
Maiο	3,70	6,9	0,0	0,0
Junho	3,58	5,2	0,0	0,0
Julho	3,70	2,4	0,0	0,0
Agosto	3,70	-0,3	0,0	0,3
Setembro	3,58	0,6	0,0	0,0
Outubro	3,70	5,0	0,0	0,0
Novembro	3,58	5,0	7,28	0,0
Dezembro	3,70	5,0	12,59	0,0

Fonte: A Autora (2021)

Diante de um índice de precipitação baixo em agosto, um volume de 7500 L não é o suficiente para atender a demanda da limpeza da área comum da cafeteria neste mês, havendo a necessidade de um suprimento externo de água de 300 L.

Em razão do volume determinado para abastecer a lavagem da área comum da cafeteria e do espaço de mesas serem para um mesmo serviço, somou-se as quantidades e distribuiu-se em três reservatórios de 3000 L, dois reservatórios de 2000 L, um de 1500 L e um de 1000 L, totalizando-se 16000 L, como ilustrado na Figura 16.

Figura 16 - Distribuição das caixas d'água que abastecerão a limpeza da área comum da cafeteria e do espaço de mesas.



Fonte: A Autora (2021).

Para o abastecimento do banheiro masculino, definiu-se volume de água de 6000L e estarão dispostos sob a área de cobertura dos sanitários feminino e masculino. Os resultados estão informados na Tabela 10.

Tabela 10 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 6000 L com demanda para abastecer as bacias sanitárias do banheiro masculino.

Mês	Demanda Mensal Constante (m³)	Volume do reservatório no tempo (m³)	Extravasamento (m³)	Suprimento com água externa (m³)
Janeiro	3,92	6,0	15,95	0,0
Fevereiro	3,54	6,0	11,62	0,0
Março	3,92	6,0	12,32	0,0
Abril	3,80	6,0	0,84	0,0
Maiο	3,92	5,6	0,0	0,0
Junho	3,80	4,0	0,0	0,0
Julho	3,92	1,0	0,0	0,0
Agosto	3,92	-1,7	0,0	1,7
Setembro	3,80	1,0	0,0	0,0
Outubro	3,92	1,0	0,38	0,0
Novembro	3,80	1,0	6,57	0,0
Dezembro	3,92	1,0	12,69	0,0

Fonte: A Autora (2021).

Com apenas um volume de 6000L não é possível abastecer as bacias sanitárias no mês de agosto, sendo assim necessário um aporte de 1700 L de água externa. Os resultados obtidos ao utilizar 7500 L para suprir a demanda mensal constante do banheiro feminino, que está disposta sob a cobertura dos banheiros femininos e masculinos, podem ser vistos na Tabela 11.

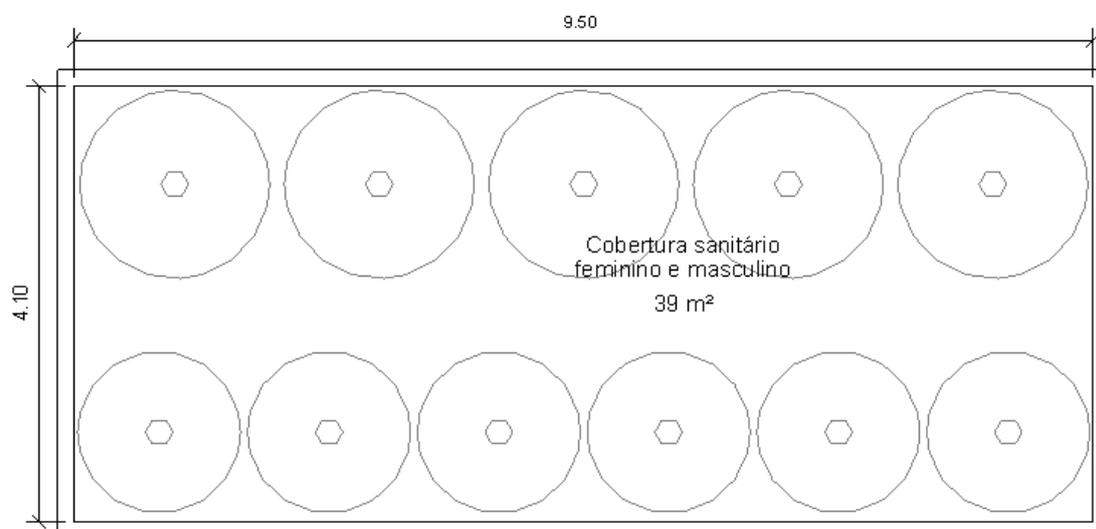
Tabela 11 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 7500 L com demanda para abastecer as bacias sanitárias do banheiro feminino

Mês	Demanda Mensal Constante (m³)	Volume do reservatório no tempo (m³)	Extravasamento (m³)	Suprimento com água externa (m³)
Janeiro	5,90	7,5	39,74	0,0
Fevereiro	5,33	7,5	25,82	0,0
Março	5,90	7,5	27,45	0,0
Abril	5,71	7,5	3,82	0,0
Maiο	5,90	7,5	1,43	0,0
Junho	5,71	6,2	0,0	0,0
Julho	5,90	2,3	0,0	0,0
Agosto	5,90	-1,2	0,0	1,2
Setembro	5,71	4,2	0,0	0,0
Outubro	5,90	4,2	9,84	0,0
Novembro	5,71	4,2	22,49	0,0
Dezembro	5,90	4,2	35,13	0,0

Fonte: A Autora (2021)

Com os resultados mostrados acima, há a necessidade de um suprimento de água externa de 1200 L, visto que um volume de 7500 L não consegue abastecer as bacias sanitárias femininas no mês de agosto. Conforme Figura 17, os reservatórios dos banheiros feminino e masculino foram distribuídos em seis de 1000 L e cinco de 1500 L, totalizando 14000 L.

Figura 17 - Distribuição das caixas d'água que abastecerão os banheiros feminino e masculino



Fonte: A Autora (2021)

Já para o vestiário masculino, a Tabela 12 fornece os dados encontrados com a utilização de um volume de 7500 L. Os reservatórios estão distribuídos sob a área dos vestiários e do depósito de material de limpeza.

Tabela 12 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 7500 L com demanda para abastecer as bacias sanitárias do vestiário masculino

Mês	Demanda Mensal Constante (m³)	Volume do reservatório no tempo (m³)	Extravasamento (m³)	Suprimento com água externa (m³)
Janeiro	2,73	7,5	2,70	0,0
Fevereiro	2,47	7,5	5,11	0,0
Março	2,73	7,5	5,38	0,0
Abril	2,65	7,2	0,0	0,0
Maiο	2,73	6,2	0,0	0,0
Junho	2,65	4,6	0,0	0,0
Julho	2,73	2,4	0,0	0,0
Agosto	2,73	0,3	0,0	0,0
Setembro	2,65	0,0	0,0	0,0
Outubro	2,73	1,9	0,0	0,0
Novembro	2,65	6,9	0,0	0,0
Dezembro	2,73	6,9	7,51	0,0

Fonte: A Autora (2021)

Conforme apresentado acima, não há necessidade de um suprimento de água externa, sendo que um volume de 7500 L fornece quantidade suficiente para suprir a necessidade das bacias sanitárias do vestiário masculino todos os meses do ano. Na Tabela 13 são mostrados os dados obtidos para a definição de um volume de água de 5000L para a utilização da demanda total mensal das bacias sanitárias do vestiário feminino.

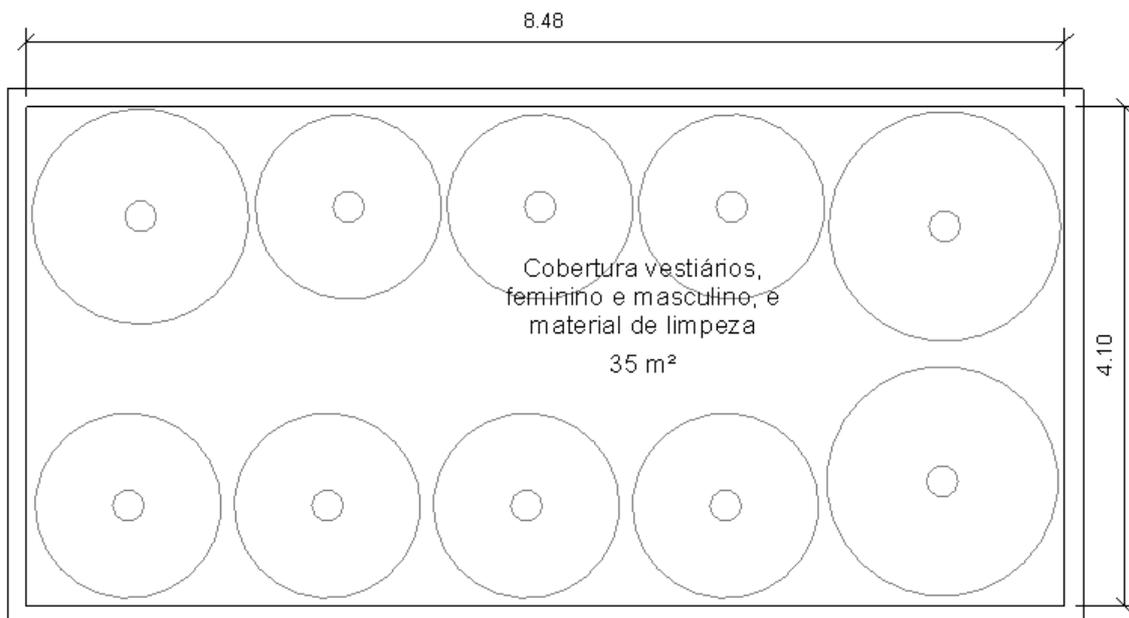
Tabela 13 - Balanço hídrico do aproveitamento de águas pluviais para um volume de 5000 L com demanda para abastecer as bacias sanitárias do vestiário feminino

Mês	Demanda Mensal Constante (m³)	Volume do reservatório no tempo (m³)	Extravasamento (m³)	Suprimento com água externa (m³)
Janeiro	2,23	5,0	5,71	0,0
Fevereiro	2,01	5,0	5,57	0,0
Março	2,23	5,0	5,89	0,0
Abril	2,15	5,0	0,17	0,0
Maiο	2,23	4,6	0,0	0,0
Junho	2,15	3,5	0,0	0,0
Julho	2,23	1,7	0,0	0,0
Agosto	2,23	0,1	0,0	0,0
Setembro	2,15	0,3	0,0	0,0
Outubro	2,23	2,8	0,0	0,0
Novembro	2,15	2,8	3,28	0,0
Dezembro	2,23	2,8	6,33	0,0

Fonte: A Autora (2021)

Constata-se na Tabela 13, que um volume de 5000 L é o suficiente para atender a demanda de água das bacias sanitárias do vestiário feminino todos os meses, evitando que haja um suprimento externo de água. Distribuiu-se dois reservatórios de 2000 L, um de 1500 L e sete de 1000 L para os vestiários femininos e masculinos, de acordo com a Figura 18.

Figura 18 - Distribuição dos reservatórios de água que abastecerão os vestiários feminino e masculino



Fonte: A Autora (2021)

A partir dos resultados apresentados, mostra-se vantajosa a implementação da captação de água pluvial nesta edificação, já que os reservatórios de possível implementação são quase que suficientes para atender à demanda dos aparelhos sanitários e demais usos não-potáveis, diminuindo a demanda de abastecimento público e a água que seria destinada para a drenagem urbana. Como analisado, os locais que comportam os reservatórios possuem uma área pequena, limitando o volume que poderia ser distribuído nestas e, assim, dificultando o fornecimento da demanda total de água que o mês de agosto carece, em alguns casos, devido a sua baixa precipitação.

A cantina possuirá quatro poços de infiltração: três destinados a captar o overflow máximo encontrado em cada conjunto de reservatórios apresentados e o outro destinado a receber toda a água captada da cobertura do espaço de mesas.

O volume de captação da cobertura do espaço de mesas é de 2,18 m³. Portanto, o poço de infiltração destinado para receber essa demanda será composto por três anéis de concreto perfurados com um diâmetro comercial de 1,60 m e altura de 0,5 m, totalizando uma profundidade de 1,5 m e um volume de 2,58 m³. Este se localiza ao lado da área de mesas (Apêndice 1).

Já para os três poços que irão coletar o volume total de overflow máximo, encontrados nas Tabelas de 4 a 10, possuem uma profundidade de 2 m, constituídos por

quatro anéis de concreto perfurados com um diâmetro comercial de 3 m e altura de 0,5 m. Cada um dos três possui um volume de $3,03 \text{ m}^3$ e todos receberão um volume de, aproximadamente, $2,88 \text{ m}^3$, o que totaliza $8,65 \text{ m}^3$. Um se localiza ao lado da cafeteria e os outros dois ao lado da cantina (Apêndice 1).

Com esse projeto, toda a água captada pelas coberturas do centro de convivência terá um destino diferente da rede drenagem urbana, uma parte será usada para fins não potáveis e a parte restante será infiltrada no solo através dos poços de infiltração.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a degradação da natureza sendo pautada nos dias atuais, a escolha de um material renovável para esse projeto, como a madeira laminada colada, foi pensada tanto no âmbito arquitetônico, por oferecer um conforto visual no ambiente, como no estrutural, em razão de sua baixa densidade, fácil trabalhabilidade e alta resistência mecânica, podendo vencer grandes vãos com diversas formas e seções. Além disso, seu plantio e corte trazem benefícios para o meio ambiente, pois as madeiras novas, que ocupam o lugar das que foram cortadas para o uso na construção civil, estocam mais CO₂ devido à necessidade deste para seu crescimento.

Para esse trabalho, dimensionou-se os reservatórios para o aproveitamento não-potável de águas pluviais e observou-se que, mesmo com uma área limitada para a acomodação dos reservatórios, o volume de chuva captada pelas coberturas da cantina, no município de Lavras – MG, quase abasteceriam totalmente as bacias sanitárias presentes no local e as torneiras destinadas para a limpeza das três áreas comuns.

Mediante os dados obtidos, notou-se, no mês de agosto, que haveria a necessidade de um abastecimento de água externo para suprir a demanda da torneira, para a lavagem da área comum da cafeteria e do espaço de mesas, além das bacias sanitárias do banheiro masculino e feminino. Isso acontece, pois os meses de junho, julho e agosto possuem os menores índices de precipitação na região, não havendo a captação da quantidade de água necessária, fazendo com que os volumes acumulados nos reservatórios até esses meses sejam totalmente usados e, conseqüentemente, não repostos.

Por fim, para tornar o projeto mais sustentável, constatou-se viável a utilização dos poços de infiltração, que têm como intuito infiltrar no solo o volume de água captado por uma cobertura inteira e o extravasamento dos reservatórios presentes em outras duas. Observou-se que com o dimensionamento proposto, a quantidade de água demandada para eles seria totalmente infiltrada, evitando que esta fosse direcionada para a rede de drenagem pública, tendo como destino elementos de macrodrenagem, o que inevitavelmente leva a um aumento da vazão de pico nestes corpos hídricos receptores.

7. REFERÊNCIAS

ABREU, Ana Maria Alves; SPIAZU, Ignacio; DONATO, Sérgio Luiz Rodrigues; GUIMARÃES, Bruno Vinícius Castro; SOUZA, Elias Brasilino. **Captação e Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis e potáveis**. Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer, Goiânia, GO, v. 11, n. 21, p.2926-2939, jun. 2015.

ALCÂNTARA JÚNIOR, Almir César. **Viabilidade técnica e econômica de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no campus sertão da Universidade Federal de Alagoas**. 122p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas - Campus do Sertão, Delmiro Gouveia – AL, 2016.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre. Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis. **Revista eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (Gesta)**, v.1, n.1 – Andrade Neto, p. 073-086, 2013 - ISSN: 2317-563X.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844/1989**. Instalações prediais de águas pluviais.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527/2007**. Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527/2019**. Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050/2020**. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

AURÉLIO SOBRINHO, Carlos. **Desenvolvimento Sustentável: uma análise a partir do Relatório Brundtland**. 2008. 197 f. Dissertação (Mestre em Ciências Sociais) – Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Marília, 2008.

AUTODESK. **Revit Versão Estudantil**, 2019.

AVELAR, Samara. Ranking GreenMetric: UFLA entre as 30 universidades mais sustentáveis do mundo. **Portal UFLA**, 2021. Disponível em: <https://ufla.br/noticias/institucional/14160-ranking-greenmetric-ufla-entre-as-30-universidades-mais-sustentaveis-do-mundo>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BEZERRA, Maria do Carmo; OLIVEIRA, Aline da Nóbrega; COSTA, Maria Elisa; KOIDE, Sérgio. Simulação de técnicas de infraestrutura verde de drenagem urbana para captação urbana para captação do escoamento superficial. captação do escoamento superficial. **R. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 16, n. 40, p. 1-16, abr/jun. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/9430>. Acesso em: 17 ago. 2021.

BRAGANÇA Luís; MATEUS Ricardo; GOUVEIA Margarida. Construção Sustentável: O novo paradigma do sector da construção. **Paredes divisórias: presente e futuro**, Guimarães, PT, p. 67-82, jun. 2011. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/15466>. Acesso em: 25 de fev. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **NR – 24 – Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho**. Brasília: Ministério do Trabalho e Previdência, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-24-nr-24>. Acesso em: 16/09/2021.

BRITO, Leandro Dussarrat; CALIL JÚNIOR, Carlito. Comentários Técnicos: Manual de Projeto e Construção de Estruturas com Peças Rolijas de Madeira de Reflorestamento. **Madeira – Arquitetura e Engenharia**, São Carlos, SP, v. 12, n. 30, p. 59-70, jul./set. 2011.

CALIL JÚNIOR, Carlito; MOLINA, Julio César. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**. In: Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, jul./dez. 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/4017>. Acesso em: 06 jun. 2021.

CARVALHO, Eufrosina Terezinha Leão. **Avaliação de elementos de águas pluviais na Zona Norte de Goiânia**. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Construção Civil) - Universidade Federal de Goiás. 2008.

COHIM, Eduardo; GARCIA, Ana Paula; KIPERSTOK, Asher. **Captação de água da chuva no meio urbano para usos não potáveis**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 2007, Belo Horizonte – MG. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/237253095>. Acesso em: 05 jun. 2021.

CORDEIRO JÚNIOR, Carlos Roberto; SILVA, Wendna Cristina Rocha; SOARES, Paulo de Tarso Machado Leite. Uso da madeira na construção civil. **Projectus**, Rio de Janeiro, v.4, n.4, p. 79-93, 2017.

CRISPIM, Diêgo Lima; LEITE, Rodrigo Pereira; CHAVES, Alan Del Carlos Gomes; FERREIRA, Aline Costa; MEDEIROS, Aline Carla; MARACAJÁ, Patrício Borges. Impactos ambientais no açude do bairro nova vida em Pombal - PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**. v. 7, n. 1, p. 102 - 129, 2013.

EMISSÕES do setor de construção civil atingiram recordes em 2019. **Relatório da ONU**, Nairobi, 16 de dez. de 2020. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/emissoes-do-setor-de-construcao-civil-atingiram>. Acesso em: 11 de abr. de 2021.

FARIAS, Lucas Menezes de; MARINHO, Jefferson Luiz Alves. Construções sustentáveis: Perspectivas sobre práticas utilizadas na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 16023-16033, mar. 2020.

FERREIRA, César Argentiére; MORUZZI, Rodrigo Braga. **Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis.** in: elecs 2007. IV encontro nacional e II encontro latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Campo Grande, 2007. v. i. p. 1027-1036.

FLORIM, Leila Chagas. Contribuição para a construção sustentável: características de um projeto habitacional ecoeficiente. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v. 5, n. 2, jun. 2005.

GONÇALVES, Dalila Beatriz Riffel. **Potencial de captação de água de chuva na área urbana do município de Chapecó (SC).** 16 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal da Fronteira do Sul, Chapecó, 2018.

GONÇALVES, Ricardo Franci. **Consumo de água:** Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352 p.

GOOGLE. **Google Earth website.** Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/search/pr%C3%A9dio+das+engenharias+ufla+mapa/@-21.2295238,-44.9778496,532m/data=!3m1!1e3> . Acesso em: 06 out. 2021.

GUIMARÃES, Daniel Pereira; REIS, Rui Bran Januário; LANDAU, Elena Charlotte. **Índices Pluviométricos em Minas Gerais.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2010.

KNAPIK, Heloíse G.. **Tabelas auxiliares para dimensionamento.** Universidade Federal do Paraná, 2017.

LOPES, Caryl Eduardo Jovanovich; SOMAVILLA, Géssica Piovesan. Orientações técnicas, legais e normativas para projetos de espaços destinados a serviço de alimentação coletiva. **Revista de arquitetura da IMED**, v.2, n.2, 2013, p. 108-122, ISSN 2318-1109.

MANO, Rafael Simões. **A captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre. Aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema.** 2004. 177 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MARTINS, Débora Janyne Barbosa. **Eficiência de espécies vegetais sob a retenção de água em telhados verdes no sertão Paraibano.** 2020. 38 p. Dissertação (Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais do centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2020.

MELLO, Roberto Lecomte. **Projetar em madeira: Uma nova abordagem.** 2007. 65 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MELO, Julio Eustaquio. **Sistemas Estruturais em Madeira.** Disciplina Sistemas Estruturais em Madeira. set. 2014. Universidade de Brasília.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Site oficial do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html#footer> . Acesso em: 29 abr. 2021.

NEUFERT, Ernest. **Arte de projetar em arquitetura**. 13ª Ed. Editorial Gustavo Gili, 1998.

OLIVEIRA, Dione da Costa; ALVES, Rubya Fernandes Lima Costa; CUNHA, Natália Cristina Carvalho; SOUZA, Rafael Eler; DINIZ, Mariana de Faria Guardingo; BIFANO, Renata Pessoa; MENDES, Marcelo de Carvalho. **Reaproveitamento de água pluvial em uma residência unifamiliar situada no condomínio de chácaras da cidade de Matipó/MG**. Anais do VIII FAVE – Fórum Acadêmico da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX – Matipó/MG, 2015 – ISSN – 2178-7301.

PLÚVIO 2.1. Software. Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos – GPRH da Universidade Federal de Viçosa. UFV; 2006. Disponível em: <http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>. Acesso em: 03 de nov. de 2021

REIS, Ricardo Prado Abreu; OLIVEIRA, Lúcia Helena; SALES, Maurício Martinés. Sistemas de drenagem na fonte por poços de infiltração de água pluviais. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 99-117, abr./jun. 2008.

RODRIGUES, Livia Veloso; THEBALDI, Michael Silveira; LEITE, Marcella Piceli; RODRIGUES, Karina Vilela; FRANCO, Camila Silva; ASSEMANY, Paula Peixoto. Viabilidade do aproveitamento domiciliar de águas pluviais em municípios de regimes pluviométricos distintos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, vol. 7, n. 17, p. 1575-1592, 2020.

RUSSO, Ricardo. Construções em Madeira e Mudanças Climáticas. **Madeira e Construção**, 4 de jan. de 2017. Disponível em: <https://madeiraconstrucao.com.br/construcoes-em-madeira-e-mudancas-climaticas-2/>. Acesso em: 11 de abr. de 2021.

SHIGUE, Erich Kazuo. **Difusão da Construção em Madeira no Brasil: Agentes, Ações e Produtos**. 2018. 250 p. Dissertação (Mestre em Ciências) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

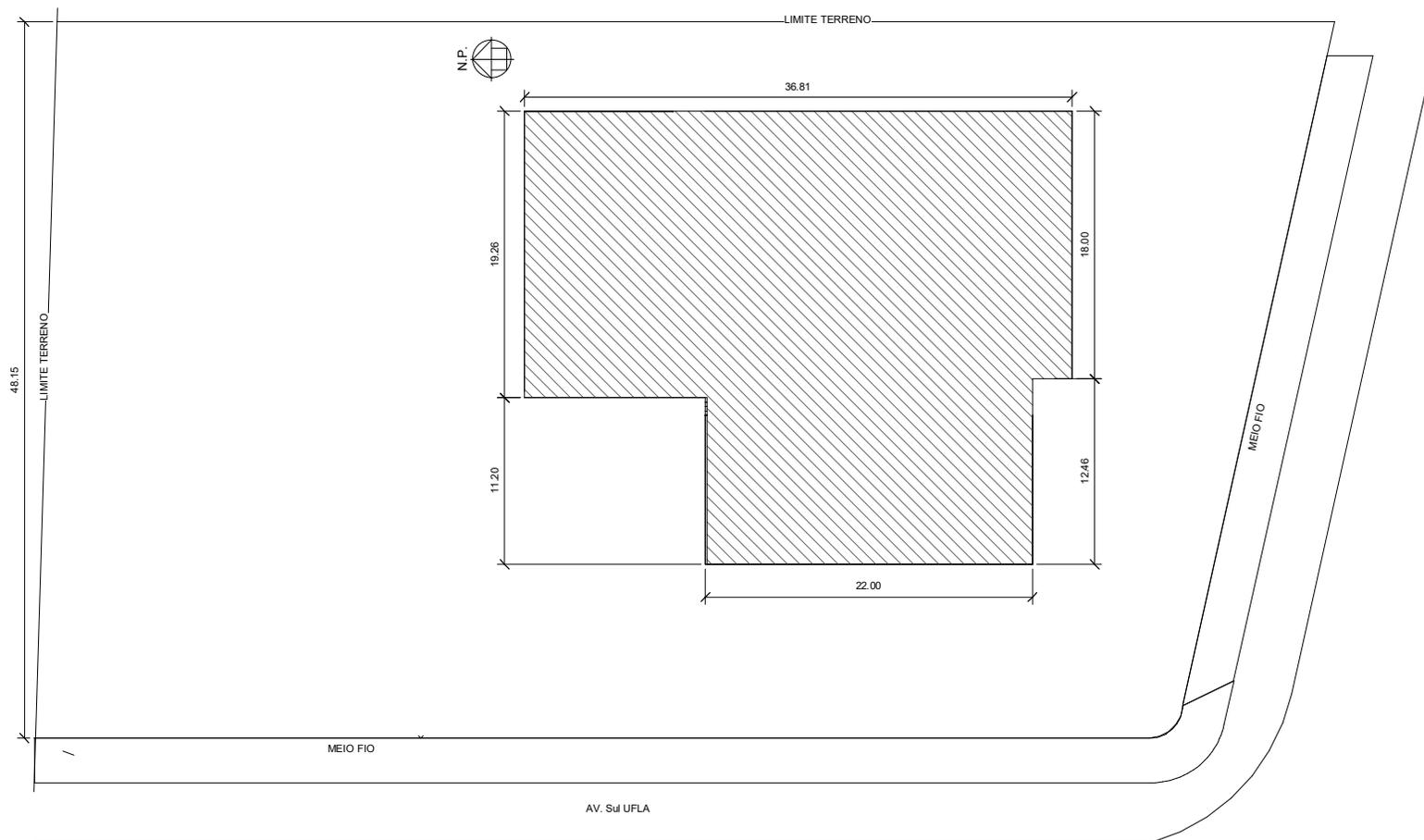
SILVA, Marcos Roberto Rolim. **Construções Sustentáveis: Um estudo sobre o método construtivo em Wood Frame para unidades Residenciais**. 72 p. Trabalho de Conclusão (Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.

Telhas de Fibrocimento. Brasilit. Disponível em: <https://www.brasilit.com.br/produtos/telha-fibrocimento-ondulada> . Acesso em: 16 set. 2021.

WIECZYNSKI, V. J. **Construções mais sustentáveis: alternativas para uma habitação de baixo custo econômico**. 2015. Disponível em:

<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/Artigo-Vlademir-José-Wieczynski.pdf>. Acesso em: 12 de abr. de 2021.

ZANGIACOMO, André Luiz. **Emprego de espécies tropicais alternativas na produção de elementos estruturais de madeira laminada colada**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.



2 Planta Implantação
1 : 200



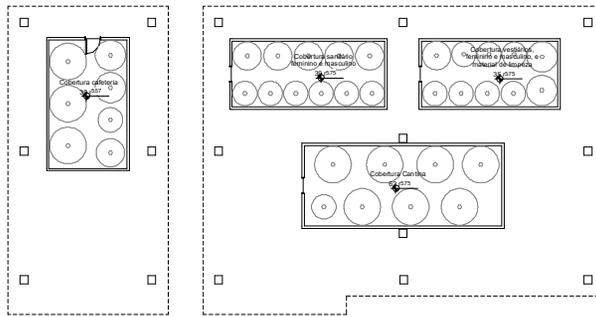
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso

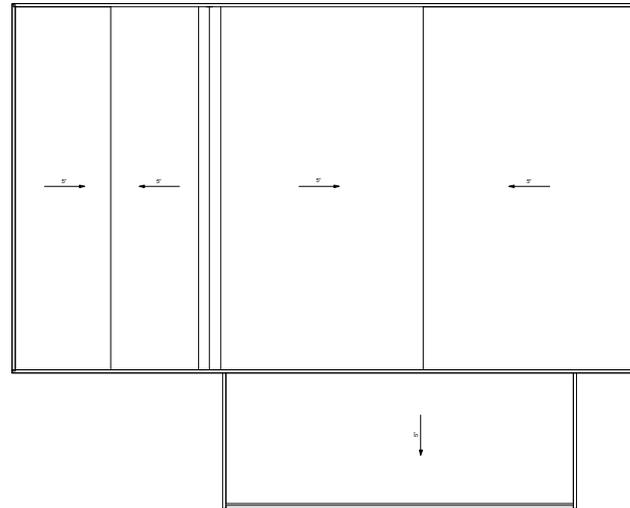
Docente: Michael e Priscilla

Escala: Desenho

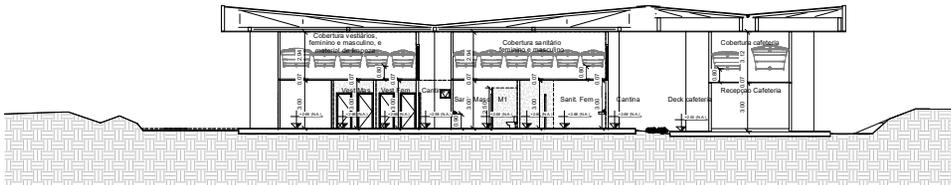
Aluna: Miriam Scodeler de Paula



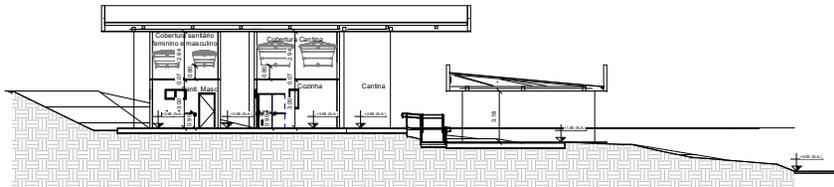
1 Cobertura Ambientes
1 : 100



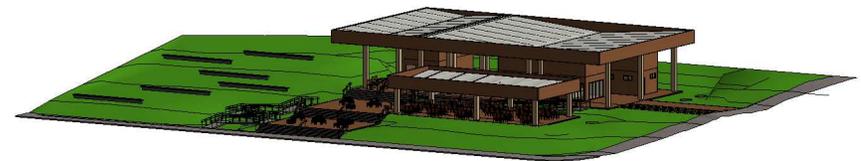
2 Coberturas Ambientes
1 : 100



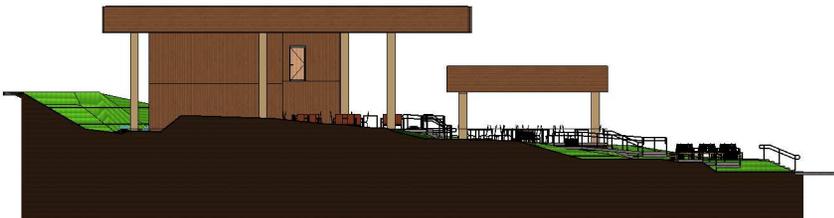
3 Corte AB
1 : 100



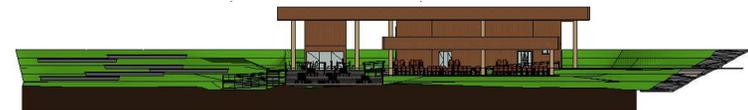
4 Corte CD
1 : 100



7 (3D)



5 Oeste
1 : 100



6 Sul
1 : 200