



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL – INSTITUTO POLITÉCNICO



ANTÔNIO ROBERTO BARCELOS DE SOUZA JÚNIOR

**ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM GINÁSIO POLIESPORTIVO
ECOEFFICIENTE E ACESSÍVEL NO POLO UNIVERSITÁRIO DO MUNICÍPIO
DE MACAÉ/RJ**

MACAÉ

2023

ANTÔNIO ROBERTO BARCELOS DE SOUZA JÚNIOR

**ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM GINÁSIO POLIESPORTIVO
ECOEFICIENTE E ACESSÍVEL NO POLO UNIVERSITÁRIO DO MUNICÍPIO
DE MACAÉ/RJ**

Trabalho de Conclusão de Curso de
graduação submetido à Universidade
Federal do Rio de Janeiro – Instituto
Politécnico – UFRJ/Macaé, como
parte dos requisitos necessários à
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Civil

Orientadores:

Prof. Monique Amaro de Freitas Rocha Nascimento, D.Sc.

Prof. Me. Leandro Tomaz Knopp

MACAÉ

2023

CIP - Catalogação na Publicação

S729

Souza Júnior, Antonio Roberto Barcelos de

Estudo para Implantação de um Ginásio Poliesportivo Ecoeficiente e Acessível no Polo Universitário do Município de Macaé/RJ / Antonio Roberto Barcelos de Souza Júnior - Macaé, 2023.

145 f.

Orientador(a): Monique de Amaro Freitas

Nascimento. Coorientador(a): Leandro Tomaz

Knopp.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico, Bacharel em Engenharia Civil, 2023.

1. Sustentabilidade. 2. Acessibilidade. 3. Conforto térmico.

I. Nascimento, Monique de Amaro Freitas, orient. II. Knopp, Leandro Tomaz, coorient. III. Título.

CDD 624

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca com

os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Biblioteca Central do Centro Multidisciplinar UFRJ-

Macaé Bibliotecário: Anderson dos Santos Guarino CRB7

ANTÔNIO ROBERTO BARCELOS DE SOUZA JÚNIOR

**ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM GINÁSIO POLIESPORTIVO
ECOEFICIENTE E ACESSÍVEL NO POLO UNIVERSITÁRIO DO MUNICÍPIO
DE MACAÉ/RJ**

Trabalho de Conclusão de Curso de
graduação submetido à Universidade
Federal do Rio de Janeiro – Instituto
Politécnico – UFRJ/Macaé, como
parte dos requisitos necessários à
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Civil

Macaé, 14 de julho de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof(a) Monique Amaro de Freitas Rocha Nascimento, D.Sc.

(Instituto Politécnico – UFRJ/Macaé)

Prof. Leandro Tomaz Knopp

(Instituto Politécnico – UFRJ/Macaé)

Prof(a). Beatriz Rohden Becker

(Instituto Politécnico – UFRJ/Macaé)

Prof. Thiago Gomes Lima, D.Sc

(Instituto Politécnico – UFRJ/Macaé)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Antônio e Tenízia que me ensinaram o valor da vida, do respeito ao próximo e me guiaram ao caminho dos estudos. Me presentearam com a maior fonte de amor que sinto desde o dia em que nasci, com suas preocupações comigo e por entenderem o que me faz feliz. Abdicaram dos seus sonhos pessoais para me dar oportunidades que me fizessem ser o que sou hoje. A vocês a minha eterna gratidão pelo amor que têm comigo e pela forma que amadurecemos juntos.

À minha irmã Hanna que é a minha companheira da vida, que não mede esforços para me ajudar e esteve comigo durante os momentos de alegria e tristezas.

Aos meus amigos Vinícius, Gabriela e Eduarda Garcia por estarem comigo desde o início dessa trajetória. Me ajudaram durante os muitos momentos difíceis e me fizeram ficar firme, não me deixando desistir. Mais do que colegas de classe, vocês são meus amigos da vida que eu quero ter para sempre.

Às minhas amigas que formaram o meu grupinho Maizomenos Eduarda Ramos, Letícia e Clarisse pelo companheirismo e pelo suporte durante essa fase. Vocês tornaram o curso mais alegre e divertido e eu sou externamente grato por isso.

Aos meus amigos Bruno, Stefani e Jeany por serem meus amigos da vida e por me proporcionar momentos tão felizes.

Às minhas amigas Julia Moreira e Mariana Ximenes, que me acolheram na faculdade e me fizeram amadurecer com suas experiências.

Às minhas amigas Carolina Pessanha e Júlia Oliveira que mesmo de longe se fizeram presentes e sempre me apoiaram no que eu precisava.

Ao meu amigo Luiz Felipe Nobre que é um exemplo de ser humano e que me inspirou durante essa fase. Agradeço por todos os momentos que tivemos.

À minha amiga Maria Eduarda que chegou no fim dessa etapa e foi capaz de me impulsionar para o término desse curso. Obrigado pelos inúmeros momentos de felicidade e pela ajuda nos momentos que eu precisei.

Aos professores Monique e Leandro por terem aceitado ser meus orientadores e pela contribuição nesse momento tão importante.

E por fim um agradecimento a mim, pela resiliência e por não ter desistido desse curso, que foi a pior experiência social da minha vida.

*“Eu estive aqui. Eu vivi. Eu amei.
Tudo o que eu sempre quis
E foi mais do que eu esperava que
fosse.
Deixarei minha marca para que
todos saibam que
Eu estive aqui.”*
(Beyoncé Knowles)

RESUMO

Mesmo sendo de grande importância para a sociedade, socialmente e economicamente, o setor da construção civil apresenta desafios, como processos ineficientes e consumo excessivo de materiais. A falta de consciência ecológica resultou em graves danos ambientais ao longo dos anos por este setor. O presente trabalho explora a falta que um local propício para a prática de atividades físicas faz na Cidade universitária do Município de Macaé atrelado com a construção consciente e acessível de edificações. Primeiramente foi feito um levantamento de tecnologias, materiais e processos para a construção de um ginásio que possibilite o conforto térmico aos usuários. Após isso houve uma visita ao local do terreno que serve de base para esse estudo que por fim permitiu a modelagem do ginásio através de softwares computacionais. O estudo conclui que novas técnicas e materiais sustentáveis podem ser utilizados como solução para o conforto térmico, além de alcançar alguns Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como o que diz respeito ao Consumo e Produção sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Ginásio Poliesportivo, Intervenções Sustentáveis, Acessibilidade, Aproveitamento de águas pluviais, Conforto Térmico.

ABSTRACT

Even though it is of great importance to society, socially and economically, the civil construction sector presents challenges, such as inefficient processes and excessive consumption of materials. The lack of ecological awareness has resulted in serious environmental damage over the years by this sector. The present work explores the lack of a suitable place for the practice of physical activities in the University Pole of Macaé, linked to the conscious and accessible construction of buildings. Firstly, a survey of technologies, materials and processes for the construction of a gymnasium that provides thermal comfort to users was carried out. After that, there was a visit to the site of the land that serves as the basis for this study, which finally allowed the modeling of the gymnasium through computational software. The study concludes that new sustainable techniques and materials can be used as solution for thermal comfort, in addition to achieving some Sustainable Development Goals (SDGs), such as what concerns sustainable Consumption and Production.

KEYWORDS: Multi-sport Gym, Sustainable Interventions, Accessibility, Use of Rainwater, Thermal Comfort.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Contextualização	20
1.2	Motivação	22
1.3	Objetivos gerais	23
1.3.1	Objetivos específicos	23
1.4	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	24
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
2.1	Esporte	26
2.1.1	Esporte e saúde	29
2.1.2	Integração Social	30
2.1.3	Esporte nas instituições de ensino superior	32
2.2	Arquitetura esportiva	34
2.2.1	Acessibilidade, Ergonomia e Prevenção de Incêndio em Ambientes Esportivos	35
2.3	Sustentabilidade na Construção Civil	49
2.4	Intervenções Sustentáveis	52
2.4.1	Materiais Sustentáveis	55
2.5	Economia de água	65
2.6	Conforto ambiental em edificações	72
2.6.1	Conforto termoacústico	74
2.6.2	Ventilação cruzada	76
3	ESTUDO DE CASO	80
3.1	Cidade Universitária de Macaé	80
3.1.1	O projeto da Cidade Universitária de Macaé	82
3.2	Terreno	83
3.3	Programa de necessidades	88
3.3.1	Ginásio	89

3.4	PROPOSTAS DE IMPLANTAÇÃO	97
3.4.1	Acessibilidade.....	97
3.4.2	Materiais sustentáveis.....	110
3.4.3	Aproveitamento de águas pluviais.....	115
3.4.4	Orientação Solar	123
3.4.5	Ventilação cruzada	130
3.5	VISÃO GERAL	132
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
6	APÊNDICES.....	146
6.1	APÊNDICE A – Fachada Sudeste	146
6.2	APÊNDICE B – Fachada Noroeste	146
6.3	APÊNDICE C – Fachada Sudoeste	147
6.4	APÊNDICE D – Área de convivência.....	147
6.5	APÊNDICE E – Letreiro do Ginásio	148
6.6	APÊNDICE F – Vestiário Masculino.....	148
6.7	APÊNDICE G – Vestiário Feminino.....	149
6.8	APÊNDICE H – Espaço reservado para cadeirantes na arquibancada.....	150
6.9	APÊNDICE I – Elevações (m)	150

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de água não potável (Fonte: Thomaz, 2009).....	70
Tabela 2 - Frequência de utilização (Fonte: Thomaz, 2009).....	70
Tabela 3 - Coeficientes de Runoff médios (Fonte: Thomaz, 2003)	71
Tabela 4 - Relação de curso x alunos do polo universitário (Fonte: Secretária acadêmica, 2023).....	81
Tabela 5 - Dimensões das modalidades praticadas na quadra (Autor e imagens adaptadas de brasil2016.gov.br).....	92
Tabela 6 - Programa de Necessidades do térreo (Autor).....	93
Tabela 7 - Programa de necessidades do 1º pavimento (Autor).....	94
Tabela 8 - Dimensões da rampa (Autor)	100
Tabela 9 - Análise quantitativa das peças de utilização de águas de reuso (Autor)	116
Tabela 10 - Consumo de águas de reuso no jardim (Autor).....	116
Tabela 11 - Consumo de água em função do número de pessoas (Fonte: Autor)	117
Tabela 12 - Médias mensais de precipitação de chuva de Macaé (Fonte: Climatempo, 2023).....	117
Tabela 13 - Volume de chuva aproveitável do ginásio poliesportivo (Autor)	119
Tabela 14 - Volume acumulado durante o ano (Autor).....	121

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil tem um impacto positivo, não apenas na economia, mas também na sociedade, contribuindo para o desenvolvimento de um país através da geração de empregos, do estímulo ao comércio de materiais e a promoção da venda de imóveis, por exemplo. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), 6,9% do produto interno bruto (PIB) do Brasil foi resultado das ações deste setor. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), nos últimos três anos, mais de 350 mil empregos foram gerados nesta área, sendo mais de 60 atividades econômicas da indústria nacional relacionadas à Construção Civil, visto que para executar todas as etapas se faz necessário movimentar toda uma cadeia de suprimentos como o aço, cimento, tijolos, revestimentos, tintas e outros.

Em contrapartida, a construção civil chama a atenção por apresentar inúmeros fatores negativos, como processos produtivos ineficientes e ultrapassados e o consumo indiscriminado e impensado de materiais dos mais variados tipos, entre outros fatores, que geram uma série de impactos ambientais. Ao observar a história do mundo e seu desenvolvimento, percebe-se que a construção civil sempre existiu para atender as necessidades básicas e imediatas do homem sem preocupação com a técnica aprimorada em um primeiro momento.

No Brasil, Segundo Schenini, Bagnati e Cardoso (2004), a inexistência de uma consciência ecológica na indústria da construção resultou em graves danos ambientais que foram agravados pelo maciço processo de migração ocorrido na segunda metade do século passado, que gerou uma enorme demanda por novas habitações.

O modelo de construção civil brasileiro, em toda a sua cadeia de produção, ocasiona diversos prejuízos ambientais, pois, além de utilizar, amplamente, matéria prima não-renovável da natureza e consumir elevadas quantidades de energia, tanto na extração quanto no transporte e processamento dos insumos, faz o uso de materiais de forma irracional, causando um grande desperdício. Assim, a construção civil é a maior fonte geradora de lixo de toda a sociedade, uma vez que seus entulhos representam 70% da massa total dos resíduos sólidos urbanos (SCHENINI, 2004).

Diante disso, é preciso pensar em novas técnicas de construção, que utilizem materiais sustentáveis, gerem menos resíduos e possibilitem o conforto ao usuário. Tal pensamento deve ocorrer durante a fase de planejamento de um projeto, a fim de se estudar todas as possibilidades para determinado caso. O projeto Porto Maravilha, por

exemplo, na cidade do Rio de Janeiro, lançado em 2009, teve como um de seus objetivos a revitalização da região portuária, promovendo o desenvolvimento social e econômico e trazendo a sensação de lazer e bem estar para a sociedade, através da transformação de locais antes perigosos e pouco visitados para espaços de convivência e lazer, utilizando-se de recursos sustentáveis, como áreas verdes e o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), que é um modelo sustentável de transporte público movido à eletricidade.

Ao se pensar em saúde e bem-estar, vem-se à tona a ideia da prática de atividades físicas. Os benefícios de manter uma rotina de atividades físicas são inúmeros (SILVA & JÚNIOR, 2011), tanto para a saúde física, como a redução da incidência de doenças crônicas (hipertensão, obesidade, problemas cardiovasculares e etc.), prevenção de doenças na estrutura óssea (osteoporose), melhora do sono e da disposição, aumentando consequentemente a produtividade, aumento da autoconfiança, redução do estresse, dentre outros. Quanto para a saúde mental, que através da socialização e o aprendizado das atividades, áreas do cérebro que previnem sintomas de ansiedade e depressão são desenvolvidas. Além disso, as atividades liberam o hormônio da endorfina, que é responsável pela sensação de bem-estar, além de melhorar o humor e trazer satisfação para o praticante. Com isso, faz-se necessário locais adequados para a prática de tais atividades.

Desde que se colocou de pé, o homem executa movimentos corporais básicos. O homem primitivo deslocava-se de um local para outro a procura de alimentos, marchando, subindo em árvores, escalando penhascos, nadando, saltando e lançando suas diferentes armas de arremesso. Tais movimentos são bastante parecidos com o que temos hoje definidos em modalidades. Mas o que hoje é resultado da prática de um esporte, antigamente a motivação era outra: a sobrevivência.

Assim, a evolução dessas práticas acontece gradativamente à evolução cultural dos povos, estando relacionada aos sistemas políticos, sociais e econômicos da sociedade. A Grécia antiga foi o berço dos locais para a prática de esportes. Tendo em vista o crescimento da prática de ginástica e de outras atividades, surgiu-se a necessidade de se ter locais adequados para a prática. Assim surge os ginásios, que no seu início se limitavam a uma pista de corridas e um espaço para lutas e ginástica, e gradativamente foram sendo aperfeiçoados e serviam não somente para tais práticas esportivas, mas também como centros de instrução, de educação espiritual e para reuniões da sociedade.

Com o decorrer dos anos, a arquitetura esportiva evoluiu conforme a evolução da sociedade para se ter grandes ginásios poliesportivos, que são capazes de abrigar diversas

modalidades em um só local. E com isso, é preciso que tais edificações sejam construídas com o mínimo de impacto ao meio ambiente possível, juntamente com a sua eficiência durante a sua vida útil.

1.1 Contextualização

Na década de 60, a ONG Clube de Roma discutia questões ambientais, enquanto estudiosos ao redor do mundo começavam a abordar as primeiras questões relacionadas ao tema. O primeiro relatório do Clube de Roma, chamado “Limits to Growth” em 1972, teve um impacto significativo na comunidade científica ao apresentar cenários alarmantes para o futuro do planeta caso o padrão de desenvolvimento continuasse como era naquela época.

Diversos relatórios foram elaborados desde então, todos com o objetivo de preservar o meio ambiente, destacando a necessidade de alterar o padrão de desenvolvimento. Pode-se, então, citar alguns que são referência como Desenvolvimento Sustentável:

- Relatório do Clube de Roma: Limites do Crescimento (1968);
- Declaração de Estocolmo (1972);
- Relatório de Brundtland: Nosso Futuro Comum (1978);
- Declaração do Rio (1992);
- Agenda 21 (1992);
- Protocolo de Kyoto (1997);
- Agenda 2030 (2012);
- Acordo de Paris (2015).

A “Agenda 21”, principal documento produzido na ECO-92, é um programa de ação que busca estabelecer um novo padrão de desenvolvimento ambientalmente sustentável. Tem como objetivo conciliar os métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. A aceitação unânime por parte dos países presentes do formato e conteúdo da Agenda na Rio 92 resultou na criação da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS), vinculada ao Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (ECOSOC). A CDS tem como objetivo acompanhar e colaborar com os países na elaboração e implementação de suas agendas nacionais.

O conceito de “Tripé da Sustentabilidade” criado em 1994 por John Elkington, um sociólogo britânico conceitua as três dimensões do desenvolvimento sustentável (econômica, social e ambiental). Tendo como ideia por trás do conceito de que a empresa precisa desenvolver-se não apenas no aspecto econômico, como se costumava pensar, mas também buscar uma integração harmônica entre os três pilares do tripé, sendo esse o caminho para se manter a integridade do planeta e da sociedade.

As ONGs que participaram da ECO-92 acabaram desempenhando um papel fiscalizador, exercendo a pressão sobre os governos de todo o mundo para que cumpram as diretrizes estabelecidas na Agenda 21. Em 2022, ocorreu um novo encontro das nações e houve o firmamento da Declaração de Joanesburgo, que reforça os temas tratados nas conferências anteriores e ressalta a necessidade da erradicação da pobreza, mudanças nos padrões de consumo e produção, bem como a proteção e manejo de recursos naturais.

Em 2012 ocorreu a Rio +20, que teve resultado na Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. Apoiados pelo incentivo da Declaração, adotou-se os 17 objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Figura 1) em 2015 que fazem parte da Agenda 2030 e validados a partir de 2016.



Figura 1 - Objetivos do desenvolvimento sustentável (Fonte: GT Agenda 2030, 2023)

No contexto das mudanças climáticas, existem dois marcos importantes a serem destacados. Em 1997, o Protocolo de Kyoto foi estabelecido durante a terceira Conferência das partes (COP). Esse protocolo tem como objetivo controlar as emissões de gases de efeito estufa, visando promover o desenvolvimento sustentável com equilíbrio

nas esferas econômica, ambiental e social. Por sua vez, o Acordo de Paris, assinado em 2015 durante a COP 21, representa um novo acordo para combater os efeitos das mudanças climáticas. Seu objetivo é limitar o aumento da temperatura global a menos de 2°C até o ano de 2100 (RIEDMANN, 2023)

Porém, o aumento global da construção civil elevou as emissões de CO₂ para uma alta expressiva de 10 giga toneladas, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente em 2021. Dessa forma, o setor está fora do caminho para cumprir as promessas de descarbonização até 2050.

Embora os investimentos em eficiência energética de edifícios tenham aumentado em 16% em 2021, o setor da construção civil foi responsável por mais de 34% da demanda de energia e cerca de 37% das emissões de CO₂ relacionadas a energia e processos em 2021, de acordo com o Relatório de Status Global de Edificações e Construção de 2022, lançado no Egito na COP27. Com isso, faz-se necessário seguir o que diz o relatório de Paris, no que diz respeito das emissões de CO₂, pois os impactos das mudanças climáticas que antes eram alertados, hoje já se tornaram realidade

Com tudo isso, é indiscutível a expressiva parcela de poluição que o setor da construção civil exerce. A forma como os empreendimentos são projetados, construídos e operados precisam ser revisados e melhorados com urgência, para que o setor contribua de forma positiva para atingir as metas estabelecidas no Acordo de Paris.

1.2 Motivação

O presente trabalho teve como motivação o desejo do autor de se ter um local apropriado para a prática de atividades esportivas dentro do espaço universitário. Por ter se engajado desde o início da sua trajetória acadêmica nos esportes universitários, ficou clara a falta que um ginásio faz para o corpo discente.

Durante o percurso acadêmico, ao participar da Associação Atlética Acadêmica Engenharia UFRJ Macaé, o autor pôde vivenciar as dificuldades de se conseguir uma quadra para a prática esportiva no município de Macaé, e quando se encontrava, muitos (as) alunos (as) não conseguiam frequentar os treinos por conta da longa distância até suas casas ao final da prática, que em sua grande maioria acontece no período noturno.

Atrelado a isso, o terreno e a localização da cidade universitária favorecem a implementação de uma edificação como a proposta, por ser rico em espaço livre destinado à tal fim e por ter condições climáticas que favorecem o estudo de um projeto

ecoeficiente. A ideia de modelar um ginásio “do zero” através de um *software* colocando em prática aprendizados que foram adquiridos ao longo do curso serviu de motivação para este trabalho.

Tendo em vista a realidade dos impactos negativos da construção civil ao meio ambiente, foi visto no tema sustentável uma forma de poder contribuir para o desenvolvimento responsável da sociedade. Teve como intuito a tentativa de frear tais impactos do setor através da disseminação do assunto e utilizando-se de materiais sustentáveis e intervenções que sejam harmônicas ao meio ambiente.

Além disso, com um projeto como o proposto no presente trabalho, abrem-se portas para a atuação de projetos sociais no ginásio através do esporte, não só para a comunidade universitária, mas também para toda a população local. Com o esporte, tem-se a possibilidade de mudar a vida de diversas crianças e jovens, que dão a esses indivíduos uma perspectiva de vida e um objetivo quanto ao seu futuro. Para o autor, esta é a maior motivação, mudar a vida de alguém através do esporte assim como o esporte mudou a sua vida.

1.3 Objetivos gerais

Tendo em vista a necessidade de um local para a prática esportiva no campus da UFRJ Macaé, o presente trabalho tem como objetivo a elaboração de um estudo para a implantação de um ginásio poliesportivo no local, através da modelagem do mesmo com o auxílio softwares, utilizando-se de materiais sustentáveis a fim de tornar a obra confortável, ecológica e autossuficiente. Além disso, tem como premissa a implantação de técnicas acessíveis que garantem a presença de pessoas com qualquer tipo de deficiência.

O trabalho trata-se de um estudo preliminar que contribui com a concepção de um ginásio poliesportivo. Para o projeto de arquitetura é necessário a elaboração de todos os estudos necessários para tal.

1.3.1 Objetivos específicos

1. Visita e análise do local de implantação do ginásio poliesportivo;
2. Levantamento das necessidades do ginásio;
3. Modelagem da volumetria e definição dos ambientes internos do ginásio no software Revit;

4. Elaboração de pesquisa dos materiais sustentáveis, estudo preliminar da acessibilidade, incêndio e pânico;
5. Descrições e simulações ecoeficientes (estudo solar e ventilação) com auxílio de ferramentas computacionais: Google Earth, Autocad, Windfinder e Flow design;
6. Determinar da contribuição do presente do trabalho

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O presente estudo foi dividido em quatro capítulos para um melhor entendimento da proposta deste trabalho de conclusão de curso. O primeiro capítulo traz, além das motivações e objetivos, uma abordagem geral sobre o tema, enfatizando a necessidade de mudanças do setor da construção civil com certa urgência, contextualizando a situação do Brasil no que diz respeito a tal setor e incluindo os seres humanos dentro do tripé da sustentabilidade, no âmbito social, destacando a importância da prática de atividades físicas para a manutenção e bem estar do corpo humano e chegando até as obras de arquitetura esportiva, que fazem-se necessárias para a prática dos mesmos.

No segundo capítulo, há uma revisão bibliográfica aprofundada dos temas abordados neste trabalho. Mais uma vez retratando os três pilares do tripé da sustentabilidade, juntamente com a relação do esporte com integração social e destacando o esporte nas instituições de ensino superior. Obteve-se o conhecimento necessário para a compreensão e aplicação neste trabalho realizando-se buscas em diversas fontes, onde os pensamentos dos autores e especialistas sobre tais temas enriqueceram o trabalho.

O estudo de caso é apresentado no terceiro capítulo. Nele é mostrado o resultado das visitas ao local de estudo, programa de necessidades do ginásio e as propostas de intervenção sustentáveis, onde cada uma é mostrada e detalhada conforme estudado no capítulo 2 deste trabalho. Os conceitos de acessibilidade são aplicados ao ginásio e exibidos durante este capítulo. Também é exposto o resultado do estudo da orientação solar e dos ventos, que permitem o conforto térmico da edificação.

No quarto capítulo tem-se as considerações finais do presente trabalho, que mostra a eficácia das técnicas utilizadas bem como a conclusão dos estudos realizados. São sugeridas estratégias para futuros trabalhos que não foram abordadas neste, mas que são complementos para que o projeto do ginásio seja aprimorado. Após isso é apresentado todas as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração deste trabalho.

Por fim tem-se a lista de apêndice com figuras da modelagem para melhor visualização do resultado final do ginásio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta etapa serão analisados os fatores que irão servir de embasamento para análise das problemáticas e levantamento das condicionantes determinantes na escolha do presente tema, e que vão ser utilizados nas seguintes etapas do projeto.

2.1 Esporte

Esporte pode ser considerada toda atividade, sendo física ou mental, individual ou coletiva, competitiva ou recreativa que possui regras e objetivos bem estabelecidos. O objetivo das modalidades é a superação do adversário em total respeito às regras. (SILVA, 2011)

No âmbito social, os esportes podem ser identificados como um fenômeno sociocultural, que envolve a prática de atividades físicas com caráter recreativo ou profissional. Tais atividades também podem contribuir para a formação, o desenvolvimento e a inclusão do indivíduo na sociedade (CAIUSCA, 2018).

Desde o século V a.C, em civilizações, como a grega, construções com características específicas para o esporte eram construídas, onde se efetuavam competições e torneios como os jogos olímpicos e os délficos. Em Roma, se desenvolveram instalações que permitiam a recepção de um número maior de espectadores, como os notáveis exemplos do Coliseu (Figura 2) e do circo romano (Figura 3) (FRAMPTON, 2015).



Figura 2 - Ruínas do Coliseu (Fonte: Eurodicas turismo, 2022 <https://turismo.eurodicas.com.br/coliseu-de-roma/>)

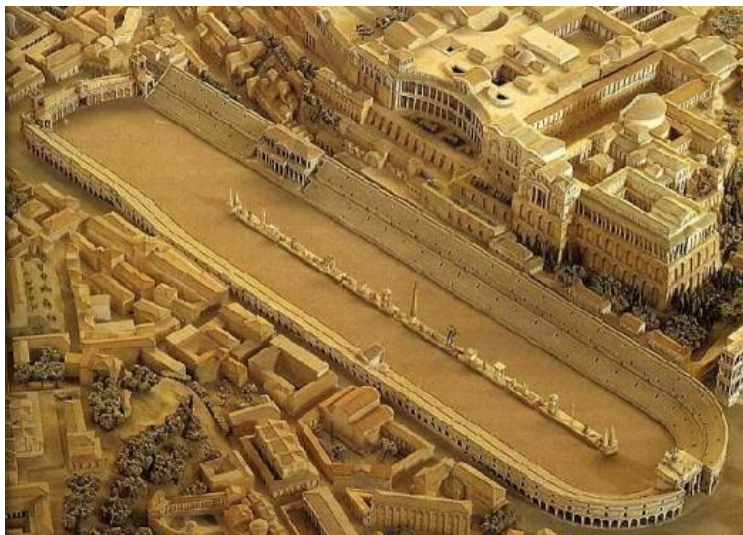


Figura 3 - Circo e Teatro romanos (Fonte: Wordpress, 2017.
<https://haac1.wordpress.com/2017/11/10/divertimento-romano-circo-teatro-e-anfiteatro/>)

De acordo com Duarte (2003), entre o período de 75 d.C. e 83 d.C., as primeiras competições começaram a surgir na Grécia e Roma, o que levou a uma necessidade de se ter um espaço próprio para tal prática. Com isso, surgiram os primeiros locais, chamados de “gymnásio”, que deriva do grego *gymnos*, que significa nudez e é relacionado com o verbo *gymnazein*, cujo significado era “fazer exercícios físicos”. Tal verbo possuía este significado devido ao exercício que se realizava sem roupa. Historicamente, o ginásio era utilizado para o exercício, banho comum, centro de estudos e ponto de reunião para filósofos, bem como culto para adorar aos deuses. Nesta mesma época, também surgiram os estádios, que também eram utilizados como hipódromos. De acordo com Nuttgens (2015) o estádio de Olímpia (776 a.C) foi a primeira arquitetura do esporte e está localizada em Olímpia, onde eram celebrados os Jogos Olímpicos Antigos, situado ao pé do templo de Zeus, na base do Monte Olimpo, contava com 211 metros de comprimento e 32 metros de altura (Figura 4). Estima-se que a capacidade do estádio era de 40.000 espectadores.



Figura 4 - Ruínas do Estádio de Olímpia (Fonte: Turismogrecia, 2018.
<https://www.turismogrecia.info/guias/grecia/grecia-olimpia>)

Ainda segundo Nuttgens (2015), a arquitetura desses espaços foi se desenvolvendo, planejando-se melhores áreas, compreendidas geralmente por um estádio, uma palestra, banhos públicos, pórticos exteriores para a prática desportiva em períodos de clima ruim e pórticos cobertos. Se buscou, também, um melhor desenho interior sem suas portas, muros, assim como em suas coberturas, passando esses edifícios a serem utilizados para reuniões entre intelectuais e filósofos. Além disso, serviu para conferências sobre temas literários e científicos.

Com a queda de Roma e o enfraquecimento das cidades, as práticas ficaram cada vez mais escassas e tais locais foram abandonados. Atos de vandalismo, fogos e terremotos contribuíram para a destruição destas construções. Assim, aos poucos os sítios foram desaparecendo debaixo de vários metros de terra. Com o esforço de historiadores antigos, a memória dos jogos e suas localidades não foram totalmente esquecidos. No século 19, iniciaram-se escavações arqueológicas que revelaram as ruínas de Olímpia dentre outras construções que eram utilizadas para tais atividades (JÚNIOR, 2013)

Com os crescimentos das grandes cidades, no século XIX, a prática de esportes em massa ganha força, com grande concentração de espectadores pelo mundo. Com a demanda em alta, diversos estádios foram construídos e em 1896 foi oficialmente retomado os jogos olímpicos da era moderna, sediado em Atenas (Figura 5) e que recebeu 241 atletas (todos homens) de 13 países. (ALBERNAZ, 2016)

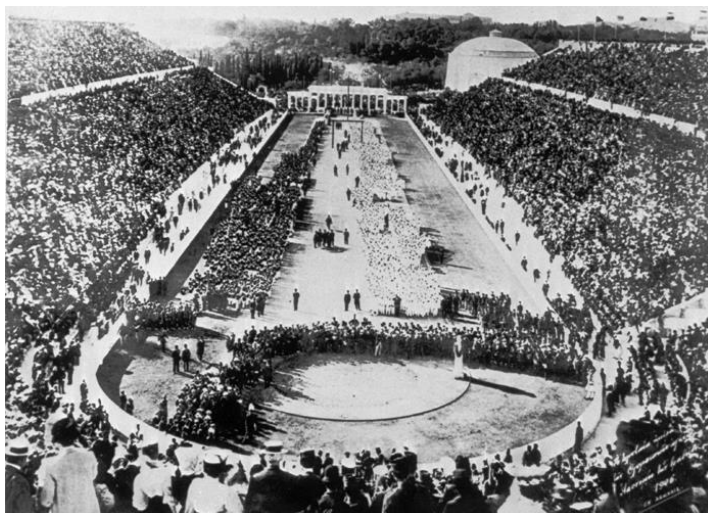


Figura 5 - 1º jogos olímpicos da era moderna. Atenas, 1896 (Fonte: Folha vitória, 2016. <https://www.folhavitoria.com.br/esportes/blogs/loucaporesportes/2016/04/06/primeiros-jogos-olimpicos-da-era-moderna-completam-120-anos/>)

2.1.1 Esporte e saúde

A prática de atividade física está diretamente ligada à saúde, tanto física quanto mental. Dados levantados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) revelam que um em cada quatro adultos não pratica atividade física suficiente. E no caso dos adolescentes a situação é ainda pior: quatro em cada cinco pessoas são sedentários. No caso dos adultos, recomenda-se de 150 a 300 minutos de atividade física por semana. Já para as crianças (Figura 6) e adolescentes, 60 minutos por dia. (OMS, 2020)



Figura 6 - prática de atividade física com crianças (Fonte: Google, 2023. <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-da-saude/atividade-fisica-melhora-desempenho-escolar-de-criancas-e-adolescentes/>)

Tal condição reflete nas mortes por sedentarismo: até 5 milhões de mortes por ano poderiam ser evitadas se a população fosse mais ativa. Assim, a importância do esporte

para a manutenção da saúde é indiscutível. Com a prática das atividades físicas, há uma liberação de neurotransmissores que melhoram o funcionamento global, deixando o indivíduo com uma sensação de bem-estar. Hormônios como a serotonina, endorfina e feniletilamina atuam no humor, redução da irritabilidade e melhora da disposição e produtividade. Sem contar da autoestima, que sai ganhando quando uma meta é alcançada. (CAMPI, 2021)

Segundo Silva *et al.* (2011), o lazer é um campo de atividade que segue uma linha tênue entre a maioria das atuações do ser humano e o divertimento, uma vez que possibilita o acesso a oportunidades de percepção e reflexão sobre a realidade em que um indivíduo está inserido. Além disso, o lazer mostra um potencial educativo considerável, por estimular o cumprimento da obrigação de forma lúdica, deixando perceptível a contraditória entre a diversão e o dever.

Os efeitos dos hábitos sedentários na saúde mental podem ser igualmente devastadores, quando comparados com a saúde física (hipertensão, diabetes, obesidade e doenças cardíacas). Estudos da OMS indicam que pessoas que são mais ativas têm menos probabilidade de serem afetadas por transtornos mentais. (Desenvolvimento social, 2021)

2.1.2 Integração Social

O esporte tem papel fundamental no direcionamento correto daqueles indivíduos que se encontram em situação de vulnerabilidade social. A criminalidade na adolescência tem cada vez mais desviado jovens devido à falta de perspectiva de vida e uma falsa esperança de uma vida melhor e de forma rápida. Assim, programas e projetos sociais são ferramentas que ajudam estes jovens a encontrarem um caminho onde terão oportunidades, metas e objetivos. Não é difícil escutar história de atletas que venceram na vida através do esporte, como é o caso do Isaquias Queiroz (Remo) (Figura 7) e Rafaela Silva (Judô) (Figura 8), medalhistas olímpicos na Rio 2016, que tiveram seus destinos mudados através do esporte.



Figura 7 - Isaquias Queiroz e sua mãe nos jogos olímpicos Rio 2016 (Fonte: Google, 2023.
<https://claudia.abril.com.br/noticias/o-atleta-baiano-isaquias-queiroz-e-o-maior-brasileiro-das-olimpiadas>)



Figura 8 - Rafaela Silva nos jogos olímpicos Rio 2016 (Fonte: Folha de São Paulo, 2016.
<https://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/45676-rafaela-silva-na-rio-2016>)

Melo (2005) retrata que o esporte é um dos maiores fenômenos culturais e assume uma dimensão socializante de promoção da cidadania, reforçando ainda mais sua importância no combate a esse distanciamento, principalmente entre os jovens.

O esporte adaptado surge como mais uma ferramenta de inclusão social. Ele possibilita que pessoas com algum tipo de deficiência sejam incluídas em ambientes esportivos e se sintam parte da sociedade. Define-se deficiência como:

o termo da Convenção de Salamanca que foi promulgada pelo Decreto 3.956/01 (BRASIL, 2001) onde descreve que “deficiência significa uma restrição física, mental ou sensorial, de natureza permanente ou transitória, que limita a capacidade de exercer uma ou mais atividades essenciais da vida diária, causa ou agravada pelo ambiente econômico e social” é mais utilizado pelo fato de não possuir a palavra “anormalidade” evitando margens para interpretações preconceituosas. (MOTA, 2008).

Os jogos Paralímpicos foram disputados pela primeira vez em Roma, 1960. E a primeira participação do Brasil aconteceu na edição de 1972, na Alemanha. Essa competição serve para levar representatividade para pessoas com deficiência, que ao ver indivíduos com as mesmas condições competindo em um evento de tamanho nível, começam a ter vontade de praticar esporte e sucessivamente se inserir novamente na sociedade, uma vez que muitos são esquecidos. O Brasil é uma potência no esporte adaptado (Figura 9), ficando sempre entre os países com maior número de medalhas nas edições dos jogos olímpicos. Mas, infelizmente, a realidade dos atletas paralímpicos no Brasil não é nada fácil. Muitos não conseguem se manter financeiramente no esporte, por conta da má gestão e pouco incentivo do poder público. Além do mais, a falta de ginásios e projetos com capacidade de atender pessoas com algum tipo de deficiência continua sendo uma problemática. Assim, faz-se necessário pensar nestes que possuem tais condições em projetos de ginásios. Olhando para o corpo de alunos do Polo universitário, sabe-se que existe indivíduos nessa situação, pois existem vagas de ações afirmativas exclusiva em todos os cursos, e com isso faz-se necessário garantir que eles tenham acesso físico às quadras, arquibancadas e aos redores da edificação.



Figura 9 - Tiro com arco adaptado. (Fonte: Unicamp, 2018.
<https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2018/10/11/o-potencial-academico-do-esporte-adaptado>)

2.1.3 Esporte nas instituições de ensino superior

Muitos acadêmicos ao começar os estudos em uma instituição de ensino superior se deparam com um ambiente novo, desafiador e intimidante, com rotinas e

responsabilidades diferentes do habitual. Nesta fase, muitos acabam se distanciando do ambiente social, sufocados pela pressão dos estudos e pela vaidade acadêmica e acabam vivendo presos em um cotidiano desgastante. É nessa hora que o esporte nas instituições de ensino superior aparece como uma ferramenta fundamental na recuperação do bem-estar e da autoestima dos alunos, bem como uma maneira de escapar de problemas de saúde mental, como a depressão.

O esporte está presente de forma calorosa nas instituições de ensino superior de todo o Brasil. Cada Faculdade, ou até mesmo curso, possui uma Associação Atlética Acadêmica (A.A.A), que é uma associação sem fins lucrativos onde o objetivo é levar esporte e lazer para a comunidade de discentes e docentes. Cada Associação atlética é organizada com cargos bem definidos como: diretor de esportes, diretor de torcida, diretor de patrimônio, diretor de marketing, diretor de bateria, vice-presidente e presidente. Dessa forma, os membros presentes conseguem ter a experiência de fazer parte de uma corporação, onde possui deveres e metas a serem cumpridas.

No que tange a universidade pública, a maior dificuldade que as atléticas encontram é no que diz respeito ao local para treino das modalidades. Muitos polos universitários, como o do tema deste projeto, não possuem um local adequado para a prática do esporte, fazendo com que os diretores das atléticas precisem correr atrás de quadras de colégios públicos e até mesmo privados, para treinar. Tal logística muitas vezes distancia o atleta do esporte, pois os treinos ocorrem no período noturno e o deslocamento até essas quadras precisa ser feito de carro/ônibus, o que torna perigoso.

Assim, os atletas das instituições de ensino superior acabam se sacrificando para conseguir treinar, visto os benefícios que o esporte traz aos que praticam. Os treinos das atléticas servem como uma válvula de escape a rotina pesada de aulas/provas/estudos, e é nesse local que eles passam a sentir uma sensação de bem-estar que muitas vezes é deixada de lado em virtude dos afazeres acadêmicos, e podem socializar com colegas da faculdade sem ter a preocupação acadêmica. Durante o período letivo, as atléticas levam seus alunos para competir em jogos universitários (Figura 10), que é uma experiência enriquecedora na vida de um estudante.



Figura 10 - A.A.A Engenharia UFRJ Macaé. (Fonte: Autor, 2022)

2.2 Arquitetura esportiva

A construção do modelo de arquitetura esportiva, por muitos anos, sofreu grandes mudanças até chegar aos padrões atuais. Tal fato pode estar relacionado com a própria evolução do esporte, que desde a antiguidade, em meados de 2500 a.C., surge no intuito de organizar espaços destinados às atividades esportivas (Figura 11), voltados mais às práticas de sobrevivência do homem medieval, do que à saúde e beleza (MURAYAMA, 2012).



Figura 11 - Ruínas do estádio de Delphi, na Grécia. (Fonte: Getyourguide, 2023. <https://www.getyourguide.com.br/delfos-1116/de-atenas-excursao-privada-de-dia-inteiro-a-arqueologia-de-delphi-t384948/>)

Com o passar do tempo, o avanço do esporte e as mudanças sociais na vida do homem levou o surgimento de novas modalidades e conseqüentemente surge a necessidade da estruturação de novos ambientes para o desenvolvimento dessas práticas, como a construção de quadras e ginásios.

De acordo com Faustini (2019) o objetivo dos profissionais que atuam na arquitetura esportiva é unir a estética, a funcionalidade, a segurança e a acessibilidade, em espaços que os atletas possam se apresentar ao público e treinar. Logo, o modelo e estruturação de um centro esportivo depende dos interesses a serem contemplados no espaço. Assim, as soluções adotadas nos projetos das edificações e espaços abertos devem ser apresentadas e justificadas com base no conhecimento adquirido, seguindo normas e manuais que tratam de acessibilidade e segurança. Silva (2017) afirma que o projeto de um centro esportivo deve priorizar a integração de seus amplos espaços com a natureza, proporcionando aos seus usuários, áreas de circulação, sanitários e estrutura adequada para prática de esporte e lazer. Assim, é primordial que cada esporte tenha estrutura adequada com materiais específicos para cada função ou atividade executada

2.2.1 Acessibilidade, Ergonomia e Prevenção de Incêndio em Ambientes Esportivos

Com base no 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. (DECRETO FEDERAL Nº5.296, 2004, p.).

O projeto arquitetônico baseado na norma ABNT BR 9050 “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos” revisada em 2020, prevê além dos espaços com dimensionamentos adequados, todos os equipamentos de acordo com o especificado na norma, tais como: barras de apoio, equipamentos sanitários, sinalizações visuais e táteis, piso tátil (Figura 12), rampa em calçadas (Figura 13), banheiros para pessoas com deficiência (PCD) (Figura 14) e rampa de acessibilidade (Figura 15).



Figura 12 - piso tátil.
(Fonte: Mosaicos amazonas, 2019).



Figura 13 - Rampa em calçada
(Fonte: Daquitijucas3, 2017)

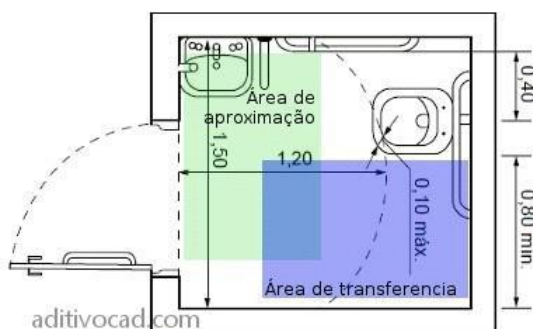


Figura 14 - Banheiro PNE
(Fonte: Aditivocad, 2015)

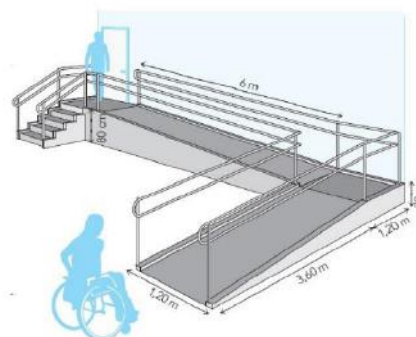


Figura 15 - Rampa de acessibilidade
(Fonte: Wordpress, 2016)

A rampa de acessibilidade permite o acesso de pessoas com mobilidade reduzida a locais onde há um desnível de altura, garantindo assim o respeito e o direito de todos de ir e vir. A NBR 9050 estabelece parâmetros que ditam regras que precisam ser obedecidas para se obter um projeto acessível. A largura mínima para corredores de acesso, de acordo com a norma é de 1 metro que permite o acesso de cadeiras de rodas, como se pode ver na figura 16.

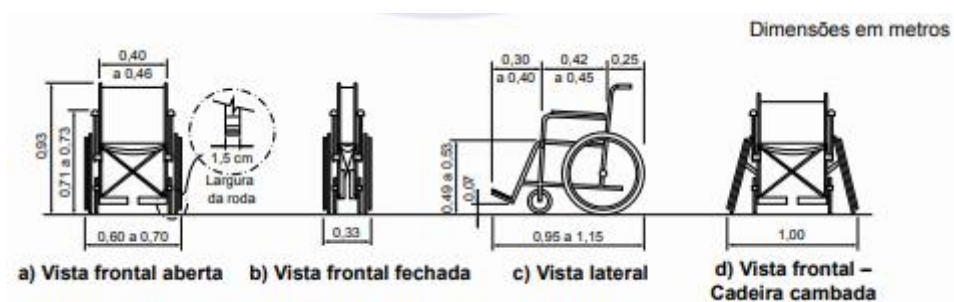


Figura 16 - dimensões de uma cadeira de rodas. (Fonte: NBR 9050)

Para garantir que uma rampa seja acessível, a NBR 9050 estabelece os limites máximos de inclinação, os desníveis a serem vencidos e o número máximo de segmentos (Figura 17). A inclinação da rampa deve ser calculada através da seguinte equação 1:

$$i = \frac{h \times 100}{c}$$

(Equação 1)

Onde

i é a inclinação, expressa em porcentagem (%);

h é a altura do desnível;

c é o comprimento da projeção horizontal.

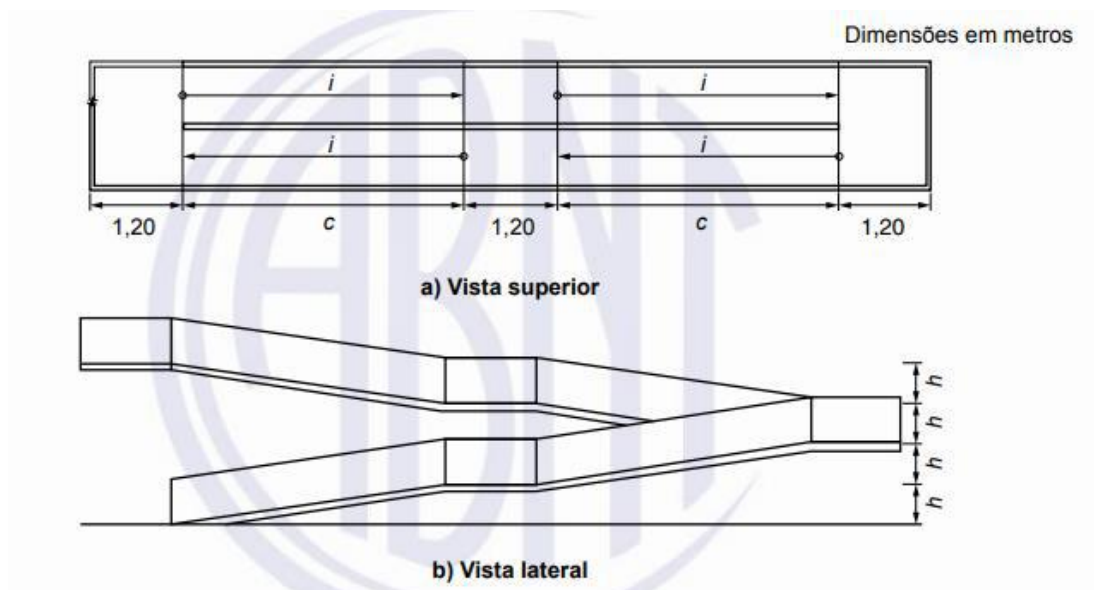


Figura 17 - Dimensionamento de rampas (Fonte: NBR 9050)

Além disso, a norma estabelece os seguintes parâmetros:

- A largura das rampas (L) deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas. A largura livre mínima recomendável para as rampas em rotas acessíveis é de 1,50 m, sendo o mínimo admissível de 1,20 m;
- Toda rampa deve possuir corrimão de duas alturas em cada lado;
- Quando não houver paredes laterais, as rampas devem incorporar elementos de segurança, como guarda-corpo e corrimãos, guias de balizamento com altura mínima de 0,05 m, instalados ou construídos nos limites da largura da rampa;
- A projeção dos corrimãos pode incidir dentro da largura mínima admissível da rampa em até 10 cm de cada lado
- Os patamares no início e no término das rampas devem ter dimensão longitudinal mínima de 1,20 m. Entre os segmentos de rampa devem ser previstos patamares intermediários com dimensão longitudinal mínima de 1,20 m, conforme Figura 18. Os patamares situados em mudanças de direção devem ter dimensões iguais à largura da rampa

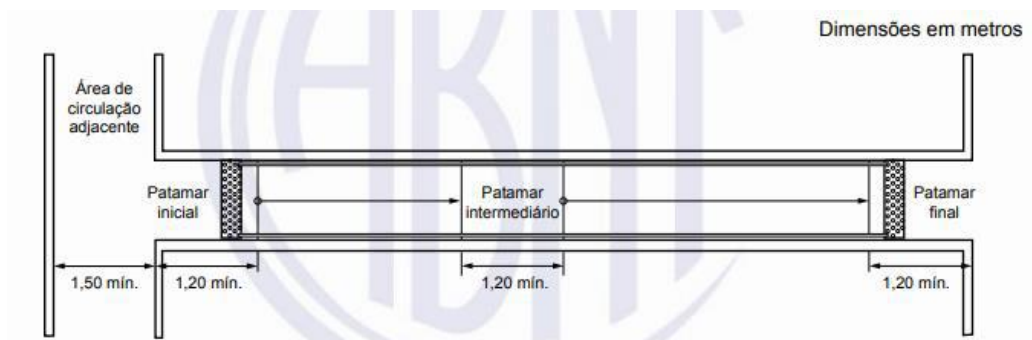


Figura 18 - Patamares das rampas (Fonte: NBR 9050)

A NBR 16537 “Acessibilidade: Sinalização tátil no piso” diz que a sinalização tátil no piso é considerada um recurso complementar para prover segurança, orientação e mobilidade a todas as pessoas, principalmente àquelas com deficiência visual ou surdo-cegueira. E ainda define o como “piso caracterizado por relevo e luminância contrastantes em relação ao piso adjacente, destinado a constituir alerta ou linha-guia, servindo de orientação perceptível por pessoas com deficiência visual, destinado a formar a sinalização tátil no piso”

O piso tátil de alerta (figura 19) consiste em um conjunto de relevos de seção troncocônica sobre placa, integrados ou sobrepostos ao piso adjacente. Sua função é servir de alerta no piso.

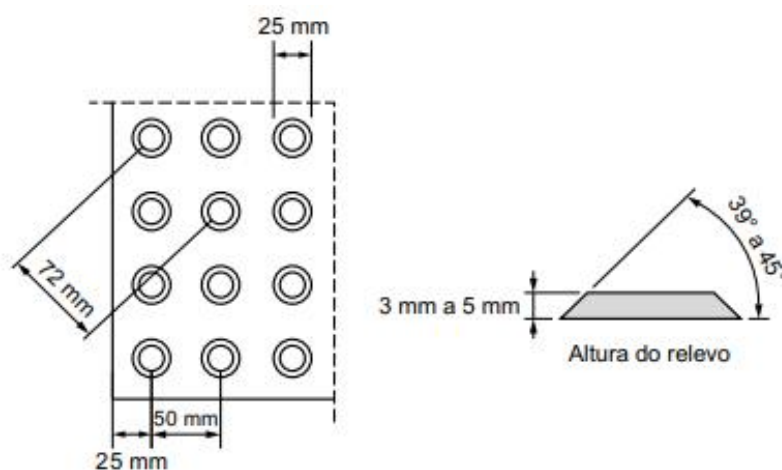


Figura 19 - Piso tátil de alerta (Fonte: NBR 16537)

Já o piso tátil direcional consiste em um conjunto de relevos lineares de seção troncocônica (figura 20).

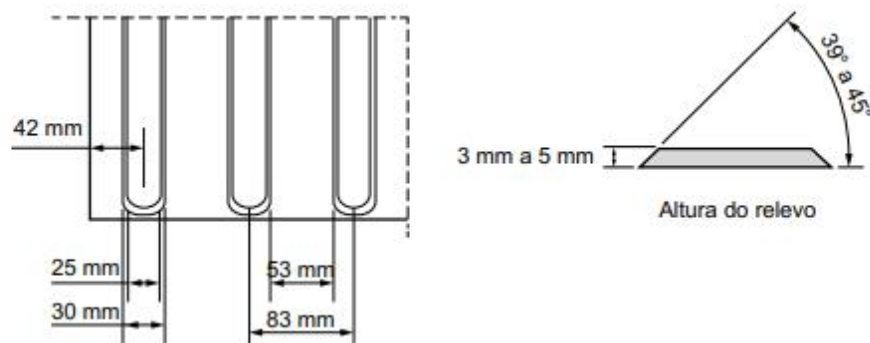


Figura 20 - Piso tátil direcional (Fonte: NBR 16537)

A NBR 16537 estabelece os seguintes requisitos gerais que os pisos táteis devem atender:

- a) ser antiderrapante, em qualquer condição, devendo ser garantida a condição antiderrapante durante todo o ciclo de vida da edificação/ambiente, tanto em áreas internas como externas
- b) ter relevo contrastante em relação ao piso adjacente, para ser claramente percebida por pessoas com deficiência visual que utilizam a técnica de bengala longa;
- c) ter contraste de luminância em relação ao piso adjacente, para ser percebida por pessoas com baixa visão, devendo ser garantida a cor do relevo durante todo o ciclo de vida da edificação/ambiente, tanto em áreas internas como externas.

Bem como os requisitos específicos, onde áreas públicas ou de uso comum de edificações, espaços e equipamentos urbanos devem ter sinalização tátil de alerta para:

- a) informar à pessoa com deficiência visual sobre a existência de desníveis ou outras situações de risco permanente, como objetos suspensos não detectáveis pela bengala longa;
- b) orientar o posicionamento adequado da pessoa com deficiência visual para o uso de equipamentos como elevadores, equipamentos de autoatendimento ou serviços;
- c) informar as mudanças de direção ou opções de percursos;
- d) indicar o início e o término de escadas e rampas;
- e) indicar a existência de patamares, nas situações indicadas;
- f) indicar o local de travessia de pedestres.

A sinalização tátil de alerta no piso deve ser instalada no início e no término de escadas fixas (figura 21), conforme o item e).

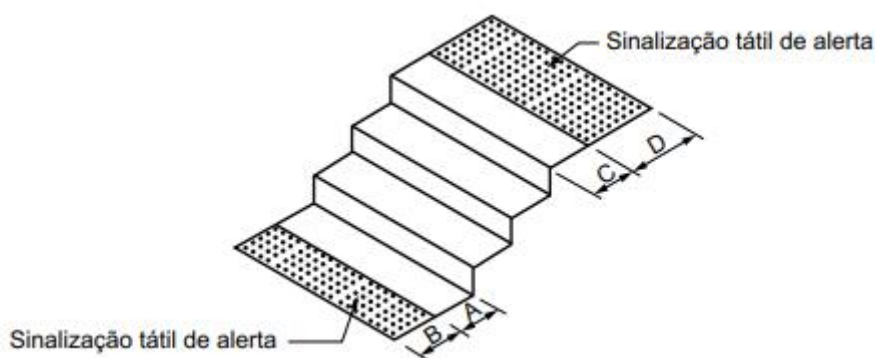


Figura 21 - Piso tátil de alerta em escadas (Fonte: NBR 16537)

A NBR 16537 especifica que não pode haver sinalização tátil de alerta em patamares de escadas e rampas, em geral, cabendo aos corrimãos contínuos servir de linha-guia para orientar a circulação, conforme estabelece a ABNT NBR 9050 e conforme a Figura 22.

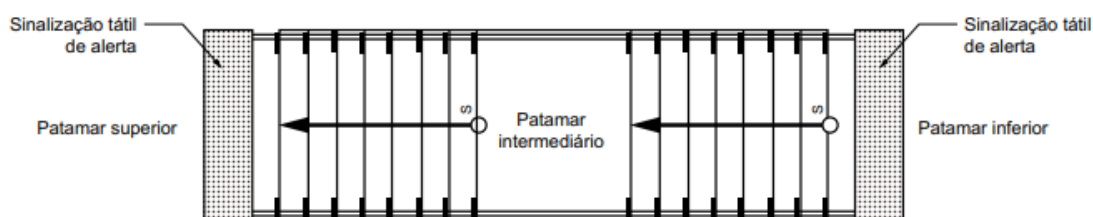


Figura 22 - Patamares de escadas e rampas contínuas (Fonte: NBR 16537)

Os locais de travessia devem ter sinalização tátil de alerta no piso, posicionada paralelamente à faixa de travessia ou perpendicularmente à linha de caminhamento, para orientar o deslocamento das pessoas com deficiência visual (NBR 16537), conforme a figura 23

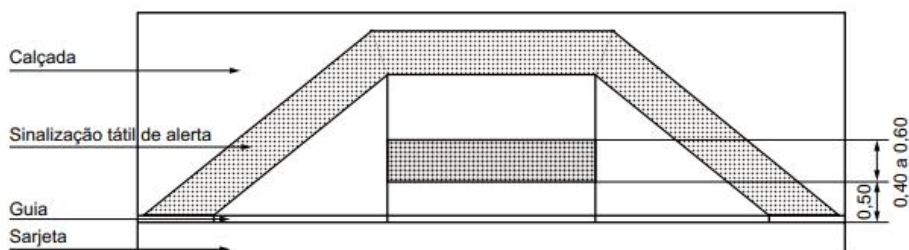


Figura 23 - Piso tátil de alerta em rampa de acesso a calçada (Fonte: NBR 16537)

A NBR 16537 dispõe os requisitos específicos para o projeto de sinalização de piso tátil direcional, que deve:

- considerar todos os aspectos envolvidos no deslocamento de pessoas com deficiência visual, como fluxos de circulação de pessoas e pontos de interesse;
- seguir o fluxo das demais pessoas, evitando-se o cruzamento e o confronto de circulações;
- evitar interferências com áreas de formação de filas, com pessoas sentadas em bancos e demais áreas de permanência de pessoas;
- considerar a padronização de soluções e a utilização de relevos e contraste de luminância semelhantes para um mesmo edifício.

Quando houver mudança de direção com ângulo entre 90° e 150° , deve haver sinalização tátil de alerta, formando áreas de alerta com dimensão equivalente ao dobro da largura da sinalização tátil direcional (NBR 16537), conforme a Figura 24.

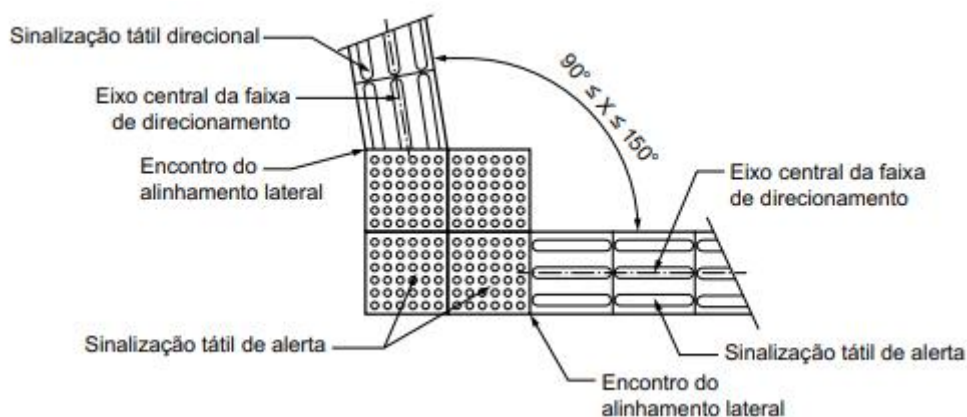


Figura 24 - Mudança de direção (Fonte: NBR 16537)

Ainda de acordo com a NBR 16537, quando houver o encontro de três faixas direcionais, deve haver sinalização tátil formando áreas de alerta com dimensão equivalente ao triplo da largura da sinalização tátil. A área de alerta deve ser posicionada mantendo-se pelo menos um dos lados em posição ortogonal a uma das faixas direcionais, conforme as figuras 25 e 26.

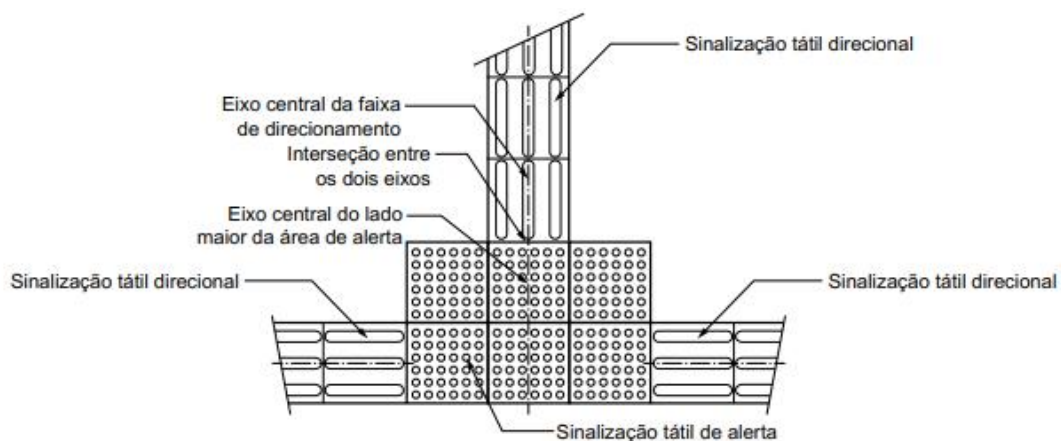


Figura 25 - Encontro de três faixas direcionais ortogonais (Fonte: NBR 16537)

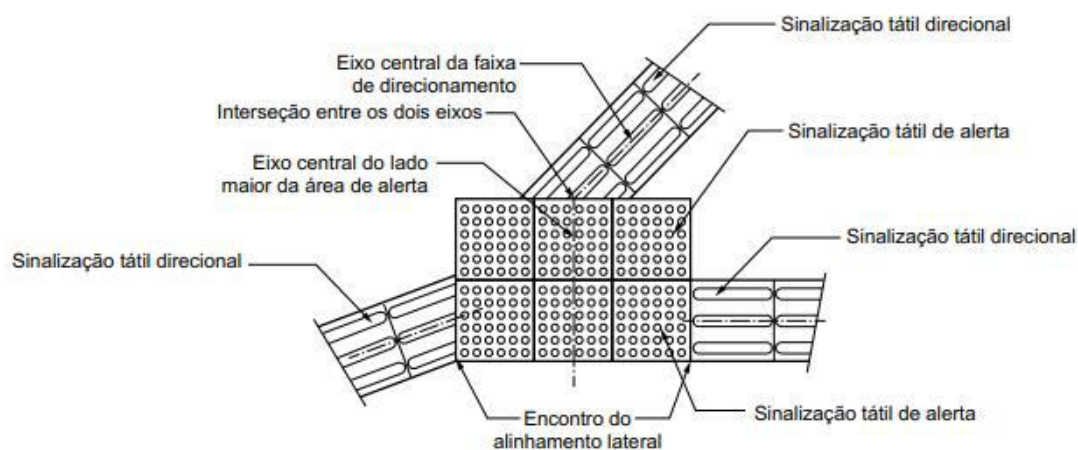


Figura 26 - Encontro de três faixas direcionais angulares (Fonte: NBR 16537)

Quando houver o encontro de quatro faixas direcionais, deve haver sinalização tátil de alerta com o triplo da largura da sinalização tátil direcional, sendo está posicionada nos dois lados da sinalização tátil direcional indicativa dos fluxos existentes (NBR 16537), conforme a figura 27.

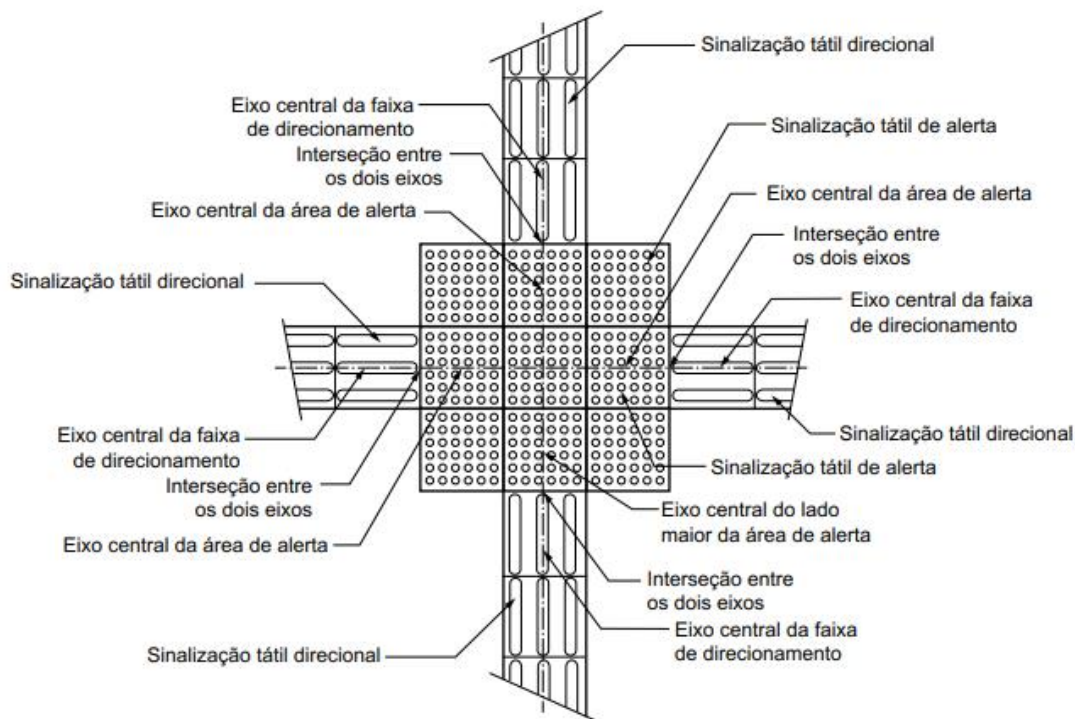


Figura 27 - Encontro de quatro faixas direcionais ortogonais (Fonte: NBR 16537)

Segundo a NBR 9050, as áreas de qualquer espaço ou edificação de uso público ou coletivo devem ser servidas de uma ou mais rotas acessíveis. A rota acessível é um trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado, que conecta os ambientes externos e internos de espaços e edificações, e que pode ser utilizada de forma autônoma e segura por todas as pessoas. A rota acessível externa incorpora estacionamentos, calçadas, faixas de travessias de pedestres (elevadas ou não), rampas, escadas, passarelas e outros elementos da circulação. A rota acessível interna incorpora corredores, pisos, rampas, escadas, elevadores e outros elementos da circulação.

No que diz respeito à sinalização, a NBR 9050 propõe que portas e passagens, quando sinalizadas, devem ter números e/ou letras e/ou pictogramas e sinais com texto em relevo, incluindo braile. Todas as portas de sanitários, banheiros e vestiários devem estar sinalizadas. Além disso, a sinalização deverá ter os seguintes aspectos:

- a) a sinalização deve estar localizada na faixa de alcance entre 1,20 m e 1,60 m em plano vertical. Quando instalada entre 0,90 m e 1,20 m, deve estar na parede ao lado da maçaneta em plano inclinado entre 15° e 30° da linha horizontal e atender ao descrito em 5.4.6.5, quando exceder 0,10 m;

- b) a sinalização, quando instalada nas portas, deve ser centralizada, e não pode conter informações táteis. Para complementar a informação instalada na porta, deve existir informação tátil ou sonora, na parede adjacente a ela ou no batente, conforme a Figura 28;
- c) em portas duplas, com maçaneta central, instalar ao lado da porta direita;
- d) nas passagens a sinalização deve ser instalada na parede adjacente;
- e) os elementos de sinalização devem ter formas que não agridam os usuários, evitando cantos vivos e arestas contantes.

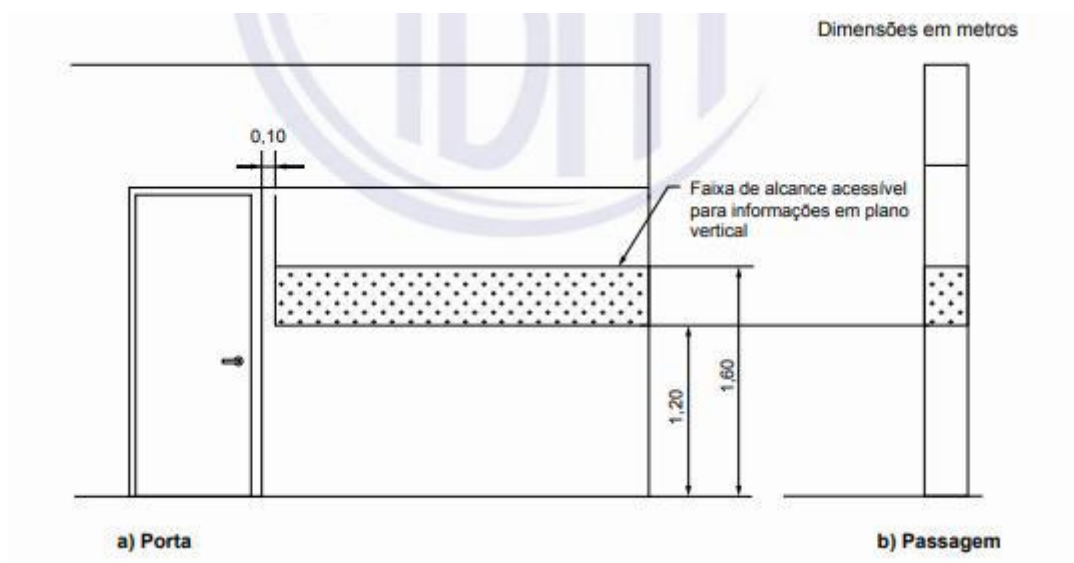


Figura 28 - sinalização de portas e passagens (Fonte: NBR 9050)

A sinalização de identificação de pavimentos (andaes) junto a escadas fixas e rampas deve ser visual, em relevo e em Braille. A sinalização visual e em relevo pode ser aplicada no corrimão ou na parede, conforme Figura 29. A sinalização em Braille deve estar obrigatoriamente posicionada na geratriz superior do prolongamento do corrimão, conforme Figura 30.

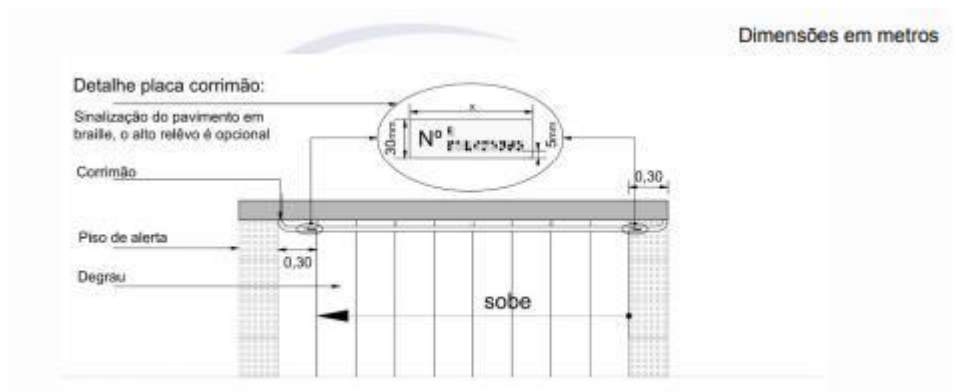


Figura 29 - Sinalização de corrimão – vista superior (Fonte: NBR 9050)

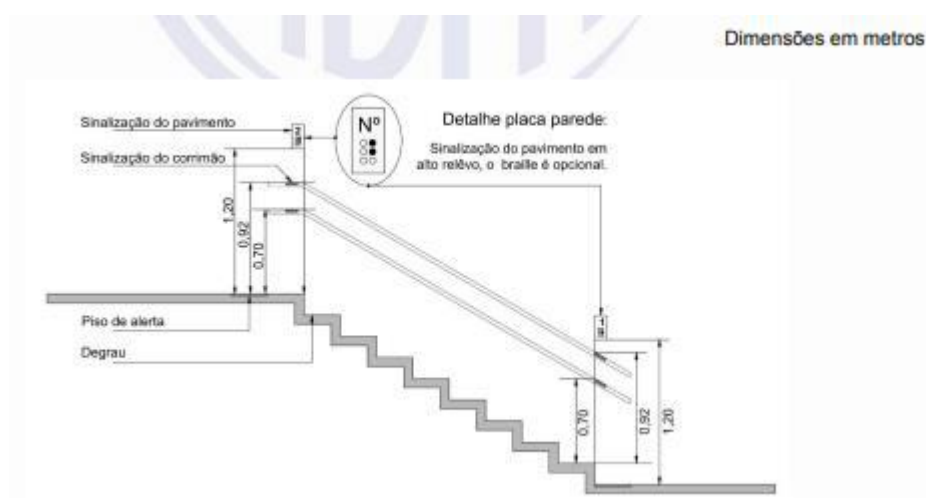


Figura 30 - Sinalização de pavimento – vista lateral (Fonte: NBR 9050)

Para as rotas de fuga, a NBR 9050 determina que as portas de corredores, acessos, áreas de resgate, escadas de emergência e descargas integrantes de rotas de fuga acessíveis devem ser dotadas de barras anti pânico. Quando em ambientes fechados, as rotas de fuga devem ser sinalizadas e iluminadas com dispositivos de balizamento de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 10898.

As áreas de resgate devem ter espaço reservado para Pessoas com Deficiência com as seguintes características (NBR 9050):

- a) estar localizado fora do fluxo principal de circulação;
- b) ser provido de dispositivo de emergência ou intercomunicador;
- c) ser sinalizado conforme o item 3.3.1.4 deste trabalho.

O código de segurança contra incêndio e pânico (COSCIPI, 2019) define área de resgate como “local seguro que é utilizado temporariamente pelo usuário, acessado

através das saídas de emergência de um setor ou setores, ficando entre esse(s) e o logradouro público ou área externa com acesso aos setores”

Nas áreas de resgate deve ser previsto no mínimo um espaço reservado para P.C.D (figura 31), por pavimento, a cada 500 pessoas de lotação do edifício, para cada escada e elevador de emergência. Se a antecâmara das escadas e a dos elevadores de emergência forem comuns, o quantitativo do espaço reservado para P.C.R. pode ser compartilhado (NBR 9050)

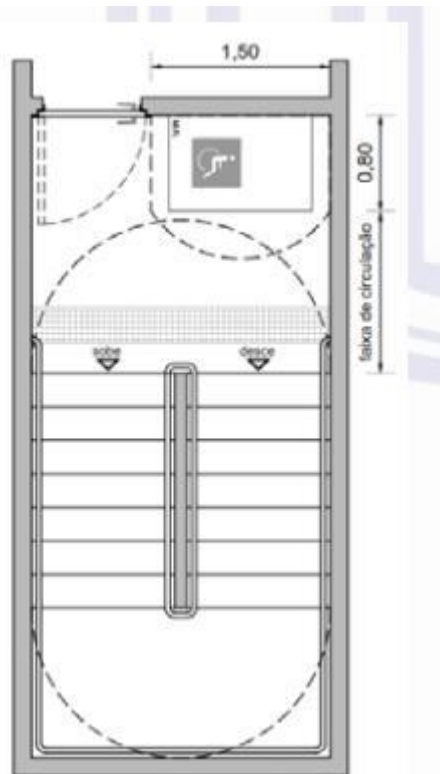


Figura 31 - Exemplo de espaço reservado para PCD (Fonte: NBR 9050)

Ainda seguindo a norma técnica do corpo de Bombeiros do estado do Rio de Janeiro, as saídas de emergência deverão:

- observar quanto ao número de pavimentos, dimensões em planta e características construtivas;
- possuir larguras mínimas das saídas de emergência para acessos, escadas ou rampas de 1,20 m para as ocupações em geral;
- ter acessos permanentemente desobstruídos em todos os pavimentos, livres de quaisquer obstáculos, tais como móveis, divisórias móveis, locais para exposição de mercadorias, e outros, de forma permanente de modo a permitir o escoamento livre de todos os ocupantes da edificação;

- d) ter acessos com pé direito mínimo de 2,50 m, podendo, quando utilizado rebaixo, ser aceito 2,30 m de pé direito, não sendo permitido que obstáculos, representados por vigas e vergas de portas, contrariem a altura mínima livre de 2,10 m;
- e) ter portas corta-fogo de acordo com a ABNT NBR 11742, do tipo corta-fogo P-60, com exceção da escada de emergência enclausurada à prova de fumaça pressurizada ou área de refúgio que terão portas do tipo corta-fogo P-90;
- f) ter portas corta-fogo sinalizadas na face externa à escada ou área de refúgio, com os seguintes dizeres: “SAÍDA DE EMERGÊNCIA E MANTENHA FECHADA”, seguindo critérios da NT 2- 05 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico;
- g) ter rotas de saída com orientações de escape, além de atender os parâmetros da NT 2-05 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico;
- h) ter rotas de saída com iluminação natural e/ou sistema de iluminação de emergência, além de atender os parâmetros da NT 2-06 – Iluminação de emergência.

De acordo com a Norma Técnica do Corpo de bombeiros, para as edificações ou ambientes com ocupações com público superior a 500 pessoas será obrigatória a previsão de no mínimo duas saídas de emergência, localizadas preferencialmente em lados distintos da edificação ou ambiente e a largura a se considerar para o assento de cada espectador na arquibancada é de 42 cm, conforme figura 32.

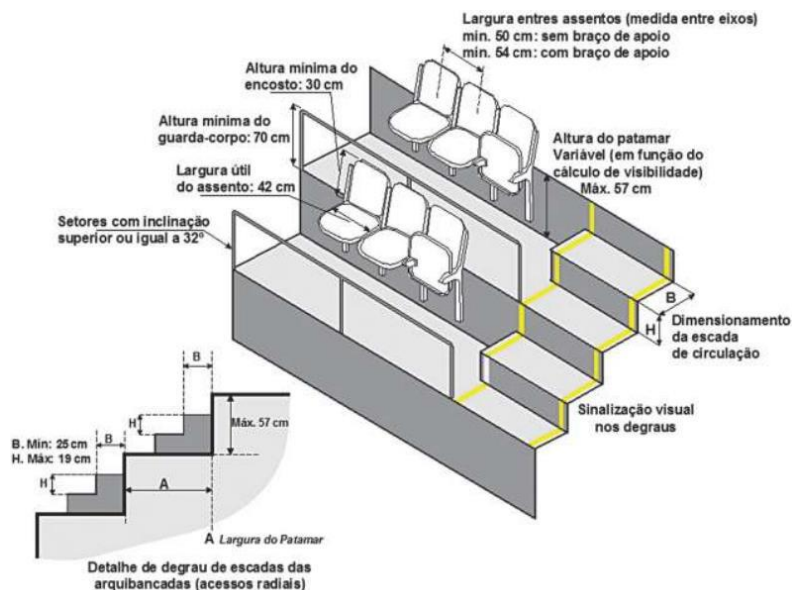


Figura 32 - Dimensões de elementos da arquibancada (Fonte; Corpo de Bombeiros, 2015)

2.3 Sustentabilidade na Construção Civil

A construção civil é responsável por gerar cerca de 80 toneladas de resíduos anualmente (figura 33) e extraem cerca de 75% dos recursos do meio ambiente, de acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS). A sustentabilidade na construção civil traz diversas vantagens econômicas e ao meio ambiente, como economia a longo prazo, melhoria da imagem da empresa, incentivos fiscais por parte do governo às obras e uma melhor manutenção do planeta em que se vive.



Figura 33 - Resíduos na construção civil. (Fonte: Google, 2023)

A má gestão do espaço construído pode acarretar diversos problemas como a erosão do solo, ou escorregamento de taludes causados pelo desmatamento de grandes áreas para a ocupação do solo, o aumento do risco de enchentes e alagamentos, causados pela movimentação de terra ou ocupação irregular e excessiva impermeabilização do solo, intensificação da demanda por ar condicionado e do consumo de energia elétrica, proveniente do aumento da temperatura ambiental que gera maior desconforto ao usuário, além de diversos problemas causados pelas variações do lençol freático, cargas térmicas, acúmulo de água durante as chuvas e carga de vento (DALLA COSTA; DE MORAES, 2012).

Segundo Corrêa (2009), é uma tendência crescente no mercado a incorporação de práticas sustentáveis na construção civil, e essas práticas vêm sendo incentivadas pelo governo, associações e investidores que alertam, pressionam e estimulam esse setor a adotar essas práticas. Para que ocorra essa mudança, as empresas devem fazer algumas alterações na forma de produzir e gerir suas obras, buscando em cada obra soluções economicamente viáveis e relevantes ao empreendimento.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, construções saudáveis são aquelas que se preocupam com a redução e otimização do consumo de materiais e energia, com a redução dos resíduos gerados, com a preservação do ambiente natural e com a melhora da qualidade do ambiente construído. Uma obra só é considerada sustentável se as práticas ditas sustentáveis se estenderem por todas as etapas da obra, desde a concepção do projeto até o reaproveitamento dos materiais ao término da construção.

Leite (2011) ainda afirma que construção sustentável consiste em diminuir o impacto ambiental, atenuar o retrabalho e desperdício, garantir a qualidade do produto com segurança para o usuário final, beneficiar a redução do consumo de energia e água, contratação de mão de obra e utilização de materiais produzidos formalmente, reduzir, reciclar e reutilizar os materiais.

Não existe uma única solução para tornar real a construção sustentável, uma vez que a diversidade relacionada as condicionantes de uma obra são infinitas. Altera-se a localidade, condição climática, qualidade da mão de obra, disponibilidade de materiais, situação econômica e deslocamentos de cada obra sem muita dificuldade, portanto a forma de garantir que não haja agressão ao meio ambiente é planejar todas as etapas da construção procurando sempre reduzir os impactos e garantir a justiça social dentro do orçamento disponível (CAIXA, 2010).

Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) e o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), apresentam algumas práticas para sustentabilidade na construção, sendo as principais:

- Aproveitamento de condições naturais locais;
- Utilizar mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural;
- Implantação e análise do entorno;
- Não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Qualidade ambiental interna e externa;
- Adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Uso de matérias-primas que contribuam com a ecoeficiência do processo;
- Redução do consumo energético;
- Redução do consumo de água;
- Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- Introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- Educação ambiental; conscientização dos envolvidos no processo.

Para Motta e Aguilar (2009), a inclusão de conceitos de qualidade do produto vem acontecendo no setor da construção civil em função de exigências de mercado e regulamentações. Um dos requisitos a serem adotados pelas empresas é a qualidade, e algumas propostas inserem a sustentabilidade como mais um dos requisitos a serem considerados na qualidade de um empreendimento, como pode ser visto no quadro 1.

Qualidade de um empreendimento	
Requisitos de desempenho	Segurança estrutural
	Segurança ao fogo
	Segurança interno-externa
	Estanqueidade
	Conforto higrotérmico
	Conforto acústico
	Conforto tátil
	Adaptação à utilização
	Durabilidade
	Manutenabilidade
	Sustentabilidade

Quadro 1 - Sustentabilidade como requisito da qualidade de um empreendimento (Fonte: MOTTA E AGUILAR, 2009)

Aliando o conceito de sustentabilidade com a construção de edifícios surgiram os chamados Edifícios Verdes ou Green Building que são edifícios construídos dentro dos padrões sustentáveis, que tem como objetivo atender a cinco elementos: local sustentável, eficiência de água, eficiência de energia, conservação dos materiais e dos recursos e qualidade ambiental interna. Atendendo esses requisitos é possível aproveitar melhor os recursos naturais, gerir os resíduos obtidos com a construção e operação obtendo melhor qualidade do ar e ambiente interior, além de conforto termoacústico (LEITE, 2011).

2.4 Intervenções Sustentáveis

Antes de ser utilizada para questionar a qualidade do desenvolvimento dos países, a noção de “sustentabilidade” pertencia à biologia, e se referia às condições em que a extração de recursos naturais renováveis pode ocorrer sem impedimento à reprodução dos ecossistemas presentes. E foi apenas no final do século XX que o termo sustentabilidade começa a ser enxergado como necessário para o desenvolvimento global.

Com o desenvolvimento das máquinas à vapor (1760), resultado da Revolução Industrial, a exploração dos recursos naturais teve escala nunca antes vista, impulsionada pela invenção do motor à combustão (1876) e o domínio da eletricidade (1870) (Ecycle, 2022). Apenas na metade do século XX que se iniciam as grandes reflexões sobre os danos causados ao meio ambiente, que gerou os primeiros esforços de uma consciência ecológica e uma postura ativa. Gradualmente, o tema passa a ser um desafio global. Por um lado, devido a uma sociedade cada vez mais numerosa (Figura 34) e cada vez mais desenvolvida tecnologicamente, onde os padrões de conforto são mais exigentes, o consumo de recursos naturais crescia de forma exponencial (Figura 35). Por outro, a quantidade de recursos naturais disponíveis apresenta um comportamento inverso (Ecycle, 2022).



Figura 34 - Crescimento da população mundial. (Fonte: Brainly, 2017)

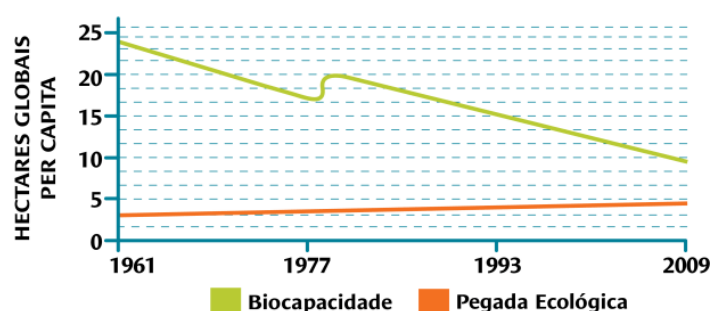


Figura 35 - Recursos naturais. (Fonte: Nova escola, 2015)

Impulsionados pela esperança de melhores condições de vida, com melhores empregos e melhores salários, assistiu-se à migração de pessoas das zonas rurais para as cidades de forma exagerada no final do século XVIII (Mundo educação, 2023). As cidades expandiram-se rapidamente e sem qualquer ordem e tal crescimento não foi acompanhado por um igual crescimento na infraestrutura e por um correto planejamento e desenho urbano, resultando em condições de extrema insalubridade.

De acordo com a World Urbanization Prospects, 54% da população mundial vive atualmente em áreas urbanas (figura 36). Segundo o relatório, em 2050 a proporção deve chegar a 66%. Em 1950, mais de dois terços da população mundial vivia em área rural, sendo apenas em 2007 que a população urbana mundial ultrapassou a população rural, mantendo-se predominante desde então, segundo o relatório produzido pela Divisão das Nações Unidas para a População Departamento para Assuntos Econômicos e Sociais (DESA). No Brasil, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cada 19 segundos a população brasileira aumenta, sendo a população urbana equivalente a 84,36% do total e a rural 15,64% (figura 37).

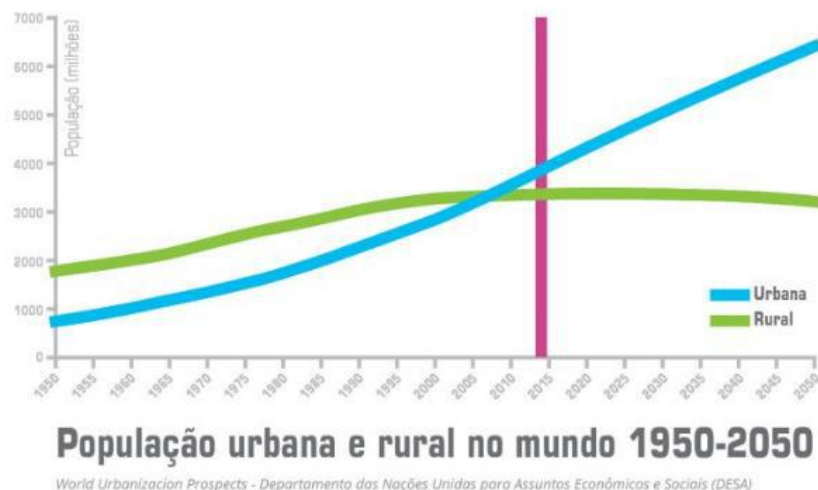


Figura 36 - População urbana e rural do mundo (Fonte: Urbe, 2019)



Figura 37 - População urbana e rural do Brasil (Fonte: Urbe, 2019)

Dessa forma, as cidades apresentam uma superlotação de pessoas, onde há uma má distribuição das pessoas, como é o caso do Brasil, e é nela que se concentra o problema de sustentabilidade, com impactos negativos no meio ambiente como gestão de resíduos, escassez de água, poluição sonora e atmosférica, enchentes e tragédias ambientais, trânsito excessivo, desigualdade social, empobrecimento da paisagem dentre outros. Por outro lado, as cidades representam apenas 3% da superfície terrestre, sendo apenas um pontinho no território global. Porém, são responsáveis por 75% das emissões globais de CO₂ e consomem uma taxa de 60 a 80% de energia e podem ser catastróficas para a saúde urbana, pois de acordo com o artigo “Global Multi-model projections on local urban

climates” publicado em 2021, as cidades poderão sofrer um aumento de temperatura de 4,4° Celsius em 2100.

Com isso, intervenções sustentáveis precisam ocorrer nas construções de modo a diminuir os impactos negativos das construções nas cidades. A seguir será listado as intervenções escolhidas para este projeto.

2.4.1 Materiais Sustentáveis

A indústria da construção civil tem grande responsabilidade nos impactos no meio ambiente. E é uma grande tendência do setor repensar a utilização de determinados materiais nos projetos construtivos e buscar alternativas ecologicamente corretas.

Neste capítulo, apresenta-se alguns materiais sustentáveis que farão parte da composição da estrutura do projeto.

2.4.1.1 Bambu

Bambu é o nome dado a todas as plantas da subfamília Bambusoideae, que pertencente à família das gramíneas (chamada Poaceae ou Gramineae), ou seja, o bambu é da mesma família que o trigo, o arroz e a grama. É um material que possui uma ampla versatilidade de uso, podendo ser utilizado desde na produção de alimentos, utensílios, artesanatos e até mesmo como elemento estrutural na construção civil.

O bambu é predominantemente tropical, renovável, sua produção é anual, seu crescimento é rápido e pode ser aplicado em diversos setores e possui centenas de espécies alastradas ou entouceiradas por todo o planeta. É um dos materiais mais antigos utilizados nas habitações (Barbalho e Ferreira, 2019). No Brasil pode-se dizer que o ano de 2011 foi um grande marco na linha do tempo do bambu, pois ocorreu a criação da Lei nº 12.484/2011, que institui a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu(PNMCB), que incentivou os produtores rurais a designar terras para cultivar esse vegetal, que até então já era há anos amplamente utilizado na Índia, Colômbia e China, que culturalmente valoriza a utilização do material, sendo conhecido como “ouro verde” e que no Brasil o material não possui muito valor econômico, social e cultura.

De acordo com a Associação Catarinense do Bambu, o Brasil possui cerca de 232 espécies de bambu nativa e não nativa. Entretanto, o conhecimento básico de suas

características, propriedades físicas e aproveitamentos, continuam desconhecido no país, o que torna o bambu pouco difundido. A falta de uma normatização específica na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), faz com que o bambu fique no anonimato.

Materiais naturais como o bambu não são poluentes, pois não necessitam de consumo de energia e oxigênio desde a plantação até o destino final do produto. Trata-se de um recurso renovável e seu cultivo é de baixo custo. Apresentam uma parte aérea formada por colmo, folhas, ramificação e outra parte subterrânea constituída de rizoma e raiz (Figura 38). Os colmos de bambu saem do solo com diâmetro e números de nós definidos. Em menos de um ano, o bambu atinge a sua altura máxima e, após esse tempo, os colmos vão aumentando a sua resistência. Em dois anos e meio, o colmo já apresenta resistência mecânica estrutural (Pereira e Beraldo, 2008, apud Cruz e Barros, 2022).

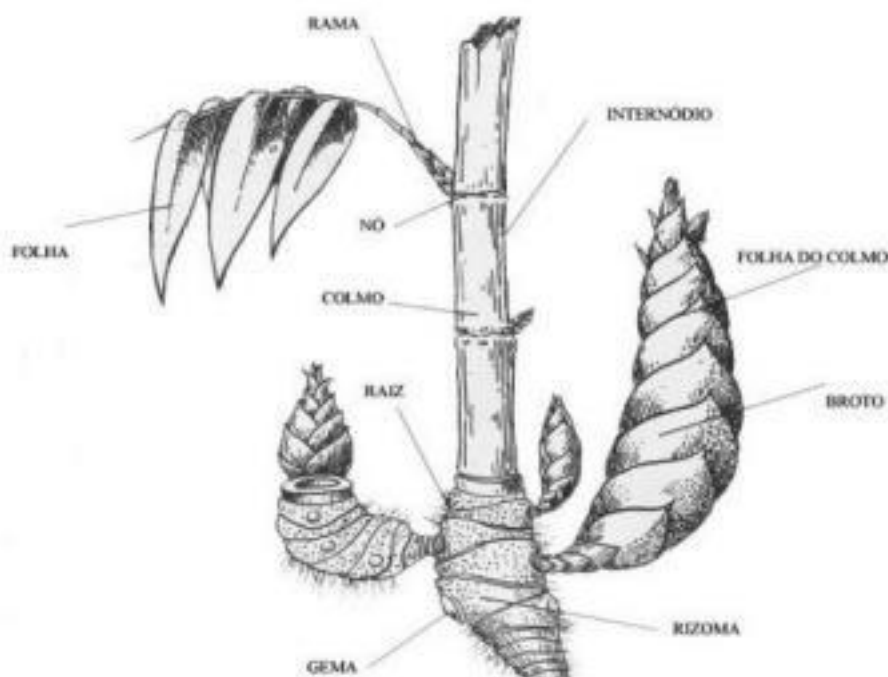


Figura 38 - Estrutura do bambu (Fonte: Nunes; Sobrinho Júnior; Pastor, 2020, p. 153, apud Barreiros e Viezzer, 2021)

Por ser um material vivo, o bambu pode ser atacado por predadores tais como fungos e insetos e, quando não tratado, sua vida útil pode ser de, no máximo, 4 anos. Já quando submetido a um tratamento, pode apresentar de 20 a 50 anos de vida útil (NUNES, 2005). A escolha do método de tratamento depende de vários fatores, como o fim para que é usado, se está verde ou seco, qual a quantidade de canas a tratar etc. Em alguns

lugares, a restrição ao uso do bambu deve-se à sua durabilidade, que pode ser de 1 a 3 anos sem tratamento em contato com o solo e de 4 a 6 anos sem tratamento e sem contato com o solo. Mas o manejo adequado dos colmos é que irá garantir maior ou melhor durabilidade do seu uso (DRUMOND;WIEDMAN, 2017).

Portanto, o bambu é uma planta de fácil cultivo e baixa idade de maturação. Sendo uma alternativa com baixo custo e uma opção viável para diversos modelos de projetos, inclusive, podendo ser utilizada em larga escala nas construções. Contudo, diferente de outros materiais, o uso do bambu como elemento construtivo ainda não apresenta especificação técnica para uso na construção, o que dificultava a tarefa dos projetistas e dos construtores. Assim, a utilização do bambu como material construtivo (figuras 39 e 40) poderá substituir integral ou parcial os materiais hoje usados e contribuir para a diminuição dos desmatamentos de florestas nativas e incrementando o uso de espécies para uso industrial.



Figura 39 - estrutura feita em bambu. (Fonte: Google, 2018.
<http://tecnicaparaconstrucaosustentavel.blogspot.com/2015/12/neste-post-apresentamos-o.html>)



Figura 40 - uso do bambu como material estrutural de edificações. (Fonte: Google, 2022. <https://www.archdaily.com.br/br/945012/saberes-construtivos-indigenas-revelam-solucoes-para-edificacoes-contemporaneas/5f285e61b357653f3b000a10-saberes-construtivos-indigenas-revelam-solucoes-para-edificacoes-contemporaneas-imagem>)

2.4.1.2 Telha ecológica com manta térmica

A telha ecológica com manta térmica (figura 41) é feita de alumínio e plástico reciclados (0% de celulose/papel) e tem como matéria prima caixas de leite longa vida. É fabricada através de um processo que usa pressão e calor e possui o mesmo formato das telhas de fibrocimento e durante a sua produção, uma manta térmica revestida de alumínio é aplicada na parte superior que serve como uma espécie de espelho, expelindo os raios de sol. Tal bloqueio faz com que a telha mantenha sua temperatura ambiente, gerando mais conforto térmico para os usuários, reduzindo em até 90% a temperatura local (ecopex, 2022). A utilização desta manta térmica substitui o uso de aparelhos elétricos para refrigeração, reduzindo a emissão de CO₂, que está diretamente ligada à geração de eletricidade, sem a necessidade também de se desperdiçar água no processo.



Figura 41 - Zoom no material da telha ecológica. (Fonte: Ecopex, 2022. <https://ecopex.com.br/telha-ecologica/>)

A manta térmica trata-se de uma face laminada de alumínio puro e malha de reforço de resina termoplástica pensada junto a telha. A telha ecológica pode receber cargas de até 150kg/m² (ecopex, 2022), o que aumenta a segurança do profissional que for realizar a instalação e contra eventuais pancadas, como a de granizo. Também diminui ruídos externos ocasionados por chuva, barulhos provenientes de carros entre outros que traz o conforto acústico para a edificação.

Diante disso, o material apresenta diversos benefícios tanto para o meio ambiente, quanto para o usuário, como:

- Resistência a flexão;
- Proteção térmica;
- Não propaga chamas (Figura 42);
- Leveza;
- 100% ecológico



Figura 42 - Comportamento da telha ecológica na situação de incêndio. (Fonte: ecopex, 2022. <https://ecopex.com.br/telha-ecologica/>)

Visto isso, o material dispensa insumos naturais para sua fabricação e utiliza-se daqueles que seriam descartados, sendo um bom aliado ao meio ambiente. Sua aplicação é diversa, sendo utilizado em galpões e escolas (figura 43) como alternativa para a não utilização das telhas tradicionais. No Brasil, diversas empresas trabalham com o material, o que torna viabiliza sua utilização. No presente trabalho, optou-se pelo uso da telha ecológica com manta térmica por conta dos benefícios apresentados anteriormente.



Figura 43 - aplicação da telha ecológica em galpões. (Fonte: Casa e Construção, 2023. <https://casaconstrucao.org/materiais/telha-ecologica/>)

2.4.1.3 Madeira de reflorestamento

Segundo Mascarenhas (2008), apesar de não ter todo seu potencial utilizado como parte estrutural e vedação integrando a obra definitivamente, a madeira é o segundo material mais consumido na construção civil, ficando atrás apenas do aço. A destinação atual da

madeira no Brasil é feita de forma precária, sendo utilizada para confecção de formas para vigas e pilares (figura 44), suporte para lajes, construção de andaimes, além de todas as utilizações como forma de acabamento em rodapés, forros, pisos, portas e janelas.



Figura 44 - Formas de madeira para pilares. (Fonte: Google, 2023.
<https://construindocasas.com.br/blog/dicas/como-calculer-a-quantidade-de-madeiras-para-caixarias/>)

A madeira de reflorestamento é obtida através do cultivo de árvores que são plantadas já com a função de serem extraídas posteriormente. Ao contrário da madeira proveniente de árvores nativas, as espécies selecionadas para o reflorestamento são cuidadosamente escolhidas para atender às necessidades de uma determinada região.

Sabe-se que este material é utilizado em abundância no setor da construção civil. Com isso, é preciso ter a cautela para não se utilizar de madeira nativa, que a sua extração causa desmatamento de florestas e degrada o meio ambiente. A madeira de reflorestamento surge como uma solução para a utilização da madeira, que é necessária, sem causar danos ambientais.

Contudo, tendo em vista essa problemática, é necessário saber se a madeira que está sendo adquirida é de origem legal. Para isso, existem algumas maneiras de se verificar se a madeira é de oriunda de reflorestamento. A mais comum é checar se o material tem o selo do Florest Stewardship Council (FSC) (Figura 45). Caso não possua, pode-se solicitar ao comerciante o Documento de Origem Fiscal (DOF) ou a Guia Florestal (GF), que é uma espécie de Registro Nacional (RG) da madeira, que com esse documento é possível saber o histórico de venda da madeira reflorestada e até de qual floresta ela foi retirada.



Figura 45 - Selo de madeira reflorestada. (Fonte: Viva decora, 2021. <https://www.vivadecora.com.br/pro/madeira-de-reflorestamento/>)

2.4.1.4 Tinta ecológica

Pedrosa (2009) diz que, pelos registros na história da arte, observa-se que a fabricação de tintas artísticas, não apenas a que faz o uso de recursos naturais, já se desenvolvia em diferentes épocas. Pinturas rupestres foram encontradas que indiciam o uso de carvão, ossos queimados e caulim como ferramenta para produção de pigmentos. No Brasil, a técnica do “barreado” (figura 46) já foi bastante utilizada no meio rural como acabamento para paredes, através da diluição do solo na água e a aplicação desta substância na superfície das casas. (CARDOSO, 2014)



Figura 46 - Tinta à base de terra. (Fonte: Google, 2023. <https://www.arquitetasnomades.com.br/tinta-natural-a-base-de-terra-como-assim/>)

Por outro lado, hoje se tem que as técnicas mais difundidas e utilizadas são as industriais com pigmentos fabricados sinteticamente. Estas, de acordo com Tavares (2006), representam uma atividade extremamente prejudicial ao meio ambiente devido ao enorme consumo de energia durante o seu processo de fabricação, sendo tais energias representadas por 90% de combustíveis fósseis não renováveis, como o diesel ou gás natural, e apenas 10% de combustíveis renováveis. Oliveira (2009) enfatiza que a metodologia de produção de tintas ocasiona problemas desde o seu processo de fabricação até chegar ao seu destino final, quando a atividade industrial ocasionada por ela causa problemas ao meio ambiente e também ao consumidor como, por exemplo, a contaminação por metais pesados utilizados na confecção de tintas para se obter os pigmentos, como o Cadmio (amarelo), o Cobre (verde), o Cromo e o Chumbo.

Sabendo que trabalhar a sustentabilidade através da utilização de materiais renováveis é um assunto que deve ser discutido, para que surjam alternativas que minimizem os impactos que o meio ambiente vem sofrendo, a tinta proveniente de terra é uma alternativa sustentável e econômica em relação às industriais, além de ser tão eficientes quanto, de acordo com Faria e Schimid (2015).

Com a técnica aperfeiçoada do “barreado”, chamada “tinta de terra”, tem-se a possibilidade de desenvolver a produção de tintas para a construção civil de maneira sustentável. Diversas lojas trabalham com a venda de tintas ecológica, tendo uma variedade de cores que atende as necessidades do comprador. Assim, para projetos em

que não se tem o objetivo de criar uma tinta com o uso de terra, o mercado oferece a opção para a compra do material já pronto para uso (figura 47), que não contém produtos químicos na sua composição.



Figura 47 - Tinta ecológica. (Fonte: Cincor tintas, 2022. <https://blog.cincortintas.com.br/2022/09/tinta-ecologica-piso-grafite-cincor-tintas.html>)

2.4.1.5 Piso intertravado

O piso intertravado está entre as alternativas sustentáveis da construção civil, pois sua utilização, principalmente em calçadas, estacionamentos e áreas de lazer, reduz o consumo de energia elétrica devido a seu poder de reflexão até 30% superior ao do pavimento flexível, o que permite economia ao sistema de iluminação pública, de acordo com o Engenheiro Ricardo Moschetti, gerente regional da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

Outra vantagem do uso se dá pelo fato de ser fabricado em peças pré-moldadas, aplicadas sobre uma camada de areia para assentamento e uma camada de base, que travam umas às outras, como em um quebra-cabeça, sem exigir tempo de cura, quebra do piso, além de não gerar resíduos sólidos e não exigir insumos para sua recomposição.

Ainda segundo Moschetti (2015), os pavimentos intertravados também podem ser permeáveis (Figura 48). Por sua capacidade de drenagem, o sistema, quando projetado para tal fim, permite a infiltração da água. O correto espaçamento entre as peças e uma

camada de base granular, que funcione como filtro para a água da chuva, garantem eficiência na drenagem.

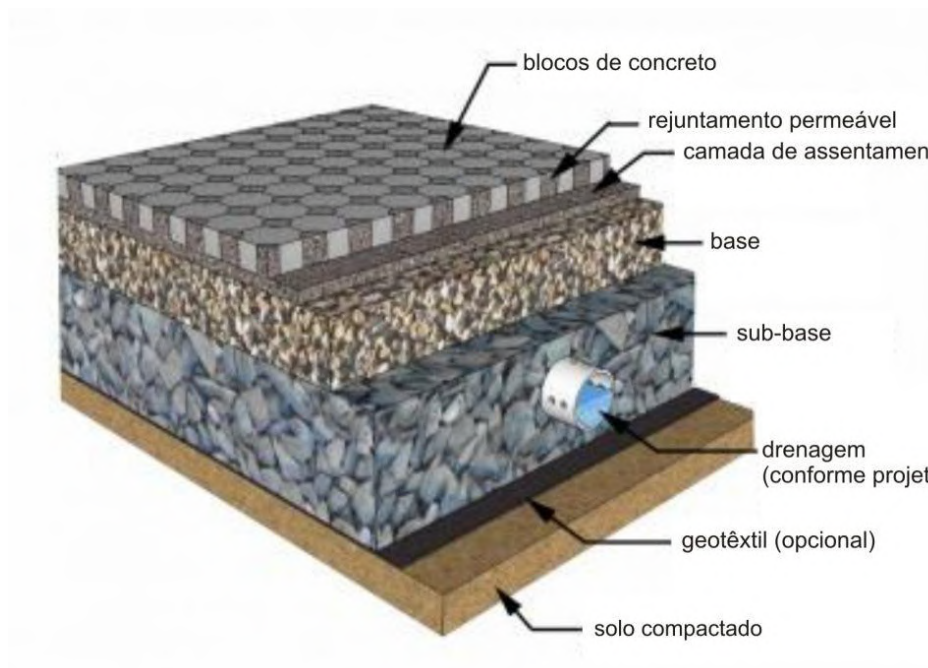


Figura 48 - Camadas de aplicação do piso intertravado (Fonte: Pinterest, 2023. <https://br.pinterest.com/inocenciodearau/piso-intertravado/>)

2.5 Economia de água

Sabe-se que a água é um recurso natural que exerce notável influência sobre todas as formas de vida existentes na no planeta. Sem ela, seria impossível estabelecer as condições necessárias para a existência das espécies, bem como garantir as condições essenciais à manutenção da vida humana. Assim, se torna inquestionável a utilidade da água para o homem e sua presença é um fator determinante para a melhoria do seu bem-estar e o desenvolvimento de suas atividades.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017), a água é suprida a partir do ciclo hidrológico, por meio da precipitação que é resultante da evaporação, onde é transferido os volumes de água do estado líquido - oceanos, rios, mares e lagos - para a atmosfera, no qual a água se condensa até precipitar novamente para a Terra, na forma de chuva, neve, granizo e orvalho. A água regressa aos oceanos através dos fluxos subterrâneos de água ou escoam pelos leitos dos rios, logo, toda água evaporada dos oceanos é devolvida, isso se caracteriza como ciclo hidrológico, conforme mostra a Figura 49.



Figura 49 - Ciclo hidrológico (Fonte: Ministério do meio ambiente, 2017)

2.5.1.1 Aproveitamento de águas pluviais

O conceito de aproveitamento de água aparentemente é algo novo, porém a utilização das águas das chuvas pelo homem é algo milenário, pois desde a época dos nômades a água é utilizada para produção de alimentos, criação de animais e para o consumo humano.

No Brasil, construções com conceitos ambientais, de sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais foram instalados, como o estádio João Havelange (Figura 50), conhecido como Engenhão, construído para os jogos Pan-americanos do Rio de Janeiro em 2007, e o aeroporto Santos Dumont (Figura 51), também localizado no Rio de Janeiro. E demais construções com conceitos ambientais espalhados pelo mundo, estão visando cuidar deste recurso tão precioso.



Figura 50 - Estádio João Havelange (Engenhão)



Figura 51 - Aeroporto Santos Dumont

(Fonte: Pinterest, 2017.

(Fonte: Aeroportos pelo mundo, 2023)

<https://br.pinterest.com/pin/75153887504302850/>)

Para o projeto de coleta da água da chuva a Agência Nacional de Águas (ANA), estabelece as seguintes etapas:

- Determinação da precipitação média local (mm/mês);
- Determinação da área de coleta;
- Determinação do coeficiente de escoamento superficial;
- Projeto do reservatório de descarte;
- Projeto do reservatório de armazenamento;
- Identificação dos usos da água (demanda);
- Projetos dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações, etc.)

De acordo com os critérios da NBR 10844/1989 - Instalações Prediais de Águas Pluviais, para o projeto e a construção das instalações, deve-se atender as mínimas exigências: segurança, higiene, funcionalidade, durabilidade, economia e conforto do usuário.

A água da chuva que escorre pela parte impermeável da cobertura é captada por calhas ou ralos e encaminhada através de condutores verticais até um dispositivo de retenção de sólidos grosseiros (folhas, pedras e outros) e então depositada em um reservatório. Dentro deste há uma bomba submersa que encaminha a água de chuva aos dispositivos da edificação. Tal água pode ser utilizada em aparelhos sanitários, para irrigação de jardins, lavagens de carros e em torneiras, que estas devem ser de uso comum que deve ser identificada com etiquetas (figura 52) e não são adequadas para o consumo humano, uma vez que pode conter desde partículas de fuligem e poeira até sulfatos, amônio e nitrato. O excesso da água do reservatório pode ser encaminhado para a rede de águas pluviais do município.



Figura 52 – Etiqueta de identificação de torneira de água não potável. (Fonte: Google, 2023. <https://www.acquaafort.com.br/placabrancaaguanaopotavel20x30cm/p>)

De acordo com Thomaz (2003), 40% do volume de água potável distribuída em redes de abastecimento é usado para descargas de bacias sanitárias. Assim, com a opção de se distribuir a água captada das chuvas nestes dispositivos, o sistema de água potável ficará menos sobrecarregado, evitando a falta de água.

Um sistema de coleta de águas pluviais é composto essencialmente por três itens principais: área de captação, calhas e condutores para o transporte e a cisterna para o armazenamento. A limpeza e manutenção das calhas e condutores horizontais e verticais é de extrema importância a fim de se evitar entupimentos e consequentemente perdas de água (THOMAZ, 2003).

É indicado que as cisternas sejam enterradas no solo ou protegidas do sol, pois a incidência dos raios solares contribui para a proliferação de vida de animais e vegetais, contaminando a água. As cisternas podem ser feitas de acordo com a necessidade do local em que o sistema está sendo instalado, sendo o fator mais importante na sua escolha o seu volume. Assim, o cálculo do volume da cisterna se torna a parte mais criteriosa do projeto de reuso de águas pluviais, uma vez que este item é o mais custoso e o seu cálculo incorreto pode causar problemas (ANDRADE, 2018).

Assim, se faz necessário os dados pluviométricos da região em que o sistema será implantado. Na figura 53 é possível ver as precipitações mensais da região sudeste e na figura 54 tem-se as precipitações mensais do município de Macaé calculados em uma média de 30 anos e na figura 55 a probabilidade diária de precipitação de Macaé, onde está localizado o projeto deste trabalho.

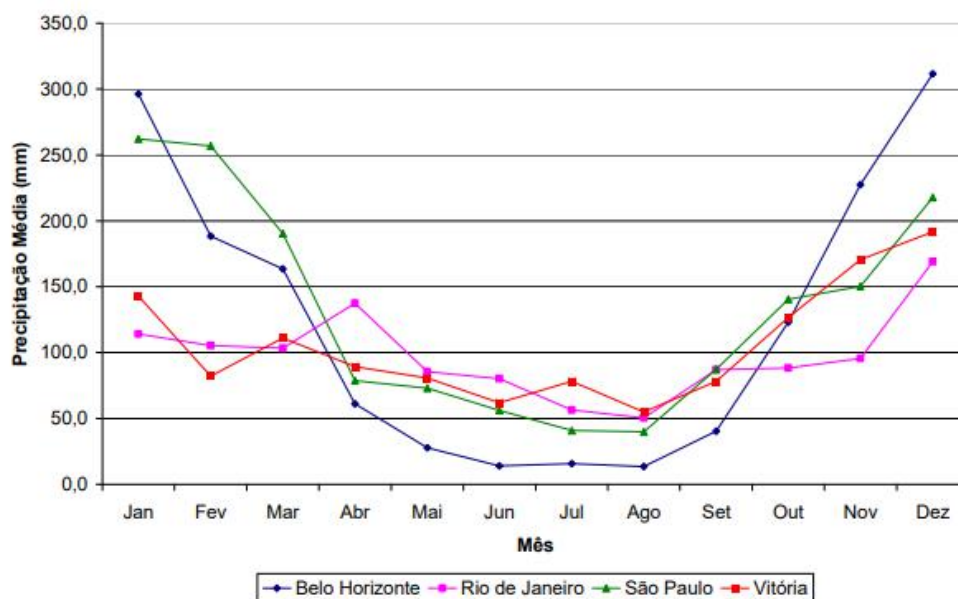


Figura 53 - Precipitações mensais para a região Sudeste (Fonte: CPTEC, 2023)

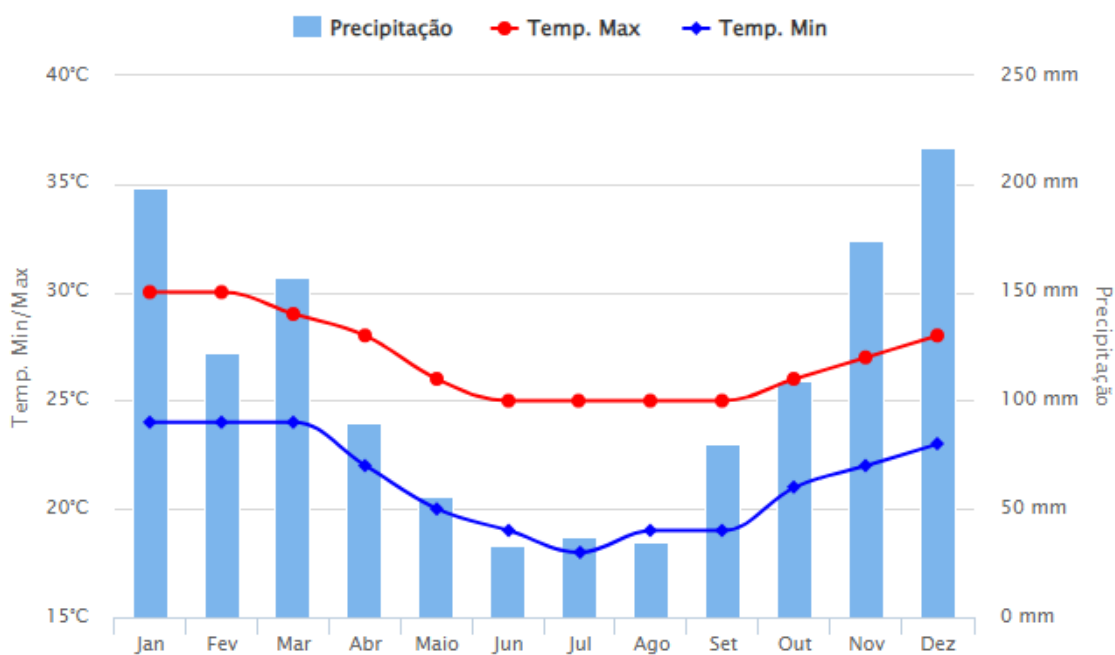


Figura 54 - Precipitações mensais em Macaé (Fonte: Clima tempo, 2023)



Figura 55 - Precipitações diárias em Macaé (Fonte: Weathers Park, 2023)

Com base nesses dados, percebe-se que no município de Macaé, que tem um clima tropical, chove mais no verão e menos no inverno, sendo a média pluviométrica anual de 1222 mm (Climate Date, 2023).

É importante se ter uma previsão do consumo de água para fins não potáveis. Thomaz (2003) realizou um estudo que prevê o consumo (tabela 1) e a frequência de utilização (tabela 2) das peças que receberão essas águas.

Tabela 1 - Consumo de água não potável (Fonte: Thomaz, 2009)

Discriminação	Unidade	Valores
Bacia Sanitária	Litros/descarga	9,0
Jardins (rega)	Litros/dia/m ²	2,0
Lavagem de pátios e calçadas	Litros/dia/m ²	2,0
Mictório	Litros/descarga	2,5

Tabela 2 - Frequência de utilização (Fonte: Thomaz, 2009)

Discriminação	Frequência
Bacia Sanitária	2 vezes/dia/pessoa
Jardins (rega)	2 vezes/semana
	1 vez/semana
	1 vez cada 15 dias
Lavagem de pátios e calçadas	2 vezes/semana
	1 vez/semana
	1 vez cada 15 dias
Mictório	2 vezes/dia/pessoa

Para o cálculo do volume aproveitável de chuva de em uma cobertura, utiliza-se a equação 2 conforme dita a ABNT, 2007.

$$V_{ap} = P \times A \times C \quad (\text{Equação 2})$$

Onde,

V_{ap} = Volume aproveitável de água pluvial no intervalo de tempo considerado (litros);

P = Precipitação pluviométrica da localidade no intervalo de tempo considerado (mm = l/m²)

C = Coeficiente de aproveitamento de água pluvial ou coeficiente de *Runoff* (adimensional)

Deve-se adotar um valor para o coeficiente de *Runoff* (c) com base na superfície de captação, que para telhados considera-se os valores presentes na tabela 3.

Tabela 3 - Coeficientes de Runoff médios (Fonte: Thomaz, 2003)

Material	C
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas metálicas	0,7 a 0,8

A NBR 15527 – Aproveitamento de Água de Chuva de Cobertura para Fins Não Potáveis, apresenta seis diferentes métodos para o dimensionamento do reservatório para armazenamento e aproveitamento de águas pluviais, sendo o Método Azevedo Netto o escolhido para o cálculo do volume da cisterna, uma vez que este método leva em consideração períodos de chuva e de seca, e como visto na figura 55 no município de Macaé há pouca precipitação de chuva em determinados meses.

No Método Azevedo Netto, o volume do reservatório é calculado expressão apresentada na Equação 3:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

V = Volume do reservatório de água pluvial (L);

P = Precipitação média anual (mm);

A = área de captação (m²);

T = número de meses de pouca chuva ou seca.

A partir do valor do Volume da cisterna encontrado e o Volume aproveitado, é possível descobrir se esse valor calculado é capaz de suprir a necessidade de água não potável de uma edificação. A figura 56 mostra a representação de um sistema de reuso de águas pluviais.

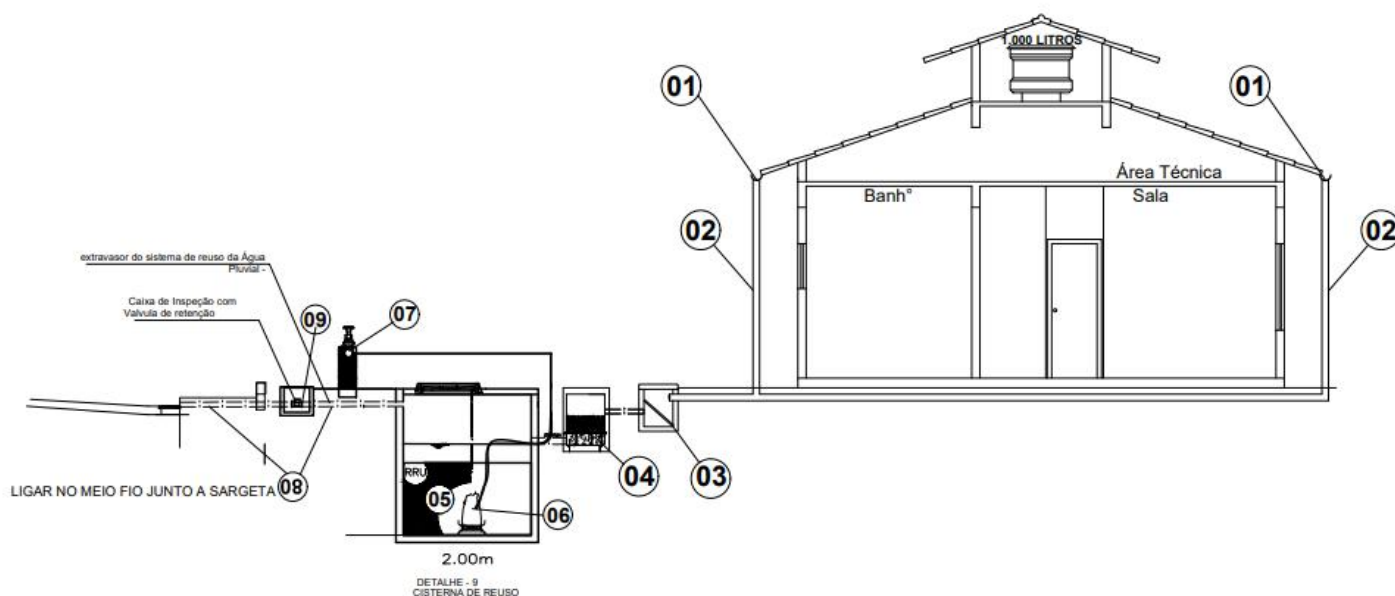


Figura 56 - Sistema de captação de água de chuva (Fonte: Andrade, 2021)

2.6 Conforto ambiental em edificações

O conceito de conforto está relacionado à sensação de bem-estar do ser humano diante uma determinada situação, tipo de atividade e local onde ele se encontra. Desse modo, “o bem-estar do homem é um conceito amplo que engloba desde os fatores necessários à manutenção de sua saúde física, até aqueles responsáveis pelo seu sentimento de satisfação” (RUAS, 1999, p.9).

Dessa forma, o projeto tem como princípio a diminuição dos efeitos negativos das possíveis situações que possam gerar desconforto aos usuários ou até mesmo prejudicar o rendimento das atividades que serão realizadas no local. Para ambientes esportivos, a grande quantidade de luz solar nos ambientes dificulta a prática do esporte em determinados horários do dia. O calor em excesso também causa estresse e mal-estar. Pelo local do projeto ser em um ambiente universitário. Assim, serão adotadas duas premissas de conforto no projeto, sendo elas térmica e luminosa.

Em conforto térmico, as normas de desempenho da NBR 15575 “Edificações Habitacionais” devem ser atendidas. Para os ambientes internos do projeto, deverá sempre visar a fluidez da ventilação cruzada e a temperatura ambiente. Já para a área externa, a orientação solar (Figura 57) será levada em consideração para que o ginásio seja implantado de tal forma que cada ambiente esportivo tenha um posicionamento adequado em relação ao sol, visando manter uma boa temperatura interna e conforto para os usuários. Alguns materiais como telhas metálicas com manta de isolamento (Figura 58) e lâminas refletoras, lãs de rocha, vidro e pet apresentam um excelente potencial térmico e acústico, sendo bons aliados para alcançar as temperaturas adequadas para a prática de atividades físicas.

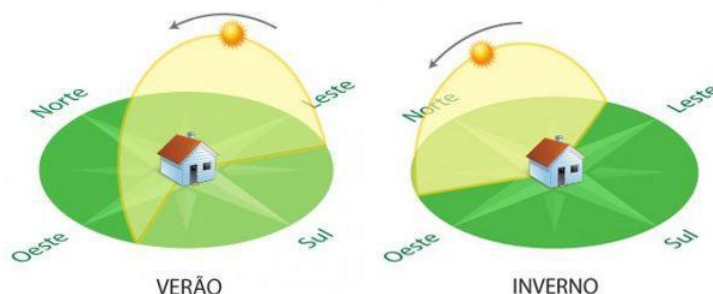


Figura 57 - Orientação solar. (Fonte: Portejr, 2017. <https://portejr.com.br/orientacao-solar-na-arquitetura/>)



Figura 58 - Manta termoacústica. (Fonte: Disfoil, 2023. <https://www.disfoil.com.br/manta-termoacustica-para-telhado-espuma-2mm-2-faces-10m2-disfoil>)

Já para o conforto lumínico (figura 59), deve-se considerar a NBR 15575 “Edificações Habitacionais” e NBR-5413 “Iluminância de Interiores”, que estabelecem os níveis médios de iluminância ideal para diferentes atividades em diferentes ambientes e assim garantir que a luz natural seja aproveitada ao máximo no projeto, de acordo com a necessidade de cada ambiente.



Figura 59 - Utilização da luz natural na edificação. (Fonte: Revista casa e jardim, 2022)

2.6.1 Conforto termoacústico

Tendo em vista que a região onde será implantado o projeto não se caracteriza como residencial, não haverá problemas com o impacto do som a residências. Entretanto, trata-se de um polo universitário, onde atividades são realizadas em todos os turnos do dia (manhã, tarde e noite). Assim, deve-se pensar na diminuição dos ruídos oriundos do

complexo esportivo para os blocos de aulas para não afetar na produtividade dos afazeres acadêmicos.

De acordo com Corbella e Yannas (2003), o ganho de calor devido à absorção solar é uma das principais causas de desconforto térmico nos climas tropicais. Existem alguns procedimentos que controlam os ganhos de calor advindos do sol, quais sejam: reduzir a energia solar recebida pelas aberturas; reduzir a energia solar absorvida por paredes externas; e utilizar isolantes térmicos. Assim, a correta orientação da edificação é capaz de reduzir o ganho de calor pelas aberturas e paredes. Portanto, quando o objetivo é reduzir o ganho de calor devido à absorção solar, o primeiro passo a ser definido durante a concepção do projeto arquitetônico é orientar a edificação adequadamente para que os ambientes de permanência prolongada absorvam pouca carga térmica.

Considerando que a trajetória solar (figura 60) muda de acordo com a localização geográfica e a época do ano, uma vez que variam a altura solar e o azimute, o posicionamento ideal de uma edificação em relação à orientação solar é relativo. Nos trópicos, as orientações leste e oeste recebem maior energia solar e, por isso, as paredes externas voltadas para essas orientações devem conter áreas menores que as fachadas voltadas para norte e sul (CORBELLA; YANNAS, 2003).

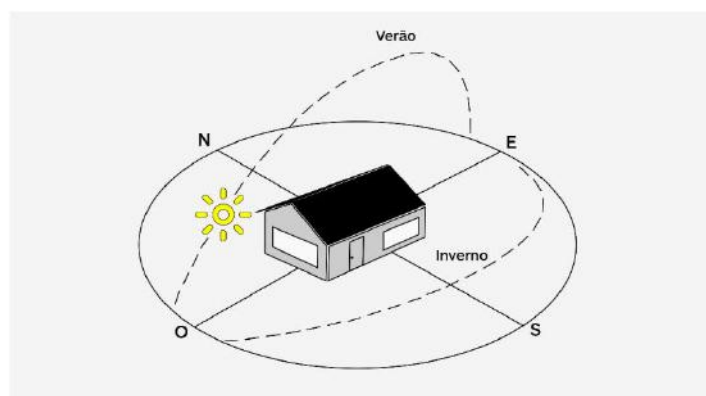


Figura 60 - Orientação solar no verão. (Fonte: Google, 2023
<https://www.gradhermetic.com/pt/node/3287>)

Atualmente, existem estudos que analisam o desempenho térmico das edificações, o que demonstra a relevância do assunto, o qual visa melhorar a qualidade térmica dos ambientes. Grande parte das pesquisas aborda a influência da envoltória no desempenho térmico, mas algumas avaliam especificamente a influência da orientação solar no desempenho.

No Brasil, em um estudo desenvolvido por Mascaró e Mascaró (1992), foram calculados valores de radiação solar recebida por edifícios de dez pavimentos, de oito capitais brasileiras, que possuem volumetrias com proporções que variavam de 4:1 até 1:4. Foi possível identificar as piores e melhores orientações da edificação em relação à quantidade de radiação solar recebida. Como resultado, para todas as cidades analisadas as fachadas com as maiores dimensões orientadas para norte e sul recebem menor radiação solar. Conseqüentemente, o desempenho térmico da edificação é mais adequado quando as fachadas maiores estão dispostas para norte e sul.

É possível evidenciar a importância em se estudar e analisar a orientação solar no terreno com o propósito de otimizar as edificações quanto ao desempenho térmico. No presente trabalho, um estudo de posicionamento da edificação em relação ao sol será feito com o auxílio do Software Revit para se alcançar a melhor inserção no terreno, de forma a promover o conforto térmico aos usuários.

2.6.2 Ventilação cruzada

A ventilação natural é um dos recursos naturais mais eficazes, quando se busca obter conforto ambiental e eficiência energética das edificações. O emprego do fluxo normal do ar, com o propósito de se obter um condicionamento térmico do ambiente que propicie condições favoráveis de conforto aos ocupantes e melhoria da qualidade do ar interno é o que se define como ventilação natural (Allard, 1998; Liping & Hien, 2007).

A diferença de pressões exercidas pelo ar sobre um edifício pode ser causada pelo vento ou pela diferença de densidade do ar interno e externo, ou por ambas as forças, agindo simultaneamente. A força dos ventos promove a movimentação do ar através do ambiente, produzindo a ventilação denominada ação dos ventos e o efeito da diferença de densidade provoca o chamado efeito chaminé. Esses dois mecanismos podem agir de maneira separada ou de forma combinada, dependendo das condições atmosféricas, do projeto e da localização do edifício. (Souza & Rodrigues, 2012)

Em uma edificação, a ventilação natural também pode ser cruzada, quando a circulação do ar se dá através de aberturas situadas em lados opostos de um ambiente, ou unilateral, quando a circulação do ar se dá através de aberturas situadas no mesmo lado de um ambiente. Fatores como número, tipo, posição e tamanho das aberturas existentes para a passagem de ar, perfil de ocupação e posição da edificação, em relação à direção predominante do vento, interferem no desempenho da ventilação natural (Eftekhari et al., 2001; Alloca et al., 2003).

A seguir, as figuras 61 e 62 mostram exemplos de soluções que permitem a ventilação cruzada nos ambientes, trazendo conforto térmico aos usuários através da troca de calor e da corrente de ventos no local.



Figura 61 - Venezianas industriais (Fonte: Polysolution, 2015)



Figura 62 - Esquematização da ventilação cruzada (Fonte: Dicas de arquitetura, 2023)

O município de Macaé possui um verão quente e opressivo e um inverno longo e agradável, de ventos fortes e céu quase sem nuvens (WeathersPark, 2023). Conforme pode ser observado na Figura 65 onde se tem o histórico da velocidade média durante o ano, há variações sazonais significativas ao longo do ano. A época de maior intensidade dos ventos acontece entre os meses de julho e dezembro, onde o mês de ventos mais fortes

é setembro. O período mais calmo fica entre janeiro e junho, sendo março o mês com menor velocidade dos ventos.

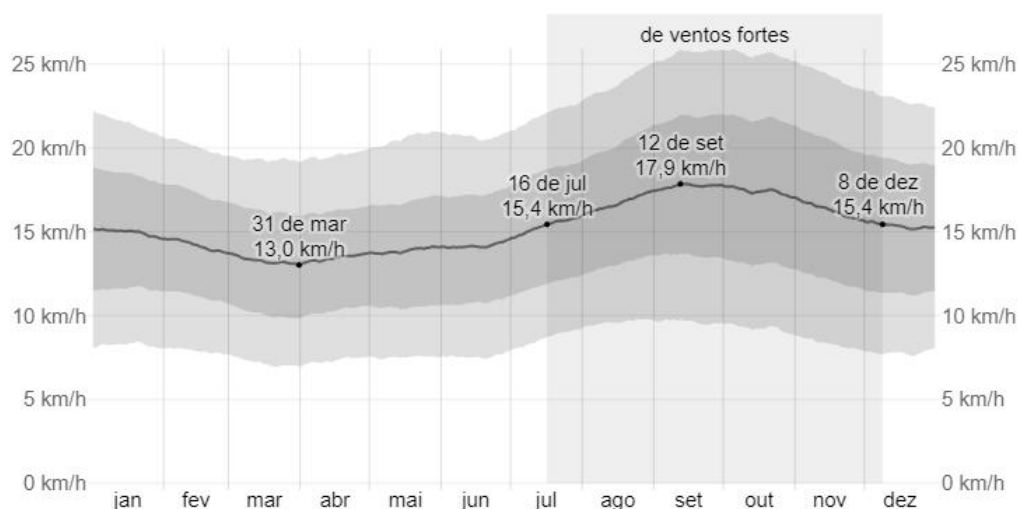


Figura 63 - Velocidade média dos ventos em Macaé (Fonte: WeathersPark, 2023. <https://pt.weatherspark.com/y/30760/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Maca%C3%A9-Brasil-durante-o-ano>)

A figura 64 mostra o histórico da direção dos ventos durante o ano no município de Macaé, em que a predominância da direção dos ventos vem do nordeste. A Figura 65 apresenta a direção dos ventos com a simulação feita no Site Windfinder.

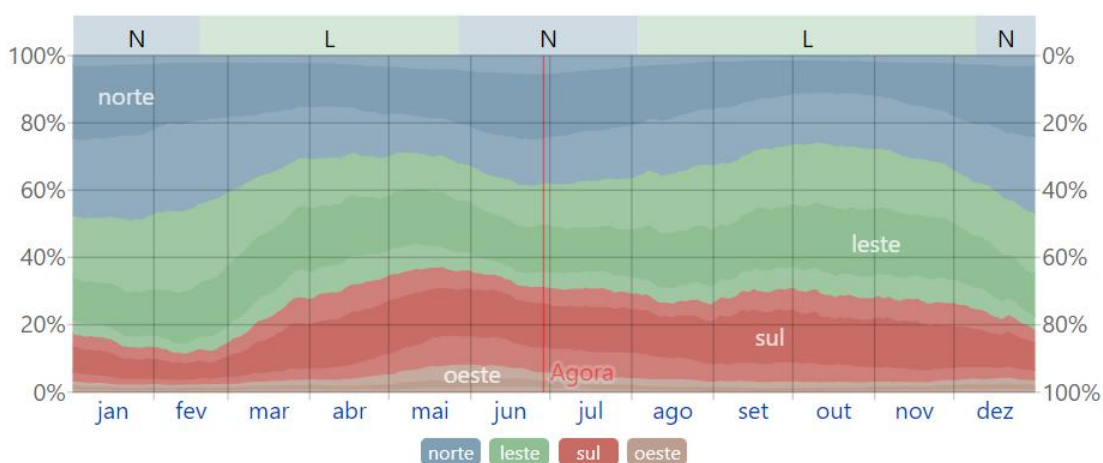


Figura 64 - Histórico da direção dos ventos em Macaé (Fonte: WeathersPark, 2023. <https://pt.weatherspark.com/y/30760/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Maca%C3%A9-Brasil-durante-o-ano>)

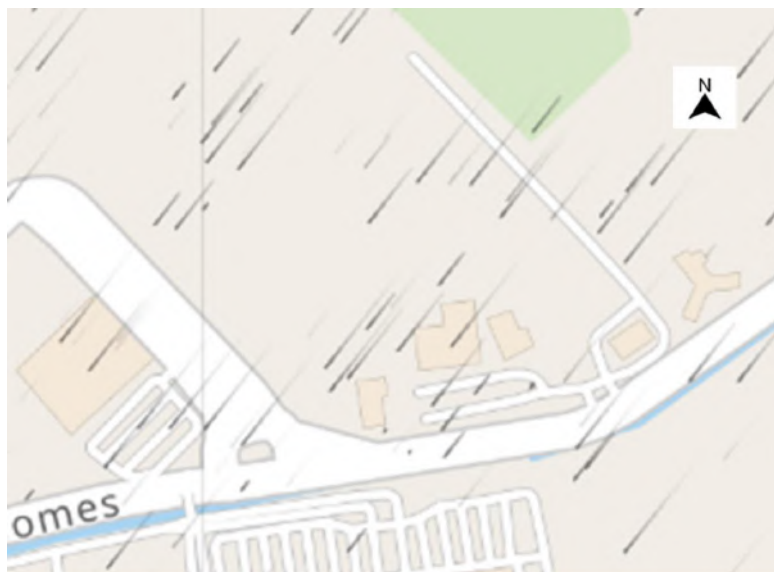


Figura 65 - Direção dos ventos no terreno do ginásio (Fonte: Windfinder, 2023)

3 ESTUDO DE CASO

Nesta etapa, tem-se as informações acerca do local em que o projeto será implementado, bem como seu município, suas dimensões e suas características físicas e os resultados obtidos através da modelagem do ginásio no software Revit.

3.1 Cidade Universitária de Macaé

Localizada na Avenida Aluizio da Silva Gomes, 50 - Granja dos cavaleiros, Macaé/RJ a cidade universitária de Macaé (Figuras 66 e 67) foi idealizada pela Prefeitura Municipal de Macaé e inaugurada pela mesma no ano de 2007 (Prefeitura de Macaé, 2007). As primeiras instituições a fechar convênio com a prefeitura foi a Faculdade Miguel Ângelo da Silva Santos (FeMASS) que funcionava em outra localidade e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que oferta os cursos de Farmácia, Nutrição, Enfermagem, Química e Medicina desde sua inauguração e no ano de 2011 abriu suas primeiras turmas dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica (Prefeitura de Macaé, 2011). Em seguida, a Universidade Federal Fluminense (UFF) também assina convênio trazendo cursos de graduação para a cidade universitária. É um dos projetos do governo municipal para dar sustentabilidade ao município pós-ciclo do petróleo, com o investimento em cursos que possibilitem novos profissionais qualificados para o mercado de Macaé e região (Prefeitura de Macaé, 2007). Além das universidades, está presente também na cidade universitária o Colégio de Aplicação (CAp) que é uma escola de ensino médio.



Figura 66 - Cidade universitária de Macaé (Fonte: Google, 2023

<https://macae.rj.gov.br/semad/leitura/noticia/grupo-de-trabalho-da-cidade-universitaria-segue-definindo-acoes>)



Figura 67 - Vista de satélite da Cidade Universitária (Fonte: Google Earth, 2023)

Com o suporte da secretaria acadêmica das universidades e com a Prefeitura de Macaé, obteve-se acesso ao número de alunos matriculados em suas instituições, que pode ser visto na tabela 4, junto com os cursos oferecidos por cada instituição.

Tabela 4 - Relação de curso x alunos do polo universitário (Fonte: Secretária acadêmica, 2023)

Instituição	Curso	Alunos matriculados
UFRJ	Enfermagem	3315
	Engenharia Núcleo Comum	
	Engenharia Civil	
	Engenharia Mecânica	
	Engenharia de Produção	
	Farmácia	
	Medicina	
	Nutrição	
	Química Bacharelado	
Química Licenciatura		
UFF	Administração	1332
	Ciências Contábeis	
	Direito	
FeMASS	Administração	1192
	Engenharia de Produção	
	Sistemas de Informação	
	Licenciatura em Matemática	
Cap	1º ao 3ºano	264
TOTAL		6103

3.1.1 O projeto da Cidade Universitária de Macaé

Mesmo composto por 4 blocos de aulas, um bloco de laboratório de química e os módulos dos professores, o polo universitário ainda não está finalizado. Existe um estudo de ocupação para extensão do campus (Figura 68) que prevê todas as instalações que farão parte do espaço. O projeto não foi consolidado e está sujeito a alterações.

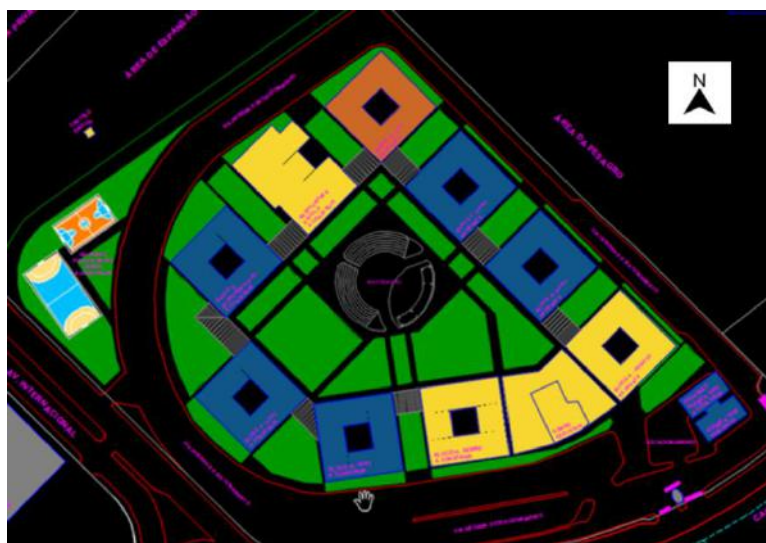


Figura 68 – Estudo de ocupação para extensão do campus (Fonte: Coordenação Acadêmica, 2023)

No projeto em questão, tem-se especificado o local de cada futura edificação que vai compor a cidade universitária. Na figura 69 é possível observar onde está previsto a construção de uma quadra poliesportiva no projeto.



Figura 69 - Imagem de satélite da Cidade Universitária de Macaé com destaque para o local da construção da quadra poliesportiva. (Fonte: Google Earth, 2023)

A figura 70 mostra o projeto sobreposto de imagem de satélite do terreno para melhor entendimento dos locais em que cada bloco que será construído.

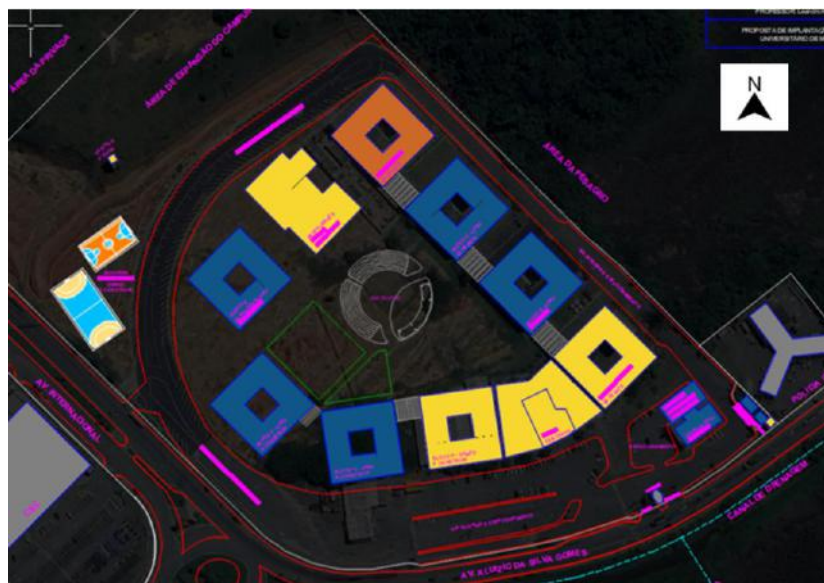


Figura 70 - Projeto da cidade universitária sobreposto imagem de satélite. (Fonte: Coordenação acadêmica, 2023)

3.2 Terreno

Visto a necessidade de conhecer o local de estudos, realizou-se uma visita no terreno que está previsto para receber a quadra poliesportiva. Foi constatado que há uma

topografia elevada no local, que pode ser observado por diferentes ângulos na figura 71 (a, b e c)



(a)



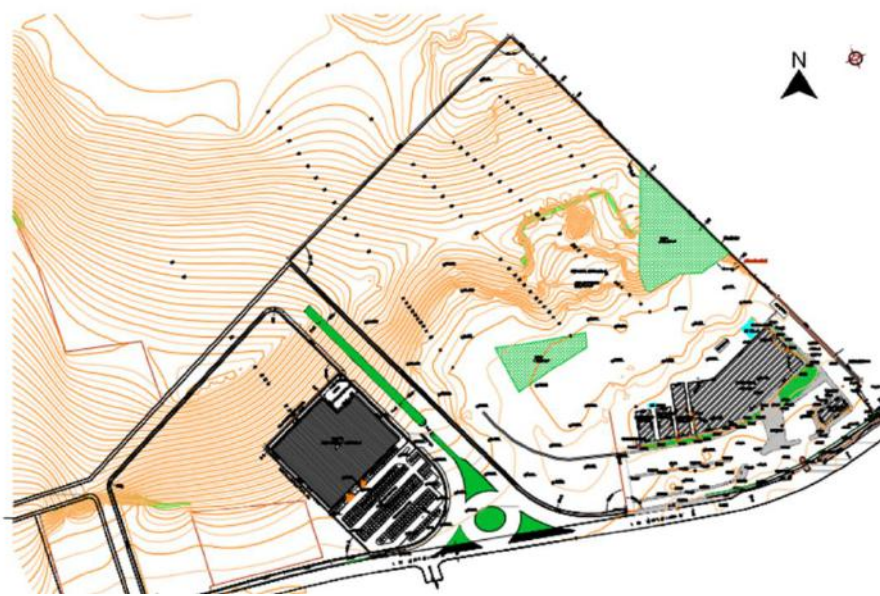
(b)



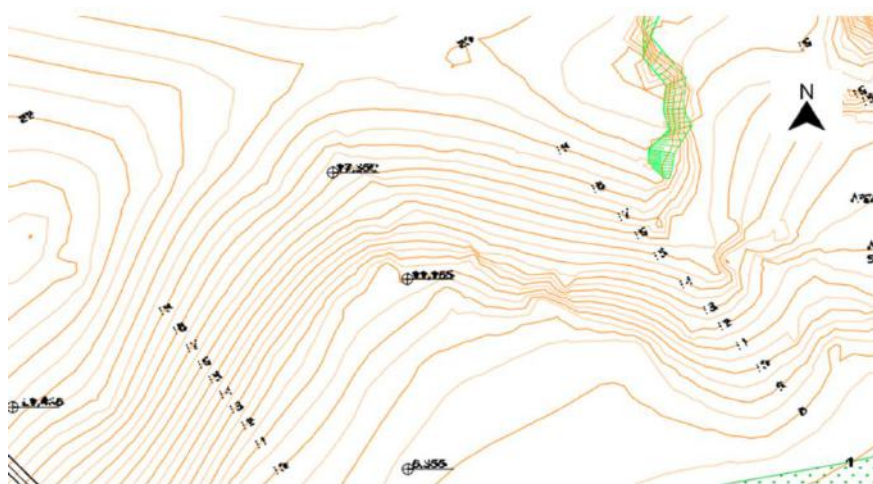
(c)

Figura 71- vistas do terreno (Autor)

Após a visita, com a observação do relevo topográfico presente, viu-se a necessidade de estudar tal questão. Após realizar buscas, teve acesso a um documento de topografia não atualizado, que foi feito quando a cidade universitária começou a ser construída. Mesmo desatualizado o documento (Figura 72 (a) e (b)) auxiliou na modelagem da superfície topográfica do local no software Revit.



(a)



(b)

Figura 72 - Superfície topográfica (Fonte: Coordenação acadêmica, 2023)

O primeiro passo foi colocar em um mesmo documento o projeto de implantação do polo universitário e do relevo topográfico para saber exatamente onde as curvas de

nível estão passando no local onde será o ginásio. O resultado dessa análise pode ser visto na figura 73.



Figura 73 - Relevo topográfico junto com o projeto do polo universitário de Macaé (Autor)

Após esta etapa, foram adicionados os pontos de acordo com as curvas de nível da topografia local e inseriu o ginásio nesta superfície (Figura 74). Pode-se observar que pelas dimensões do ginásio, um corte no terreno deverá ser feito para que o mesmo possa ser implementado no local (Figura 75)



Figura 74 - Ginásio disposto com a superfície topográfica do terreno (Autor)

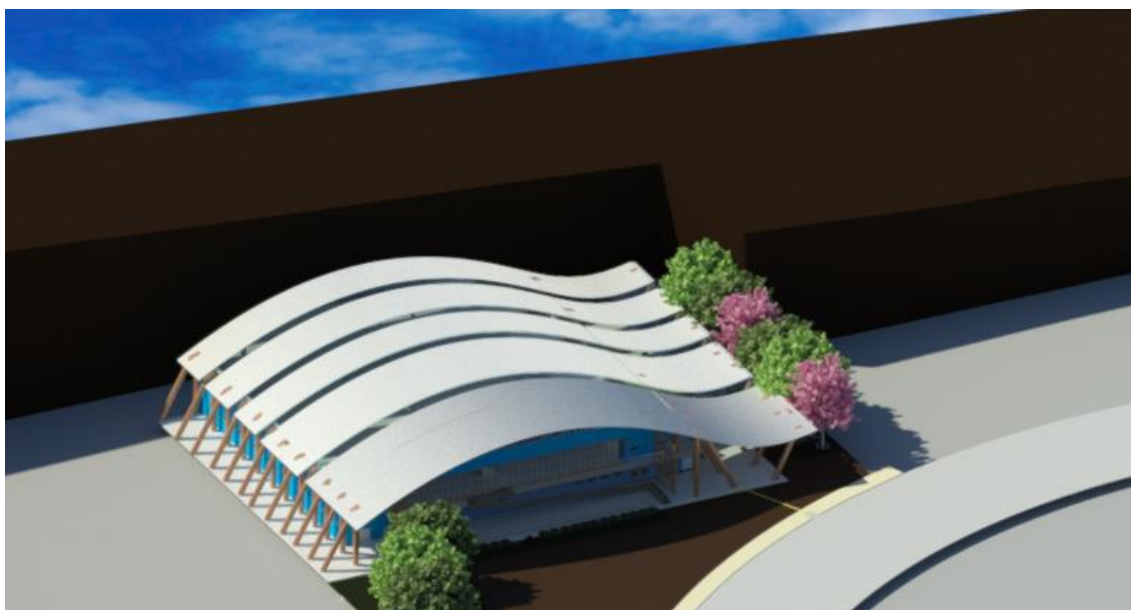


Figura 75 - Vista do corte no terreno (Autor)

Além da topografia evidente, pôde-se observar as seguintes questões:

1. Existe um reservatório de água elevado em um determinado ponto (figura 76), que por conta disso teve-se que considerar esta construção como o final do terreno no momento de modelar o ginásio, tendo o cuidado de não o ultrapassar, uma vez que não pode ser feita a demolição, pois o reservatório abastece a cidade universitária.



Figura 76 - Reservatório de água suspenso (Autor)

2. O terreno fica localizado ao lado de uma saída/entrada de carros (figura 77), que dá acesso à uma via movimentada. Tal saída fica de frente para a loja C&C que é bastante conhecida no local.



Figura 77 - Entrada e saída secundária da Cidade Universitária (Autor)

3. Já existem vagas de carro no local (figura 78), não sendo necessário a concepção de um estacionamento para usuários e visitantes do ginásio.



Figura 78 - Estacionamento da cidade universitária de Macaé (Autor)

3.3 Programa de necessidades

Neste item é mostrado o levantamento das modalidades e dos espaços que estão presentes no ginásio.

3.3.1 Ginásio

Um ginásio poliesportivo deve garantir que diversas modalidades possam ser praticadas no local. Modalidades estas que muitas vezes não possuem nenhuma semelhança, com diferentes regras e objetivos, podendo ser coletivas ou individuais. Para cada tipo de modalidade é necessário um espaço adequado, com medidas e materiais determinados por norma. O governo brasileiro criou um projeto padrão chamado de Centro de Iniciação ao Esporte que permite a implementação de ginásios ao longo do território brasileiro. As figuras 79, 80 e 81 mostram a arquitetura da quadra poliesportiva com as demarcações no piso das seguintes modalidades: Voleibol Handebol, Futsal e basquete de acordo com o projeto padrão do governo.



Figura 79 - Quadra poliesportiva (Fonte: Governo Federal, 2013)



Figura 80 - Quadra poliesportiva (Fonte: Governo Federal, 2013)



Figura 81 - Quadra poliesportiva com pintura no piso (Fonte: Canal ecológico, 2023)

A seguir é listada as modalidades olímpicas e paralímpicas que o ginásio deste projeto suporta, sendo que para algumas destas modalidades a quadra poderá/deverá ser substituída por equipamentos necessários para a configuração e implantação destas.

Olímpicas:

- Tênis de mesa;
- Judô;
- Boxe;
- Esgrima;
- Taekwondo;
- Voleibol;
- Handebol;
- Futsal;
- Basquete
- Badminton;
- Ginástica artística e rítmica;
- Levantamento de peso.

Paraolímpicas:

- Vôlei sentado;
- Goalboll.

As figuras 82, 83 e 84 mostram exemplos de modalidades quem foram listadas anteriormente e podem ser praticadas na quadra, configurando o espaço com equipamentos que são necessários para a prática.



Figura 82 - Exemplos de modalidades adaptáveis (Governo Federal, 2013)






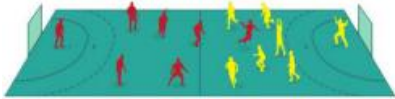
Figura 83 - Exemplos de modalidades adaptáveis (Governo Federal, 2013)



Figura 84 - Exemplos de modalidades adaptáveis (Governo Federal, 2013)

A tabela 5 apresenta as especificações e dimensões de cada modalidade que estará demarcada fisicamente na quadra, através de demarcações com linhas e tinta.

Tabela 5 - Dimensões das modalidades praticadas na quadra (Autor e imagens adaptadas de brasil2016.gov.br)

Modalidade	Espaços Físicos	Dimensões do espaço
 Vôlei	Quadra de concreto com pintura acrílica.	18m x 9m
 Basquete	Quadra feita em concreto, com duas cestas em cada extremidade, com pintura acrílica.	28m x 15m
 Futsal	Quadra feita em concreto, com duas traves, uma em cada extremidade, com pintura acrílica.	38m x 18m
 Handebol	Quadra feita em concreto, com duas traves, uma em cada extremidade, com pintura acrílica.	40m x 20m

A prática de algumas modalidades pode ser feita por grupos no espaço da quadra poliesportiva (figuras 85 e 86) sem a demanda de ter seus limites marcados fisicamente

na quadra, com o auxílio de equipamentos a serem montados/instalados, como foi descrito anteriormente.



Figura 85 - Ginástica (Fonte: Governo Federal, 2016) Figura 86 - Lutas (Fonte: Governo Federal, 2016)

A seguir é apresentado o programa de necessidades do térreo (tabela 6) e do 1º pavimento (tabela 7) do ginásio poliesportivo deste trabalho.

Tabela 6 - Programa de Necessidades do térreo (Autor)

Espaço	Quantidade	Área unitária (m²)
Enfermaria	1	20,94
Depósito 1	1	17,34
Depósito 2	1	17,95
Apoio Psicológico	1	17,12
Sala de Multiuso	1	17,12
Fisioterapia	1	20,81
Administração	4	35,66
Banheiro Feminino	1	28,33
Banheiro Masculino	1	27,79
Banheiro PCD	1	6,02
Vestiário Feminino	1	57,02
Vestiário Masculino	1	58
Copa	1	19,58
Cantina	1	12,51
Sala de Refúgio	1	11,74
Arquibancada 1	1	74,05
Arquibancada 2	1	71,76
Quadra Poliesportiva	1	800
Escada 1	1	8,21
Circulação	1	112,86
Acesso Principal	1	141,53

Tabela 7 - Programa de necessidades do 1º pavimento (Autor)

Espaço	Quantidade	Área unitária (m²)
Banheiro Feminino 1	1	19,89
Banheiro Feminino 2	1	20,21
Banheiro Masculino 1	1	19,91
Banheiro Masculino 2	1	18,83
Banheiro PCD 1	1	5,12
Banheiro PCD 2	1	4,68
Arquibancada 1	1	166,16
Arquibancada 2	1	162,62
Mezzanino 1	1	157,29
Mezzanino 2	1	198,72
Sacada 1	1	272,03
Sacada 2	1	61,1
Sacada 3	1	26,37

Com o programa de necessidades, foram produzidas as plantas baixo do Térreo (Figura 87) e do 1º Pavimento (Figura 88)

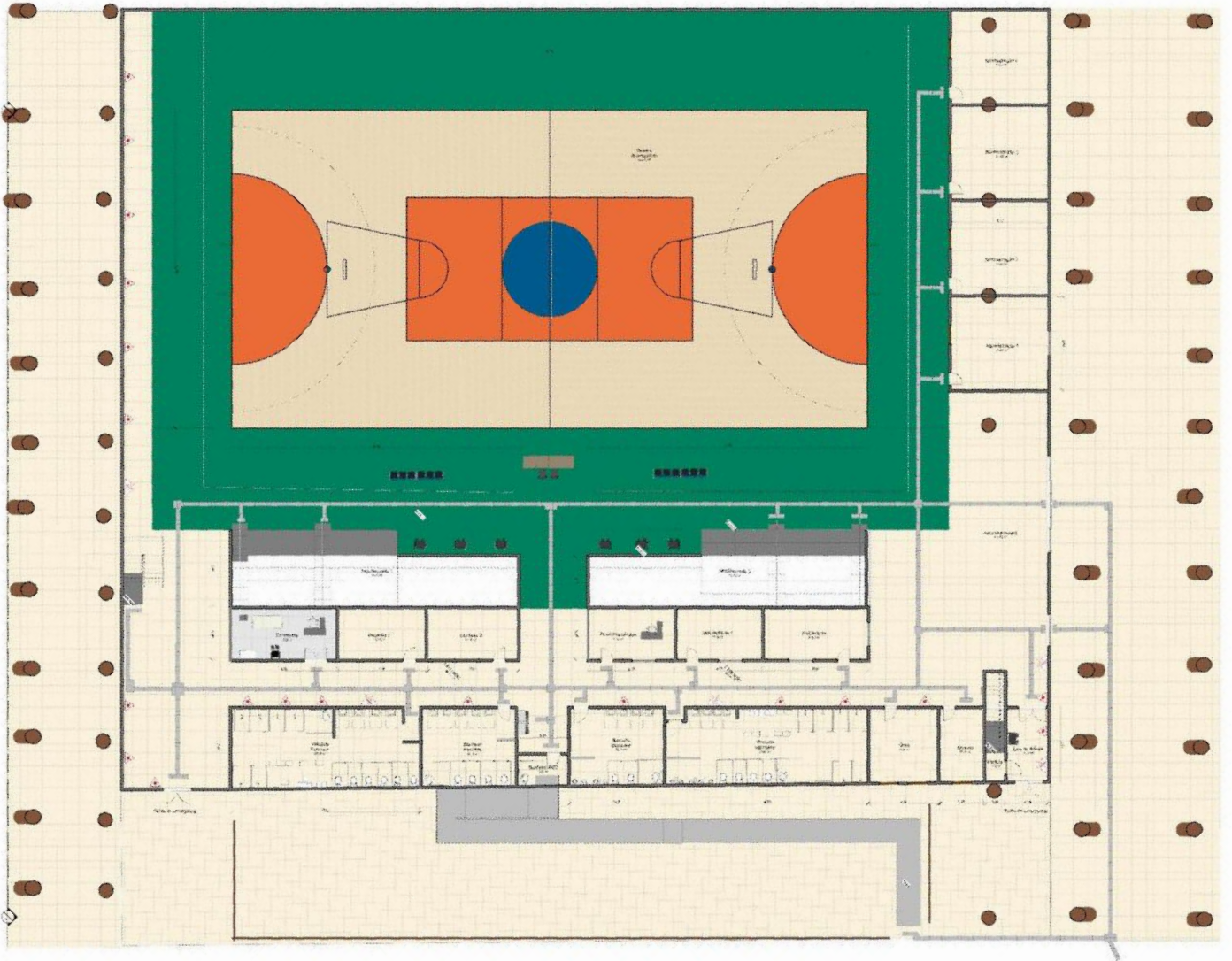


Figura 87 - Planta baixo do Térreo (Autor)

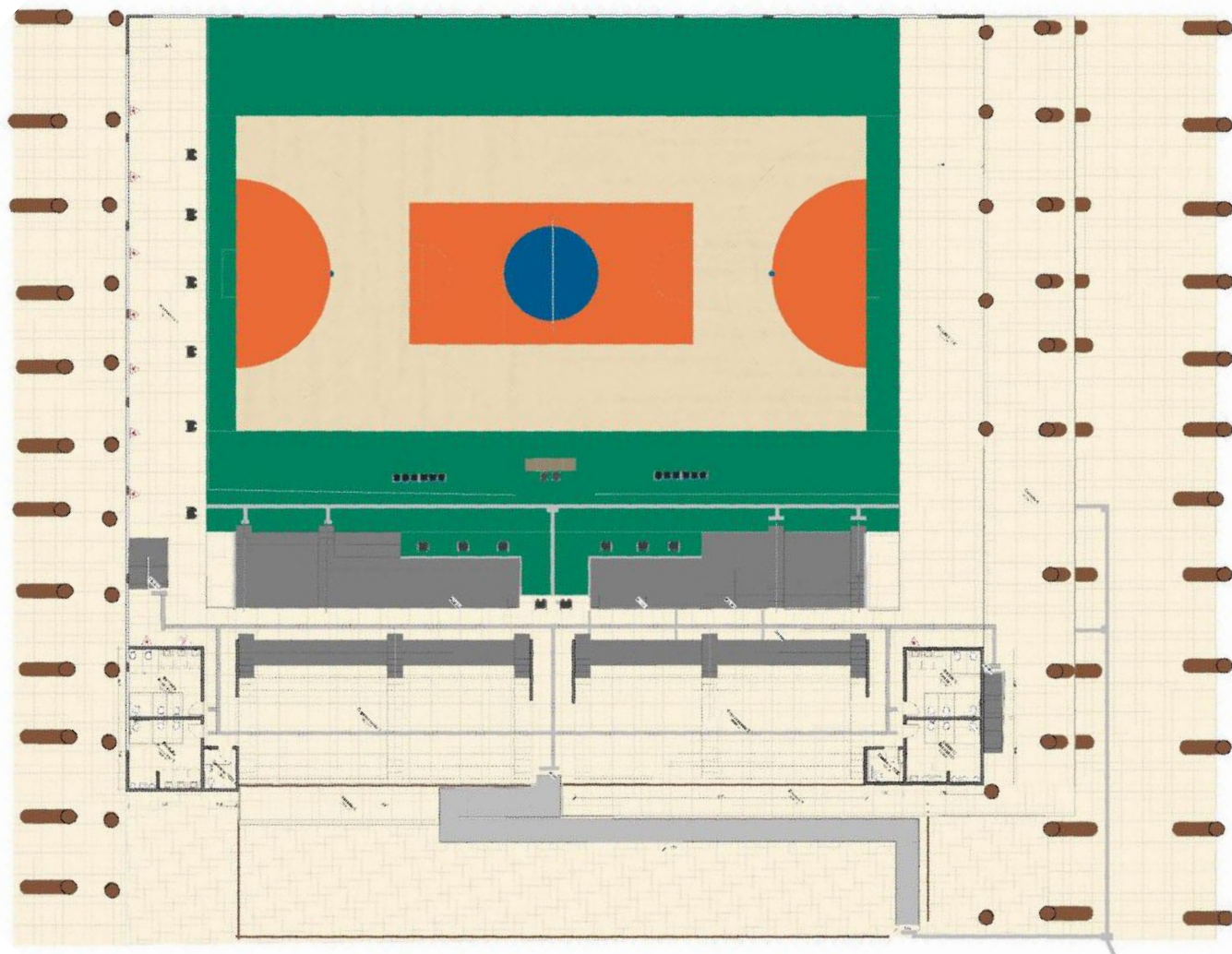


Figura 88 - Planta baixo do 1º pavimento (Autor)

3.4 PROPOSTAS DE IMPLANTAÇÃO

Nesta etapa são apresentados os materiais, estudos de acessibilidade, incêndio e pânico e intervenções de conforto ambiental do ginásio.

3.4.1 Acessibilidade

As universidades públicas presentes na Cidade Universitária em Macaé possuem alunos com algum tipo de deficiência. A partir de 2017 as Universidades públicas recebem pela primeira vez estudantes com alguma deficiência que vai de auditiva, visual e de locomoção a problemas cognitivos por meio de ações afirmativas do Sistema de Seleção Unificada (SISU) (Governo Federal).

Em contrapartida, o Polo Universitário de Macaé é precário no quesito de acessibilidade. Ao mesmo tempo que a cada semestre se reserva vagas para alunos com alguma deficiência, o espaço físico universitário não acompanha as demandas desses alunos. As figuras 89, 90 e 91 mostram a situação da Cidade universitária, que não possui rampas de acesso nos pontos de faixa de pedestre para cadeirantes, piso tátil para deficientes visuais conseguirem se locomover e corrimão nas rampas. Além de não ter apoio para estudantes cegos conseguirem acompanhar o conteúdo das aulas, onde eles precisam de um mediador ou um profissional qualificado para auxiliar tais alunos.



Figura 89 - Falta de piso tátil (Autor, 2023)



Figura 90 - Falta de rampa para acesso a calçada (Autor, 2023)



Figura 91 - Ausência de corrimão na rampa (Autor, 2023)

A incrementação de meios acessíveis é a garantia da permanência de alunos com deficiência na universidade. Apenas as cotas para o ingresso desses indivíduos não são suficientes para que eles consigam ser alunos da instituição. Assim, é preciso que o tema seja difundido para que os futuros profissionais pensem nesses pontos ao planejar seus novos projetos. Nos itens abaixo, serão apresentadas as intervenções aplicadas no estudo a fim de se garantir o direito e a segurança de pessoas com deficiência, de acordo com as normas que regem tais condições.

3.4.1.1 Rampas

Com base nos parâmetros da norma mencionados no item 2.2.1 foi dimensionada a rampa do projeto, onde ela possui 4 lances com inclinação de 8,33% e 4 patamares intermediários, cada um com dimensão longitudinal de 1,2 metros e largura de 1,5 metros. As figuras 92, 93, 94, e 95 mostram a modelagem da rampa do ginásio.



Figura 92 - Vista da rampa em perspectiva (Autor)

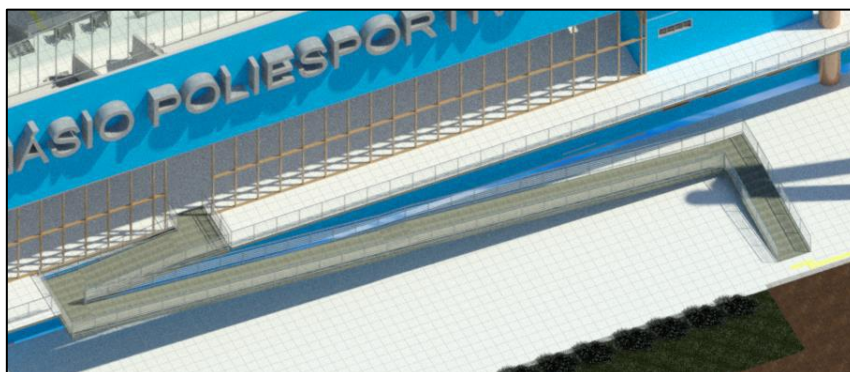


Figura 93 - Vista superior da rampa (Autor)

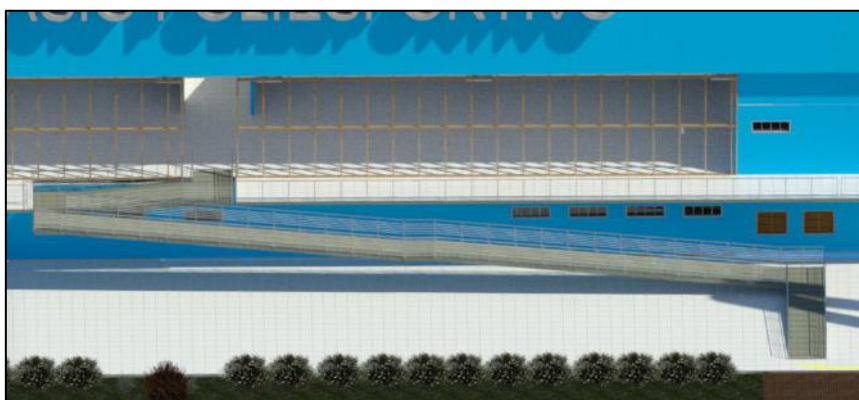


Figura 94 - Vista lateral da rampa (Autor)



Figura 95 - Vista da chegada da rampa ao primeiro pavimento (Autor)

A tabela 8 mostra a relação dos lances da rampa com suas respectivas dimensões.

Tabela 8 - Dimensões da rampa (Autor)

Rampa			
Lance	Inclinação (%)	Comprimento (m)	Largura (m)
1	8,33	5,25	1,5
2	8,33	13,3	1,5
3	8,33	12,98	1,5
4	8,33	3,9	1,5
TOTAL		35,43	

3.4.1.2 Piso tátil

No que diz respeito a sinalização, foi utilizado o piso tátil de alerta (figura 96) para anunciar a proximidade de algum obstáculo ou desvio de direção e o piso tátil direcional (Figura 97) para auxiliar pessoas com deficiência visual a se locomoverem no ginásio, conforme os parâmetros mostrados no item 2.2.1 deste trabalho.

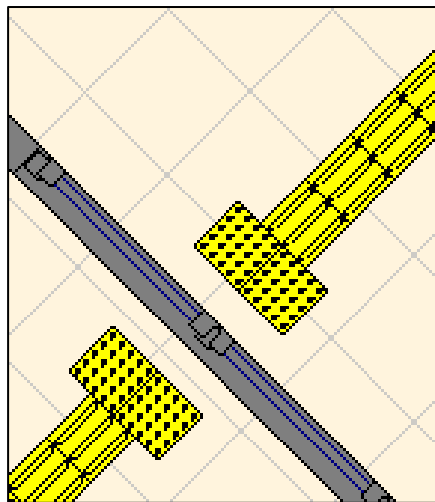


Figura 96 -Piso tátil alertando da porta de entrada principal (Autor)

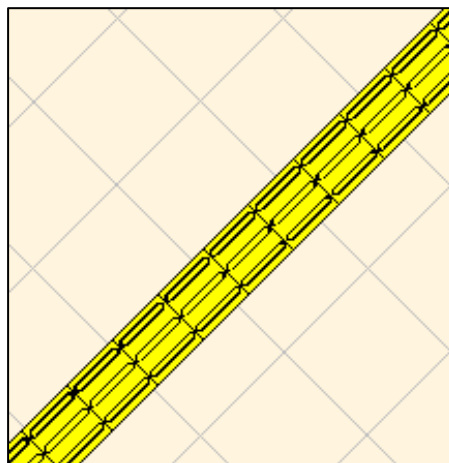


Figura 97 - Piso tátil direcional (Autor)

Para as escadas, foram dispostos pisos táteis de alerta no começo e no fim das mesmas (Figuras 98 e 99), seguindo as diretrizes da NBR 9050 descritos no item 2.2.1 deste trabalho.

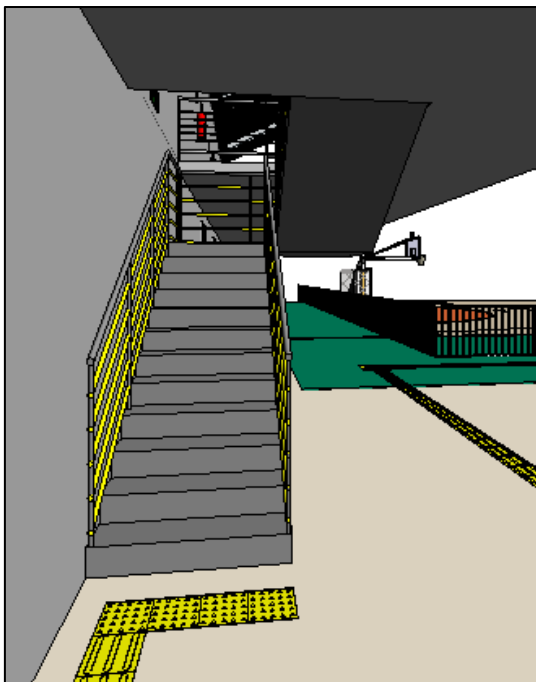


Figura 98 - Piso tátil de alerta na escada do projeto (Autor)



Figura 99 - Piso tátil de alerta na escada do projeto (Autor)

Sabendo da necessidade da travessia de pessoas com cadeira de rodas, foi modelada uma rampa de acesso a calçada (figuras 100 e 101) de acordo com o conteúdo visto no item 2.2.1.

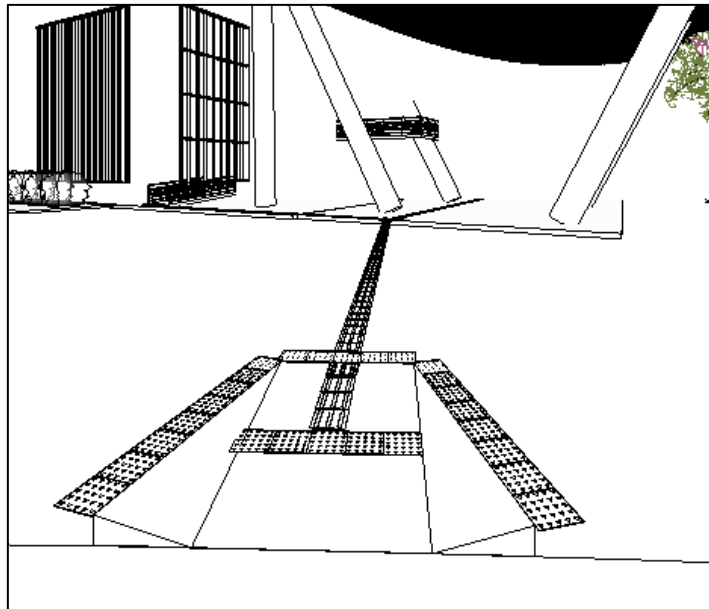


Figura 100 - Vista da rampa da calçada em perspectiva (Autor)



Figura 101 - Piso tátil na rampa de acesso a calçada (Autor)

Para o auxílio na mudança de direção, foram seguidos os parâmetros descritos no item 2.2.1 deste trabalho, como se pode observar nas figuras 102, 103, 104 e 105.

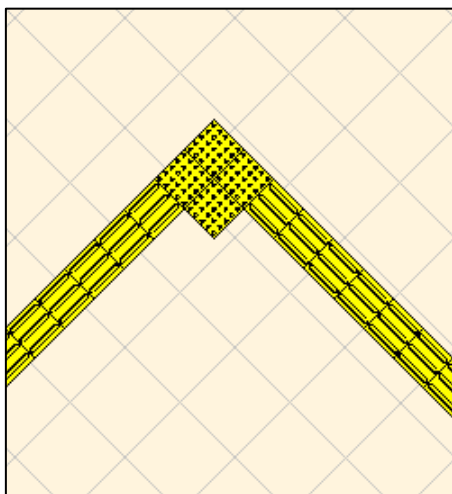


Figura 102 - Piso tátil com mudança de direção (Autor)

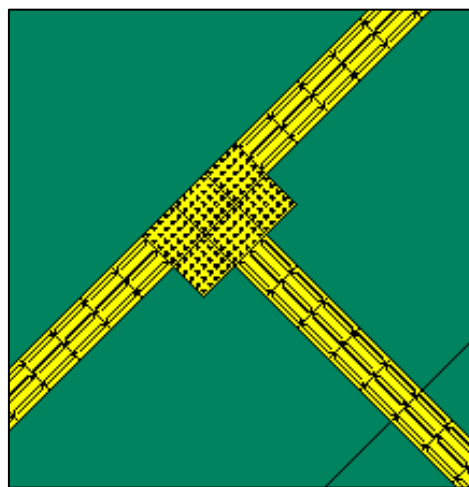


Figura 103 - Encontro de três faixas direcionais ortogonais (Autor)

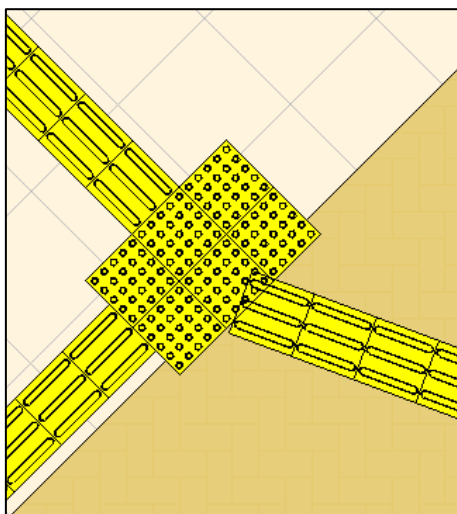


Figura 104 - Encontro de três faixas direcionais angulares (Autor)

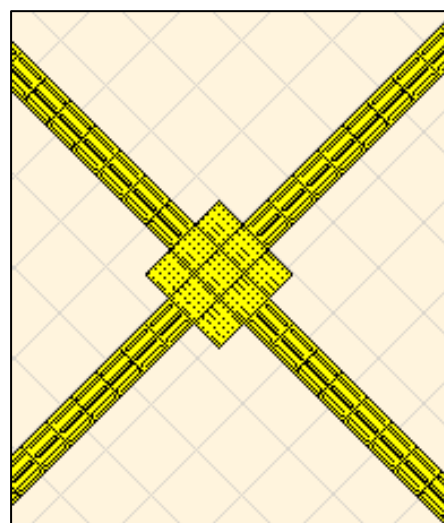


Figura 105 - Encontro de quatro faixas ortogonais (Autor)

3.4.1.3 Acessos e circulação

Seguindo as normas descritas no item 2.2.1 deste trabalho, foram destinados espaços para acessos e circulação de pessoas, conforme pode ser observado nas Figuras 106, 107 e 108.

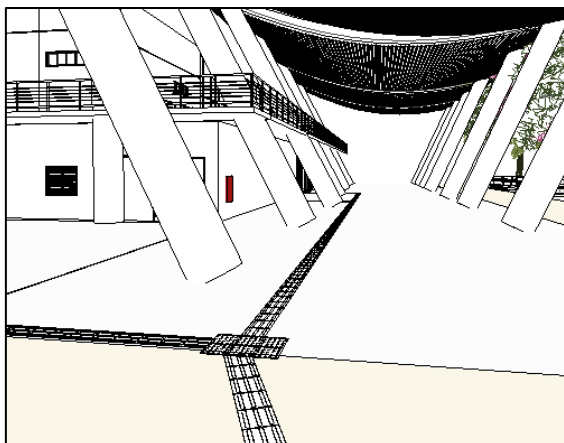


Figura 106 - Acesso principal
em perspectiva (Autor)

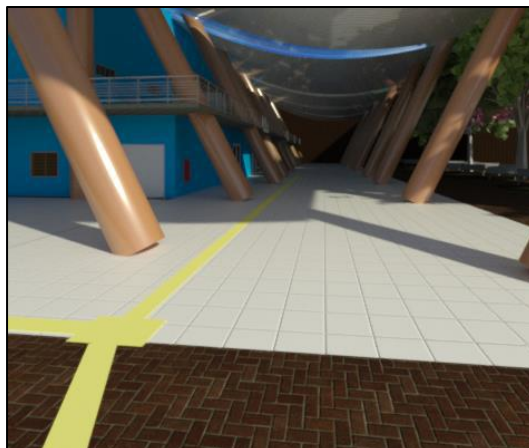


Figura 107 - Rota de acesso externa (Fonte: autor)



Figura 108 - Rota de acesso interna (Autor)

3.4.1.4 Sinalização

As figuras 109 e 110 representam as sinalizações contra incêndio no ginásio, que possui extintores e caixa de hidrante ao longo de seu perímetro.



Figura 109 - Sinalização contra incêndio (Autor)

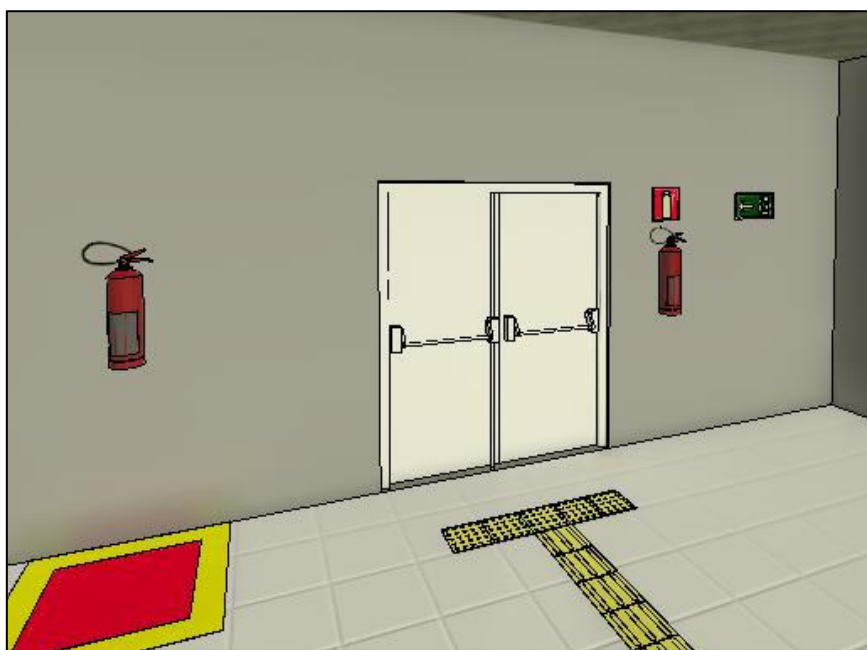


Figura 110 - Sinalização contra incêndio ao lado da saída de emergência (Autor)

3.4.1.5 Rota de fuga e área de resgate

O estudo apresenta rotas de fuga para a segurança dos usuários em caso de incêndio e pânico, como se pode ver nas figuras 111 e 112.



Figura 111 - Rota de fuga para a saída de emergência 1 (Autor)



Figura 112 - Rota de fuga para a saída de emergência 2 (Autor)

Com base nos parâmetros descritos no item 2.2.1, foi modelada a área de refúgio tendo sua saída voltada para o exterior do ginásio, como pode ser visto na Figura 113.



Figura 113 - Sala de refúgio (Autor)

Foi calculada a capacidade de pessoas nas arquibancadas (figuras 114 e 115) considerando a largura útil de 60 centímetros por pessoa e dividindo o comprimento total da arquibancada por este valor, encontrando assim a capacidade de 1200 pessoas nas arquibancadas. A Norma Técnica do corpo de bombeiros diz que a largura útil do assento em arquibancadas é de 42 cm, conforme visto no item 2.2.1 quando assentos físicos forem utilizados. Considerando-se ainda os espaços disponíveis no mezzanino 1 (Figuras 116 e 117) e no mezzanino 2 (Figuras 118 e 119) chegou-se na capacidade total do ginásio, sendo essa de 1300 pessoas.

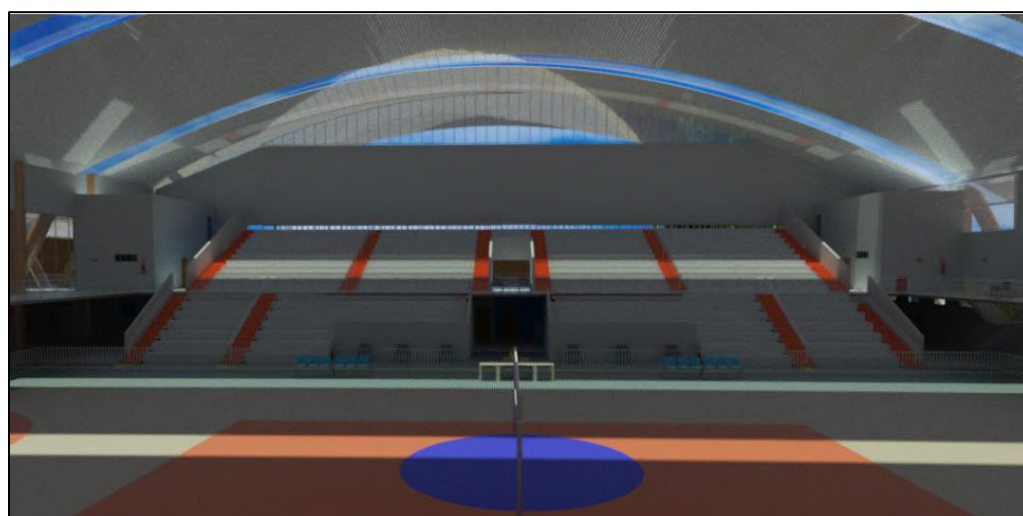


Figura 114 - Vista da arquibancada do ginásio (Autor)

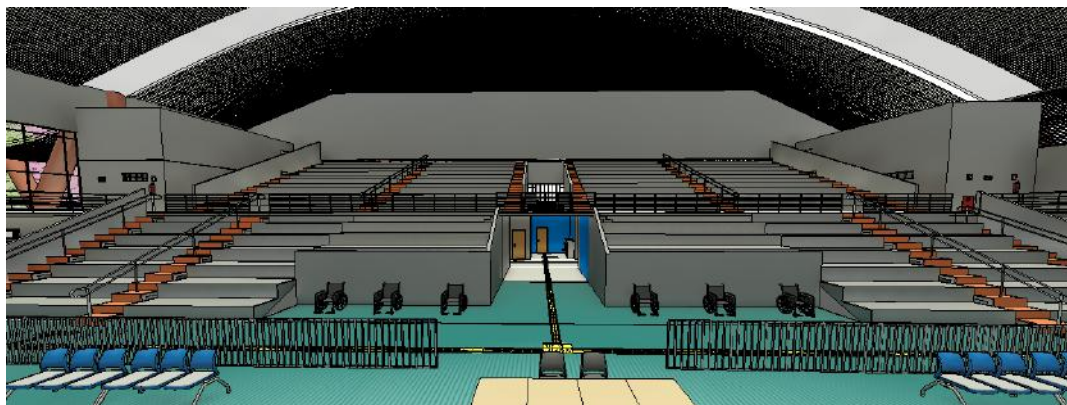


Figura 115 - Arribancadas do ginásio (Autor)

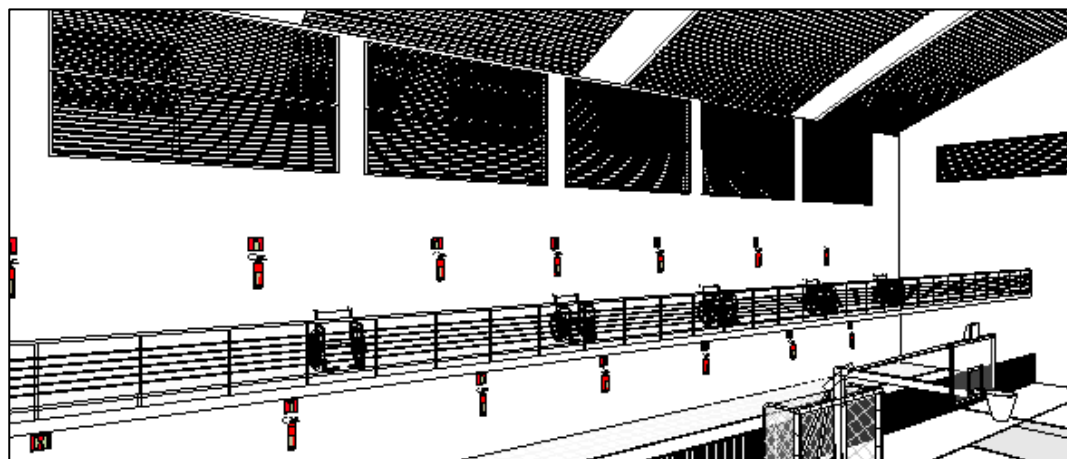


Figura 116 - Vista em perspectiva do mezzanino 1 (Autor)

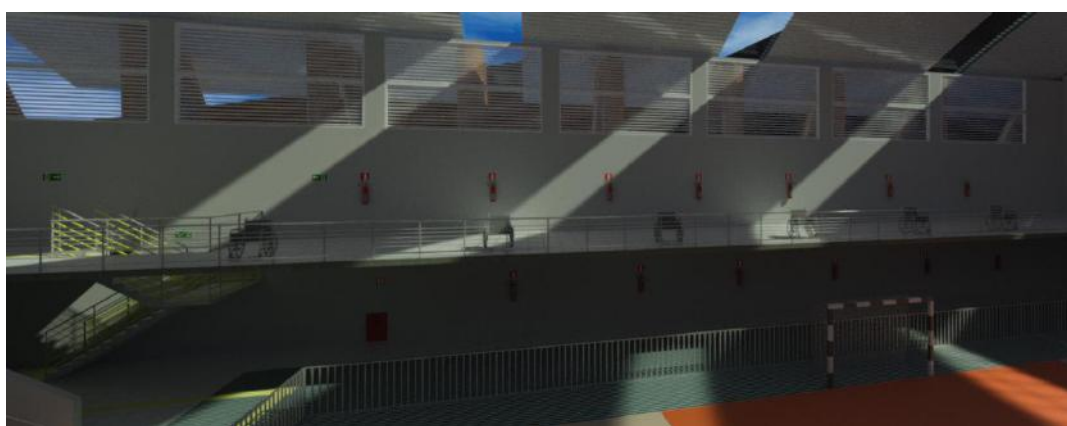


Figura 117 - Mezzanino 1 (Autor)

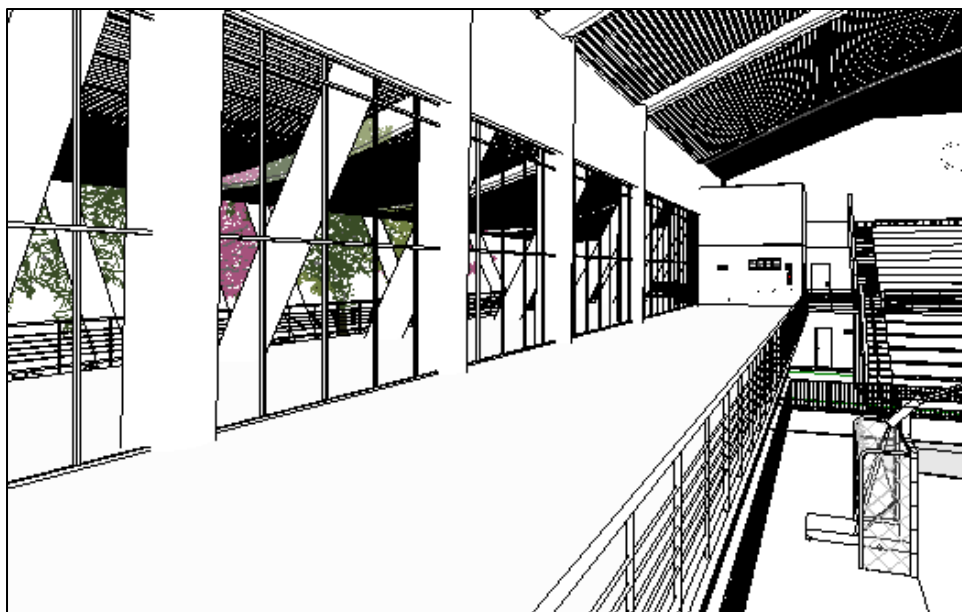


Figura 118 - Vista em perspectiva do mezzanino 2 (Autor)

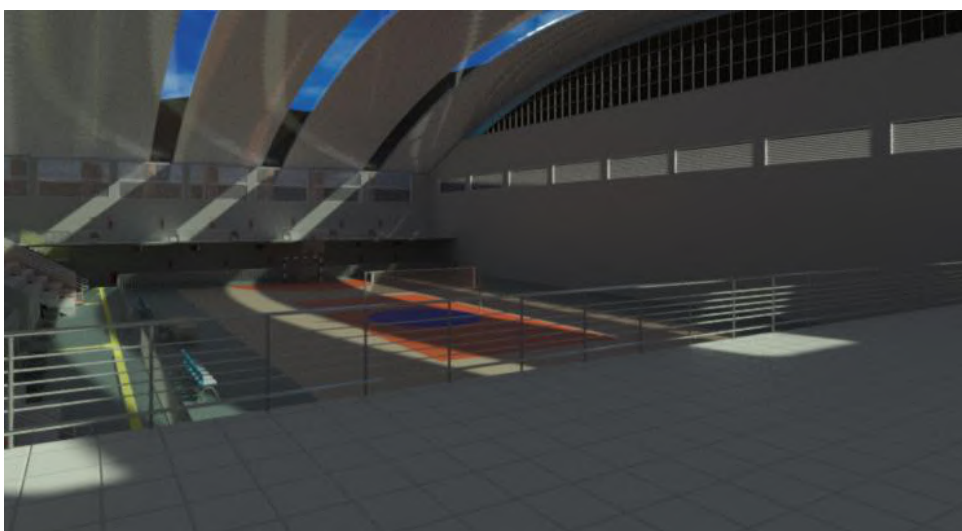


Figura 119 - Mezzanino 2 (Autor)

3.4.2 Materiais sustentáveis

Neste item são apresentados os materiais sustentáveis que foram utilizados na modelagem do projeto.

3.4.2.1 Bambu

Como visto no item 2.4.1.1 deste trabalho, o bambu pode ser utilizado como elemento estrutural. Para o ginásio, o bambu foi utilizado nos pilares de sustentação da cobertura, como pode ser visto nas figuras 120 e 121.

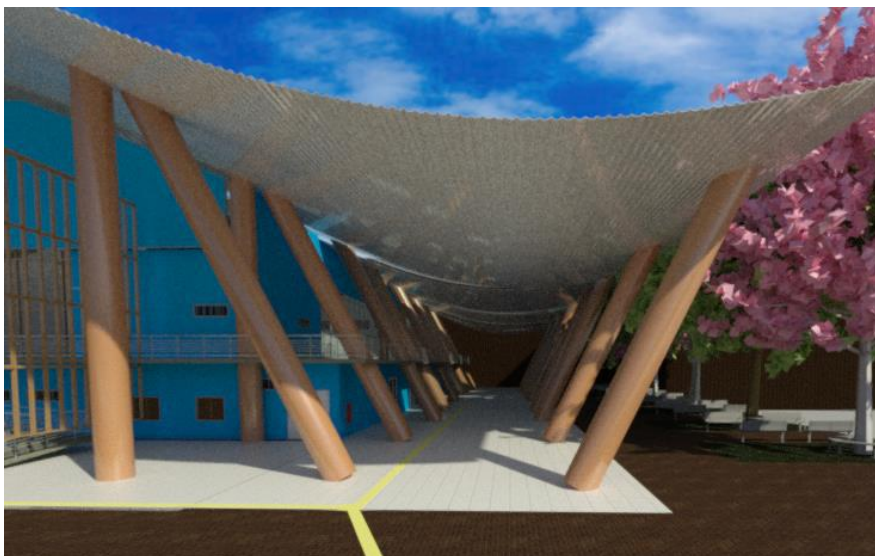


Figura 120 - Pilares circulares de bambu (Autor)

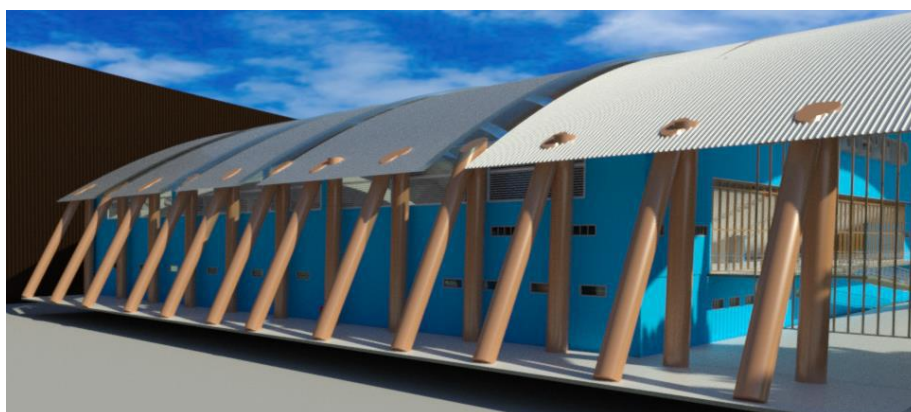


Figura 121 - Pilares circulares de bambu (Autor)

A região onde o terreno do projeto é situado fica próximo ao bairro as empresas de petróleo no município ficam instaladas. Assim fica na rota dos caminhões de grande porte que transportam grandes peças para essas empresas. Tal fato justifica a utilização de peças de bambu para os pilares, visto que o transporte até o local da obra é viabilizado.

Arelado a isso, existem no estado do Rio de Janeiro empresas que trabalham com bambu, o que dá forças para a utilização dele.

3.4.2.2 Telha ecológica com manta térmica

A telha ecológica com manta térmica (Figura 122) foi utilizada na cobertura do ginásio, favorecendo o conforto termoacústico dos usuários. Por se tratar de um material leve, a telha não exigirá uma grande solicitação dos pilares de bambu. Para a sustentação das telhas, pode-se utilizar de terças, ripas e caibros de madeira, para não poluir esteticamente o ambiente.

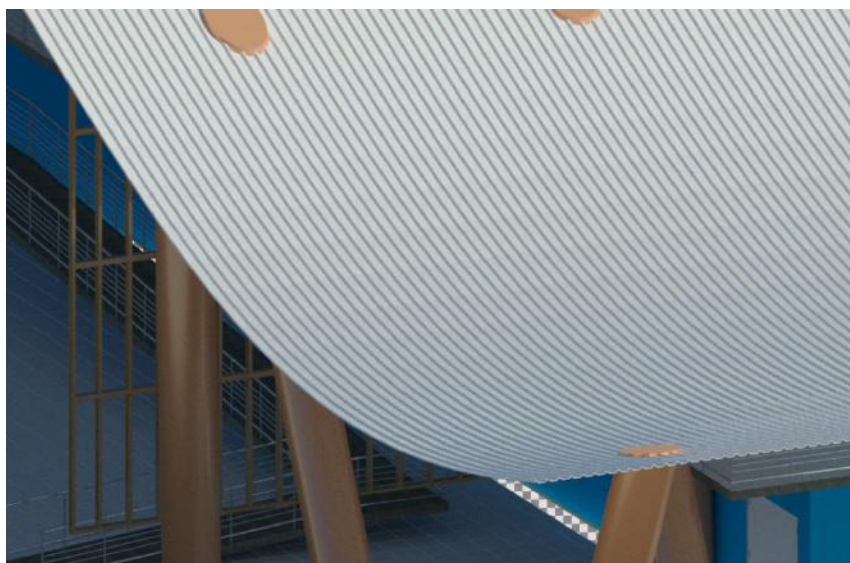


Figura 122 - Telha utilizada na cobertura do ginásio (Autor)

Existem fornecedores destas telhas no estado do Rio de Janeiro, facilitando a sua utilização.

3.4.2.3 Madeira de reflorestamento

A madeira de reflorestamento foi utilizada nos brises da fachada sudeste (Figuras 123 e 124), como solução para esconder a rampa de acesso lateral e permitir a passagem de vento para o primeiro pavimento. Assim se garante o conforto térmico para os usuários do primeiro pavimento bem como enriquece o projeto esteticamente.



Figura 123 - Brise de madeira de reflorestamento (Autor)



Figura 124 - Vista da fachada sudeste com o brise de madeira (Autor)

Além disso, a madeira de reflorestamento também foi utilizada como brise no fechamento da fachada sudeste no primeiro pavimento (figura 125), tendo uma largura entre as estacas de madeira de 1,2 metros, o que permite a passagem de pessoas para a sacada. Tal brise corresponde a parede do corredor que passa abaixo da arquibancada superior e que leva aos banheiros e mezzaninos do ginásio.

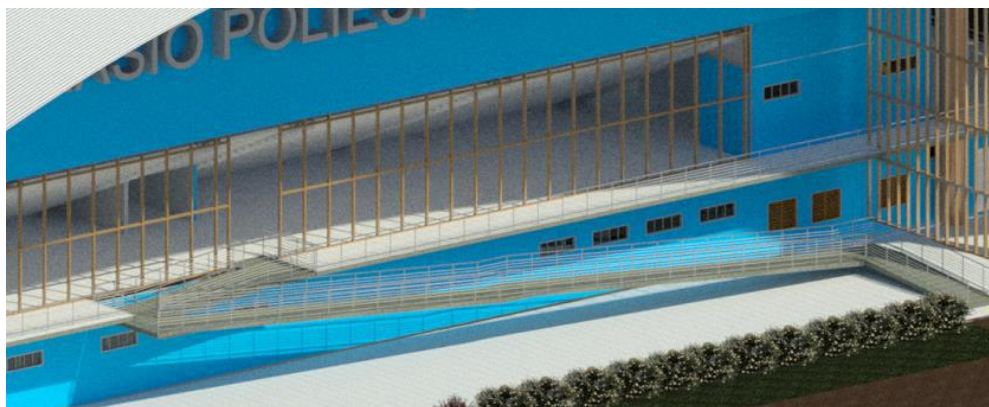


Figura 125 - Brises de madeira de reflorestamento (Fonte: autor)

3.4.2.4 Tinta ecológica

A pintura com o uso de tinta ecológica pode ser feita em todas as paredes do ginásio. Foi utilizada uma tinta azul na parede da fachada (figura 126) para representar a utilização deste material no projeto.

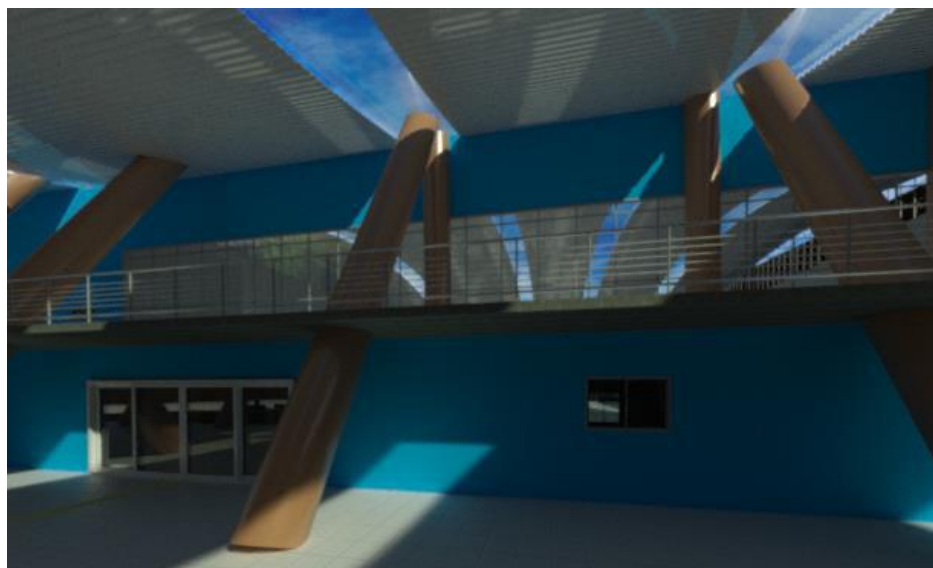


Figura 126 - Tinta ecológica na parede da entrada do ginásio (Autor)

Tal tinta pode ser feita de forma artesanal, utilizando solo do próprio terreno da obra e mesclando diferentes pigmentos para obter a cor que se deseja, mas também existem lojas de tinta que vendem tintas ecológicas que são feitas a base de água e pigmentos naturais e não recebem solventes, derivados do petróleo e sintéticos na sua produção, assim não causam impactos negativos ao meio ambiente.

3.4.2.5 Piso intertravado

O piso intertravado (figura 127) foi utilizado em toda a área externa do ginásio por ser uma alternativa sustentável, como forma de se drenar a água que cai no solo, através dos espaços entre os blocos. Por ter uma superfície antiderrapante, sua utilização garante uma maior segurança para os usuários em casos de chuva, por ter menos risco de quedas por conta de deslizamentos.



Figura 127 - Piso intertravado (Autor)

3.4.3 Aproveitamento de águas pluviais

Sabendo do histórico da falta de água na cidade universitária, faz-se necessário um sistema de coleta de águas pluviais para o abastecimento do projeto.

Para obtenção dos dados do consumo de água não potável do ginásio, foi realizado um levantamento das peças que utilizarão essa água com base nas informações contidas no item 2.4.5.1 deste trabalho, que pode ser visto na tabela 9.

Tabela 9 - Análise quantitativa das peças de utilização de águas de reuso (Autor)

Discriminação	Quantidade	Valor	Frequência
Bacia sanitária	39	9 litros/descarga	1vez/dia/pessoa
Mictório	15	2,5 litros/descarga	1 vez/dia/pessoa
Jardins	2	2 litros/dia/m ²	2 vezes/semana

Os valores das torneiras de irrigação do jardim foram calculados em função da área em que cada uma das duas torneiras irá abranger (Figuras 128 e 129) com o valor de 2 L/dia/m² de acordo com a tabela 9, conforme apresentado na tabela 10.



Figura 128 - Área do jardim 1 (Autor)

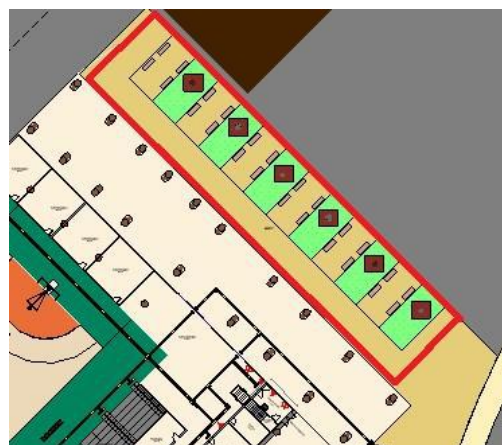


Figura 129 - Área do jardim 2 (Autor)

Tabela 10 - Consumo de águas de reuso no jardim (Autor)

Consumo em função da área			
Local	Área (m ²)	Consumo (m ³ /mês)	Consumo (m ³ /ano)
Jardim (Torneira 1)	1770,03	14,01	168,12
Jardim (Torneira 2)	648	5,15	61,8
TOTAL		19,16	229,92

A fim de se calcular a demanda de água em função da quantidade de pessoas, foi utilizado 1/4 do valor total (6103) de alunos matriculados nas universidades e no CAP presente na tabela 4 do item 3.1 deste trabalho para o cálculo da demanda nos sanitários e 1/4 do valor total de alunos para o cálculo da demanda nos mictórios. Sendo assim,

obtem-se o valor de 1525 pessoas por semana para os sanitários e para os mictórios. O que gera um valor de 6103 pessoas por mês nos sanitários e mictórios. Tal escolha de utilizar apenas 1/4 dos alunos matriculados se dá pelo fato de que dificilmente cada uma das pessoas matriculadas irão pelo menos uma vez no ginásio utilizar o banheiro. Multiplicando os valores por 9 litros/descarga para os sanitários e 2,5 litros/descarga e considerando a frequência de 1 descarga por pessoa (tabela 9) o valor de descargas utilizadas mensalmente é de 70,18 m³/mês, totalizando em 842,21 m³/ano de descargas utilizadas no ginásio do período de um ano, conforme tabela 11.

Tabela 11 - Consumo de água em função do número de pessoas (Fonte: Autor)

Consumo em função do número de pessoas				
Aparelho	Valor	Pessoas/mês	m³/mês	m³/ano
Sanitário	9 litros/descarga	6103	54,93	659,12
Mictório	2,5 litros/descarga	6103	15,26	183,09
TOTAL		12206	70,18	842,21

Em seguida foi realizado o cálculo do volume aproveitável de chuva através da Equação 2. Para isso, utilizou-se das precipitações mensais médias dos últimos 30 anos do município em Macaé (Climatempo, 2023) presentes na tabela 12.

Tabela 12 - Médias mensais de precipitação de chuva de Macaé (Fonte: Climatempo, 2023)

Mês	Média mensal (mm)
Janeiro	198
Fevereiro	122
Março	157
Abril	90
Maio	56
Junho	33
Julho	37
Agosto	35
Setembro	80
Outubro	109
Novembro	174
Dezembro	217
Média Anual	109

A média anual de pluviosidade é de 109 mm como visto na tabela 12. Para o cálculo da área de captação, foi utilizada metade da extensão total da cobertura (Figura 130) que alimentará o reservatório de águas pluviais devido as grandes dimensões da área

total da cobertura e em virtude de que está previsto no estudo apenas um reservatório, não sendo necessário a captação da água do telhado por inteiro. A área de captação foi calculada no software Revit e tem o valor de 2356 m², e sua representação pode ser vista na figura 131.

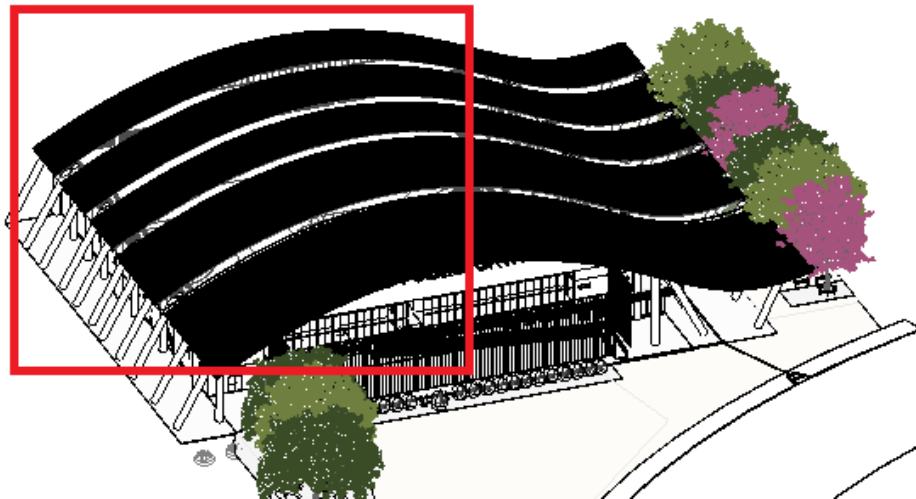


Figura 130 - Área de captação considerada pelo autor (Autor)

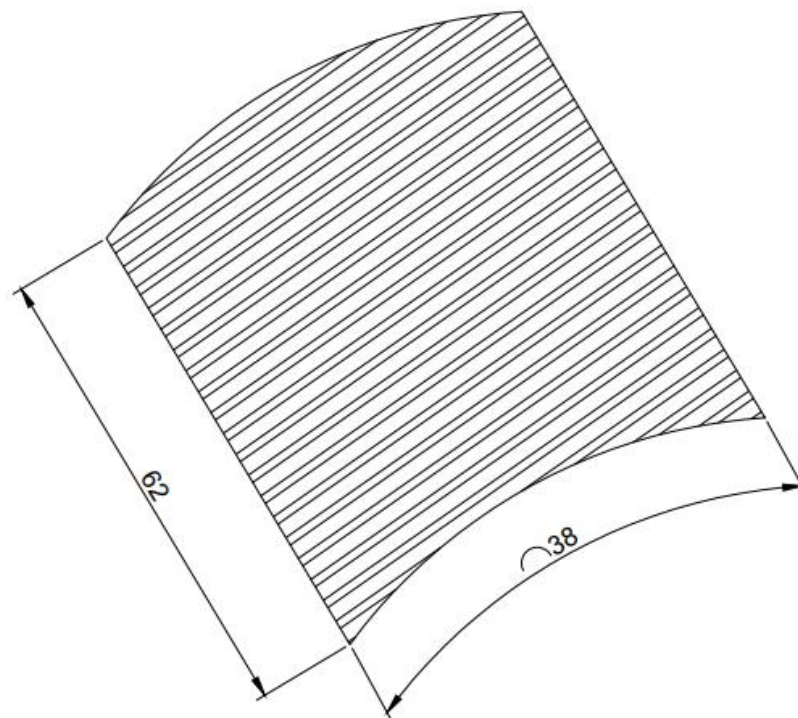


Figura 131 - Esquemática da área de captação do telhado (Dimensões em metros) (Autor)

Como a superfície do ginásio é de telhas ecológica, foi utilizado um valor médio entre os valores apresentados na tabela 3, com isso tem-se os dados para o cálculo do Volume aproveitável de chuva:

Dados:

P = média mensal

A = 2356 m²

C = 0,8

$V_{ap} = P \times A \times C$

Dessa forma, de acordo com a tabela 13, verificou-se que o volume total de precipitações possibilita que o telhado do ginásio possa captar um volume de água de 2465,32 m³ por ano.

Tabela 13 - Volume de chuva aproveitável do ginásio poliesportivo (Autor)

Mês	P (mm/mês)	Vap (m ³ /mês)
Janeiro	198	373,19
Fevereiro	122	229,95
Março	157	295,91
Abril	90	169,63
Maiο	56	105,55
Junho	33	62,20
Julho	37	69,74
Agosto	35	65,97
Setembro	80	150,78
Outubro	109	205,44
Novembro	174	327,96
Dezembro	217	409,00
Volume total (m³/ano)		2465,32

A partir dos valores encontrados na tabela 12 das precipitações médias mensais do município de Macaé, foi considerado 4 como o número de meses de pouca chuva, sendo eles maio, junho, julho e agosto, que as precipitações são discrepantes ao se comparar com as demais. Assim, conforme a Equação 1, foi realizado o cálculo do dimensionamento do reservatório de acordo com o Método Azevedo Netto.

Dados:

$$P = 1222 \text{ mm}$$

$$A = 2356 \text{ m}^2$$

$$T = 4 \text{ meses}$$

Resolução:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (\text{Equação 1})$$

$$V = 0,042 \times 1222 \times 2356 \times 4$$

$$V = 483.677,4 \text{ L ou } V = 483,68 \text{ m}^3$$

De acordo com os dados apresentados anteriormente, nota-se que o dimensionamento pelo método de Azevedo Netto de $483,68 \text{ m}^3$ é suficiente para assegurar a demanda de água não potável que o ginásio necessita. Percebe-se que devido ao elevado volume, as dimensões do reservatório serão bastante expressivas. Pode-se diminuir o volume para diferentes condições de dimensionamento, como o caso de se considerar um menor número de usuários ou para não o considera-lo sempre cheio, mas atendendo a demanda de consumo. Diminuir a área de captação também é uma solução para evitar as grandes dimensões do reservatório.

A Tabela 14 fornece os dados do Volume acumulado de água precipitada ao longo de um ano. Na segunda coluna são apresentados os dados do Volume aproveitável de água de chuva (Vap), a terceira coluna é o consumo total, onde foi somado o consumo em função da área de $19,16 \text{ m}^3/\text{mês}$ (Tabela 10) com o consumo em função do número de pessoas de $70,18 \text{ m}^3/\text{mês}$ (Tabela 11) totalizando em $89,34 \text{ m}^3/\text{mês}$. Na quarta coluna foi realizada a diferença entre o volume de chuva aproveitável (coluna 2) e o volume consumido (coluna 3) e o resultado corresponde a sobra. A coluna 5 corresponde ao volume acumulado no reservatório, onde se soma a sobra do mês anterior com a diferença entre o volume aproveitável e o consumo do mês em questão.

Tabela 14 - Volume acumulado durante o ano (Autor)

Mês	Vap (m ³ /mês)	Consumo (m ³ /mês)	Vap - Consumo	Volume acumulado (m ³)
Janeiro	198	89,34	108,66	108,66
Fevereiro	122	89,34	32,66	141,32
Março	157	89,34	67,66	208,98
Abril	90	89,34	0,66	209,64
Maio	56	89,34	-33,34	176,30
Junho	33	89,34	-56,34	119,96
Julho	37	89,34	-52,34	67,62
Agosto	35	89,34	-54,34	13,28
Setembro	80	89,34	-9,34	3,94
Outubro	109	89,34	19,66	23,60
Novembro	174	89,34	84,66	108,26
Dezembro	217	89,34	127,66	235,92
TOTAL	1308,00	1072,08	235,92	235,92

Inicialmente, considerou o reservatório vazio no mês de janeiro. Observa-se que nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, a quantidade do volume aproveitável de chuva não é suficiente para suprir a demanda do consumo mensal, mas em decorrência ao acúmulo de água dos meses anteriores, consegue satisfazer a demanda destes meses. Além disso, com o passar dos anos, a água acumulada de dezembro irá contribuir para o reservatório continuar sempre com água, diminuindo cada vez mais as parcelas negativas dos meses referidos, assim não se faz necessário o consumo de água de concessionária. Com isso, fica satisfeito que o reservatório calculado é suficiente para suprir a demanda do uso dos aparelhos que receberão essas águas, bem como o volume de água precipitado ao longo do ano.

A Figura 132 apresenta um croqui esquemático representativo do sistema estudado, desde o início da captação da água pluvial através do telhado do ginásio, seguindo pelas calhas onde as águas captadas são encaminhadas para o condutor que deságua na cisterna. A cisterna é o local onde as águas ficam armazenadas, e por recalque são encaminhadas para um reservatório superior de água de reuso, o qual alimentará através das instalações prediais, as peças destinadas ao uso de água não potável do ginásio, no caso, mictórios e vasos sanitários.

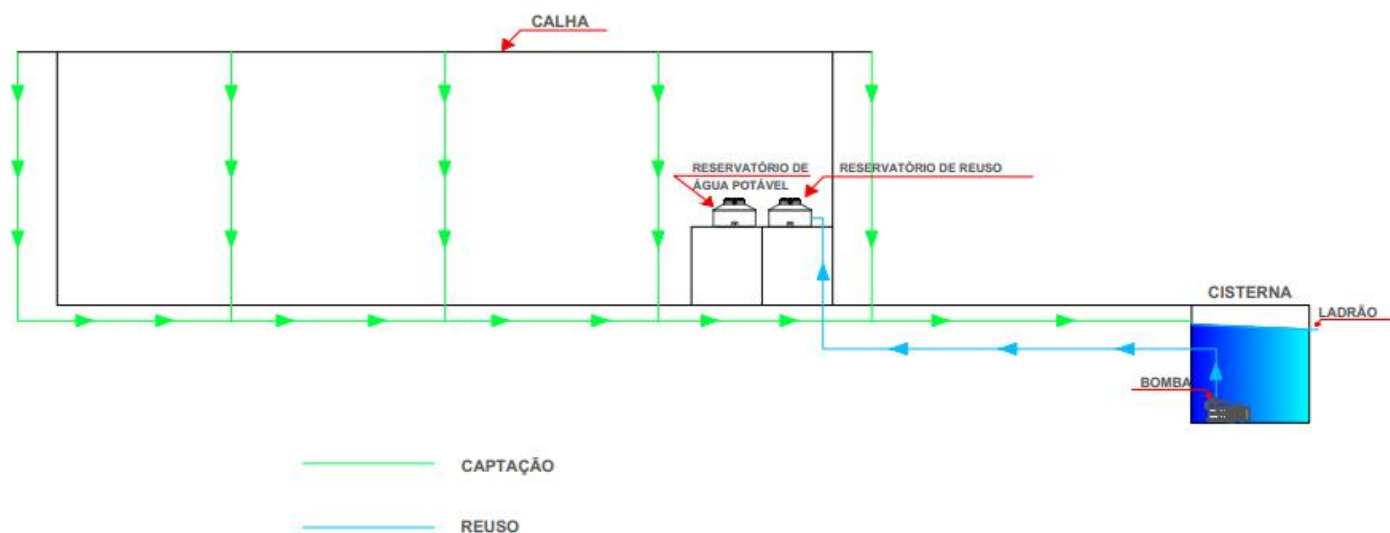


Figura 132 - Esquemática do sistema de reuso de águas pluviais (Autor)

As figuras 133 e 134 mostram a vista que permite entender onde estão localizadas as caixas d'água do ginásio. Foram dispostos 2 pares de caixas d'água, um em cada extremidade do 1º pavimento (figura 135), sempre em cima dos banheiros.

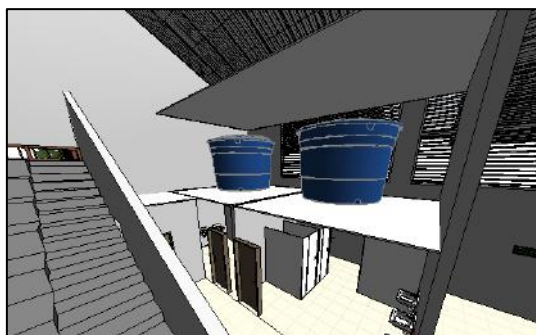


Figura 133 - Vista das caixas d'águas (Autor)

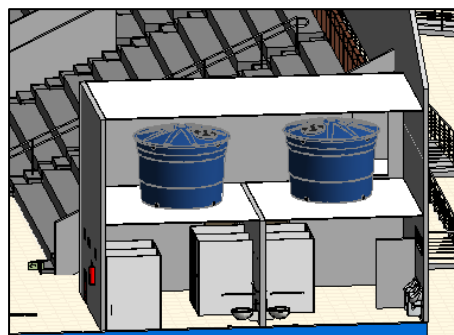


Figura 134 - Vista das caixas d'água (Autor)

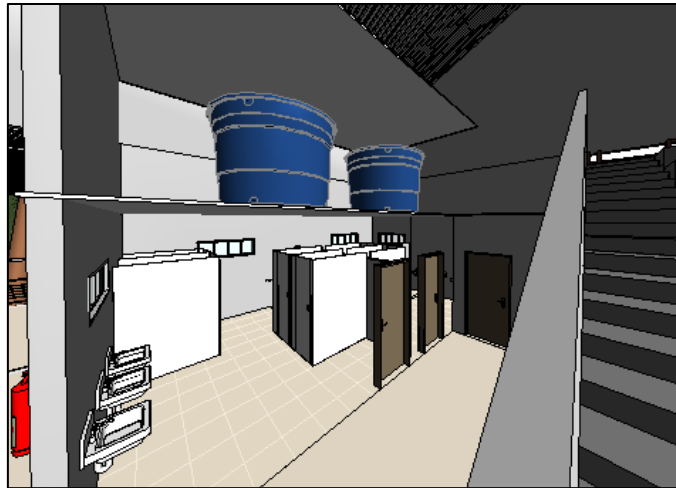


Figura 135 - Vista do par de Caixa d'água (Aluno)

3.4.4 Orientação Solar

Foi realizado o estudo solar no software Revit com o intuito de observar a orientação do sol ao longo do ano, de forma a tornar o projeto mais passivo. A figura 136, com uma vista superior do ginásio, representa a sua orientação de projeto.

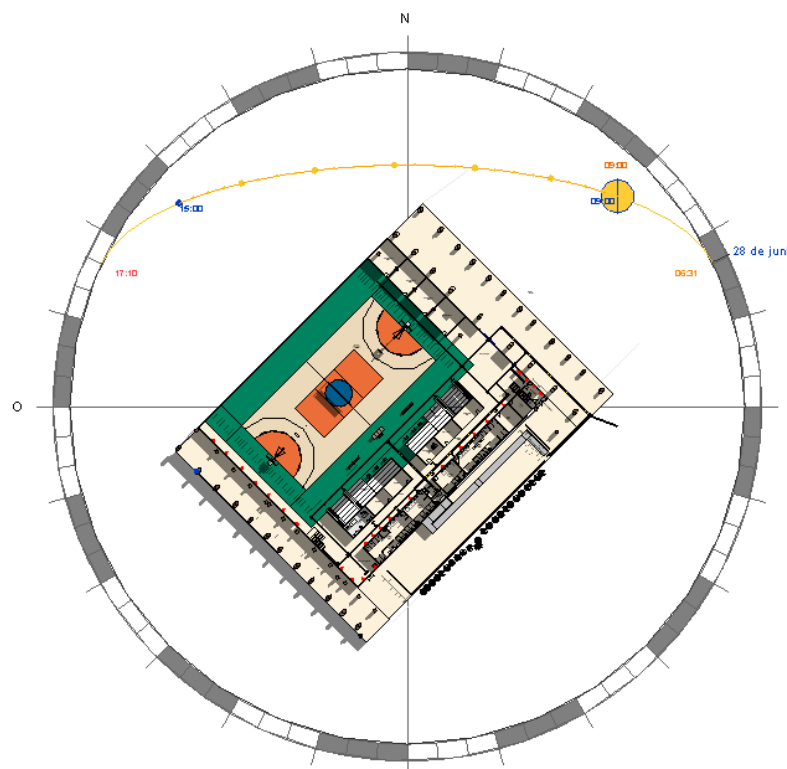


Figura 136 - Vista superior do ginásio com o caminho do sol (Autor)

Um estudo foi realizado para todas as estações do ano a fim de se observar o comportamento do sol em todas as estações. As figuras 137 e 138 mostram o estudo solar do projeto no verão, a 139 e 140 no outono, a 141 e 142 no inverno e por fim as figuras 143 e 144 na primavera no período da manhã e da tarde respectivamente.

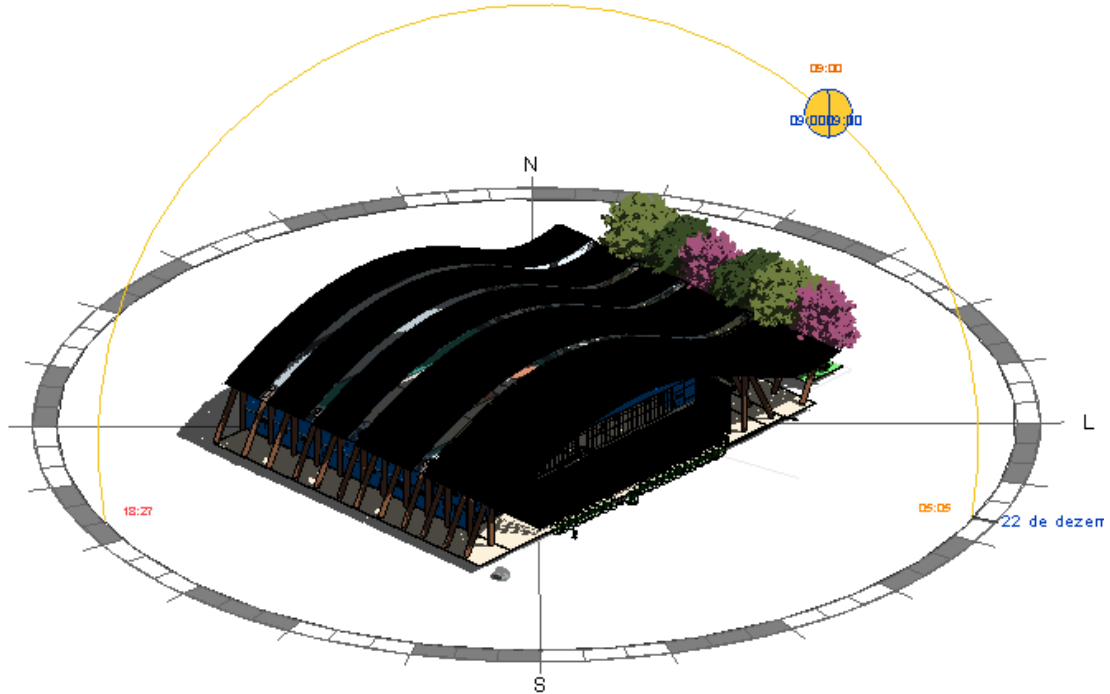


Figura 137 - Solstício de verão, 9:00 (Autor)

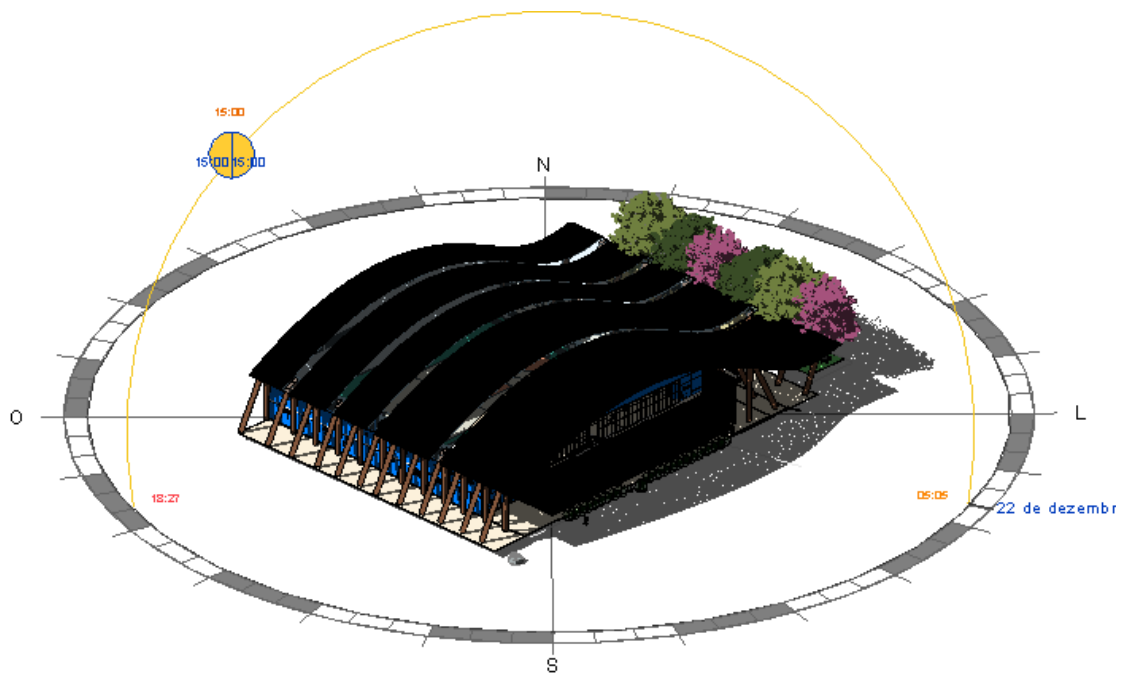


Figura 138 - Solstício de verão, 15:00 (Autor)

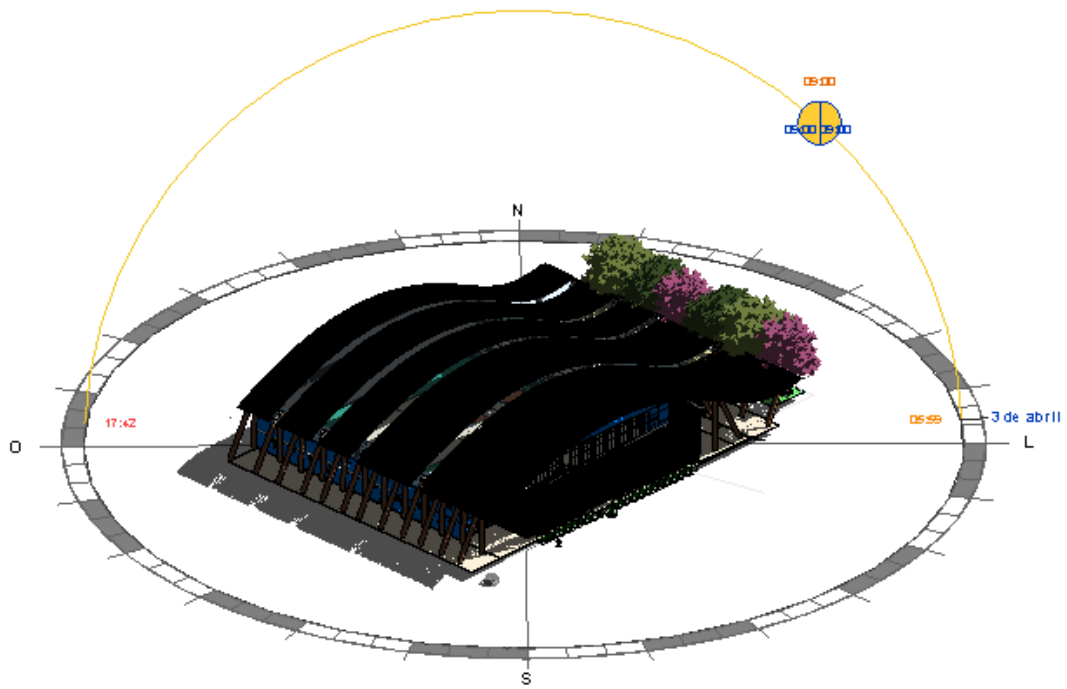


Figura 139 - Caminho do sol no outono, 09:00 (Autor)

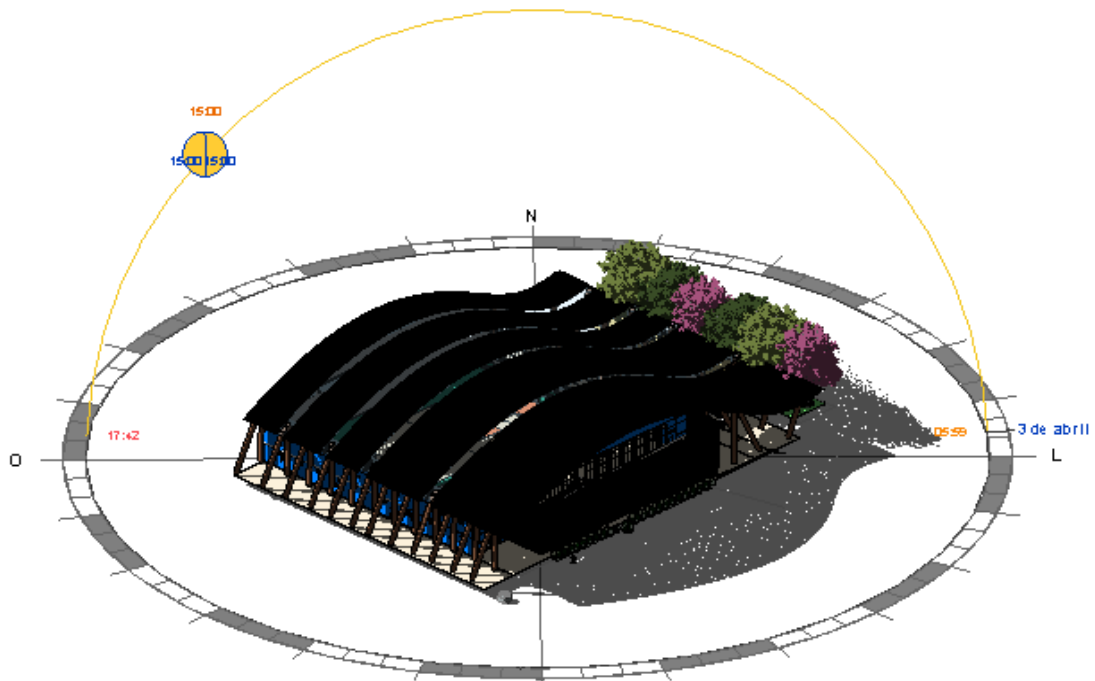


Figura 140 - Caminho do sol no outono, 15:00 (Autor)

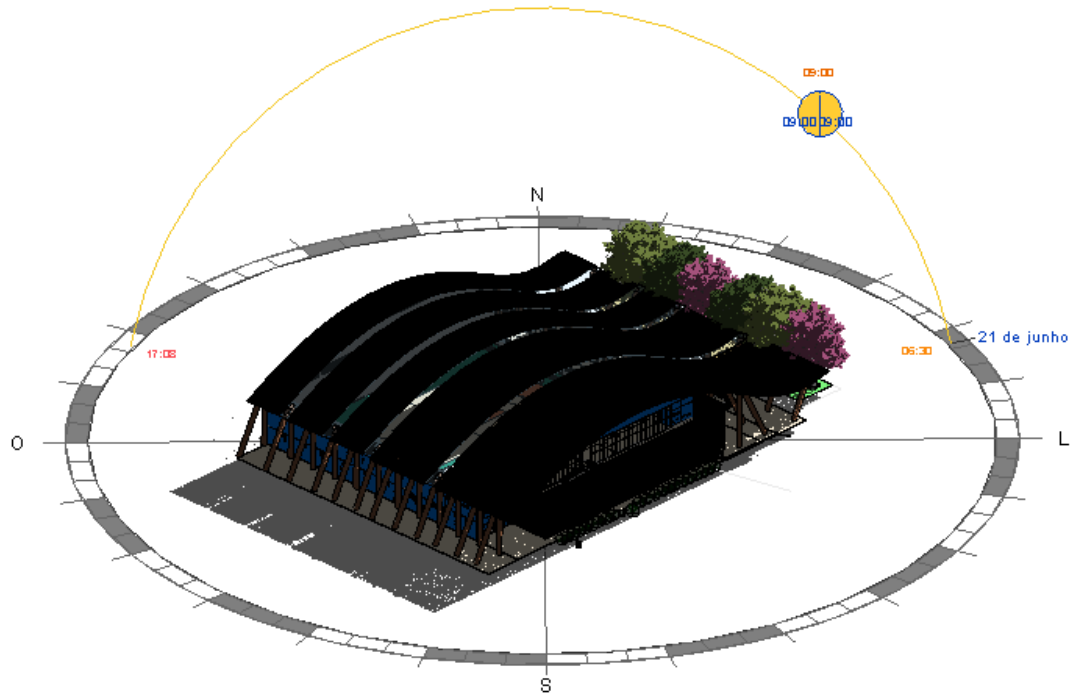


Figura 141 - Solstício de inverno, 9:00 (Autor)

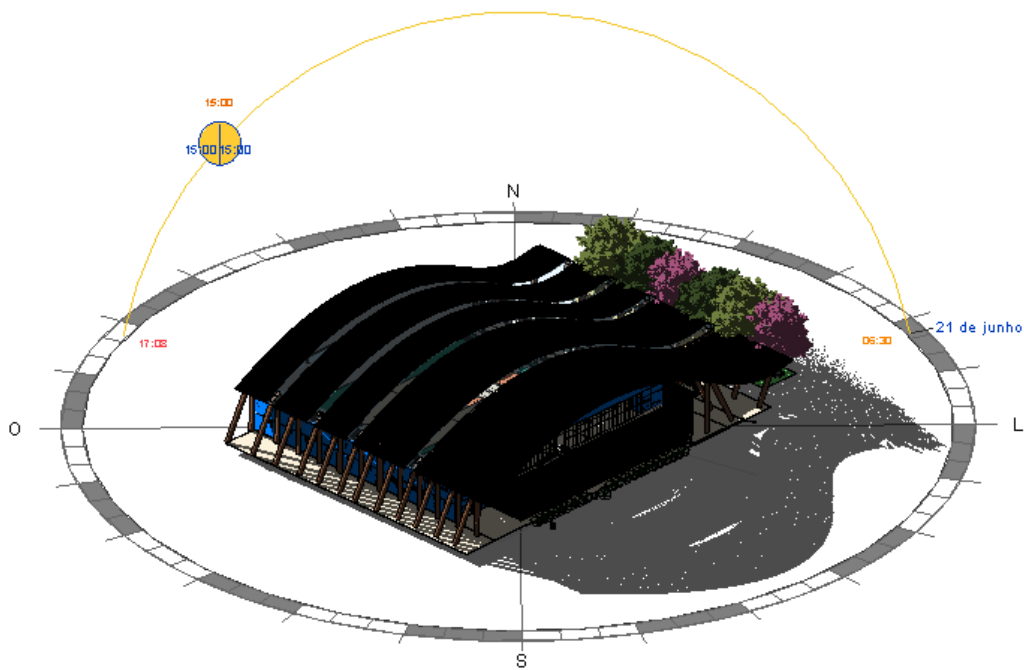


Figura 142 - Solstício de inverno, 15:00 (Autor)

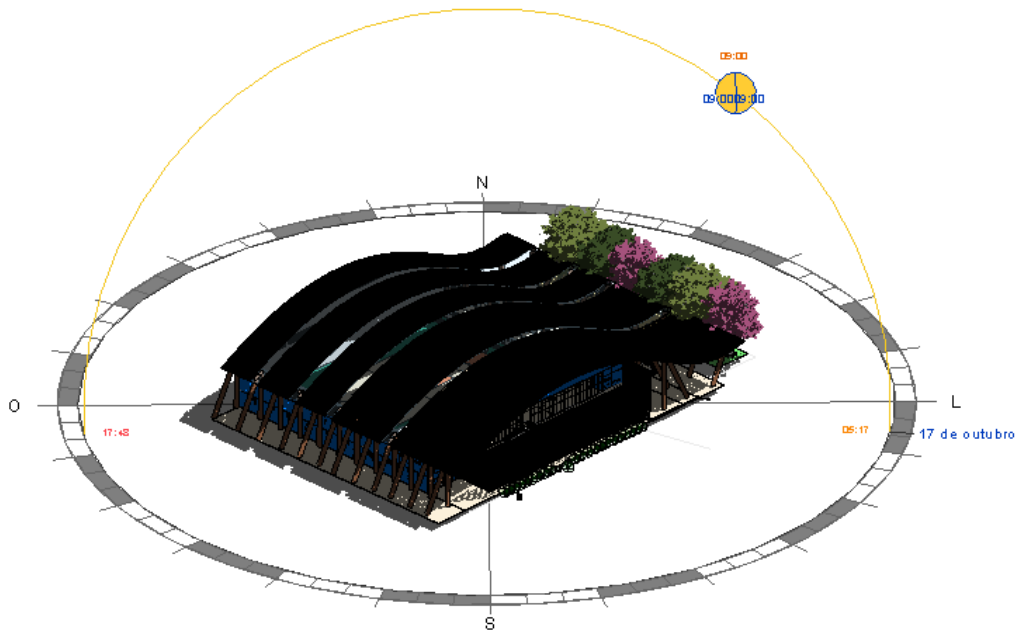


Figura 143 - Caminho do sol na primavera, 9:00 (Autor)

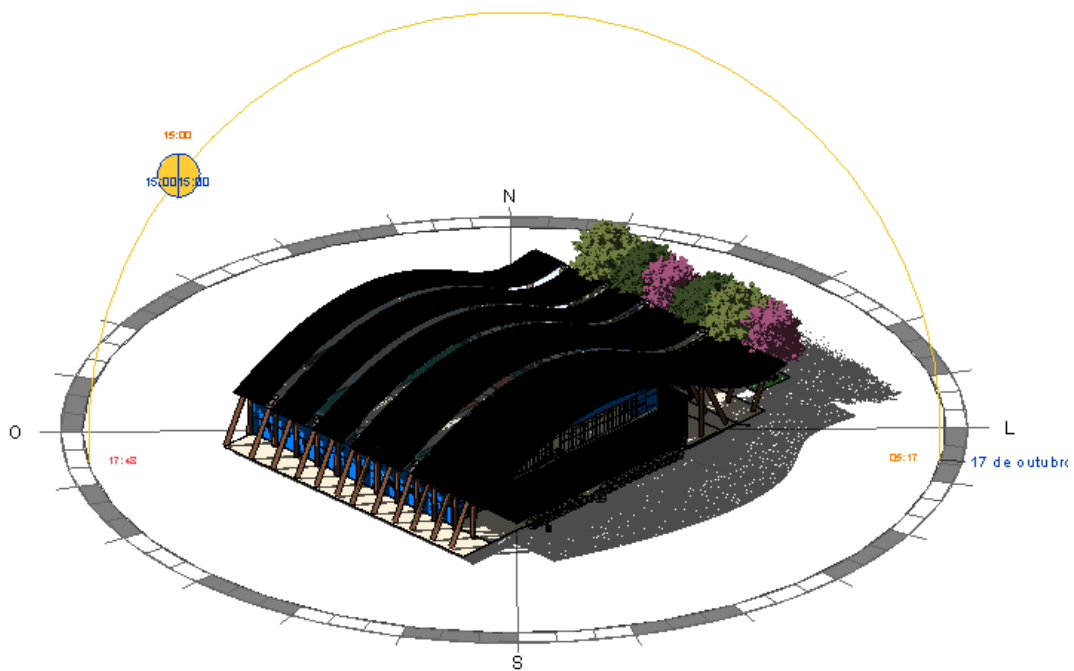


Figura 144 - Caminho do sol na primavera, 15:00 (Autor)

Além disso, foi realizado o estudo solar para um ano inteiro para se ter uma visão geral do caminho do sol, como pode ser observado nas figuras 145 e 146.

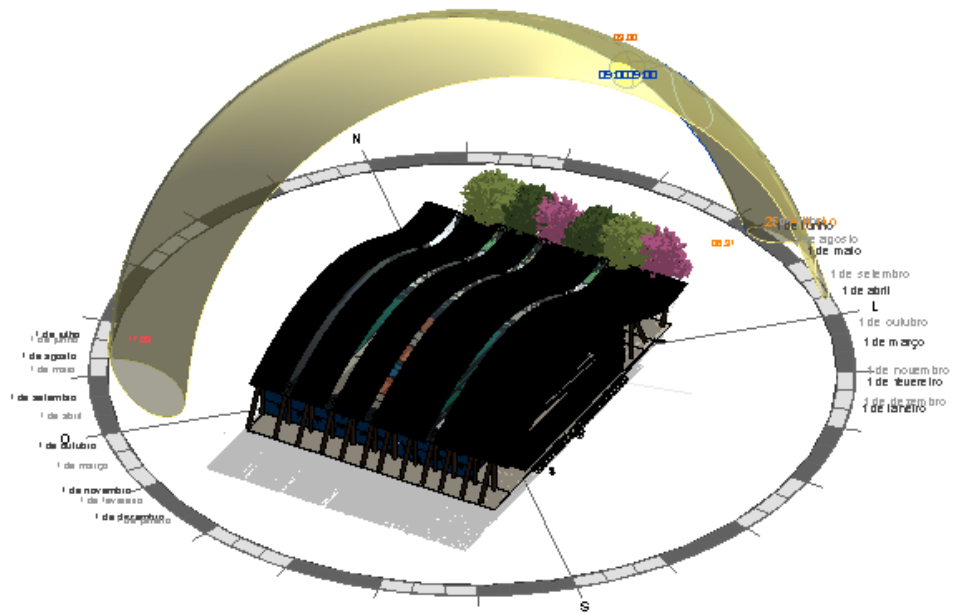


Figura 145 - Caminho do sol o longo do ano no período da manhã (Autor)

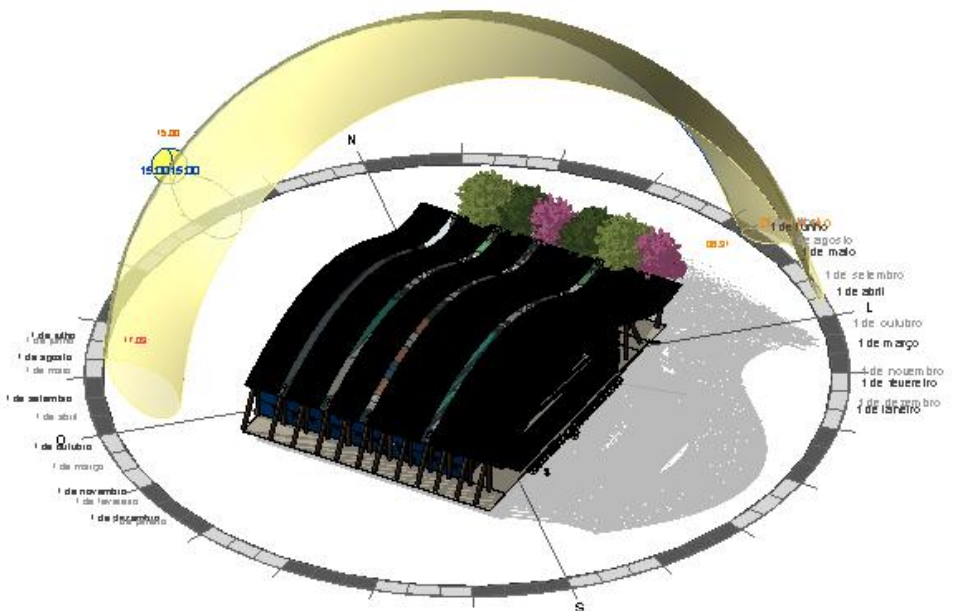


Figura 146 - Caminho do sol o longo do ano no período da tarde (Autor)

O estudo solar mostra o fato do posicionamento da fachada nordeste do ginásio (figura 147) estar localizada entre as direções norte e Leste é propícia para o conforto, pois ao longo de todo o ano há incidência de luz neste local. A maior abertura para iluminação fica justamente nessa fachada, influenciando diretamente na iluminação do interior do ginásio. Para a incidência de luz não coincidir direto sobre ginásio e causar desconforto durante a época de temperaturas elevadas, foram colocadas árvores nesta fachada que funcionam como bloqueio natural, garantindo o conforto dos usuários.

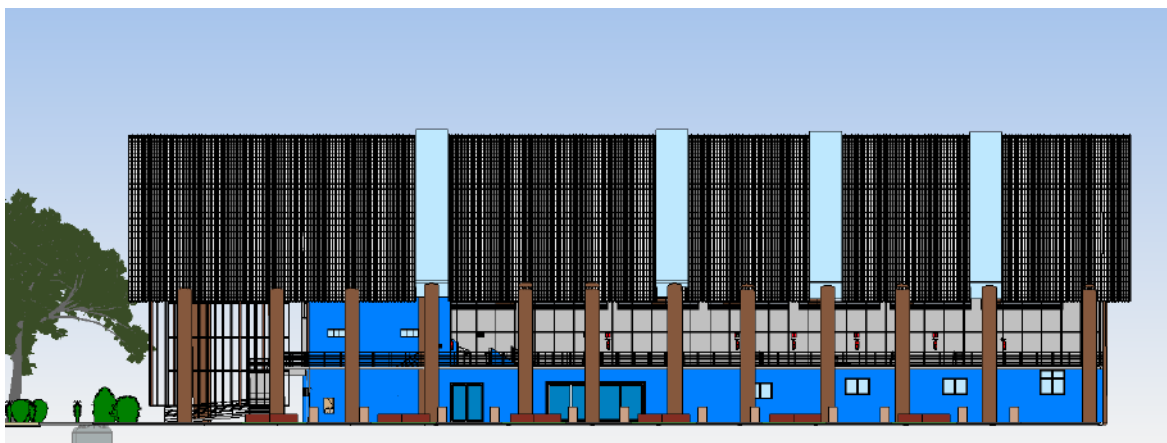


Figura 147 - Fachada nordeste do ginásio (Autor)

Além disso, pensando no conforto lumínico para os usuários da quadra do ginásio, foi implementado na cobertura telhas translúcidas que permitem a entrada de raios solares na direção da quadra, como pode ser visto nas figuras 148 e 149.

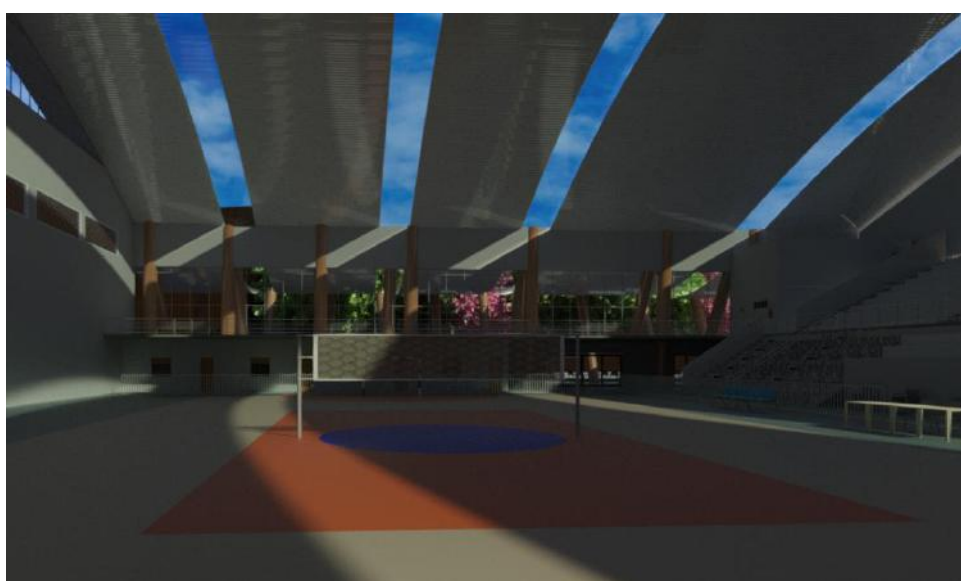


Figura 148 - Vista interna das telhas de vidro (Autor)

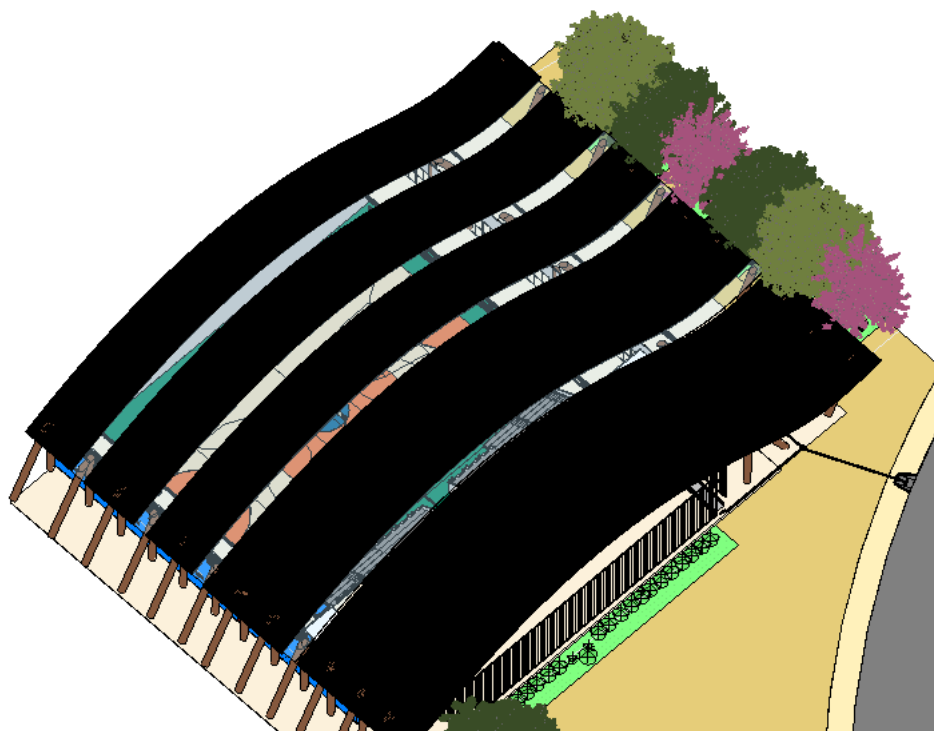
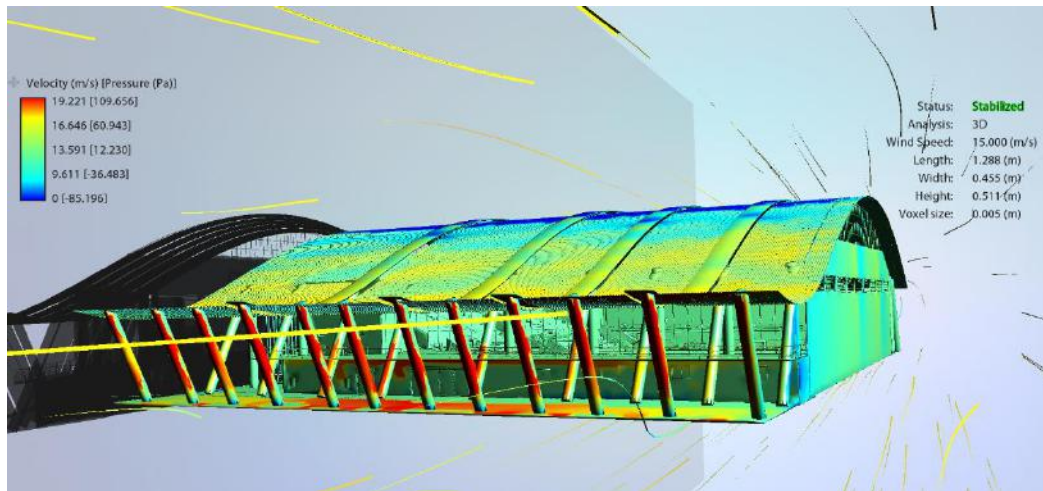


Figura 149 - Vista superior das telhas de vidro (Autor)

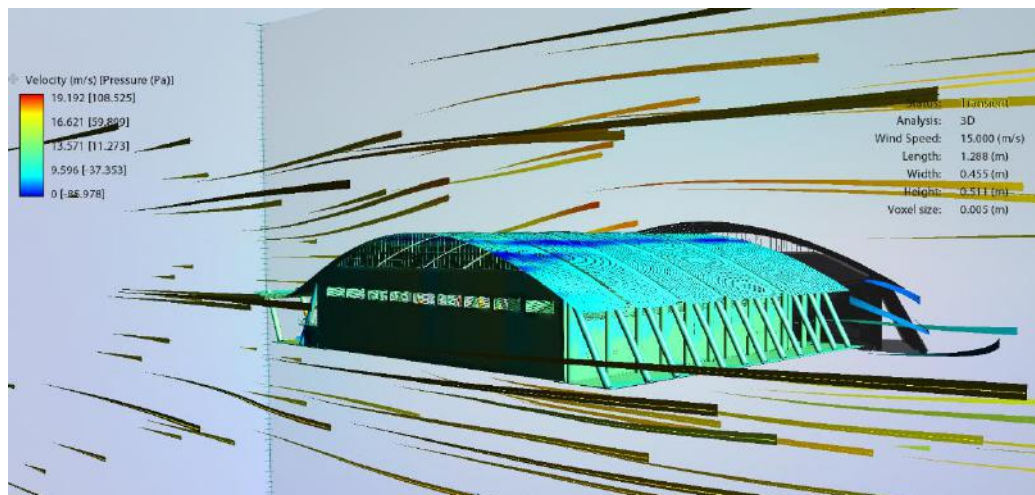
3.4.5 Ventilação cruzada

Com o intuito de promover conforto térmico no ginásio, foi realizada a modelagem do projeto pensando em aberturas estratégicas para entrada de ar. Analogamente, pensando na ventilação cruzada e no conceito da entrada e saída do ar em uma edificação, conforme visto no item 2.5.2, janelas e venezianas foram projetadas na mesma direção para que ar possa caminhar dentro do ginásio.

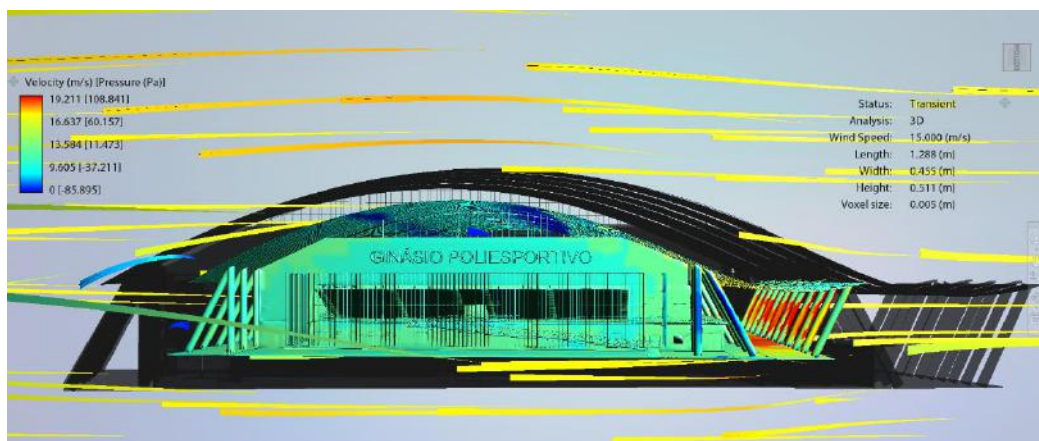
A partir dos dados dos ventos característicos do município de Macaé, conforme item 2.5.2, através do software Flow Design, que é uma ferramenta virtual de túnel de vento que auxilia profissionais da área de projetos, modelou-se o fluxo de ar em torno do ginásio para estudar os efeitos do vento na edificação, utilizando o valor de 15m/s para a velocidade do vento. O resultado pode ser observado em diferentes ângulos na figura 150 (a, b, c e d).



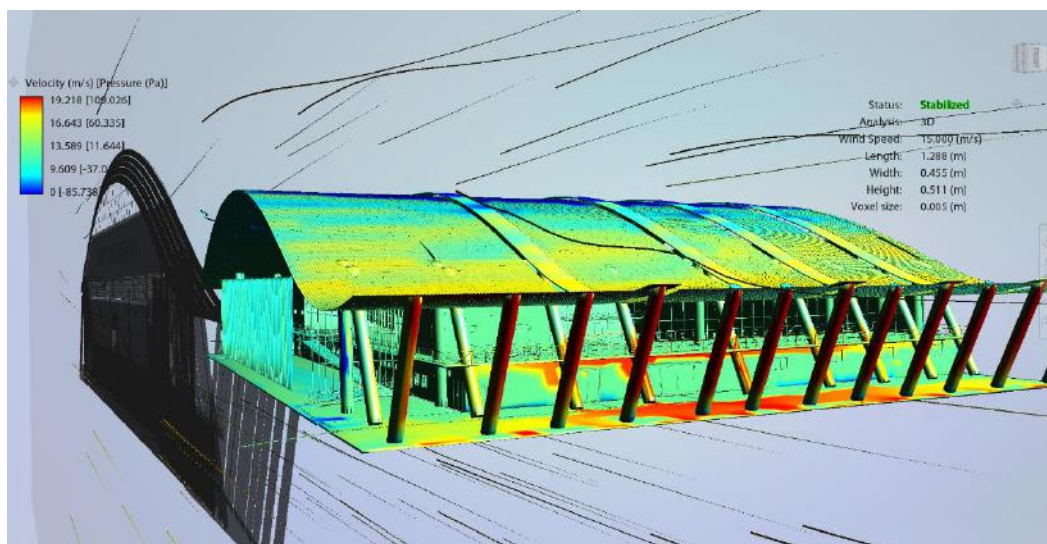
(a) Fachada Nordeste



(b) Fachada Sudoeste



(c) Fachada Sudeste



(d) Fachada Nordeste

Figura 150 - Simulação no software Flow Design do fluxo de ar na edificação: (a) Fachada Nordeste, (b) vista da fachada Sudoeste, (c) vista da fachada Sudeste e (d) Fachada Nordeste (Fonte: Flow Design, 2023)

Através do estudo pode-se observar que a fachada Nordeste é a que recebe a maior incidência dos ventos, uma vez que através da legenda da pressão se observa que é nessa fachada que o software mostra a cor vermelho. Tal fato demonstra que os ventos estão entrando no ginásio, pois ele possui uma grande abertura disposta nesta fachada.

Por outro lado, o vento em excesso pode ser um problema, principalmente no inverno. Para contornar esta situação, foram dispostas na fachada Nordeste árvores que ajudam a diminuir a intensidade dos ventos que chegam no ginásio.

3.5 VISÃO GERAL

A figura 151 mostra um compilado com as propostas de implantação apresentados neste capítulo.

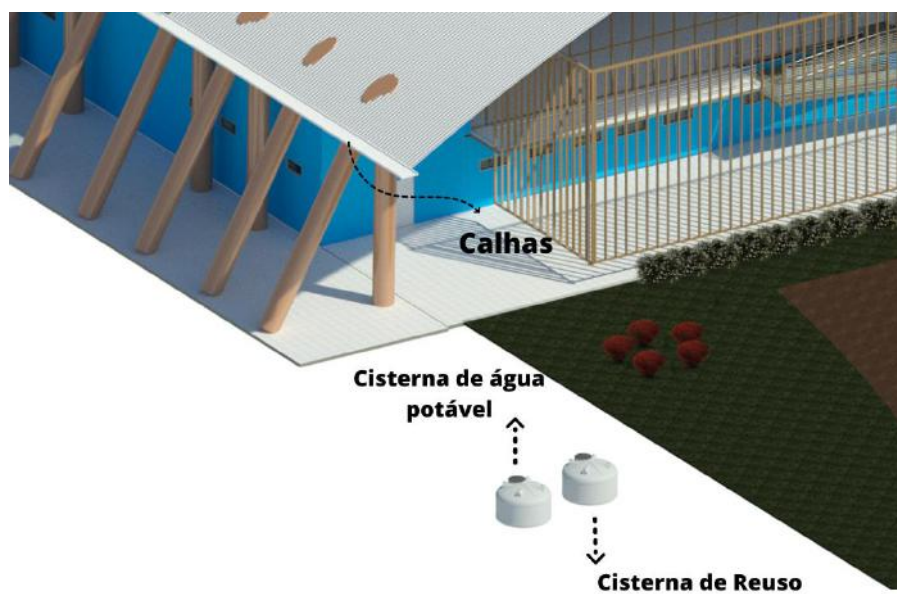
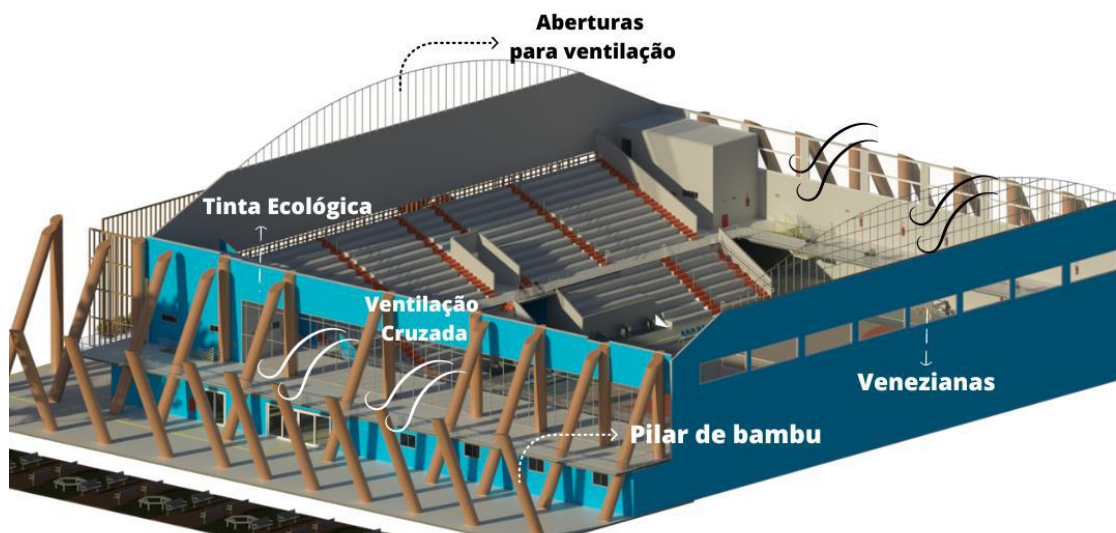


Figura 151 - Esquema geral com as intervenções propostas (Autor)

O município de Macaé carece de locais propício para o treinamento e realização de competições esportivas. Em um passado não tão distante a cidade foi exemplo de apoio ao esporte, tendo equipes profissionais de vôlei (Figura 152), basquete (Figura 153), lutas etc. O ginásio Poliesportivo da cidade passa por reformas há anos e não há previsão de término. Através deste trabalho, as atenções poderiam ser voltadas para a construção de um novo ginásio para o município dentro das instalações da cidade universitária. A comunidade acadêmica passa a ter um local propício para a prática de esportes e a prefeitura teria a disponibilização de levar projetos sociais para o ginásio, mantendo as crianças e jovens perto do ambiente da educação, estimulando-os a seguir neste caminho.



(a)



(b)

Figura 152 (a) e (b) - Extinto time profissional de vôlei de Macaé (Fonte: Google, 2010. <http://universodovolei.blogspot.com/2011/02/superliga-em-noite-inspirada-de-camilla.html>)



Figura 153 - Extinto time profissional de Basquete de Macaé (Fonte: google, 2013. <https://ge.globo.com/rj/serra-lagos-norte/noticia/2013/04/missao-nbb-boa-campanha-na-copa-brasil-sudeste-faz-macaé-sonhar-alto.html>)

Não é difícil encontrar exemplos de times profissionais que utilizam ginásios de universidades. A JF vôlei (Figura 154) é uma equipe profissional que participa do

campeonato nacional que conta com o auxílio da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e realiza seus treinos e jogos oficiais no ginásio da universidade (Figura 155). A equipe ainda conta com o apoio do projeto de extensão chamado “Voleibol UFJF – Núcleo de Formação Esportivo-Social” que tem como objetivo fomentar a prática esportiva entre crianças e jovens de escolas públicas da cidade por meio de núcleos de formação de atletas. A equipe funciona como uma espécie de laboratório associado às pesquisas acadêmicas realizadas por alunos da UFJF da graduação ao doutorado. Assim fica evidente que o esporte e a educação podem estar vinculados, um dando suporte ao outro, como um dos objetivos deste trabalho.



Figura 154 - Time da UFJF

(Fonte: UFJF, 2019)



Figura 155 - Ginásio da UFJF

(Fonte: UFJF, 2019)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dada a considerável influência do setor da Engenharia civil, que se destaca pelo elevado consumo de materiais, energia e geração de resíduos, torna-se evidente a urgência de adotar técnicas mais sustentáveis nesta área. Assim, o presente trabalho apresentou algumas técnicas na modelagem do ginásio para se garantir a harmonia com o meio ambiente.

Chegado ao fim deste trabalho pode-se listar quais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram alcançadas, sendo elas:

- 3 – Bem estar e saúde. Com a finalização da obra do ginásio, a população acadêmica e do município passam a ter um local propício para a prática de atividades físicas, realizando assim a manutenção da saúde e bem estar;
- 8 – Emprego digno e crescimento econômico. A obra de construção do ginásio gera empregos para a população, que leva a um crescimento econômico do município. Eventos esportivos podem ser realizados no local, atraindo visitantes para o ginásio e aumentando a receita do município;
- 9 – Indústria, inovação e infraestrutura. Através das técnicas sustentáveis, o projeto alcança índices inovadores quando se comparado a outras edificações;
- 11 – Cidades e comunidades sustentáveis. O emprego de materiais e técnicas sustentáveis no projeto permite a difusão do tema para que outros projetos utilizem dos mesmos princípios e se obtenha uma comunidade sustentável;
- 12 – Consumo e produção responsáveis. Através do sistema de aproveitamento de águas de chuva, há uma produção responsável de água não potável que supre a demanda de consumo de água nos aparelhos sanitários;
- 13 – Combate às alterações climáticas. A troca da utilização de materiais sustentáveis no lugar de materiais que apresentam impactos ambientais negativos ajuda no combate às alterações climáticas.

O trabalho teve como premissa a maximização do aproveitamento dos recursos naturais, como o sol e o vento e conseqüentemente a redução dos impactos do uso de fontes artificiais de iluminação e refrigeração.

Com base no estudo da orientação solar, o posicionamento do ginásio no terreno permite a entrada de luz solar através das aberturas nas fachadas e das telhas de vidro transparente na cobertura. Seguindo a mesma linha de raciocínio, nas fachadas Sudeste e Noroeste foram dispostos um conjunto de janelas de vidro no fechamento da parede que ajudam no conforto lumínico para os usuários.

Para a ventilação cruzada, foi disposto uma grande abertura na fachada Nordeste, que através do estudo dos ventos pôde se constatar que é o local que recebe a maior incidência dos ventos. Tal fato se dá pela análise da pressão nas paredes do ginásio, onde esta é a fachada que apresenta o maior valor de pressão nas suas paredes. Assim o vento consegue entrar no ginásio e levar conforto para os que estiverem presentes. Seguindo o conceito de ventilação cruzada, as fachadas Sudoeste e Noroeste receberam venezianas que permitem a passagem do vento que entra no ginásio, deixando o ambiente sempre com o ar renovado.

Optou-se por usar o bambu como material para os pilares da cobertura devido às suas características de resistência mecânica, versatilidade e baixo impacto ambiental e por ser abundante em regiões de clima tropical. No mesmo raciocínio, tem-se a utilização de madeira de reflorestamento que são obtidas através de árvores que são plantadas já com o intuito de serem extraídas posteriormente, não causando assim um desequilíbrio no ecossistema local da floresta.

A tinta ecológica surge como uma solução para evitar a utilização de tintas industriais que possuem compostos poluentes em sua composição. Por ser encontrada facilmente em lojas de tinta sua escolha para o projeto a torna viável.

Devido a necessidade de resolver a problemática de falta de água recorrente que o polo universitário sofre, foi pensado em um sistema de captação de água da chuva, que abastecerá os aparelhos sanitários dos banheiros e torneiras de irrigação e lavagem do jardim e calçada. A ideia da cobertura curva do telhado veio para ajudar no sistema de captação de água, onde o formato curvo do telhado juntamente com as suas dimensões auxilia no direcionamento dessas águas até as calhas. O piso intertravado utilizado na área externa permite a drenagem da água que cai no chão, podendo futuramente ter contribuição no sistema de coleta de águas pluviais.

Através do estudo da demanda de água do ginásio, fica provado que o volume da cisterna que recebe a água da chuva é capaz de suprir as necessidades da edificação ao longo do ano. Atrelado a isso, a análise das precipitações mensais do município auxiliou

na estimativa do volume que a cisterna terá ao longo do ano, e com o cálculo do volume aproveitável fica evidente que as chances do reservatório ficar vazio são pequenas.

Sabendo da necessidade de adequar o ginásio para pessoas que possuem algum tipo de deficiência, seja ela física ou cognitiva, o estudo preliminar de acessibilidade visa garantir a utilização e permanência dessas pessoas no local. Conforme foi descrito no trabalho, as universidades presentes no Polo universitário de Macaé possuem vagas reservadas para o ingresso destes alunos, então é preciso garantir que eles terão facilidade e até mesmo condições de acesso ao ginásio. As normas de acessibilidade auxiliaram na implementação das exigências obrigatórias.

As técnicas ecoeficientes propostas no projeto visam promover o conforto térmico e lumínico, minimizar a degradação ao ambiente natural e viabilizar o projeto economicamente, para que tenha o menor impacto ambiental possível e permita a harmonia dos usuários com o meio. É importante destacar que as possibilidades de implantação de técnicas sustentáveis são enormes e o presente trabalho apresentou apenas algumas. Assim, fica de sugestão para futuros projetos o estudo de instalação de placas solares para geração de energia na cobertura do ginásio, para uso local e para abastecimento da rede do Polo universitário.

Ressalva-se que o presente trabalho teve como foco o estudo preliminar do ginásio, e o seu projeto arquitetônico. Assim, não foi pensado no seu projeto executivo. Ficando também de sugestão para próximos trabalhos o foco na parte estrutural do ginásio.

Finalizado este trabalho de conclusão de curso, foram atingidos os objetivos gerais e específicos estabelecidos ao modelar o ginásio com o auxílio do software Revit e ao realizar os estudos de técnicas e intervenções sustentáveis que possibilitam a minimização de impactos ambientais. O trabalho incita a difusão do tema de sustentabilidade e acessibilidade em edificações que são extremamente importantes e necessários. Fica de sugestão para futuros projetos o estudo de instalação de placas solares para geração de energia na cobertura do ginásio, para uso local e para abastecimento da rede do Polo universitário, bem como a execução das plantas executivas e de instalações.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. G., SILVEIRA, A., ARAÚJO, T. F. **Dimensionamento de um reservatório para aproveitamento de água da chuva em um ginásio poliesportivo na cidade de Natal/RN**. Trabalho de conclusão de curso, Centro Universitário Facex, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151**: Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – aplicação do uso em geral. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.844**: **Instalações Prediais de Águas Pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: **Aproveitamento de Água de Chuva Para Fins Não Potáveis**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: **Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: **Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

ALBERNAZ, L. 2016. **Primeiros jogos olímpicos da era moderna**. Disponível em: < <https://www.folhavoria.com.br/esportes/blogs/loucaporesportes/2016/04/06/primeiros-jogos-olimpicos-da-era-moderna-completam-120-anos/> > Acesso em: 24 de fevereiro de 2023.

BARREIROS, Éder José; VIEZZER, Marlize Reffatti Zinelli (2021). **Sustentabilidade na Construção Civil – O Bambu Gigante como material construtivo**. Disponível em: < COLOCAR SITE >. Acesso em: 22/05/2023).

Benefícios do esporte para a saúde mental. Desenvolvimento social, São Paulo, 2021.

Disponível em: < [BRAGA, J. **Prefeitura inaugura Cidade Universitária em uma semana.** Prefeitura de Macaé, 25/06/2007. Disponível em: < <https://macae.rj.gov.br/noticias/leitura/noticia/prefeitura-inaugura-cidade-universitaria-em-uma-semana> > Acesso em: 22 de março de 2023.](https://www.desenvolvimentosocial.sp.gov.br/beneficios-do-esporte-para-a-saude-mental/#:~:text=Estudos%20da%20OMS%20indicam%20que,n%C3%A3o%20praticam%20nenhuma%20atividade%20f%C3%ADsica.> . Acesso em: 01 de março de 2023.</p></div><div data-bbox=)

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº. 307, de 05 de julho de 2002.** Brasília. Diário Oficial da União, de 30 de Agosto de 2002.

BRUAND, Y. **Arquitetura Contemporânea no Brasil.** 4. ed. São Paulo: Perspectiva. 2005. 398p.

CARDOSO, F. P., ALVARENGA, R. C. S. S., ANÔR FIORINI DE CARVALHO, A. F, CARVALHO. **Cores da terra: fazendo tinta com terra.** Viçosa: Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, 2009

CARDOSO, J.V.M. **COMPLEXO ESPORTIVO.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) – Florianópolis, 2021

CARONARI, Gilberto; JÚNIOR, Nelson; PEDROSA, Nicolas; HIROMI, Camila; SCHOLTZ, Marcos; ACOSTA, Caio; CARBONARI, Luana. **Bambu – o aço vegetal.** Disponível em: < <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/1876> >. Acesso em: 22/05/2023.

Cidade universitária de Macaé ganha novos prédios e cursos da UFRJ. Click Macaé, 2011. Disponível em: < <https://clickmacae.com.br/noticias/8507/cidade-universitaria-de-macae-ganha-novos-predios-e-cursos-da-ufRJ> > Acesso em: 22 de março de 2023.

CIE. PROJETOS – Padrão CIE. Disponível em:
<<http://arquivo.esporte.gov.br/arquivos/cie/projetoPadraoCIE.pdf>>

CORBELLA, O; YANNAS, S. **Em Busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos: Conforto Térmico**. Rio de Janeiro: Revan, 2003

CAMPI, L.. **A importância do esporte para a saúde física e mental**. Paguemenos, 2021. Disponível em: < <https://semprebem.paguemenos.com.br/posts/saude/a-importancia-do-esporte-para-saude-fisica-e-mental>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

D'ABADIA, P.H.R. e CRUZ, W.B. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: SELOS ECOLÓGICOS**. Trabalho de conclusão de curso. Centro Universitário de Anápolis (UniEvangélica) – Anápolis, 2017

JUNIOR, D. R. **História do esporte: os locais para a prática esportiva na Grécia antiga**. Wordpress, 2013. Disponível em: < <https://vivaobasquetebol.wordpress.com/2013/01/30/historia-do-esporte-os-locais-para-a-pratica-esportiva-na-grecia-antiga/>> Acesso em: 25 de fevereiro de 2023.

DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. 1. ed. Rio de janeiro, 2007.

DUARTE, O. **História do Esporte**. 1 ed. Local de publicação: São Paulo Editora SENAC. 2003

EVEREST, F.A.; POHLMANN, K.C. **Master handbook of acoustics**. 5. ed. New York: Mc Graw Hill, 2009. 510p.

FRAIDENRAICH, N.; LYRA, F. **Energia solar: fundamentos e tecnologias de conversão heliotérmica e fotovoltaica.**: Ed universitária da UFPE. Recife, 1995.

]

FURTADO, S.P. **ARENA MULTIUSO: O Projeto de uma Arena Multiuso no Município de Macapá**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Do Amapá (UNIFAP) - Macapá, 2018

G1. 2018. **Um em cada quatro adultos é sedentário**. Disponível em: < <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/um-em-cada-4-adultos-e-sedentario-ou-nao-pratica-suficiente-atividade-fisica-diz-oms.ghtml> > Acesso em: 25 de fevereiro de 2023

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI C. L.; ABREU, L. V. **Vegetação e Conforto Térmico em Espaços Urbanos Abertos**. Fórum Patrimônio, v. 4, n. 1, p. 23-42,2011

MASCARENHAS, P. S. **Madeira como material de construção**. 2008

MASCARÓ, J.L.; MASCARÓ, L.R. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios**. 2ª ed. Porto Alegre. Ed. Luzzatto, 1992.

NASCIMENTO, A.P.M. **CENTRO ESPORTIVO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA EM BRASÍLIA**. Trabalho de conclusão de curso. Centro universitário de Anápolis (UniEvangélica) – Anápolis, 2018

NUNES, G. M.; SOBRINHO JÚNIOR, A. S.; PASTOR, J. S. **O uso do bambu como material estrutural na construção civil**. IFPB, João Pessoa, 2020.

OLIVEIRA, C. N. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

OLIVEIRA, P.L. **Habitar entre ruídos: Impactos sonoros provocados por templos na paisagem sonora do loteamento Village Campestre, Maceió-AL**. Dissertação (Mestrado) Dinâmicas do Espaço Habitado – DEHA – Grupo Dinâmicas do Espaço Habitado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU. Maceió-AL – Brasil. 2017. Dissertação (Mestrado).

Os Jogos Olímpicos na Grécia Antiga. Disponível em: < [Os Jogos Olimpicos na Grécia Antiga - Olímpia, Grécia \(turismogrecia.info\)](http://turismogrecia.info) > Acesso em: 27 de fevereiro de 2013.

PAHIM, M.S. **Educação Ambiental e Construção Civil: A importância da implantação de vegetação arbórea nativa nos índices verdes das construções civis de santa maria/rs.** Monografia de especialização em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Maria(UFSM). Santa Maria, 2019

PEDROSA, Israel. **Da cor a cor inexistente.** Rio de Janeiro - Senac Nacional, 2009.

PENA, R.F.A.

Urbanização no mundo subdesenvolvido. Mundo educação, 2023. Disponível em:< <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/urbanizacao-no-mundo-subdesenvolvido.htm> > Acesso em: 03 de março de 2023.

PIB da construção tem alta de 6,9% em 2022 e puxa crescimento da economia. 02 de março de 2023. Disponível em: <<https://www.abrainc.org.br/construcao-civil/2023/03/02/pib-da-construcao-tem-alta-de-69-em-2022-e-puxa-crescimento-da-economia#:~:text=mar%C3%A7o%20de%202023-,PIB%20da%20Constru%C3%A7%C3%A3o%20tem%20alta%20de%206%2C9%25%20em%202022,crescimento%20de%202%2C9%25.>>

Projetos – padrão do CIE. Governo Federal do Brasil. Disponível em: < <http://arquivo.esporte.gov.br/arquivos/cie/projetoPadraoCIE.pdf> > Acesso em: 23 de março de 2023.

RATIER, R. CAMILO, C. **Recursos naturais: um planeta só já não basta.** Nova escola, 2015. Disponível em: < <https://novaescola.org.br/conteudo/2220/recursos-naturais-um-planeta-so-ja-nao-basta> > Acesso em: 03 de março de 2023.

RICARDO, M. **NOVAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS COM VISTA À SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia – Portugal, 2004

RIEDMANN, M.N. Técnicas ecoeficientes, com ênfase na eficiência energética, aplicadas ao projeto de uma pousada no sítio Jaracatiá – São José do Ribeirão/RJ.

Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Macaé, 2023

RODRIGUES, C.E. Caracterização acústica de ginásios de esportes multifuncionais da cidade de Campinas, SP. 2008, 160p. Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-graduação: Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

RÜTHER, R. Fontes alternativas de energia. In: A. D. A. Montenegro (Ed.). Florianópolis: Fundação de ensino e engenharia de Santa Catarina, 2000. Fontes alternativas de energia.

SCHENINI, P. C.; BAGNATI, A. M. Z.; CARDOSO, A. C. F. Gestão de Resíduos da Construção Civil. Florianópolis, outubro de 2004.

SILVA, J.T. Influência de configurações das aberturas na qualidade acústica desalas de aula naturalmente ventiladas com base na rede pública municipal de ensino de Maceió-al. Dissertação (Mestrado) Dinâmicas do Espaço Habitado – DEHA – Grupo Dinâmicas do Espaço Habitado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU. Maceió-AL – Brasil. 2014

SILVA, P.V. C. & JÚNIOR, A.L.C. Efeitos da atividade física para a saúde de crianças e adolescentes. Curitiba, 2011.

Sustentabilidade: Origens históricas para a criação do conceito. Ecycle. Disponível em: < <https://www.ecycle.com.br/sustentabilidade-origens-historicas-para-a-criacao-do-conceito-homem-natureza-desenvolvimento-revolucao-industrial-eletricidade-homem-sociedade-humano-consequencias-ambientais-debates>> . Acesso em: 03 de março de 2023.

TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento da Água de Chuva**. Editora Navegar. São Paulo, 2003

Zhao, L. et. al. **Global multi-model projections of local urban climates**. **Nature Climate Change**. Janeiro, 2021. < <https://www.nature.com/articles/s41558-020-00958-8> >

6 APÊNDICES

6.1 APÊNDICE A – Fachada Sudeste



Figura 156 - Vista da Fachada Sudeste (Autor)

6.2 APÊNDICE B – Fachada Noroeste

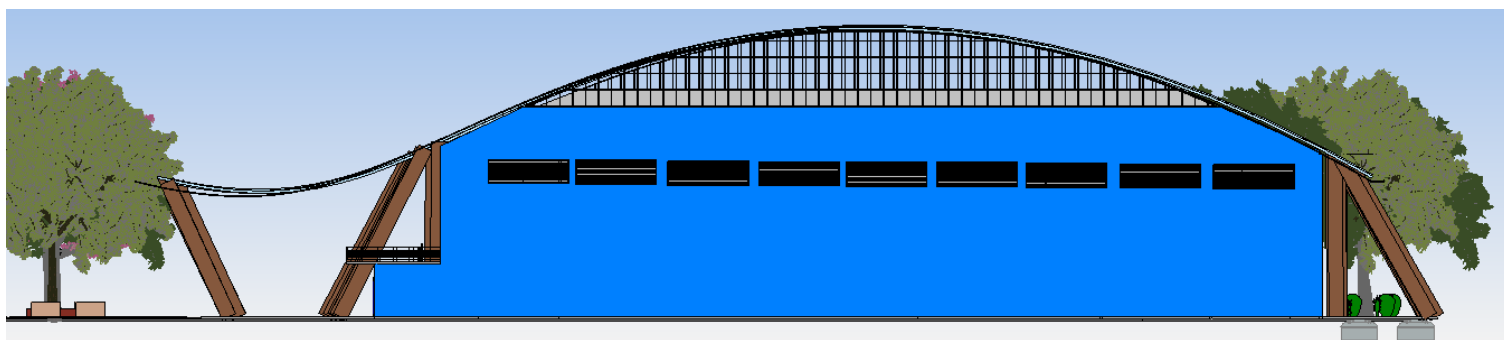


Figura 157 - Vista da Fachada Noroeste (Autor)

6.3 APÊNDICE C – Fachada Sudoeste

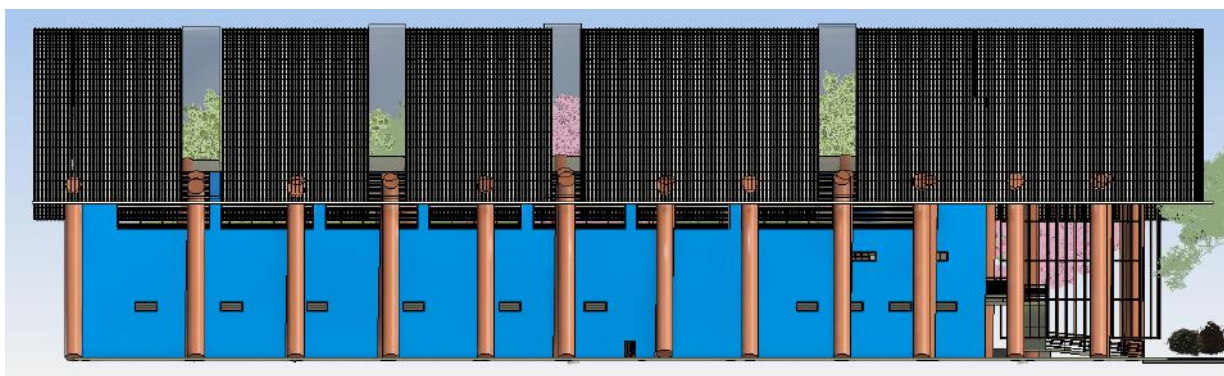


Figura 158 - Vista da Fachada Sudoeste (Autor)

6.4 APÊNDICE D – Área de convivência



Figura 159 - Vista do espaço de convivência (Autor)

6.5 APÊNDICE E – Letreiro do Ginásio



Figura 160 - Letreiro do Ginásio (Autor)

6.6 APÊNDICE F – Vestiário Masculino

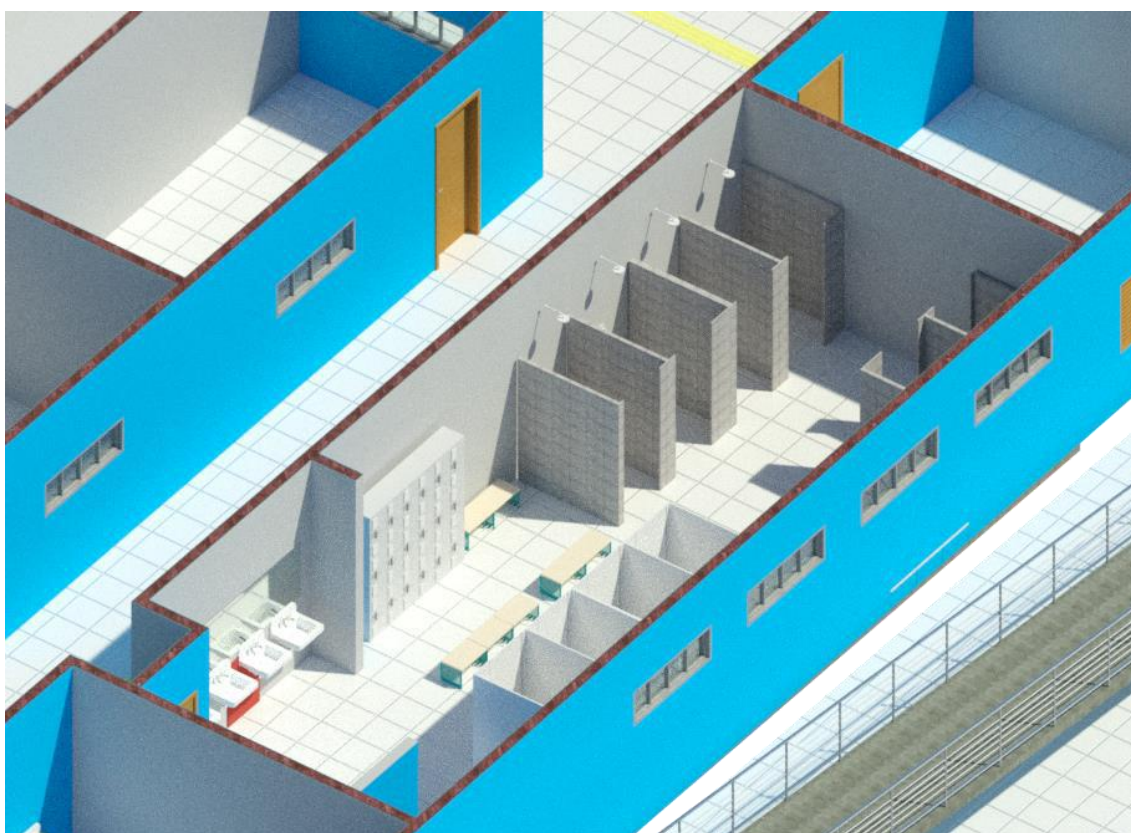


Figura 161 - Vestiário masculino (Autor)

6.7 APÊNDICE G – Vestiário Feminino



Figura 162 - Vestiário feminino (Autor)

6.8 APÊNDICE H – Espaço reservado para cadeirantes na arquibancada

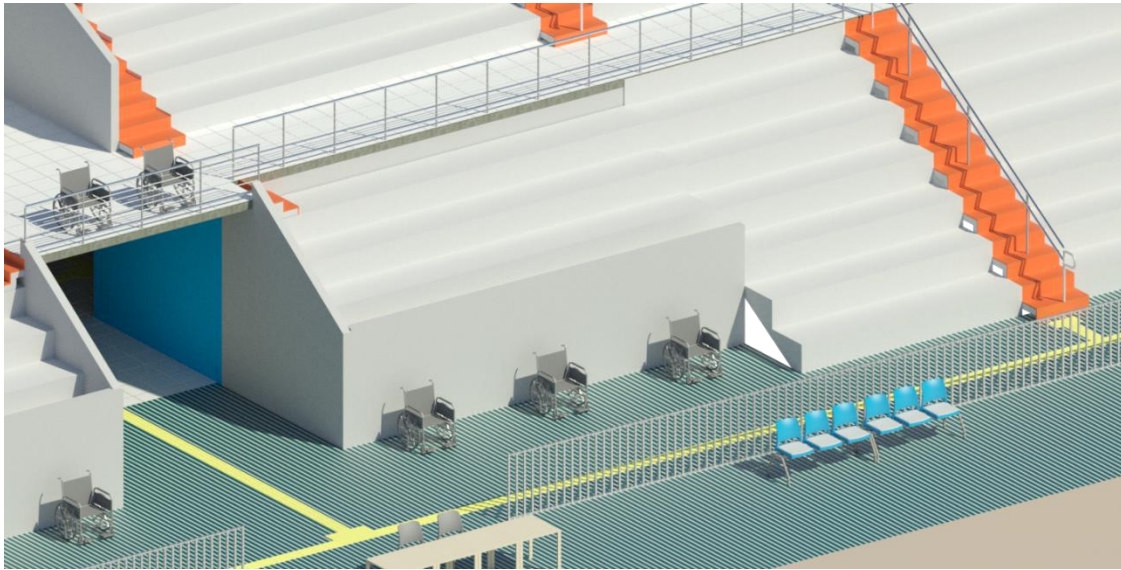


Figura 163 - Espaço para cadeirantes na arquibancada (Autor)

6.9 APÊNDICE I – Elevações (m)

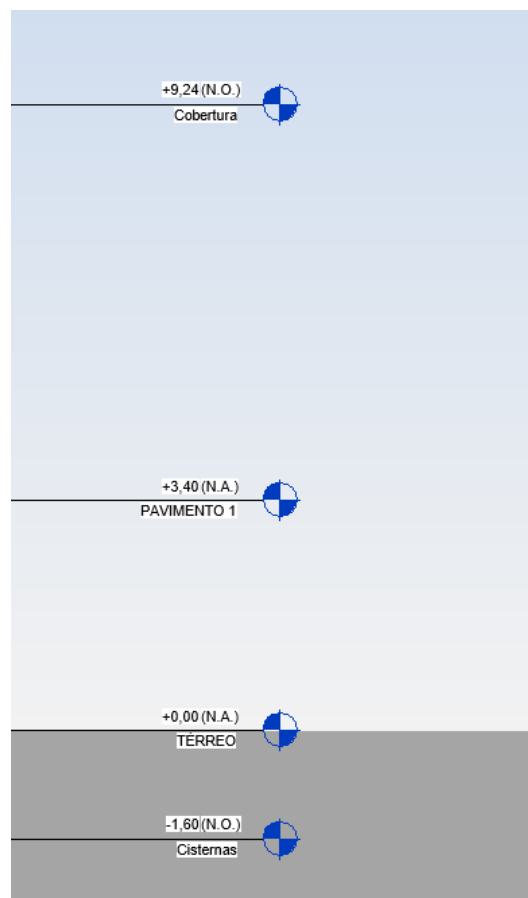


Figura 164 - Elevações do ginásio (Autor)