



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
HUENDY HEERDT DA ROSA
MARITTA FERREIRA MEDEIROS

IMPLANTAÇÃO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS EM UMA ESCOLA DA
REDE DE ENSINO PÚBLICO DA CIDADE DE TUBARÃO/SC

Tubarão
2019

**HUENDY HEERDT DA ROSA
MARITTA FERREIRA MEDEIROS**

**IMPLANTAÇÃO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS EM UMA ESCOLA DA
REDE DE ENSINO PÚBLICO DA CIDADE DE TUBARÃO/SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial
à obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof.º Gil Félix Madalena, Esp.

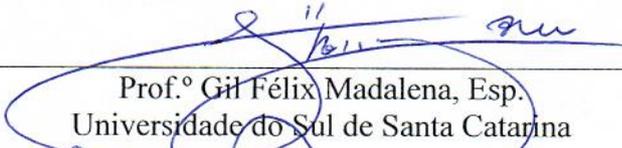
Tubarão
2019

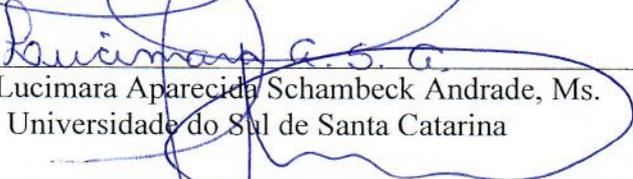
HUENDY HEERDT DA ROSA
MARITTA FERREIRA MEDEIROS

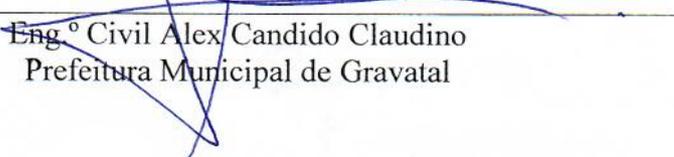
**IMPLANTAÇÃO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS EM UMA ESCOLA DA
REDE DE ENSINO PÚBLICO DA CIDADE DE TUBARÃO/SC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 26 de novembro de 2019.


Prof.º Gil Félix Madalena, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina


Prof.ª Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina


Eng.º Civil Alex Candido Claudino
Prefeitura Municipal de Gravatal

Dedicamos essa conquista de nossas vidas aos nossos pais. Sem o incentivo deles e suas palavras de apoio não teríamos conseguido. Dedicamos esse trabalho também aos professores que transformaram da nossa trajetória acadêmica uma experiência de vida ímpar.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente aos nossos pais, que com um amor filial inigualável não mediram esforços para nossa formação acadêmica. Da mesma forma a todos nossos familiares que sempre nos apoiaram e acreditaram no nosso potencial.

Somos gratas aos amores e amigos que partilharam dessa trajetória conosco, compreendendo a falta de tempo enquanto nos dedicávamos ao curso e ao processo de construção deste trabalho. Agradecemos aos nossos amigos e colegas que construímos nestes cinco anos de faculdade, que enfrentaram todas as dificuldades do curso e souberam superá-las da melhor maneira possível.

Agradecemos a todos os profissionais da engenharia que conhecemos durante a caminhada da vida acadêmica, principalmente aqueles que tivemos a oportunidade e o privilégio de trabalharmos juntos durante os estágios. Por todo conhecimento e aprendizagem que nos transmitiram.

Agradecemos a Universidade do Sul de Santa Catarina e ao todo corpo docente, por nos oportunizar a realização de um sonho: nos tornarmos Engenheiras Civis. Agradecemos principalmente ao nosso orientador Profº Gil Félix Madalena, que com sua sabedoria tanto agregou para nossa formação, seja nas fileiras das salas de aula, como nas orientações.

“Todos os pensamentos inteligentes já foram pensados; é preciso apenas repensá-los. ”

(Johann Goethe)

RESUMO

Diante da racionalização dos recursos naturais e do crescimento desordenado da população mundial, é indispensável para garantir a sustentabilidade humana o desenvolvimento sustentável do setor da construção civil. Perante este paradigma, o presente trabalho propõe estratégias sustentáveis para uma escola de ensino fundamental da rede pública de Tubarão. Foi buscado salientar a importância do emprego de técnicas sustentáveis, alusiva aos materiais empregados na construção civil, sistemas construtivos, eficiência energética da edificação e necessidades dos usuários. Com o intuito de aperfeiçoar as estratégias propostas nas análises e resultados deste trabalho, foram realizados estudos sobre as técnicas empregadas nas construções sustentáveis, análise documental do projeto inicial elaborado para a escola, além dos materiais disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Tubarão. Como parte do estudo de caso, foi realizado uma entrevista com a direção da escola para obter informações quanto a necessidades dos usuários, e vistorias do imóvel para levantamento de conteúdo sobre a conservação e o desempenho sustentável da estrutura. Por fim, um *layout* adaptado à estrutura existente foi elaborado pelas autoras, com o objetivo de empregar estratégias sustentáveis, apresentadas neste trabalho, para garantir a melhor interação entre construção, usuário e meio ambiente.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Eficiência energética. Construção civil. Usuários.

ABSTRACT

In the face of the rationalization of natural resources and the immoderate growth of world population, the sustainable development of the construction sector is indispensable to guarantee human sustainability. Given this paradigm, this study proposes sustainable strategies for a public elementary school in Tubarão. It was sought to emphasize the importance of the use of sustainable techniques, allusive to the materials used in construction, building systems, building energy efficiency and user's needs. In order to improve the strategies proposed in the analysis, were realized studies about the techniques employed in sustainable buildings, document analysis of the initial project prepared for the school and analysis of materials provided by the City Hall of Tubarão. Furthermore, an interview was conducted with the school board to obtain information on user's needs and property surveys were performed to reveal the conservation and sustainable performance of the structure. As a result of the study, a layout adapted to the existing structure was developed by the authors with the objective of applying sustainable strategies presented in this work, to ensure the best interaction between construction, user and environment.

Keywords: Sustainability. Energy efficiency. Construction. Users.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Vista nordeste da casa eficiente	23
Figura 2 – Esquema do sistema fotovoltaico.....	24
Figura 3 – Estrutura do telhado verde.....	26
Figura 4 – Esquema representativo do uso de cisterna para reuso da água da chuva.....	29
Figura 5 – SIA Símbolo Internacional de Acesso	36
Figura 6 – Piso tátil direcional e indicativo.....	36
Figura 7 – Portas de acessibilidade para banheiros	38
Figura 8 – Banheiro acessível.....	38
Figura 9 – Dimensões para os acessórios dos banheiros acessíveis	39
Figura 10 – Escola Estadual Erich Walter Heine	42
Figura 11 – Creche Municipal Hassis.....	43
Figura 12 – Localização da Escola Pres. Juscelino Kubitscheck	49
Figura 13 – Placa da obra de reforma da Escola	51
Figura 14 – Passeio público.....	53
Figura 15 – Guarda-corpo em alumínio em estado de corrosão.....	53
Figura 16 – Banheiro acessível.....	54
Figura 17 – Rampa de acessibilidade.....	55
Figura 18 - Selo Procel no ar condicionado da escola	56
Figura 19 – Tijolos cerâmicos vazados no pátio da escola	57
Figura 20 – Torneiras. a) Torneira BWC; b) Torneira elétrica; c) Torneira BWC acessível ..	60
Figura 21 – Vaso sanitário com caixa de descarga.....	60
Figura 22 – Planta baixa biblioteca.....	62
Figura 23 – Quadra esportiva	63
Figura 24 - Acesso de entrada para o imóvel	65
Figura 25 - Biblioteca e sala de informática	66
Figura 26 - ECOrentável	67
Figura 27 – Passeio público com acessibilidade	69
Figura 28 - Novo layout do banheiro acessível	70
Figura 29 - Aberturas estratégicas para ventilação natural	74
Figura 30 – Torneira de pressão Pressmatic Compact.....	77
Figura 31 – Arejador.....	77
Figura 32 – Caixa acoplada com sistema de acionamento duplo	78

Figura 33 – Sistema representativo de aquecedor solar para o aquecimento de água.....	79
Figura 34 – Cisterna vertical	80
Figura 35 – Modelo de módulos solar a ser instalado	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cômodos da Escola Pres. Juscelino Kubitscheck	50
Tabela 2 – Aberturas da escola.....	57
Tabela 3 – Acessórios de iluminação artificial.....	58
Tabela 4 – Acessórios hidráulicos	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Frequência de ocorrência e velocidades predominantes de ventos em Florianópolis	71
Gráfico 2 – Temperatura e zona de conforto para cidade de Florianópolis	71
Gráfico 3 – Carta solar de Florianópolis	72
Gráfico 4 – Geração de energia fotovoltaica x consumo	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia

AQUA – Alta Qualidade Ambiental

BREEAM – Método de Avaliação Ambiental do Building Research Establishment

CIESP – Centro de Indústrias do Estado de São Paulo

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

FIESP – Federação de Indústrias do Estado de São Paulo

Fil. – Filosofia

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

LED – Light Emitting Diodes

NBR – Norma Brasileira

PCRA – Programa de Conservação e Reuso de Água

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SIA – Símbolo Internacional de Acesso

UFSC – Universidade do Sul de Santa Catarina

ZEB – Zero Energy Building

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA.....	17
1.2 OBJETIVO.....	18
1.2.1 Objetivo geral.....	18
1.2.2 Objetivos específicos	18
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	20
2.2 PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E NECESSIDADES ENERGÉTICAS EM UMA EDIFICAÇÃO	21
2.2.1 Eficiência energética	22
2.2.2 Sistema de geração de energia solar	23
2.2.3 Implantação de um telhado verde	25
2.2.4 Uso adequado e reaproveitamento de água.....	27
2.2.4.1 Cisternas para reaproveitamento de água	28
2.2.4.2 Acessórios para redução do uso de água	29
2.2.5 Materiais sustentáveis para construção civil.....	30
2.2.6 Conforto térmico dos ambientes.....	31
2.2.7 Iluminação natural.....	32
2.2.8 Iluminação artificial.....	33
2.2.9 Acessibilidade Espacial	34
2.3 PARÂMETROS PARA CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DE EDUCAÇÃO INFANTIL.....	39
2.3.1 Exemplos de escolas sustentáveis no Brasil.....	41
2.3.1.1 Escola Estadual Erich Walter Heine	41
2.3.1.2 Creche Municipal Hassis	42
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	44
3.1 A INVESTIGAÇÃO REALIZADA.....	44
3.1.1 Instrumentos de coleta de dados.....	45
3.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PESQUISA	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO	47

4.1.1.1	Resgate histórico	47
4.1.1.2	Clientela escolar	48
4.1.2	Localização	49
4.1.3	Estrutura	49
4.1.3.1	Reforma	51
4.2	LEVANTAMENTO DE DADOS	52
4.2.1	Acessibilidade	52
4.2.2	Desempenho térmico	55
4.2.3	Iluminação	58
4.2.4	Abastecimento e uso de água na edificação	59
4.2.5	Necessidades dos usuários	61
4.3	ANÁLISE E PROPOSTA DE MODIFICAÇÕES ATRAVÉS DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS	63
4.3.1	Modificação na estrutura da edificação	65
4.3.1.1	Novo <i>layout</i>	65
4.3.1.2	Materiais sustentáveis para as obras propostas	67
4.3.2	Estratégias para garantia de acessibilidade	68
4.3.3	Estratégias bioclimáticas	70
4.3.3.1	Bioclima da região	70
4.3.3.2	Estratégias para o conforto térmico	72
4.3.3.3	Estratégias para a iluminação natural	75
4.3.4	Estratégias para otimização de águas	76
4.3.4.1	Sistema de reaproveitamento de água da chuva	80
4.3.5	Implantação de um sistema de energia fotovoltaica	81
5	CONCLUSÃO	84
	REFERÊNCIAS	86
	ANEXO A – PLANTA ARQUITETÔNICA DA ESCOLA PRES. JUSCELINO KUBITSCHECK	90
	APÊNDICE A – PROPOSTA ARQUITETÔNICA COM IMPLANTAÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA A ESCOLA PRES. JUSCELINO KUBITSCHECK	91

1 INTRODUÇÃO

Este estudo tem como tema principal a aplicação de práticas sustentáveis, com fundamento nos parâmetros básicos de construções de edifícios institucionais, para a Escola Municipal de Educação Básica Presidente Juscelino Kubitschek do município de Tubarão/SC.

Diante do quadro atual das obras públicas, e da baixa aplicação de sistemas sustentáveis para edificações, o foco deste estudo será oferecer soluções sustentáveis para empregar nas necessidades da edificação escolar de estudo, buscando a melhor interação entre usuário/ambiente.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

Nos últimos anos, a sustentabilidade se tornou um tema mais abordado por profissionais de diversas áreas. A construção civil é considerada uma das áreas que mais degrada o meio ambiente, devido ao fato de utilizar de forma direta os recursos naturais e ainda produzir uma quantidade expressiva de resíduos sólidos. Dessa forma, ao ser aplicada na construção civil, a sustentabilidade tem o intuito de construir de forma que não agrida o meio ambiente, utilizando tecnologias criadas para diminuir e minimizar os impactos ambientais e proporcionar um melhor conforto aos usuários.

Apesar da sustentabilidade possibilitar inúmeras vantagens para a construção, no Brasil ainda está distante de ser uma realidade em obras públicas. Os projetos desenvolvidos em sua maioria não enfatizam a implantação de itens sustentáveis e nem a busca por materiais ecológicos ou que proporcionem uma maior eficiência. Segundo Ganhão (2011), a fase de projeto pode ser considerada como a mais importante, pois nela serão escolhidos os materiais utilizados e os sistemas a serem implantados, como: captação de água da chuva, painéis fotovoltaicos e iluminação natural. O engenheiro civil tem o papel de realizar essas tarefas de forma inteligente e conciliar a construção com o desenvolvimento sustentável, visando reduzir os impactos ambientais.

Sendo assim, sabendo que a implantação de métodos sustentáveis na construção civil afeta de forma direta a vida da sociedade, possibilitando uma melhoria no bem-estar e na qualidade de vida dos usuários, além de gerar redução no consumo de energia e água, este trabalho tem o intuito de responder à seguinte questão: **é possível implantar estratégias sustentáveis em uma escola da rede de ensino público da cidade de Tubarão que já esteja**

necessitando de melhorias na edificação? Em estudo realizado no ano de 2019 na mesma cidade.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar uma edificação institucional¹ do município de Tubarão/SC, para que a partir de uma proposta de estratégias construtivas, possa contar com itens sustentáveis tornando-a arquitetonicamente agradável e confortável aos usuários, além da sua eficiência energética.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atender ao objetivo geral acima, foram designados como objetivos específicos:

- Levantar as necessidades energéticas da edificação;
- Identificar as necessidades dos usuários;
- Identificar itens sustentáveis para a obra institucional estudada;
- Elaborar uma proposta de estratégias para que a edificação seja sustentável e eficiente;
- Adequar o projeto arquitetônico do objeto de estudo às necessidades dos usuários e às técnicas de construção sustentável.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para melhor entendimento, o presente trabalho será organizado em cinco capítulos, retratados da seguinte forma.

O capítulo um apresentará a introdução, abordando o tema da pesquisa, a justificativa, os objetivos gerais e específicos e a estrutura do trabalho.

¹ Neste estudo científico entende-se como institucional uma organização educacional de iniciativa pública.

O capítulo dois trata-se da fundamentação teórica e revisão bibliográfica, apresentando o conceito de sustentabilidade na construção civil, assim como as principais práticas sustentáveis e necessidades energéticas em uma edificação.

O capítulo três apresentará a metodologia do trabalho.

O capítulo quatro irá expor os levantamentos de dados do imóvel de estudo e os resultados obtidos no estudo de caso, propondo soluções sustentáveis que resultem na eficiência do prédio institucional.

O capítulo cinco aclara a conclusão proveniente do desenvolvimento do seguinte trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados temas relacionados a práticas sustentáveis em construções civis e aplicações em obras civis, procurando sintetizar e conciliar as principais ideias desenvolvidas no objetivo, para que sejam fundamentados cientificamente os resultados obtidos.

2.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é uma atividade de extrema importância para o desenvolvimento local e global. Segundo Laruccia (2014) a construção civil é uma importante atividade que traz benefícios, não apenas de caráter econômico, mas também de âmbito social, contribuindo para o contínuo desenvolvimento do país.

Em contrapartida, essa atividade também é uma das maiores inimigas do meio ambiente. Levando em consideração que ela necessita de forma direta dos recursos naturais, desde o início da obra quando requer a extração da matéria prima, acarretando na geração de resíduos, muitos deles classificados inertes pela NBR 10004:2004, até a parte da entrega, onde será utilizada pelos clientes, que passarão a usufruir de recursos como água e energia que, de forma excessiva também se tornam uma ameaça ambiental.

Dessa forma, com a conscientização de que os recursos naturais são finitos e que precisam ser preservados, para que as gerações futuras não sofram as consequências do passado, surgiu a prática do desenvolvimento sustentável. De acordo com o *Relatório Brundtland* (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988) o desenvolvimento sustentável deve ser entendido como: [...] um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas. A sustentabilidade baseia-se na conciliação de três fatores: social, econômico e ambiental, o chamado tripé da sustentabilidade ou *Triple Bottom Line*.

Econômico, cujo propósito é a criação de empreendimentos viáveis, atraentes para os investidores; ambiental, cujo objetivo é analisar a interação de processos com o meio ambiente sem lhe causar danos permanentes; e social, que se preocupa com o estabelecimento de ações justas para trabalhadores, parceiros e sociedade (OLIVEIRA, *et al.*, 2012, p. 73).

Grandes empresas visam diminuir os impactos ambientais, adotando técnicas sustentáveis. Tais práticas garantem a eficiência energética e no consumo de água, minimizam

os impactos oriundos da construção, no canteiro de obras e no seu entorno. Isso pode ser feito, por exemplo, por intermédio de projetos que visam o aproveitamento da luz natural do sol proporcionando uma economia no uso de lâmpadas, outro exemplo, é o aproveitamento da corrente de ar ao abrir as janelas, tendo um maior desempenho ainda caso seja implantado um telhado verde.

Todas essas técnicas sustentáveis podem proporcionar a uma empresa os chamados selos verdes, por meio de certificações ambientais, as principais delas no Brasil são: LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), Casa Azul, BREEAM (Método de Avaliação Ambiental do *Building Research Establishment*) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental).

2.2 PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E NECESSIDADES ENERGÉTICAS EM UMA EDIFICAÇÃO

Quando se avaliam os danos determinados pela atividade construtiva, estes são normalmente classificados quanto ao aumento da escassez de materiais brutos, dano ecológico causado pela extração destes materiais, consumo de energia em todos os estágios (incluindo transporte), consumo de água, poluição por ruídos e odores, emissões danosas, como aquelas conduzindo à redução na camada de ozônio, aquecimento global e chuvas ácidas, aspectos relativos à saúde humana, risco de desastres, durabilidade e manutenção, reuso e desperdícios. (SATTLER, 2002). Para tentar suprir esses danos, são desenvolvidas práticas sustentáveis, preocupando-se com o uso racional dos recursos que são utilizados, visando sempre economizar ao máximo o uso de energia gasta na elaboração de cada constituinte construtivo.

Antes de traçar o primeiro rabisco do projeto, deve-se ter como premissa um estudo do clima e do local. Este estudo fornece informações básicas à montagem do programa de necessidades. Um bom projeto de arquitetura deve responder simultaneamente à eficiência energética e às necessidades de conforto do usuário em função das informações obtidas da análise climática e formuladas no programa de necessidades. (LAMBERTS, *et al*, 2014).

Algumas diretrizes são essenciais para considerar uma construção sustentável: eficiência energética; uso adequado e reaproveitamento de água; qualidade do ar; uso de técnicas passivas para condicionamento térmico dos ambientes; utilização dos recursos naturais presentes no entorno; uso de materiais e técnicas ambientalmente corretas; gestão dos resíduos sólidos; conforto e qualidade interna dos ambientes; permeabilidade do solo;

acessibilidade; integração dos transportes de massa e ou alternativas ao contexto do projeto (MOTTA, 2011).

2.2.1 Eficiência energética

A eficiência energética nada mais é que a utilização de energia de forma eficiente. Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO), a eficiência energética significa fazer mais com menos energia, assim, a utilização racional, fundamenta-se no uso de modo eficiente para se obter um determinado resultado, constituindo-se na relação entre a energia empregada para determinada atividade e a energia disponibilizada para realização.

Assim, a implantação de medidas bem definidas acarreta a obtenção da redução dos custos de consumo de água e/ou energia, gerando grande economia para as empresas ou empreendimentos, e não comprometendo na fabricação ou na qualidade do produto final.

Um projeto de eficiência energética define ações em determinada operação, visando primordialmente a redução de custos com consumo de insumos energéticos e hídricos, apresentando sugestões de viabilidade técnico-econômica de implantação, incluindo as especificações técnicas, o “*project finance*”, equipamentos, materiais, serviços e as implantações propriamente ditas, além do gerenciamento do projeto e a gestão dos resultados após o término das intervenções. (ABESCO, [s.d.]).

O Programa Nacional de Conservação de Energia (Procel) é um programa do governo federal executado pela Eletrobrás. As ações do Procel aumentam a eficiência dos bens e serviços e contribuem para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente de energia. Através do Selo Procel, é possível se identificar os equipamentos e eletrodomésticos mais eficientes. Nas edificações, o selo promove o uso eficiente da energia no setor da construção civil, disponibilizando as recomendações especializadas e simuladores. (PROCEL, [s.d.]).

O exemplo mais citado quando a questão é eficiência energética, é a substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas de LED, o que gera quase 90% de economia. Os motores de alto rendimento também são um exemplo bastante citado já que podem gerar uma economia de 20 a 30%. A compra de eletrodomésticos com o selo Procel também é essencial para se atingir eficiência, mas além disso, é necessário conscientizar a população sobre o uso racional da energia.

Como exemplo de construção sustentável, o projeto Casa Eficiente (Figura 1) foi criado pela Universidade Federal de Santa Catarina, junto com a ELETROSUL e a

ELETROBRÁS. Trata-se de um centro de demonstrações em eficiência energética, onde foram testadas diversas tecnologias ligadas ao aproveitamento da energia solar com o uso de painéis fotovoltaicos, adaptações ao clima local para orientação solar e a proteção de ventos indesejáveis, uso eficiente de energia, captação de água da chuva, tratamento de efluentes por zonas de raízes, aquecimento solar da água e atende aos requisitos da NBR 9050:2004 de acessibilidade. (LAMBERTS, *et al*, 2010).

Figura 1 – Vista nordeste da casa eficiente



Fonte: (LAMBERTS, *et al*, 2010)

Associando a construção com a ideologia da sustentabilidade, a Casa Eficiente é uma vitrine de eficiência energética e conforto ambiental. A implantação das estratégias sustentáveis aliada ao uso consciente dos usuários, fez com que o projeto obtivesse resultados satisfatórios, considerando-a como *Zero Energy Building (ZEB)*, ou seja, o seu consumo de energia é anulado devido a conciliação de alta eficiência energética e produção da mesma com o uso de fontes renováveis.

2.2.2 Sistema de geração de energia solar

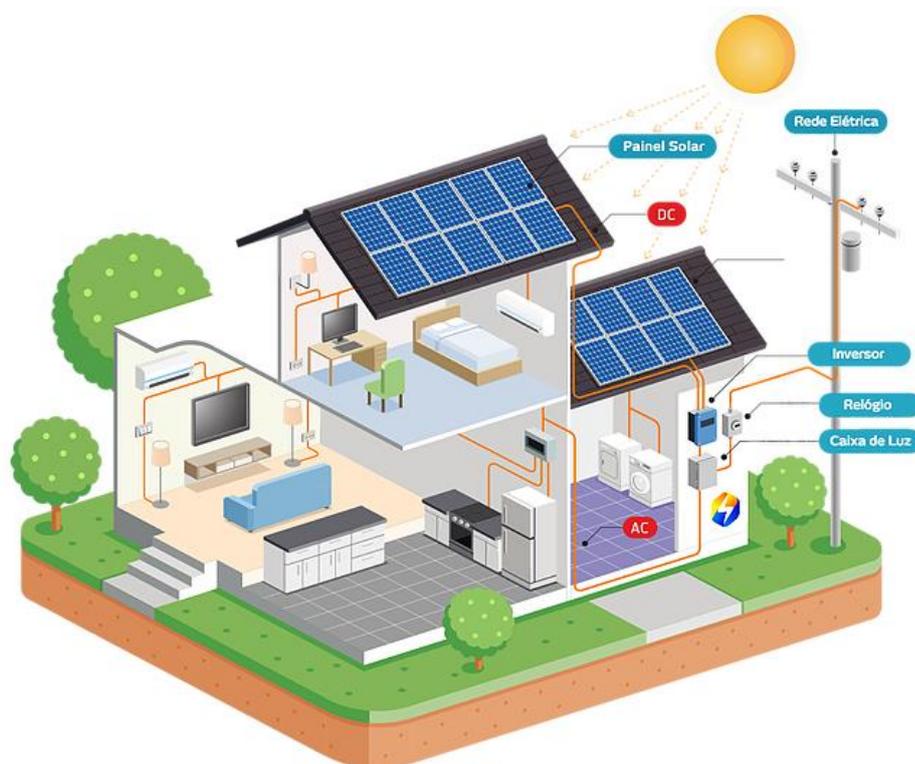
O ser humano possui grande necessidade da utilização de energia elétrica, gerando assim uma alta demanda para o mercado energético. Existem diversas fontes para produção de energia, contudo a principal preocupação na atualidade é o impacto ambiental que esses

combustíveis geram para o meio ambiente. Sendo assim, os segmentos de energias limpas e renováveis visam ampliar o uso de energia solar, que é uma fonte inesgotável e abundante.

O sistema de implantação de painel fotovoltaico para suprir de forma total ou parcial o consumo de energia de uma edificação, tem sido muito discutido e ganhado grande espaço no nicho energético do país. Existem dois tipos de sistemas fotovoltaicos, os Sistemas Isolados (Off-grid) e Sistemas Conectados à Rede (On-grid).

Os sistemas que são conectados as redes de energia elétrica são utilizadas em locais que possuem rede elétrica da concessionária. Estes sistemas funcionam com a geração de energia enquanto há luz solar (Figura 2), os painéis fotovoltaicos captam a energia do sol e a enviam para o inversor, responsável pela conversão da energia solar em energia elétrica. A energia produzida é consumida durante o dia e o excedente volta para a rede, através do relógio de luz instalado na edificação. Dessa forma, a energia que vai para a rede elétrica se transforma em créditos de energia que podem ser utilizados durante à noite ou nos próximos meses, reduzindo assim a conta mensal (GEO ENERGIAS, 2019).

Figura 2 – Esquema do sistema fotovoltaico



Fonte: Geo Energias, 2019.

Como o sistema necessita de alta incidência solar para poder produzir com eficiência o máximo de energia elétrica, deve ser realizada uma análise das variações da intensidade e incidência da radiação solar durante o ano. Os painéis devem ser instalados

com uma angulação próxima de 30 graus com orientação para o norte geográfico. (SIQUEIRA; SANTOS, 2016).

2.2.3 Implantação de um telhado verde

Os telhados verdes representam uma solução arquitetônica que resumidamente baseia-se na implantação de uma camada vegetal sobre uma base impermeável. A cobertura verde pode ser empregada tanto em um telhado convencional quanto em uma laje impermeabilizada.

Segundo uma pesquisa realizada pela Empresa de metais sanitários Docol, o uso de telhados verdes pode trazer oito benefícios. São eles:

- 1° – Isolamento térmico: nos dias de muito calor, as telhas convencionais podem marcar mais de 50°C, enquanto as biocoberturas permanecem mais frias do que a temperatura do ar.
- 2° – Isolamento acústico: o solo, plantas e camada de ar confinada dentro do telhado verde isolam os ruídos do ambiente externo.
- 3° - Redução na conta de luz: uma vez que há diminuição do calor e isolamento da temperatura no ambiente, o ar-condicionado não necessita ser acionado com frequência.
- 4° - Combate à poluição e ao efeito estufa, pois a vegetação pode absorver poluentes do ar.
- 5° - Retém a água da chuva, diminuindo as chances de enchente, uma vez que retarda e reduz o escoamento da mesma. Ainda filtra os poluentes presentes nas águas pluviais.
- 6° - Combate às ilhas de calor nos grandes centros urbanos, onde a temperatura pode ser até 5°C mais alta do que em áreas rurais.
- 7° - Mais conforto, pois reduz a transferência de calor por meio do telhado.
- 8° - Mais qualidade de vida, pois promove habitat para diferentes espécies.

Para construção de um telhado verde, existem inúmeros fatores à serem considerados. No caso das lajes, precisa-se de uma preparação com impermeabilização e sistemas de drenagem, ressaltando que o telhado verde é mais pesado que o convencional, a estrutura deve ter uma maior resistência. Nos casos de estruturas já existentes, é necessário que se faça uma análise para avaliar se a estrutura pode ou não receber a carga, sendo muitas vezes necessário fazer o seu reforço.

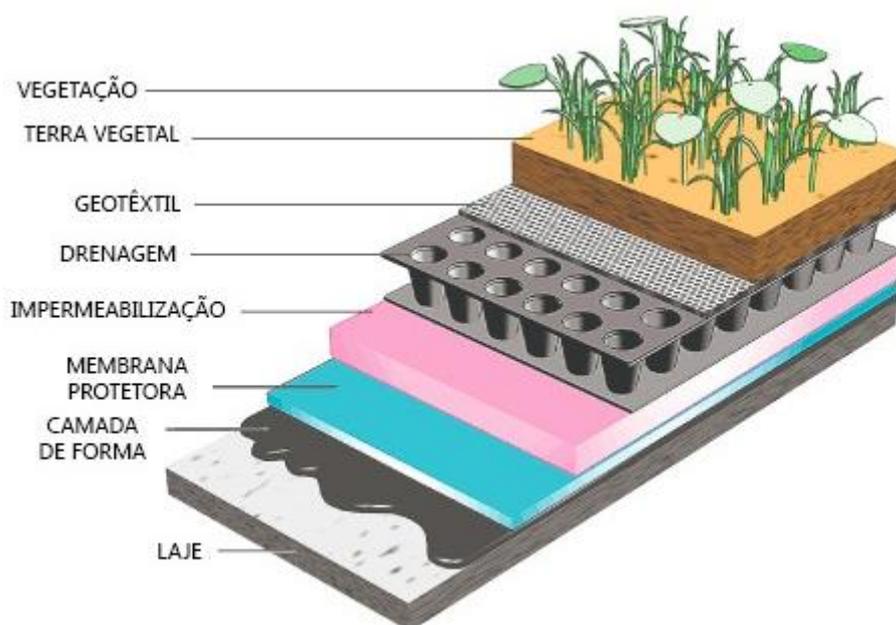
Segundo Alberto (2013), deve-se ter cuidado com o crescimento das raízes das plantas, sendo um fator muito importante, assim deve-se constatar um especialista para indicar as espécies mais adequadas para cada situação. O autor ainda explica, de modo geral, um pouco sobre a estrutura do telhado verde:

- Laje: Elemento estrutural onde devem ser consideradas as cargas permanentes e as cargas acidentais.
- Camada impermeabilizante: protege o elemento estrutural de infiltrações.
- Isolante térmico: utilizado de acordo com a incidência de energia solar que a cobertura absorve.

- Camada drenante: tem como função dar vazão ao excesso de água no solo, pode ser constituída de argila expandida, brita ou seixos de diâmetros semelhantes. Sua espessura pode variar de 7 a 10 cm.
- Camada filtrante: evita que a água das chuvas e das regas arraste as partículas de solo do telhado verde, utiliza-se normalmente uma manta geotêxtil.
- Solo: substrato orgânico que deve possuir boa drenagem, de preferência um solo não argiloso que apresente uma boa composição mineral de nutrientes para o sucesso das plantas. A espessura varia de acordo com o tamanho das plantas.
- Vegetação: para a sua escolha é necessário o conhecimento do clima local, o tipo de substrato a ser utilizado, tipo de manutenção que será adotada no telhado verde (ALBERTO, 2013, p. 197)

A Figura 3 demonstra de forma bem elaborada os detalhes da estrutura do telhado verde. Ressaltando camadas de grande importância como a laje, camada de impermeabilização, sistema de drenagem e vegetação.

Figura 3 – Estrutura do telhado verde



Fonte: Referência Arquitetura, 2015.

Como representado na figura acima, a cobertura verde depende de sistemas eficientes que garantam a drenagem e a impermeabilização. Sendo esses bem planejados, pode-se em muitas situações dispensar o uso de equipamentos de climatização, além de uma melhora significativa nas condições termo acústicas e na umidade ao entorno da edificação. Todos esses fatores resultam de forma direta na economia de energia e redução dos gastos na conta de luz.

2.2.4 Uso adequado e reaproveitamento de água

Desde os primórdios a água é utilizada em grande escala devido ao fato do planeta Terra ter grande abundância desse recurso natural. O que causa grande preocupação, é que a água apropriada para utilização humana é a doce, enquanto a maioria da água disponível é a salgada. Assim, a água já se tornou escassa em muitos países, e sua falta já é realidade na vida de muitas pessoas.

Segundo Derisio (1992), a água, “como bem econômico, deve ter sua utilização racional e criteriosamente avaliada e inserida no quadro geral de seus usos múltiplos, enquanto sua qualidade deve ser rigorosamente preservada diante da ação predatória que o homem lhe infringe no afã de buscar objetivos subalternos”. O autor ainda ressalta, a utilização dos recursos hídricos em nossa vida social e industrial, tais como: abastecimento doméstico; abastecimento industrial; irrigação; dessedentação de animais; preservação da flora e fauna; recreação e lazer; geração elétrica; navegação; diluição de despejos.

Pode-se dividir a poluição de água em quatro tipos: poluição natural (chuvas e escoamento superficial; salinização; decomposição de vegetais e animais mortos), poluição industrial (papel celulose; refinarias de petróleo; usinas de açúcar e álcool; siderúrgicas e metalúrgicas; químicas e farmacêuticas; abatedouros e frigoríficos; têxteis; curtumes); poluição urbana (esgoto doméstico) e poluição agropastoril (decorrente de atividades ligadas à agricultura e à pecuária). (DERISIO, 1992).

Por essas razões, se tornou comum a busca pela conservação da água, pelo uso consciente e seu reuso, procurando maneiras para aumentar o seu reaproveitamento de modo que as necessidades humanas continuem sendo supridas. A conservação de água pode ser compreendida como práticas, técnicas e tecnologias que aperfeiçoam a eficiência do uso de água, podendo ainda ser definida como qualquer ação que: reduz a quantidade de água extraída das fontes de suprimento; reduz o consumo, o desperdício e perdas de água; aumenta a eficiência e a reciclagem de reuso de água; evita a poluição da água. (FIESP/CIESP, 2004).

Grandes empresas já adotaram o Programa de Conservação e Reuso de Água (PCRA), que consiste em ações que racionalizam o uso da água na unidade industrial, para isso, são feitas análises de demanda e oferta de água considerando o fator usuário/atividade consumidora e tendo como base a viabilidade técnica e econômica. A implantação de um PCRA converte-se em inúmeros benefícios econômicos, aumentando a eficiência produtiva e ocasionando a direta redução do consumo e redução do volume de efluente gerados e, de forma indireta, a redução do consumo de energia e produtos químicos.

Segundo a SABESP (2014), a água de reuso é produzida dentro das Estações de Tratamento de Esgoto e pode ser utilizada para inúmeras finalidades, tais como: geração de energia; refrigeração de equipamentos; aproveitamento nos processos industriais e limpeza de ruas e praças; limpezas de pisos, pátios ou galerias águas pluviais; vasos sanitários e irrigação paisagística (mediante avaliação técnica); assentamento de poeira em obras de execução de aterros e terraplanagem; preparação e cura de concreto não-estrutural em canteiros de obra, e para estabelecer umidade ótima em compactação e solos; desobstrução de redes de esgotos e águas pluviais; geração de energia e refrigeração de equipamentos em diversos processos industriais. Ao utilizar a água de reuso, as empresas acabam colaborando com a economia de água potável destinada ao abastecimento público.

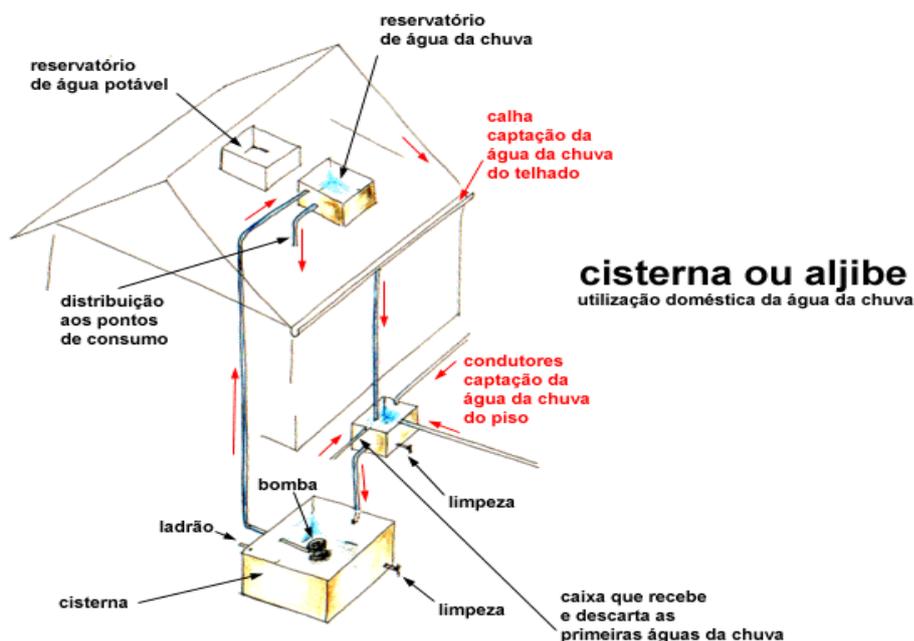
A SABESP ainda afirma que, embora a água de reuso tenha semelhança com a água potável, não pode ser consumida e seu uso é impróprio para: irrigação de hortas (mediante avaliação técnica); lava-rápidos (mediante avaliação técnica); piscinas, exceto para testes de estanqueidade (impermeabilização, detecção de vazamentos), necessitando posteriormente de uma desinfecção.

2.2.4.1 Cisternas para reaproveitamento de água

Atualmente encontram-se diversos meios de captação de água, uma das alternativas mais simples e que pode ser utilizada para o uso doméstico é a implantação do sistema de cisternas. Sendo uma tecnologia social e de fácil captação e armazenamento de água da chuva, proporciona o acesso a recursos hídricos, fazendo com que as famílias de baixa renda e da população rural, que são as mais carentes por sofrerem com a escassez, tenham um acesso regular a água.

A cisterna (Figura 4) nada mais é, que um reservatório que capta a água da chuva e o armazena para o uso geral. Para Silva (1984), uma cisterna é composta, sobretudo por três elementos, são eles: área de captação; sistema de filtragem; tanque de armazenamento.

Figura 4 – Esquema representativo do uso de cisterna para reuso da água da chuva



Fonte: Edifique Arq, 2016.

O uso de cisternas pode trazer uma economia de até 50% no consumo de água, no entanto, por ser provinda da chuva, não é considerada potável. Quando a água está na atmosfera ainda é desprovida de impurezas e por carecer de sais dissolvidos ela é pouco digestiva e insípida. Mas isso varia de acordo com o local, em regiões industriais, onde, são lançadas quantidades significantes de impurezas no ar, a qualidade deste não será mais ideal, assim, ao cair a chuva agrega e carrega parte das impurezas ao longo do percurso, o que acaba piorando a sua qualidade. (DACACH, 1979).

Logo, a água da chuva, sem ter um tratamento específico não pode ser considerada potável, ou seja, não pode ter o consumo humano. Entretanto, pode ser aproveitada nas atividades que mais consomem água, que é o caso das lavagens de calçadas e carros, e no uso do vaso sanitário.

2.2.4.2 Acessórios para redução do uso de água

Embora que o Brasil apresente uma vasta reserva de água doce que possui grande significância no cenário mundial, o seu mau gerenciamento, má distribuição, o desperdício e o uso inadequado fazem com que a escassez de água se torne um problema comum no país. Segundo o Instituto Trata Brasil, o consumo médio de água no país é de 153,6 litros por habitante ao dia, as perdas de água alcançam uma média nacional de 38,29% sendo o Norte o vilão, contabilizando, uma perda de 55,14%.

Uma forma de amenizar essas perdas é fazer o uso adequado da água visando economizar e evitar o desperdício. Para isso, atualmente existem dezenas de produtos que tem como finalidade trazer a economia, reduzindo as contas de água e energia. São medidas que podem ser empregadas facilmente no dia a dia das pessoas.

Gian Carlo Aguiar dos Santos, engenheiro de produtos da Docol, cita os principais sistemas para redução de água em edificações:

- a - Arejador: mistura ar com a água, deixando-a com o aspecto de espuma. O item ajuda a evitar os respingos e diminui a vazão da água, sem diminuir o conforto. Para ser ainda mais econômico, existe a opção de instalar arejadores de vazão constante. Para locais públicos, a vazão pode se manter igual a 1,8 litros por minuto. Para cozinha, a recomendação é oito litros e banheiros cinco.
- b - Redutores de vazão – a concepção de funcionamento é semelhante à dos arejadores. A diferença é que são instalados na entrada da torneira ou chuveiro. Eles também são comercializados nas opções de vazão constante e não constante.
- c - Registro Regulador de Vazão (RRV) – regula o volume de água que sai da torneira ou do chuveiro. Comercializados na forma metálica, para saída de água quente, e plástica, para a fria. O equipamento é de fácil instalação, posicionado na entrada da torneira ou entre o ponto de água na parede e o chuveiro. Pode ser acoplado em produtos de qualquer marca.

Além desses, outros sistemas são de extrema importância para redução do consumo de água, podemos citar como um dos mais importantes, a descarga com acionamento duplo, que permite utilizar a água de acordo com a necessidade, com opção de liberação de 3 litros de água para resíduos líquidos e de 6 litros para sólidos. Sendo assim, com a utilização de forma correta se obtém uma significativa economia no consumo de água e nas despesas mensais.

2.2.5 Materiais sustentáveis para construção civil

No decorrer da última década, a preocupação com os impactos gerados no meio ambiente tem ganhado grandes proporções. Com isso a construção civil, como um dos segmentos que mais produzem resíduos sólidos, está se adaptando na tomada de decisões dos materiais utilizados para a sua produção, se preocupando não somente com os aspectos técnicos e econômicos, mas também com os ecológicos.

Para facilitar a classificação dos materiais como sustentáveis, diante de tantas novidades surgindo no mercado, a certificação LEED enfatiza especificações de produtos fabricados com conteúdo reciclado e que consomem menos água ou energia na produção.

Loturco (2015) define os seguintes parâmetros técnicos para a seleção de materiais sustentáveis:

a - Consumo de água e recursos energéticos na fabricação; b - Geração de poluentes na fabricação; c - Redução de matérias-primas e uso de materiais recicláveis; d - Distância entre a obra e a fábrica e procedência do produto; e - Geração e gestão de resíduos na obra; f - Economia de energia ou água na operação; g - Durabilidade e facilidade de manutenção; h - Reciclagem do produto e destinação após o consumo; i - Emissão de substâncias nocivas à saúde humana; j - Legalidade e responsabilidade socioambiental do fabricante.

Encontram-se no mercado diversos materiais caracterizados como sustentáveis, alguns exemplos deles são: cal ecológica, placas ecológicas, eco tinta mineral, eco tinta bioargila, miniestação de tratamento, tijolo ecológico, telha tetra pack, concreto verde, piso reciclado, tubulação verde, madeira plástica e telhado verde. Estes materiais ainda devem ser analisados na fase de projeto quanto a disponibilidade próxima ao local de utilização.

2.2.6 Conforto térmico dos ambientes

O conforto térmico humano depende da troca de calor a que o corpo está submetido com o ambiente que o cerca. As variações que alteram o conforto do usuário são ocasionadas por variáveis ambientais, como a temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa e a velocidade do ar. Por isso deve-se ter o entendimento do clima local, dos conceitos de conforto térmico e das estratégias de projeto que visam uma melhor integração entre o usuário e o clima. A edificação quando bem planejada, para evitar os efeitos destas variáveis, se torna um ambiente com determinadas condições de conforto para os usuários, seja de maneira natural ou artificial (LAMBERTS, *et al*, 2014).

A NBR 15220-3 que trata do desempenho térmico de edificações estabelece o zoneamento bioclimático brasileiro, subdividindo o país em oito Zonas Bioclimáticas. A partir do zoneamento do local a ser empregado as técnicas de conforto térmico natural, esta norma dá diretrizes construtivas para cada uma destas zonas em relação ao tamanho de janelas, ao sombreamento necessário, ao tipo ideal de paredes e coberturas, também às estratégias bioclimáticas mais recomendadas para o local.

Corbella e Yannas (2003) afirmam que a renovação do ar interno de uma edificação diminui a temperatura e a umidade do ar, pois a edificação, quando ocupada, terá maior temperatura e umidade que o meio exterior. Quando a temperatura do ar for menor que a do ambiente construído, sua função vai ser resfriá-lo, e assim vice-versa. Geralmente, a ventilação durante o período noturno resfria o edifício e durante o dia aquece.

Para obter uma edificação com boa ventilação e controle térmico eficiente, Corbella e Yannas (2003) destacaram as seguintes estratégias:

a - Posicionar o prédio convenientemente para poder conseguir uma corrente de ar no seu interior, no período do dia em isso seja desejado; b - Se o melhor posicionamento teórico do edifício no terreno não pode ser realizado por razões práticas, estudar a disposição de elementos no envelope, de maneira a desviar o vento, para que possa ser produzida uma corrente cruzada no seu interior; c - No caso de ambientes com ar condicionado, deve-se pesquisar, ou projetar, e colocar fechamento de boa qualidade nas aberturas, de maneira que se produzam renovações de ar controladas; d - Estudar as divisões internas de maneira que apresentem o menor obstáculo possível ao deslocamento do ar; e - Se necessário, projetar e colocar exaustores e/ou ventiladores de teto para obter uma ventilação eficiente; f - Verificar se são necessários, e possíveis, o controle automático das entradas e saídas de ar e/ou a instalação de artefatos de ventilação mecânica; g - Em regiões com muitos períodos de calma, ou em partes do edifício protegidas do vento externo, pode-se utilizar a ventilação produzida por termossifão (o ar com temperatura maior sobe, produzindo uma corrente, se tiver por onde sair e por onde entrar o ar de renovação).

As propriedades térmicas dos materiais utilizados e das leis básicas de transferência de calor permitem prever qual será a resposta da edificação para as variações climáticas que ocorrem no meio externo, para assim tomar a decisão de quais materiais empregar em um determinado clima, facilitando a condição de conforto térmico aos seus habitantes. (CORBELLA; YANNAS, 2003).

2.2.7 Iluminação natural

A iluminação natural é uma fonte de energia renovável que pode ser explorada para reduzir o consumo de energia elétrica do sistema de iluminação artificial de uma edificação. Para a mesma ser energeticamente eficiente deve-se proporcionar iluminação natural o suficiente para reduzir ou até mesmo substituir o uso da iluminação artificial. Em contrapartida o aproveitamento da luz natural aumenta a incidência da radiação solar, fazendo com que assim os ganhos térmicos da edificação fiquem maiores, reduzindo o conforto dos usuários. Para ser energeticamente eficiente, então, a edificação deve proporcionar um balanço entre a iluminação natural e a incidência solar nos ambientes internos. (CARLO; *et al*, 2004).

O uso de paredes de vidro, janelas muito largas e altas são problemas em países como o Brasil, que é um país tropical com céu muito luminoso na maior parte do ano. Uma área extensa de abertura de vidro representa um grande acoplamento térmico com o exterior, o qual significa um grande aumento da temperatura interna acompanhando a variação externa; aumento dos ganhos de calor internos pela penetração de radiação solar que se converte em energia térmica no interior; aumento do desconforto visual, por ofuscamento e contrastes, produzido pelo ingresso de radiação solar direta. Por isso as aberturas devem ter áreas

reduzidas, não maiores que aquelas compatíveis com as necessidades de iluminação natural. (COBERLLA E YANNAS, 2003).

Uma boa alternativa para ter uma iluminação proveniente de energia renovável é fazer uso de claraboias, instaladas na cobertura da edificação permitindo a entrada da iluminação zenital. Iluminação zenital é a porção de luz natural produzida pela luz que entra através dos fechamentos superiores dos espaços internos - que por ser instalada na parte superior faz com que a distribuição da luz fique mais homogênea, evitando também a incidência direta dos raios solares por possuir uma cobertura em material translucido. A área de abertura da cobertura não deve exceder a 10% da área do piso, para que a temperatura interna não sofra aumento representativo. A aplicação de cores claras no interior do edifício dá ao usuário um conforto visual além de ajudar a luz refletir e propagar melhor no ambiente. O uso estratégico de brises e venezianas também são uma boa opção para o controle da entrada de raios luminosos. (ABREU, *et al*, 2016.)

Para locais em ambientes interiores com menor possibilidade de abertura de janelas, pode-se explorar a luz natural além das aberturas tradicionais, através de recursos arquitetônicos, como prateleiras de luz, átrios, dutos de iluminação espelhados, paredes transparentes (tijolos de vidro) e poços de luz. Recentemente o uso de fibra ótica como condutor de luz é um avanço nos métodos construtivos. (LAMBERTS, *et al*, 2014).

2.2.8 Iluminação artificial

A iluminação artificial é toda aquela que é obtida através de uma fonte artificial, que transforma a energia elétrica em luz. A redução significativa da utilização de energia elétrica pode ser resultado de um bom projeto de iluminação natural, reduzindo assim a necessidade de utilização artificial enquanto houver luz natural suficiente. Deve-se levar em consideração que o uso da iluminação artificial traz vantagens como a permanência de cor fixa, não necessita de aberturas nas vedações do edifício, permite o desenvolvimento de atividades no período noturno, seu uso como complemento para luz natural permite que raios luminosos alcancem os pontos mais distantes das aberturas, independente das variações que ocorrem com a luz do dia. (COBERLLA E YANNAS, 2003; LEMOS, 2016).

Para facilitar a compra de luminárias, por meio de Decreto Presidencial, foi instituído o Selo Procel de Economia de Energia, ou simplesmente Selo Procel. Este selo tem por objetivo orientar o consumidor, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética, também estimula a fabricação e a comercialização de produtos mais

eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais. (INMETRO, [s.d.]).

Existem no mercado diversos modelos de iluminação artificial, contudo as lâmpadas mais empregadas para uso comum são as lâmpadas fluorescentes e de LED. As fluorescentes são encontradas em formatos compactos e tubulares, são lâmpadas com descarga de baixa pressão, exigem uma instalação especial com reatores, são uma boa alternativa para a redução do consumo de energia elétrica. Alguns modelos como as tubulares T5, são mais baratas que as lâmpadas de LED, porém possuem uma vida útil mais curta e são menos eficientes. (LEMOS, 2016).

A sigla LED – *Ligth Emitting Diodes* significa Diodos Emissores de Luz, são lâmpadas que resultam em uma melhor eficiência, por serem mais econômicas no consumo de energia e ainda assim com grande capacidade de iluminação, n. São uma ótima opção para substituir os outros modelos de lâmpadas, levando em consideração seu tempo de vida útil longo e a economia no consumo de energia, gerando um *payback* atrativo, por ter o seu valor de mercado mais elevado. (LEMOS, 2016; INMETRO, [s.d.]).

Também é muito corriqueiro pessoas acionarem o interruptor de luz quando necessário, porém é difícil encontrar os mesmos para desligar o sistema. Por isso, sistemas de controles automáticos são uma boa sugestão quando se quer utilizar a luz natural para economia de energia. Existem diversos tipos de sistemas de controles de iluminação artificial, como os sensores de presença e os programadores de tempo.

Os sensores de presença utilizam radiação infravermelha ou vibrações ultrasônicas para detectar a presença de pessoas, evitando assim que ambiente vazios permaneçam com as lâmpadas acesas, são extremamente úteis em ambientes de circulação de pessoas, como hall de entrada, escadas e corredores. Os sensores ainda são associados a programadores de tempo, que após um tempo pré-determinado faz com que a lâmpada seja desativada. (LAMBERTS, *et al*, 1997).

2.2.9 Acessibilidade Espacial

A Acessibilidade espacial refere-se à possibilidade de participação das pessoas na sociedade em condições de igualdade e sem discriminação, sendo uma das condições para atingir a inclusão social. (OLIVEIRA, 2006).

A acessibilidade do espaço construído não deve ser compreendida como um conjunto de medidas que favoreceriam apenas às pessoas com deficiência, mas sim

medidas destinadas a acolher todos os usuários em potencial. Para isso, é necessário garantir total acesso aos mais variados locais e atividades, eliminando as diversas barreiras existentes que comprometem a participação de todos. Portanto, a acessibilidade espacial é a possibilidade de compreensão da função, da organização e das relações espaciais que o ambiente estabelece e a participação das atividades que ali ocorrem, fazendo uso dos equipamentos disponíveis com segurança e autonomia (BINS ELY et al., 2001).

Existem quatro componentes que avaliam o nível de acessibilidade do ambiente construído. São eles: Orientação (placas, letreiros, sinais, mapas); Deslocamento (é a possibilidade de deslocar-se de forma independente em percursos livres de obstáculos, que ofereçam conforto e segurança ao usuário); Uso (condição que possibilita a utilização de equipamentos e a participação nas atividades afins); Comunicação (condição que possibilita a utilização dos equipamentos e a participação nas atividades fins). (DISCHINGER, *et al*, 2012).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) atualizou em 2015 a Norma Técnica de Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos (NBR 9050:/2015), de acordo com a norma, “acessibilidade é a possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos. ”

As orientações técnicas de acessibilidade oferecem diretrizes básicas sobre acessibilidade em vias públicas e edificações baseando-se na norma técnica NBR 9050:2015. Segundo a Cartilha de Orientação sobre Acessibilidade (CREA, [s.d.]), as orientações são organizadas da seguinte forma: Sinalização (símbolos, sinalização tátil de piso); Espaços públicos (parâmetros e dimensões básicas, vias públicas, calçadas, travessia de pedestres, estacionamento, mobiliário e equipamentos urbanos, vegetação); Edificação (definições, circulação interna, circulação vertical, portas e janelas, sanitários e vestiário, corrimão e guarda-corpo, locais de reunião, hospedagem, esporte e lazer).

Os símbolos são uma forma de se ter a identificação visual de acessibilidade, para demonstrar o acesso, como exemplifica a Figura 5, trazendo o Símbolo Internacional de Acesso – SIA, o Símbolo Internacional de Acesso para Pessoa com Deficiência Visual e o Símbolo Internacional de Acesso para Pessoa com Deficiência Auditiva.

Figura 5 – SIA Símbolo Internacional de Acesso

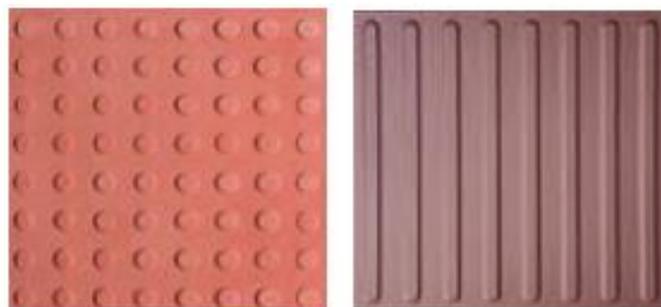


Fonte: CREA (2018).

De acordo com a NBR 9050:2018, esta sinalização deve estar fixada em lugares acessíveis e visíveis, principalmente nos seguintes locais: entradas; áreas e vagas de estacionamento de veículos; áreas acessíveis de embarque/desembarque; sanitários; áreas de assistência para resgate, áreas de refúgio, saídas de emergência; áreas reservadas para pessoas em cadeira de rodas; equipamentos exclusivos para o uso de Pcd.

A sinalização tátil de piso (Figura 6) promove a segurança, orientação e mobilidade a todas as pessoas, principalmente para as com deficiência visual. A sinalização tátil deve conter as seguintes características: ser antiderrapante, em qualquer condição; ter textura contrastante em relação ao piso adjacente, sendo perceptível por pessoas com deficiência visual; ter cor contrastante em relação ao piso adjacente, sendo perceptível por pessoas com baixa visão; atender características de desenho, relevo e dimensões de acordo com as normas NBR 9050:2018 e mais recentemente com a NBR 16537.

Figura 6 – Piso tátil direcional e indicativo



Fonte: CREA (2018).

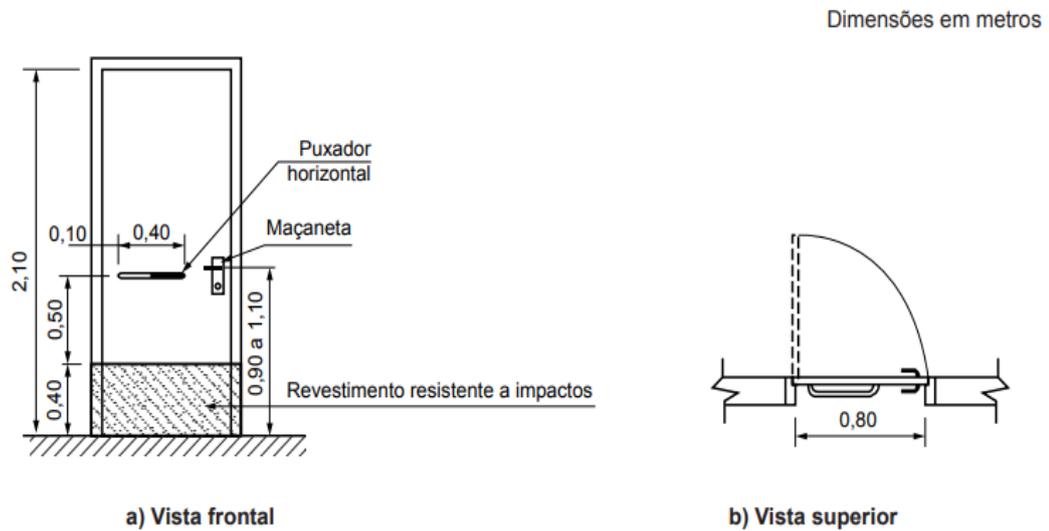
Pode-se dividir a sinalização tátil de piso em dois tipos: Sinalização tátil de alerta (utilizada para sinalizar situações de risco de segurança, sua largura deve ser de 40 a 60 cm); Sinalização tátil direcional (utilizada na ausência ou descontinuidade de linha-guia identificável, sua largura deve ser de 20 a 60 cm).

Sobre os parâmetros antropométricos e dimensões básicas, a norma diz que é importante considerar as limitações do homem para elaboração dos projetos arquitetônicos e urbanísticos, assim como, o desenho de mobiliários. “Pessoas com deficiência se deslocam, em geral, com a ajuda de equipamentos auxiliares: bengalas, muletas, andadores, cadeiras de rodas ou cães treinados, no caso de pessoas cegas. Portanto, é necessário considerar o espaço de circulação juntamente com os equipamentos que as acompanham” (CREA, Acessibilidade Cartilha de Orientação, p21, 2018).

De acordo com a NBR 9050:2015, as medidas necessárias para manobrar uma cadeira de rodas sem deslocamento são: (Para rotação de $90^\circ = 1,20\text{m} \times 1,20\text{m}$; para rotação de $180^\circ = 1,50\text{m} \times 1,20\text{m}$; para rotação de $360^\circ = \text{diâmetro de } 1,50\text{m}$). Já para o deslocamento em linha reta, a norma especifica que sejam das seguintes dimensões: (90cm para uma pessoa em cadeira de rodas; 1,20m a 1,50m para um pedestre e uma pessoa em cadeira de rodas; 1,50m a 1,80m para duas pessoas em cadeira de rodas).

O número mínimo de sanitários acessíveis para uma edificação de uso coletivo em situação de ampliação e/ou reforma é de 5% do total de cada peça sanitária, com no mínimo um em cada pavimento acessível onde houver sanitário. Para a obtenção de um banheiro acessível a portadores de necessidades especiais, as portas (Figura 7) devem contar no mínimo 80 cm de largura, possuir maçanetas do tipo alavancada instaladas a uma altura entre 0,80 m e 1,10 m do piso. As portas devem ter no lado oposto ao lado da abertura, um puxador horizontal associado à maçaneta.

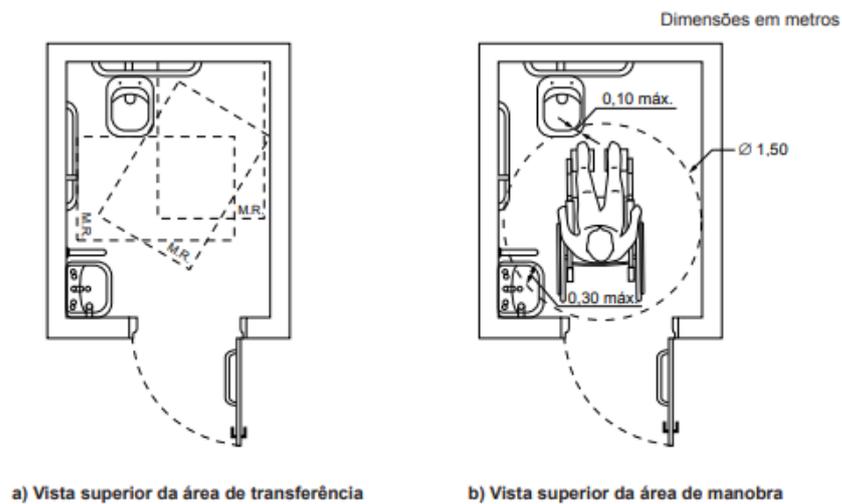
Figura 7 – Portas de acessibilidade para banheiros



Fonte: NBR 9050, 2015.

Quando a porta for instalada do tipo eixo vertical, está deve abrir obrigatoriamente para o lado externo do boxe. As dimensões para um banheiro acessível devem assegurar a instalação das peças sanitárias, assim como a circulação com giro de 360° da cadeira de rodas, conforme ilustrado na Figura 8.

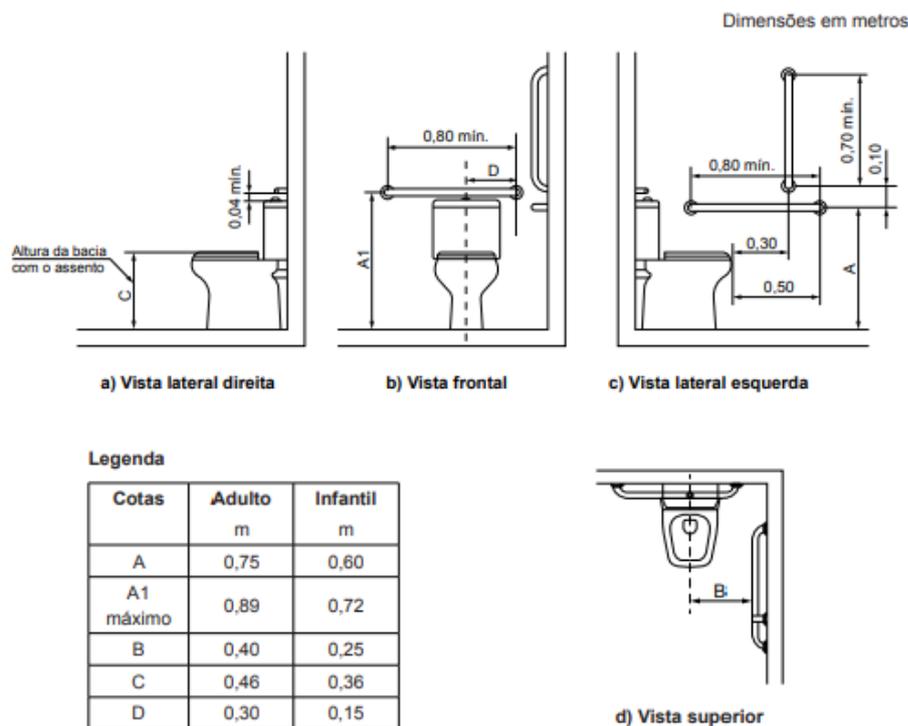
Figura 8 – Banheiro acessível



Fonte: NBR 9050, 2015.

Os vasos sanitários acessíveis devem estar a uma altura de 0,45 m do piso, estes não devem possuir abertura frontal, facilitando assim a transferência do cadeirante. Junto à bacia devem ser instaladas barras para apoio com dimensões especificadas na (Figura 9).

Figura 9 – Dimensões para os acessórios dos banheiros acessíveis



Fonte: NBR 9050, 2015.

Conforme a NBR 9050:2015 os corrimãos e guarda-corpos devem ser instalados em rampas e escadas em ambos os lados a 0,92 m e a 0,70 m do piso. Os corrimãos laterais devem ser contínuos, sem interrupção nos patamares das escadas e rampas. Estes acessórios devem ser construídos com materiais rígidos e devidamente fixados as paredes ou as barras de suporte, garantindo condições seguras de utilização. As extremidades dos corrimãos devem ter acabamentos recurvados, ser fixadas ou justapostas a parede ou piso, ou ainda ter desenho contínuo, sem protuberâncias.

A norma da NBR 9050:2015 ainda oferece informações relacionadas às vias públicas, calçadas, travessias de pedestres, estacionamento, mobiliário e equipamentos urbanos, circulação horizontal, circulação vertical, equipamentos eletromecânicos, entre outros parâmetros necessários.

2.3 PARÂMETROS PARA CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DE EDUCAÇÃO INFANTIL

O ambiente escolar é o local onde a criança cria seus primeiros vínculos com a sociedade, após a vivência em âmbito familiar, interagindo de forma afetiva e cognitiva com outras pessoas dentro de um meio que a cerca. Por esse motivo, a preocupação com a interação

entre usuários e o ambiente deve-se ser levada em consideração, introduzindo práticas projetais que garantam a aproximação da criança com o todo.

O edifício escolar tem um nível de importância bastante enfatizado, considerando sua significação sócia tanto como objeto arquitetônico emblemático para determina comunidade, mas principalmente, sua relevância no próprio processo educativo, que tem em vista a formação de futuros cidadãos. No entanto, toda a dinâmica das relações existentes no ambiente escolar, normalmente é pouco conhecida por profissionais da arquitetura e engenharia, o que torna a tarefa de projeção mais árdua. (AZEVEDO, 2002).

Tradicionalmente, as construções escolares seguem um Programa de Necessidades previamente estabelecido pelas Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação. A construção de uma unidade de educação infantil demanda planejamento e envolve os estudos de viabilidade, a definição das características ambientais e a elaboração do projeto arquitetônico, incluindo o projeto executivo, o detalhamento técnico e as especificações de materiais e acabamentos.

De acordo com o Manual de Orientações Técnicas de Elaboração de Projetos de Edificações Escolares para o Ensino Fundamental, apresentado pela FNDE [s.d.], foram especificados os seguintes parâmetros de implantação do edifício escolar:

a - Localização do terreno; b - Características do terreno: avaliar dimensões, forma e topografia do terreno; c - Adequação da edificação aos parâmetros ambientais e ao clima regional; d - Orientação da edificação; f - Topografia; g - Desníveis; h - Características do solo; i - Localização da Infraestrutura.

Além dos parâmetros de implantação, foram especificados parâmetros funcionais e estéticos também:

a - Programa de necessidades; b - Setorização; c - Elementos arquitetônicos de identidade visual; d - Áreas e proporções dos ambientes internos; e - Layout; f - Esquadrias; g - Aproveitamento da iluminação e ventilação natural; h - Funcionalidade dos materiais de acabamentos; i - Especificações das cores de acabamentos; j - Especificações das louças e metais; k - Vegetação.

Como diretrizes de projetos, a FNDE [s.d.] especifica que o projeto deve integrar as características internas e externas do ambiente com as práticas pedagógicas, culturais e sociais. Estas edificações devem garantir conforto térmico, acústico e luminoso ao usuário, atender integralmente a norma NBR 9050:2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, possuir ambientes amplos para uso recreativo e de circulação, com a perspectiva construtiva de pouco impacto ambiental.

2.3.1 Exemplos de escolas sustentáveis no Brasil

A sustentabilidade vem ganhando cada vez mais o seu espaço no quadro atual da construção civil, se tornando fundamental para garantir que as próximas gerações tenham acesso aos recursos naturais e cresçam conscientes da importância da preservação e do uso consciente de tais recursos, para que assim, a degradação do meio ambiente seja cada vez mais evitada.

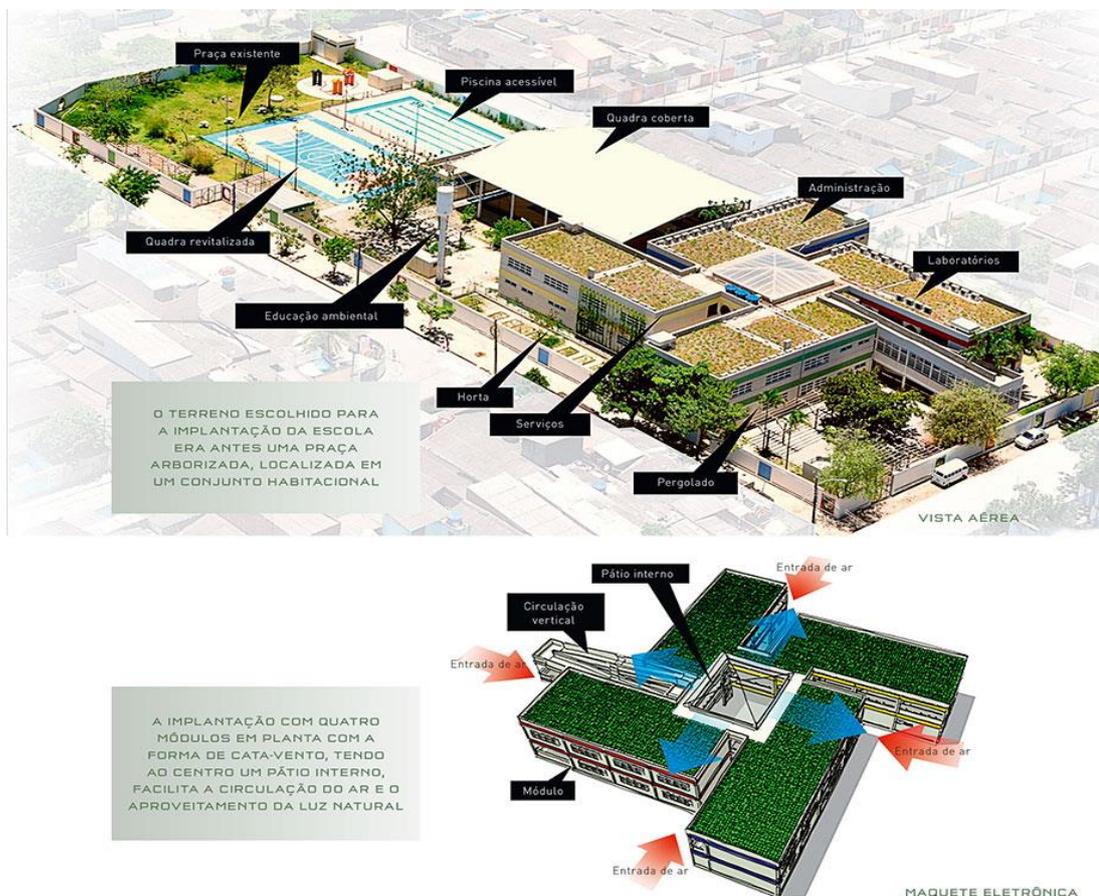
Sendo assim, é de suma importância que as crianças e adolescentes tenham o contato e a convivência com a sustentabilidade, para que as medidas de conservação se tornem cada vez mais habituais. Atualmente, existem escolas e centros educacionais que adquiriram o padrão de construção sustentável e se tornaram um exemplo a ser considerado por outras edificações.

2.3.1.1 Escola Estadual Erich Walter Heine

A Escola Estadual Erich Walter Heine está situada em Santa Cruz que fica na zona oeste do Rio de Janeiro. Essa região tem temperaturas elevadas que chegam até 40°C no verão, essa foi uma das maiores preocupações da proposta concebida pelo escritório de arquitetura Arktos de criar formas de garantir que a escola se tornasse eficientemente energética e garantir o conforto ambiental no interior da edificação.

A escola foi projetada em quatro módulos (Figura 10), formando um cata-vento, assim, o ar circula por todo o espaço, foram projetadas grandes janelas nas salas e áreas de circulação proporcionando o aumento da iluminação natural. Os pisos e paredes possuem cores claras, os vidros possuem película verde que promove a redução de calor e a fachada recebeu brises, que proporcionam o sombreamento e protegem com vegetações regionais.

Figura 10 – Escola Estadual Erich Walter Heine



Fonte: ArcoWeb, 2017.

A figura 5 ainda mostra que a escola possui laboratórios de informática, pátio interno e uma quadra revitalizada, além disso, a escola conta com 15 salas de aula, uma sala de música, uma sala de artes, laboratório de ciências, biblioteca e auditório, também possui espaços abertos à comunidade, como quadras, piscinas e horta orgânica (ArcoWeb, 2017).

A edificação reduziu até 40% no consumo de energia, para isso foram investidos 16 milhões de reais e implantadas instalações que captam água da chuva que é utilizada nos vasos sanitários, jardins e limpeza, gerando uma economia de 50% de água. Para reduzir o consumo de energia, foram colocadas lâmpadas de LED em todo o edifício fazendo com que o consumo caísse 80%. (BARATTO, 2014).

2.3.1.2 Creche Municipal Hassis

A Creche Municipal Hassis fica localizada no bairro de Costeira de Pirajubaé em Florianópolis. Segundo o Ministério da Educação, foi feito um investimento de 4,4 milhões de reais, sendo um total de 2,5 milhões vindos do Governo Federal e 1,8 milhões de reais

vindos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e 695,00 mil do salário educação.

A edificação (Figura 11), é capaz de gerar sua própria eletricidade por meio de energia solar captada com placas instaladas no telhado, obtendo uma economia de 2,5 mil reais. A energia também é utilizada para o aquecimento de água destinada a cozinha, lavanderia e chuveiros. As torneiras do jardim e os vasos sanitários contam com a utilização da água da chuva.

Figura 11 – Creche Municipal Hassis



Fonte: Prefeitura de Florianópolis 2015.

A creche foi construída em um terreno com quase 12 mil metros quadrados e sua área construída é de 1.182m², possuindo 10 salas de aula infantis, pátio coberto, refeitório com varanda, banheiros e outros espaços com acessibilidade.

Conforme informações disponibilizadas no site da Prefeitura de Florianópolis, a creche Municipal Hassis possui o selo LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), para isso, a edificação seguiu todos os critérios impostos para certificação: terrenos sustentáveis, eficiência do uso de água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ambiente interno, inovação em design e prioridades regionais.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O estudo apresentado tem o intuito de elaborar estratégias sustentáveis que tragam melhorias para uma escola da rede de educação pública da cidade de Tubarão/SC. Para o estudo de caso, foi usado como base o projeto da Escola Municipal de Educação Básica Presidente Juscelino Kubitscheck fornecido pela Prefeitura Municipal de Tubarão. Para uma melhor análise foram feitas visitas *in loco* e a coleta de informações cedidas pelos usuários da edificação.

3.1 A INVESTIGAÇÃO REALIZADA

Para responder à pergunta central deste estudo, a abordagem utilizada foi a qualitativa. Esta definição deu-se em função de análise bibliográfica e documental, imprescindíveis para o planejamento realizado.

Demo (2012) discorre sobre a relevância das pesquisas fazendo alusão à estrutura tradicional e positivista de ensino:

Não corresponderá ao desafio da cidadania moderna se permanecer na mesma transmissão, cópia, reprodução de conhecimento, no puro ensino e na pura aprendizagem, nos treinamentos domesticadores. Onde o aluno é objeto de aprendizagem, copiam-se lacaios, não se fazem cidadãos competentes. Onde o professor apenas ensina, reproduz-se a sucata, não o projeto próprio de desenvolvimento. (DEMO, 2012, p. 35-36).

Essa afirmação do pesquisador refere-se à necessidade de o acadêmico ser protagonista da construção do conhecimento e, esse protagonismo apenas é adquirido por sua emancipação através da pesquisa científica.

Como método de procedimento determinou-se um estudo de caso qualitativo onde, o “caso” circunscrito e isolado foi a “reforma de instituição com proposição sustentável”. Caracterizada como empírica, esta pesquisa não prescindirá de dados quantitativos e qualitativos para a análise dos dados e discussão dos resultados.

O estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tantos estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa. (YIN, 2001, p. 45).

Como qualitativa esta pesquisa pode ser redefinida em sua execução dado o caráter de subjetividade que apresenta em função das indefinições do quadro a ser analisado pelo investigador. Simultaneamente, o caráter fenomenológico está presente enquanto

definiu-se (TRIVIÑOS, 2006) “esferas de essência” para o estudo. Estas constituem-se em fenômenos considerados e isolados que serão o objeto do estudo. No caso específico desta investigação, a esfera de essência isolada foi “uma instituição pública tubaronense a ser reformada sustentavelmente”.

O nível do estudo foi o descritivo pois, para a execução da mesma foram descritas variáveis, independentes e dependentes para a validação da hipótese de trabalho (problema). Como variável independente listou-se a edificação existente e como variáveis dependentes as características sustentáveis possíveis como placas fotovoltaicas, coleta de água da chuva, entre outras. Entretanto, por tratar-se de pesquisa qualitativa, não foram descritas hipóteses secundárias e não foi realizada manipulação das variáveis indicadas.

3.1.1 Instrumentos de coleta de dados

Para a investigação realizada, os instrumentos de coleta de dados foram: a) a observação direta – permite coleta de dados inusitados e não previstos por outros instrumentos. b) artigos analisados por especialistas e livros – todos resgatados em bases de dados científicas fornecidas pela universidade ou gratuitas disponíveis na rede mundial de computadores. c) fotografias – permitiram uma análise minuciosa dos pesquisadores sobre a edificação objeto de estudo.

3.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PESQUISA

Para elaboração do trabalho, primeiramente, realizou-se pesquisas bibliográficas, buscando adquirir as informações necessárias para a fundamentação da pesquisa. Com a obtenção de um embasamento teórico, definiu-se as etapas a serem seguidas para o alcance dos objetivos propostos. Ordenou-se a pesquisa em quatro etapas:

1ª Etapa: Coleta de dados através da técnica de análise documental visando a obtenção de documentos como planta baixa, planta de cobertura, projeto elétrico, contas de energia e água. Tais documentos foram fornecidos pela Prefeitura Municipal de Tubarão, nos setores de infraestrutura e gestão.

2ª Etapa: Para uma melhor compreensão da coleta de dados, realizaram-se visitas técnicas à Escola de Educação Básica Juscelino Kubitschek, onde foi verificado se as informações de projeto coincidem com a realidade. Para conclusão desta etapa, foram registradas fotos do local e levantamento de dados sobre o imóvel.

3ª Etapa: Posteriormente, ainda com a análise documental e por meio de uma entrevista realizada com a direção da escola, avaliou-se as necessidades da edificação e dos usuários. A partir de então, definiu-se as técnicas e itens sustentáveis aplicáveis em uma edificação escolar, visando o conforto e o bem-estar dos usuários.

4ª Etapa: Com embasamento nos resultados das etapas anteriores, obteve-se uma proposta de melhorias para a escola e um novo projeto de adequação para a aplicação de práticas sustentáveis e eficientes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o presente trabalho foi usado como modelo de análise a Escola Municipal de Educação Básica Presidente Juscelino Kubitscheck. Selecionada por ser tratar de uma unidade educacional de ensino básico da rede pública municipal de Tubarão. A edificação se encontra em condições desfavoráveis e precárias, não podendo atender as necessidades básicas dos usuários da unidade.

4.1 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

4.1.1.1 Resgate histórico

Em informações fornecidas pelo acervo cultural da comunidade, a Escola Municipal de Educação Básica Juscelino Kubitschek foi fundada no ano de 1987 por um simples movimento de pais que teve como líder a Senhora Dilma Fontana Simão. De início foi construída apenas uma sala de madeira, uma pequena cozinha e dois banheiros. O espaço acolheu 18 alunos da 1º série, uma professora chamada Eliane Mazzuco Perito e contou com a ajuda de uma merendeira que foi justamente a fundadora da escola, a Senhora Dilma.

Apesar de as atividades terem sido iniciadas no dia 17 de março de 1987, o decreto de sua criação saiu apenas em 22 de abril de 1987, sob o nº 1.027/87. Em 1989 a escola passou por uma ampliação e ganhou mais uma sala de aula e em 1990 passou a atender crianças de 1ª à 4ª série e mais um pré-escolar, contando com um espaço que foi alugado de uma casa vizinha.

Ainda no ano de 1990 houve uma reivindicação para construção de uma nova escola, mas, o projeto só foi aprovado no segundo semestre do ano de 1993, tendo assim, o início da construção. A conclusão da obra foi no ano de 1995. A escola passou a contar então, com quatro salas de aula, três banheiros, cozinha com despensa, depósito, pátio coberto, sala de direção/secretaria, sala de professores, sala de reuniões/vídeo e biblioteca.

Ressaltando as autoridades públicas da época, o Prefeito Dr. Irmoto e seu vice Celso, como secretária de Educação, Olga Maria Benedete, como diretora da escola, Lezi De Pieri Cardoso e na presidência da Associação de Pais e Moradores (APP), o senhor João Matiola.

4.1.1.2 Clientela escolar

Segundo informações disponibilizadas pela atual diretora da Escola, a senhora Luciana Fogaça Boschetto, atuante desde 2016, a escola recebe atualmente em torno de 150 alunos, que são divididos de 26 a 30 alunos por sala de aula. A escola atende alunos da 3ª à 5ª série no horário matutino (08h00 às 12h00) e no vespertino (13h00 às 17h00) atende os alunos do pré-escolar à 2ª série do ensino fundamental. A unidade também conta com o trabalho de 23 funcionários.

A diretora também relata que 70% dos alunos contam com o transporte público para se locomoverem até a escola, devido a BR 101, o bairro de São Cristóvão foi dividido em quatro comunidades, sendo assim as crianças residem nos seguintes locais: no Loteamento Presidente Juscelino, na Rua Ângelo de Bona, nos arredores da BR 101 e no Loteamento Jardim São Cristóvão. O transporte é cedido pela Prefeitura Municipal de Tubarão, exceto para cinco crianças que residem no bairro de Oficinas e são trazidas pelos seus pais. O bairro conta com mais três unidades escolares: Escola Básica José Botega (Estadual – séries iniciais e finais), CEI São Cristóvão e CEI Irene Botega Collaço.

A escola conta com uma Associação de Pais e Professores (APP), segundo o Instituto Estadual de Educação (IEE), [s.d.], uma APP é:

A APP é uma instituição auxiliar da escola, com a finalidade de colaborar no aprimoramento do processo educacional, na assistência ao escolar e na integração família - escola - comunidade. É uma entidade com objetivos sociais e educativos, não terá caráter político, racial ou religioso e nem fins econômicos e se propõe a cooperar na solução de problemas inerentes à vida escolar, dentro da harmonia que deve orientar a convivência entre pais, responsáveis legais, professores e alunos, a cooperar na conservação do prédio e equipamentos escolares e a propiciar à Direção da Unidade Escolar, meios de aprimorar as condições de trabalho e de ensino, dentro de suas atribuições legais e possibilidades. É regido por seu Estatuto.

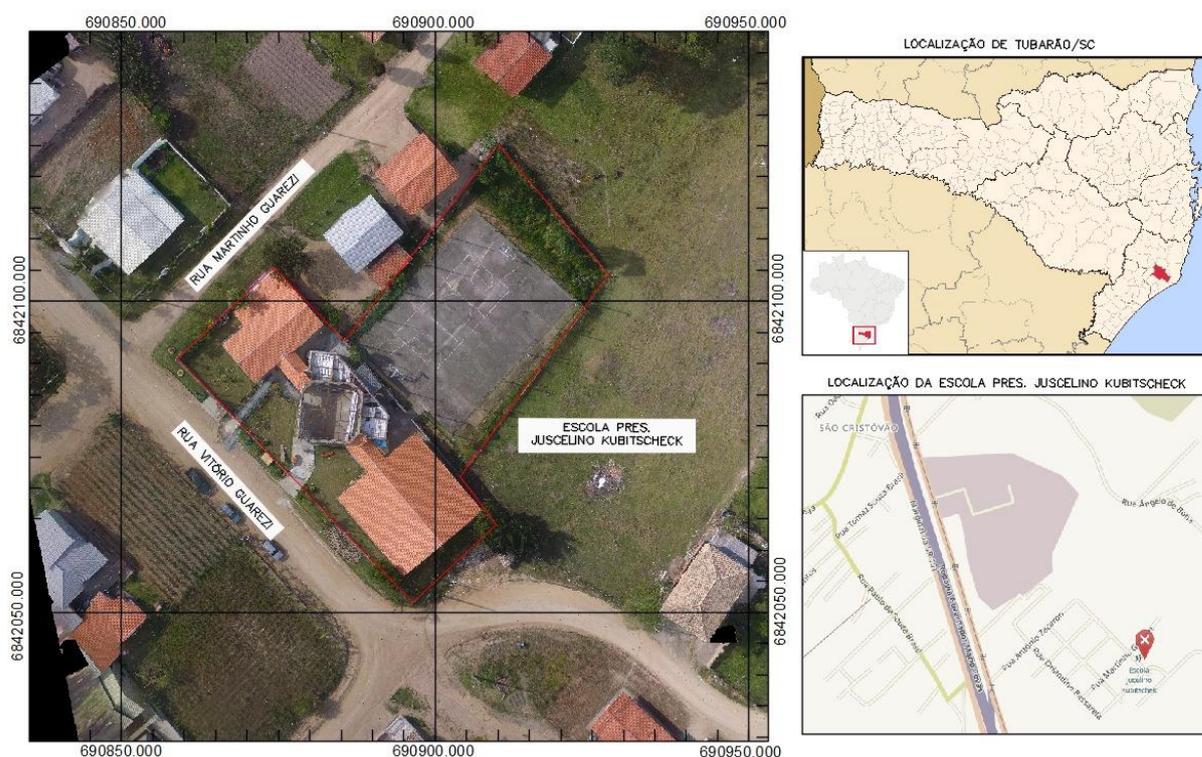
A maioria dos pais possui o Ensino Fundamental completo e tem uma renda mensal entre 2 a 4 salários mínimos. Os pais são muito prestativos e estão sempre envolvidos e contribuindo com a escola. Valorizam e se preocupam com o estudo dos filhos e estão sempre presentes quando solicitados para algum evento ou atividade.

São Cristóvão por se localizar as margens da BR 101, se tornou um bairro industrial e possui grandes empresas como Alcoa, Itagres, Vinícolas e Transportadoras, além de postos de gasolinas, mecânicas e microempresas. Apesar de ser um bairro considerado industrial, São Cristóvão ainda possui vários agricultores que mantêm o plantio de arroz como fonte de renda.

4.1.2 Localização

A Escola Municipal de Educação Básica Pres. Juscelino Kubitscheck localiza-se no sul do estado de Santa Catarina, na cidade de Tubarão, Bairro São Cristóvão, Loteamento Juscelino Kubitscheck, na Rua Vitória Guarezi, nº 245, CEP 88703-335. A unidade escolar fica na margem esquerda da BR 101, sentido norte-sul (Figura 12).

Figura 12 – Localização da Escola Pres. Juscelino Kubitscheck



Fonte: Autoras, 2019.

Conforme ilustrado na Figura 12, a unidade se encontra em uma área de propriedade da Prefeitura Municipal de Tubarão, situada em perímetro urbano, dentro da Zona Residencial 03, há aproximadamente 11 km de distância do principal acesso ao centro da cidade, pela Avenida Padre Geraldo Spettmann. As coordenadas geográficas são: 690934.8339 Norte e 6842125.1605 Sul.

4.1.3 Estrutura

O edifício em que a escola funciona atualmente teve o início de sua construção no ano de 1993. Dois anos após, em outubro de 1995, a escola foi inaugurada com a estrutura física que se encontra até os dias atuais, passando por pequenas reformas de manutenção e ampliações quase que insignificantes.

O projeto arquitetônico presente no Anexo A deste trabalho, foi desenvolvido para implantação da escola em um terreno de aproximadamente 940,50 m², com 435,50m² de área edificada dividida em cômodos representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Cômodos da Escola Pres. Juscelino Kubitscheck

CÔMODO	ÁREA (m²)	CÔMODO	ÁREA (m²)
Almoxarifado	16,00	Pátio Coberto	91,50
Biblioteca	44,80	BWC Masculino	12,19
Secretaria	15,41	BWC Feminino	12,11
Direção	11,20	BWC acessível	4,62
Lavabo	2,76	Sala de Aula 01	48,00
Cozinha	15,76	Sala de Aula 02	48,00
Despensa	6,79	Sala de Aula 03	48,00
D.M.L	4,14	Sala de Aula 04	48,00
Varanda	5,30	Circulação	81,21

Fonte: Autoras, 2019.

A Tabela 1 mostra que a escola possui uma estrutura consideravelmente completa e capaz de atender a demanda de usuários. No entanto, alguns cômodos não vêm sendo utilizados conforme especificação de projeto, fazendo com que a edificação careça de uma melhor organização e ampliação de alguns setores.

A construção destinada ao local escolar é constituída por elementos estruturais em concreto armado, alvenaria de vedação composta por blocos cerâmicos, contrapiso e piso cerâmico, cobertura com forro em madeira e telhas cerâmicas do tipo portuguesa. As esquadrias são compostas de janelas do tipo basculante, de alumínio com vidro e portas de madeira.

O imóvel conta com uma quadra para prática de atividades físicas dos alunos nos fundos da escola. Esta foi construída em um lote destinado à Área Institucional pertencente ao Loteamento Juscelino Kubitscheck, devido a este fato a quadra é de uso escolar e de toda comunidade local.

Por se tratar de uma estrutura de 24 anos desde a sua construção, a escola necessita de reparos, manutenção e ampliação de espaço. Conforme relatos dos usuários que foram entrevistados durante a elaboração deste trabalho, houve pedidos para intervenções construtivas há mais de dez anos que não foram atendidas pelo órgão público responsável.

4.1.3.1 Reforma

Em janeiro de 2019 a escola sofreu danos na edificação que devido às fortes chuvas e ventos registrados na região do sul de Santa Catarina, aliados com as más condições estruturais em que a mesma se encontrava. O telhado da escola e o forro de madeira cederam ocasionando o seu desmoronamento. Não houve vítimas pelo fato ter ocorrido em período de recesso escolar.

A Fundação Municipal de Educação do Município de Tubarão/SC atendendo aos pedidos da comunidade e analisando a necessidade da reforma e reconstrução da estrutura escolar, fez a abertura no dia 15 de maio de 2019, da tomada de preços nº 02/2019, sobre o processo de execução dos serviços de Reforma da Cobertura e Instalação Elétrica da EMEB Presidente Juscelino Kubitschek (Figura 13).

Figura 13 – Placa da obra de reforma da Escola



Fonte: Autoras, 2019.

Conforme o memorial descritivo do projeto básico lançado pela prefeitura, esta reforma visa atender apenas os blocos constituídos por estrutura de madeira e telhas cerâmicas, totalizando 504,91m², onde serão substituídos os forros de madeira existentes por forros de PVC. Além disso, será contemplado a implantação de um novo projeto elétrico para as dependências que terão sua cobertura reformada, com a retirada das tomadas e fiações existentes substituídas por novas.

Entre as visitas realizadas no local, pode-se observar que a reforma está sendo executada de acordo com o projeto e os materiais especificados no memorial descritivo. Dessa forma, será realizada uma análise do projeto básico de reforma sob a ótica da construção sustentável.

4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

A partir do estudo de caso feito através do levantamento de dados e estudos feitos *in loco*, foram levantadas as necessidades energéticas da edificação e dos usuários, as quais serão abordadas a seguir.

4.2.1 Acessibilidade

Em estudo realizado, foram identificadas algumas necessidades na questão de acessibilidade. Já de início, nota-se que as calçadas não estão adequadas conforme o Código de Obras da cidade de Tubarão (2013):

Art. 59 Os passeios serão construídos de acordo com a largura projetada com meio fio a 15cm de altura.

Art. 60 Transversalmente, os passeios terão uma inclinação do alinhamento do lote para o meio fio de 2%.

Art. 61 O revestimento do passeio será dos seguintes tipos: I – argamassa de cimento e areia ou lajotão pré-moldado; II – ladrilhos de cimento; III – mosaico tipo português. Outros revestimentos do passeio podem ser propostos pelo proprietário estando sujeitos a prévia aprovação da Prefeitura Municipal, devendo ser plano e antiderrapante.

Art. 65 Todos os passeios deverão possuir rampas de acesso junto às faixas de travessia, de acordo com especificações da norma NBR 9050/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O passeio consolidado (Figura 144) encontra-se revestido em grande parte por vegetação gramínea e alguns pontos com paver. Possui largura de 1,80 metros, meio fio em todo perímetro e dois instrumentos urbanos instalados.

Figura 14 – Passeio público



Fonte: Autoras, 2019.

A Rua Vitória Guarezi não possui nenhum tipo de pavimentação. As casas ao entorno seguem o mesmo tipo de passeio da escola, em alguns casos, não possuindo meio fio e sendo revestido apenas com vegetação gramínea. A rampa de entrada da escola possui guarda-corpo (Figura 155) com altura de 1,10 metros, os mesmos são feitos de material de liga metálica de baixa qualidade e se encontram em fase de corrosão, uma das reclamações citadas pela diretora.

Figura 15 – Guarda-corpo em alumínio em estado de corrosão



Fonte: Autores, 2019.

A diretora Luciana, relata que os guarda-corpos são novos e foram doados pela Prefeitura Municipal de Tubarão. Devido à baixa resistência do material houve a antecipação de sua depreciação, assim, necessita-se da troca de material.

Em relação as dependências sanitárias, conforme especificado em projeto, existe um banheiro acessível (Figura 166). Isso é usado como almoxarifado e depósito para os materiais de Educação Física, já que a escola não possui alunos com necessidades especiais.

Figura 16 – Banheiro acessível



Fonte: Autoras, 2019.

Os outros banheiros possuem portas com 70 cm de largura, a estrutura interior não é acessível, não contendo barras de apoio, vasos sanitários e pias nas dimensões necessárias para portadores de necessidades especiais. Todas as entradas de sala de aula possuem rampa de acessibilidade (Figura 17). As portas contêm 90 cm de largura, o que se torna um ponto positivo, precisando passar somente por algumas manutenções para adequação.

Figura 17 – Rampa de acessibilidade



Fonte: Autoras, 2019.

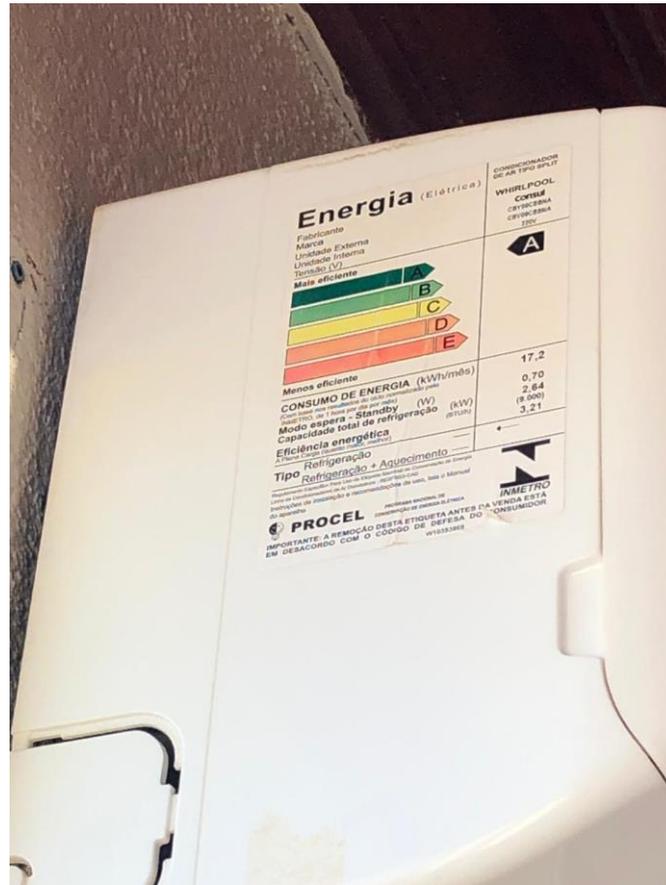
A dimensão mínima para uma rampa de acessibilidade é de 80 cm conforme a NBR 9050:2015 citada no item 2.2.9, a rampa atual possui 90 cm de largura respeitando a largura mínima exigida. Como material foi utilizado o concreto que torna a rampa uma superfície dura e antiderrapante, mesmo estando molhada.

4.2.2 Desempenho térmico

A escola atualmente conta como principal forma de resfriamento do edifício, em períodos quentes, a utilização de equipamento de ar condicionado. Em entrevista com a diretora e visitas realizadas no local, foram identificados a instalação de sete equipamentos. Sendo cinco de 30.000 btus dispostos nas quatro salas de aula e biblioteca, e dois de 12.000 btus instalados na sala dos professores e sala da direção.

Os aparelhos de ar condicionado são do tipo split e possuem o selo Procel do Inmetro (Figura 18), garantindo dessa forma o melhor nível de eficiência energética dentro da categoria.

Figura 18 - Selo Procel no ar condicionado da escola



Fonte: Autores, 2019.

O selo permite identificar a classificação quanto a eficiência energética do aparelho, sendo que a classificação possui cinco níveis, identificados pelas letras A, B, C, D e E. Os condicionadores de ar da escola variavam entre A e B, sendo assim possuem uma boa eficiência.

O pátio coberto da escola, também usado como refeitório para os estudantes, possui pé direito duplo, medindo aproximadamente 4 metros de altura e aplicação de tijolos vazados de cerâmica na parte superior da parede (Figura 19), permitindo assim a circulação do ar. Os elementos vazados possuem uma função decorativa, além de fazer parte da estrutura do pátio.

Figura 19 – Tijolos cerâmicos vazados no pátio da escola



Fonte: Autoras, 2019.

Quanto ao telhado da cobertura do pátio, é revestido com telhas de zinco do tipo simples, ou seja, sem emprego de nenhum outro tipo de material que forneça maior conforto térmico e acústico. Este tipo de material apresenta baixo isolamento térmico, ocorrendo a transferência do calor absorvido para o meio interno.

Para a avaliação da ventilação natural do imóvel, foi realizado o levantamento das aberturas das áreas principais do imóvel, assim como a sua orientação. Estes dados estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 – Aberturas da escola

CÔMODO	TIPO	QTD	DIMENSÃO (m)	ORIENTAÇÃO
Sala de Aula 01	Janelas	02	3,00 x 1,20	Nordeste
Sala de Aula 02	Janelas	02	3,00 x 1,20	Nordeste
Sala de Aula 03	Janelas	02	3,00 x 1,20	Sudoeste
Sala de Aula 04	Janelas	02	3,00 x 1,20	Sudoeste
Pátio/Refeitório	Tijolo vazado em cerâmica	06	2,40 x 1,20	Sul e Oeste

Fonte: Autoras, 2019.

Foi julgado como áreas principais do imóvel para aproveitamento da ventilação natural, aquelas que possuem maior ocupação de usuários durante o horário de funcionamento.

4.2.3 Iluminação

A principal fonte de iluminação da escola é através de meios artificiais, as quais possuem como fonte a energia elétrica. A CELESC é a companhia que abastece a edificação, responsável por grande parte da distribuição de energia elétrica na cidade de Tubarão.

Para o levantamento dos acessórios de iluminação da escola foi considerado os equipamentos empregados no projeto básico elétrico proposto pela Prefeitura Municipal de Tubarão, o qual está sendo executado na edificação. O quantitativo e o tipo destes acessórios estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 – Acessórios de iluminação artificial

ITEM	TIPO	QUANTIDADE
01	Luminária externa para lâmpadas fluorescentes	04
02	Luminária para lâmpada tubular de LED T8	24
03	Luminária tipo plafon para lâmpada de LED E27	03
04	Luminária para lâmpada florescente tubular comum de embutir	06
05	Luminária vapor metálico 250w com refletor	04

Fonte: Autoras, 2019.

Outro ponto importante para ser analisado é a forma como os dispositivos de iluminação serão acionados através dos interruptores. Conforme proposto no projeto, o acionamento das instalações nas salas de aula e demais cômodos que possuem mais de uma lâmpada, em um único comando através de interruptores simples ou paralelos.

Referente ao uso de iluminação natural, a escola apresenta pouco aproveitamento da luz do dia por não possuir aberturas estratégicas em todos os ambientes para o uso dessa fonte de luz. Contudo no pátio coberto, possui como forma de vedação tijolos cerâmicos vazados, já apresentados no tópico 4.2.2 deste trabalho, que permitem a entrada de luz solar contribuindo assim com a iluminação interna do ambiente.

Entretanto, os ambientes internos da escola são revestidos de pinturas claras as quais contribuem com o conforto visual dos usuários e aproveitamento da iluminação natural. Outro ponto importante, é que cores claras tornam a concentração dos alunos maiores, por trazerem sensação de tranquilidade e calma nas salas de aula.

4.2.4 Abastecimento e uso de água na edificação

A concessionária responsável pelo abastecimento de água é a Tubarão Saneamento, formada pelas empresas Iguá Saneamento (uma das maiores companhias de saneamento básico existente no Brasil) e Duane do Brasil S/A (empresa com sede no Rio de Janeiro/RJ). De acordo com a concessionária, “o processo de tratamento aplicado pela Tubarão Saneamento é do tipo convencional, com distribuição de água potável à região urbana da Cidade Azul e diariamente é feito o monitoramento da qualidade de água, processo feito nas redes de distribuição e nos pontos considerados críticos”.

A escola conta com o sistema de abastecimento misto, que é formado tanto pelo abastecimento direto como pelo indireto. O sistema indireto conta com o uso de um reservatório de água, que garante o uso de água quando há interrupção de fornecimento na rede pública. Esse sistema abastece as os dispositivos de higiene, torneiras internas e a cozinha. Já o sistema direto não conta com a utilização de um reservatório e a água é abastecida diretamente da rede pública para os pontos de utilização por isso, quando há interrupção na rede também há falta de água. O sistema direto é utilizado nas torneiras externas da edificação.

Foram levantados os acessórios hidráulicos utilizados no imóvel, visando analisar se tais acessórios visam uma economia de água. Para o levantamento dos acessórios de hidráulica, foi realizada uma visita na edificação e foram obtidos os seguintes resultados demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Acessórios hidráulicos

CÔMODO	TIPO	QUANTIDADE
D.M.L, BWC PNE, lavabo professores	Torneira plástica ½”	3
Sanitários alunos	Torneira metálica	2
Cozinha	Torneira Elétrica	1
Sanitários alunos, BWC PNE e lavabo professores	Vaso sanitário com caixa de descarga externa com corda	6

Fonte: Autoras, 2019.

A partir do levantamento feito, notou-se que todas as torneiras (Figura 20) são do tipo simples, não possuem nenhuma ferramenta destinada a economia de água. Acessórios como sensores infravermelhos, dispositivos de acionamento por toque ou temporizadores que

apesar dessas tecnologias serem um pouco mais caras que as convencionais, as empresas ainda fabricam linhas que são acessíveis.

Figura 20 – Torneiras. a) Torneira BWC; b) Torneira elétrica; c) Torneira BWC acessível



Fonte: Autoras, 2019.

Além das torneiras, os vasos sanitários (Figura 21) também são do modelo mais convencional com caixa de descarga. Esse tipo de caixa de descarga possui a instalação simples, sem a necessidade de quebrar a parede e baixa necessidade de manutenção o que o tornou um dos modelos mais utilizados.

Figura 21 – Vaso sanitário com caixa de descarga



Fonte: Autoras, 2019.

Esse tipo de vaso sanitário apesar de ser o mais convencional, também é o que apresenta maior consumo de água. Seu sistema despeja toda a quantidade de água armazenada na caixa de descarga, um total que pode variar de 6 a 9 litros por acionamento. Esse sistema apesar de ter um custo de instalação mais barato, ao longo prazo, não traz benefício ou economia, já que não possui apelo sustentável ou estético.

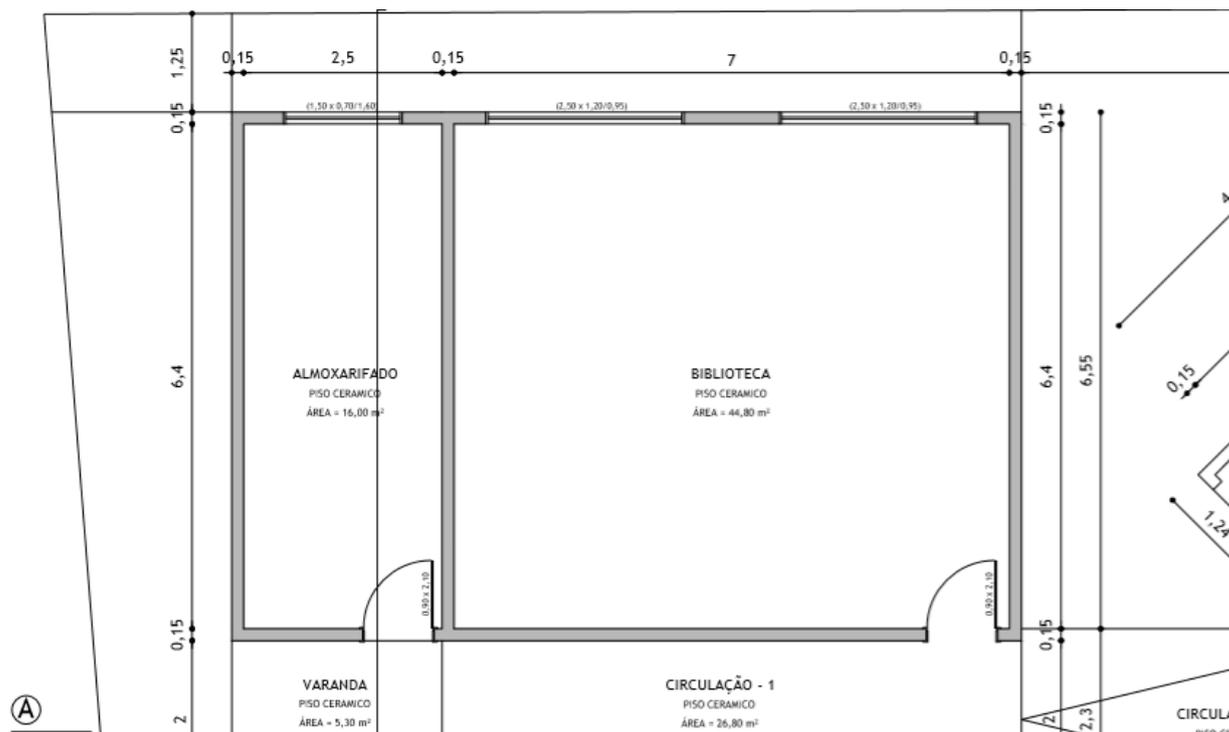
O banheiro masculino conta com a utilização de um mictório coletivo feito em concreto e revestido com azulejo. Ele conta com um sistema de descarga irregular, trata-se de um cano de PVC com furos feitos ao longo do seu comprimento. Devido a esse fato, a má limpeza do local acaba gerando um forte odor que causa incomodo aos usuários e até mesmo aos visitantes do local.

4.2.5 Necessidades dos usuários

O presente trabalho, tem como objetivo além de fazer o levantamento das necessidades energéticas da edificação, identificar as necessidades dos usuários e buscar formas de saciar as mesmas com soluções sustentáveis. Para isso, as conversas com a diretora Luciana Fogaça Boschetto junto com os demais funcionários, foram de extrema importância. A partir de então, pode-se listar uma série de melhorias para a escola.

Ao visitar a escola, nota-se que ela precisa da implantação de novos espaços. A instituição possui um espaço reservado para sala de informática (Figura 22), mas por conta de não possuir computadores, o mesmo foi adaptado e se tornou uma sala de vídeo aula e biblioteca com um espaço reservado para a sala de atendimento individual especializado.

Figura 22 – Planta baixa biblioteca



Fonte: Prefeitura Municipal de Tubarão, 2019.

Conforme ilustrado na Figura 22, trata-se de um único cômodo que tem a função de exercer três tipos de atividades. Sendo assim, o local necessita de uma melhor divisão para que uma atividade não interfira na outra, ressaltando a importância de que uma biblioteca é um local onde os alunos necessitam de concentração e o máximo de silêncio para que possam adquirir e absorver o conhecimento vindo da leitura.

Outro setor que também precisa ser ampliado é o almoxarifado, a escola já possui um cômodo reservado para o depósito de materiais, mas ele não é o suficiente. Por conta disso os materiais de educação física e outros utensílios estão sendo armazenados na área que é reservada para o banheiro com acessibilidade, tornando assim a escola despreparada para receber um aluno, visitante ou funcionário com necessidades especiais.

A sala da direção também é um setor que gera muitas queixas, além de não ter um acesso exclusivo, a diretora Luciana relata que a porta do banheiro social fica em frente a porta de entrada da direção, o que acaba gerando muito desconforto para a diretora e as demais pessoas que utilizam desse setor. Por isso, um dos pedidos, é a ampliação da diretoria, inserindo uma nova entrada pela parte frontal da edificação e mudando a localização da porta do banheiro social.

A escola também possui uma quadra de esportes (Figura 23), tal qual é dividida com a comunidade por se localizar em um local destinado à área verde ou institucional. A

quadra é feita de concreto e não possui nenhum tipo de revestimento que seja capaz de absorver parte do impacto gerado pelo corpo, além de o concreto ser rígido, o que pode acabar causando ferimento nas crianças.

Figura 23 – Quadra esportiva



Fonte: Autoras, 2019.

A quadra não possui cobertura, não podendo ser utilizada em dias chuvosos, sendo que nos dias de intenso calor o seu uso também se torna desconfortável por expor os usuários diretamente aos raios solares. Apesar de a quadra ser dividida com a comunidade, a diretora relata que se tem uma organização e que todos prezam por manter a conservação da quadra.

4.3 ANÁLISE E PROPOSTA DE MODIFICAÇÕES ATRAVÉS DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS

A partir da análise dos dados levantados na Escola Municipal de Educação Básica Pres. Juscelino Kubitschek foram elaboradas medidas que podem ser tomadas visando buscar uma melhoria tanto à edificação quanto aos usuários. Muitas dessas medidas são simples e garantem um grande desempenho ao se tratar de economia e redução do consumo de energia

e água. No presente trabalho foram abordadas as seguintes estratégias que podem ser implantadas na edificação:

- ✓ Implantação de painéis fotovoltaicos
- ✓ Sistema de aquecimento solar
- ✓ Harmonização entre iluminação natural e artificial:
 - Telhas translúcidas
 - Aberturas zenitais
 - Sensores de presença para acionamento de luzes artificiais
- ✓ Climatização eficiente
 - Ventilação cruzada
 - Brises em aberturas
 - Uso de materiais com desempenho térmico
- ✓ Uso adequada da água
 - Implantação de um sistema de captação de água pluvial por meio de cisternas verticais
 - Substituição dos acessórios hidráulicos
- ✓ Implantação de cobertura verde
- ✓ Adequação dos espaços para garantia de acessibilidade
- ✓ Mudança no *layout* para atender as necessidades dos usuários e aplicação de técnicas sustentáveis

Neste tópico de estudo serão abordados de forma abrangente os itens e estratégias sustentáveis que podem ser implantados na obra institucional estudada. Ressaltando que o objetivo principal do presente trabalho é avaliar uma edificação institucional do município de Tubarão/SC, para que, a partir de um projeto de reforma, possa contar com melhorias sustentáveis e viavelmente econômicas tornando-o arquitetonicamente agradável e com sua longevidade aumentada.

4.3.1 Modificação na estrutura da edificação

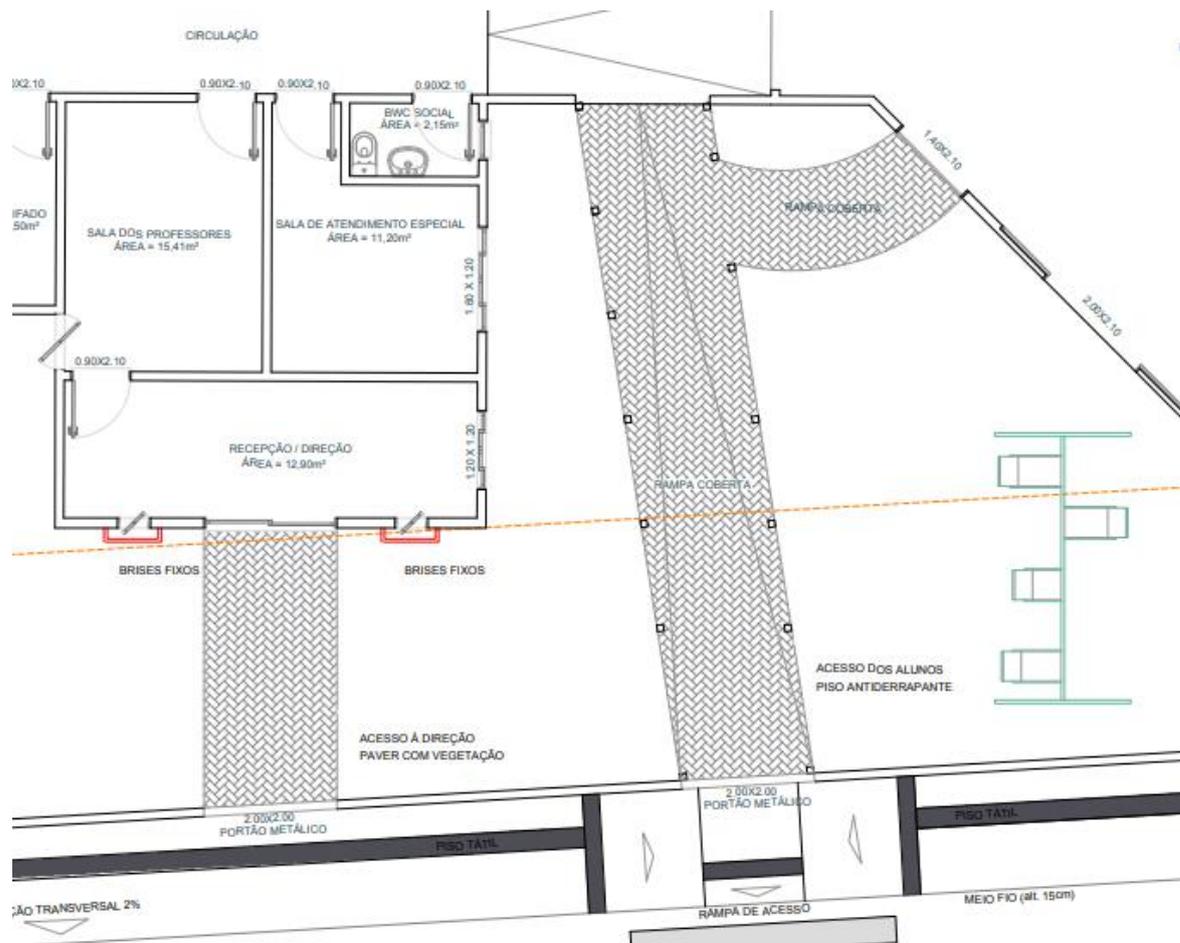
4.3.1.1 Novo layout

No novo *layout* da escola, foi pensado durante o planejamento arquitetônico principalmente no conforto e segurança dos usuários. Além de salientar as estratégias sustentáveis, contribuindo para o meio ambiente e enriquecendo a conscientização dos alunos.

Para as ampliações dos espaços solicitados pelos usuários do imóvel que requerem novas construções, foram consideradas as diretrizes do Código de Obras assim como a Lei de Uso e Ocupação do Solo vigentes ao município de Tubarão. Dessa forma, o imóvel localiza-se na zona residencial 03 respeitando o recuo frontal de 4 metros e recuo lateral de 1,50 metros.

Foi proposto um novo acesso de chegada dos alunos (Figura 24), diferenciando a entrada dos funcionários da escola e visitantes.

Figura 24 - Acesso de entrada para o imóvel



Fonte: Autoras, 2019.

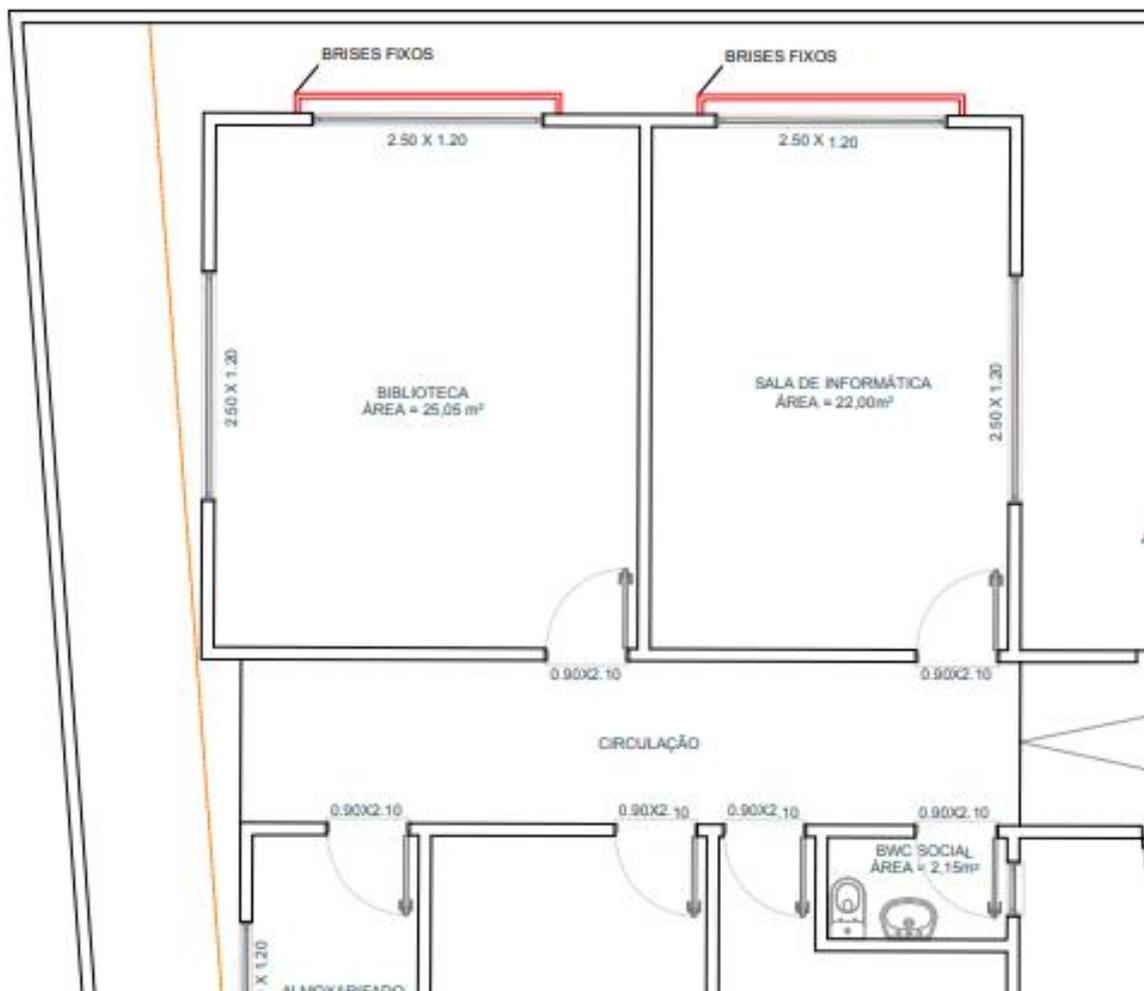
Para isto, foi projetado um portão individual no canto esquerdo do imóvel com acesso direto para a sala da direção, com passeio revestido por paver intertravados e

vegetação, facilitando assim o escoamento de águas pluviais. Para os alunos terem acesso ao espaço escolar, foi projetada uma rampa de largura 2 metros, com subida suave de aproximadamente 5% de inclinação, com guarda-corpo de alumínio, piso antiderrapante, coberta com telhado verde.

A cobertura da rampa foi projetada para receber vegetação natural, conhecido popularmente como telhado verde, o qual contribui com a harmonização do ambiente, tornando a escola mais atrativa esteticamente. Além de chamar a atenção dos alunos e contribuir com o contato entre estudantes e meio ambiente, pois o telhado verde acaba atraindo pássaros e outros tipos de animais. A cobertura deverá ser sustentada por uma estrutura metálica galvanizada, devidamente dimensionada para a sua carga.

A ala esquerda da escola receberá no projeto dois novos cômodos (Figura 25). Dessa maneira, foram redistribuídos o uso das salas, ganhando novo espaço para sala de informática e sala de atendimento especial individualizado.

Figura 25 - Biblioteca e sala de informática



Fonte: Autoras, 2019.

Além disso, a biblioteca terá seu uso exclusivo para melhor desenvolvimento de aprendizagem dos alunos. As modificações feitas no projeto estão disponíveis no Apêndice A.

4.3.1.2 Materiais sustentáveis para as obras propostas

Para a execução dos novos espaços projetados, foram propostas estratégias de uso sustentável como o emprego de materiais ecológicos com o intuito de contribuir com ações ecologicamente corretas. Enfatizando assim a interação entre meio ambiente e construção civil.

Analisando o mercado local e a disponibilidade de produtos que se preocupam com o meio ambiente, foi obtido como estratégia o emprego dos tijolos ecológicos da empresa ECOrentável (Figura 26), que se localiza no município de Braço do Norte, a uma distância de aproximadamente 44 quilômetros da localização da Escola Presidente Juscelino Kubitschek. A marca criada a mais de 3 anos, garante uma produção não poluidora, além do isolamento térmico e acústico das paredes construídas com esse material.

Figura 26 - ECOrentável



Fonte: ECOrentável, 2019.

O portfólio da empresa trabalha com uma propaganda de economia de até 45% comparada ao uso de tijolos convencionais. Os tijolos apresentam resistência até quatro vezes maiores aos tradicionais, além de não solicitarem quebras de paredes em pontos de água e energia, permitindo que as instalações fiquem embutidas nos furos dos blocos. Ainda como estratégias para redução de consumos de materiais, indica-se o aproveitamento estético do tijolo aparente, tornando desnecessário os serviços de chapisco, reboco e tinta. Entretanto, deve-se ser aplicado impermeabilizantes para evitar futuros incômodos com umidade.

Para pintura existem diversos produtos que são considerados ecológicos, as chamadas eco tintas são desenvolvidas com matéria prima de fontes renováveis, com menor quantidade de solventes na fórmula ou a base de água, também geram uma menor emissão de poluentes na atmosfera. As tintas podem ser encontradas com facilidade nas lojas da região e são fabricadas por empresas como Anjo, Kroten, Serilon, Coral, Suvinil e entre outras. Para a execução das partes estruturais, recomenda-se o uso tradicional de concreto e aço. A ampliação de novos espaços será pequena, tornando assim baixo o consumo desses materiais, o que torna viável a aplicação ao projeto.

Com relação as esquadrias, deve-se permanecer as portas de madeiras que estão em boas condições assim como as janelas de alumínio e vidro. Para as novas janelas e portas, recomenda-se o emprego dos mesmos materiais, entretanto levar em consideração empresas que possuam certificados ambientais para extração desse recurso natural.

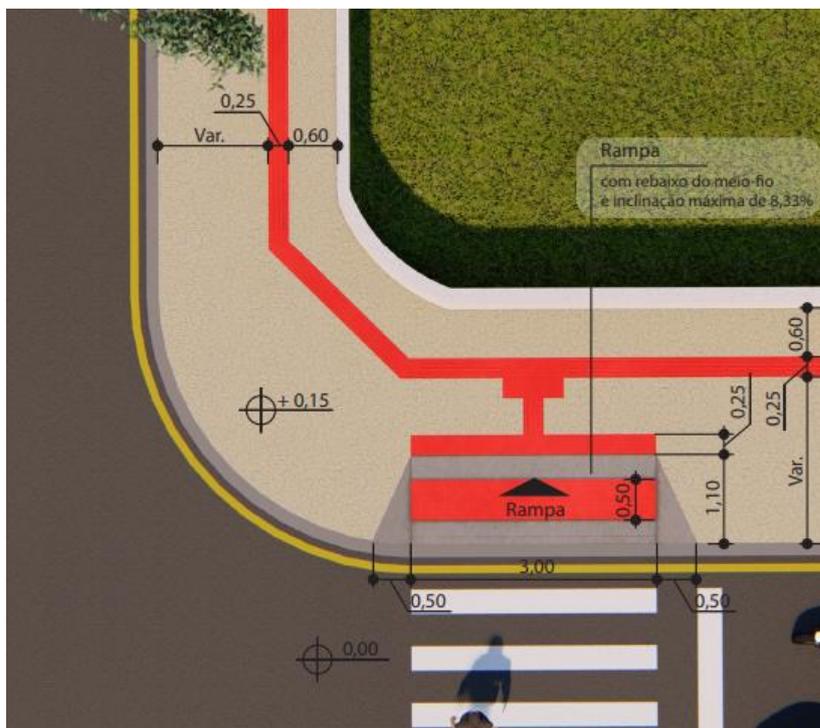
4.3.2 Estratégias para garantia de acessibilidade

Conforme abordado no item 4.2.1, a edificação é insuficiente quando se trata de acessibilidade. Como foi visto, existem quatro componentes que avaliam o nível de acessibilidade de um ambiente: orientação, deslocamento, uso e comunicação. O objeto de estudo, apresenta poucos fatores que permitem a acessibilidade no local.

Ao se tratar de orientação, a edificação não possui placas, letreiros, sinais ou mapas que auxiliem a identificação aos usuários. Em relação ao deslocamento, a edificação possui itens que possibilite que o usuário se desloque de forma independente em percursos livres de obstáculos, contudo com melhorias de adequação. Após a análise dos itens, foram feitas propostas que visam melhorar o bem-estar dos usuários portadores de necessidades especiais. Garantindo o conforto e a segurança, fazendo com que o usuário aproveite ao máximo a instituição de forma que se sinta independente.

A primeira proposta de modificação se encontra nos passeios públicos. Indica-se que se mantenha a largura consolidada, porém com inclinação de 2% no sentido transversal do passeio e sinalização com piso tátil direcional e de alerta. Além disso aplicação de piso antiderrapante. O passeio conforme indicado seguirá o modelo ilustrado na Figura 27.

Figura 27 – Passeio público com acessibilidade



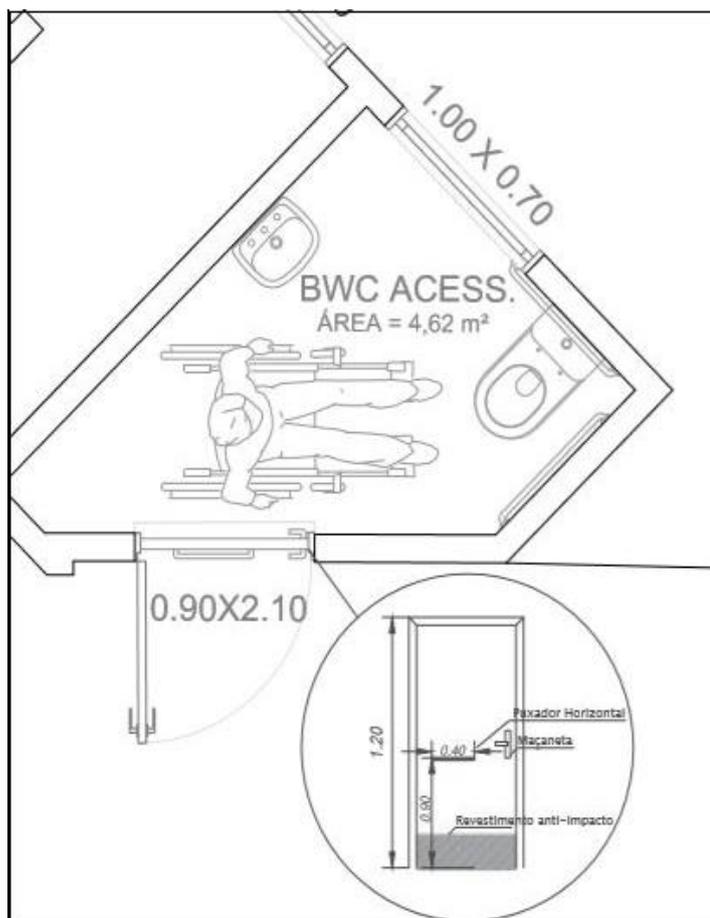
Fonte: Total Acessibilidade, 2016.

Conforme ilustrado acima, o passeio ganhará uma rampa de acessibilidade com 3 metros de largura e com a inclinação máxima de 8,33% conforme especificado na NBR 9050/2015. O piso tátil direcional terá 25 x 25 x 0,06 cm com coloração vermelha e será colocado a 60 cm de afastamento do muro.

Para as rampas de acessibilidade de dentro da edificação indica-se a colocação de um revestimento emborrachado e antiderrapante que garantirá a segurança dos usuários. O piso emborrachado é impermeável, com fácil aplicação e limpeza. Para buscar uma melhora na questão de orientação, indica-se que sejam colocadas placas de sinalização visual que possam orientar os usuários.

Finalizando a questão de acessibilidade, precisa-se implantar melhorias no banheiro acessível. Como foi visto, o banheiro já possui as medidas corretas, no entanto, não possui os acessórios necessários para receber um portador de necessidades especiais. Para isso foi elaborado um projeto de adequação conforme ilustrado na Figura 28.

Figura 28 - Novo layout do banheiro acessível



Fonte: Autoras, 2019.

Como mostra a ilustração acima, indica-se nesse caso, que sejam colocadas as barras de apoio horizontais e puxadores para abertura das portas. Além disso a porta deverá abrir para fora e deverá conter um revestimento resistente a impactos na sua parte inferior.

4.3.3 Estratégias bioclimáticas

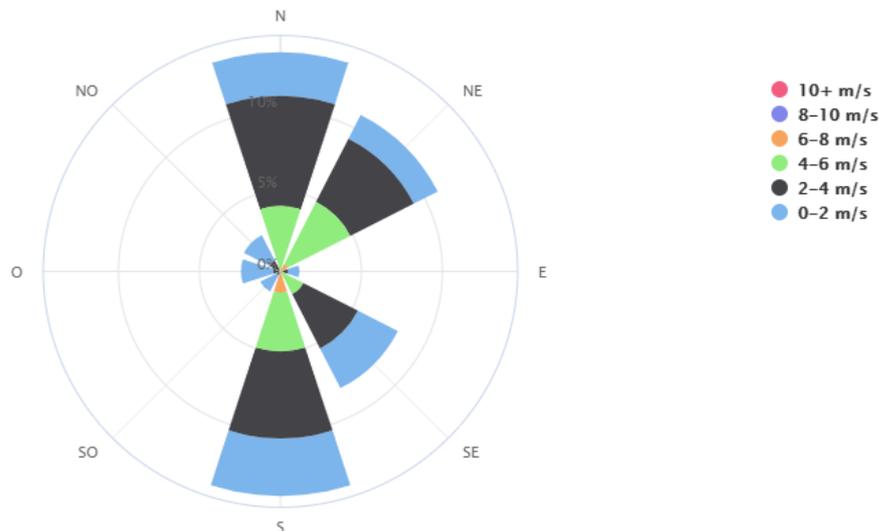
4.3.3.1 Bioclima da região

Para as definições das estratégias referentes ao controle térmico e a iluminação natural da edificação, foi realizada a análise da incidência dos ventos, das temperaturas e da incidência solar decorrentes na região.

Para a obtenção dos resultados sobre os ventos e temperaturas, apresentados no Gráfico 1 e Gráfico 2, foi utilizado a plataforma PROJETEE desenvolvida pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificação da UFSC, que fornece informações bioclimáticas de algumas cidades brasileiras, com o intuito de estimular projetos sustentáveis para construção

civil. Foi utilizada a cidade de Florianópolis como referência, já que o programa não atende todas as cidades do estado de Santa Catarina.

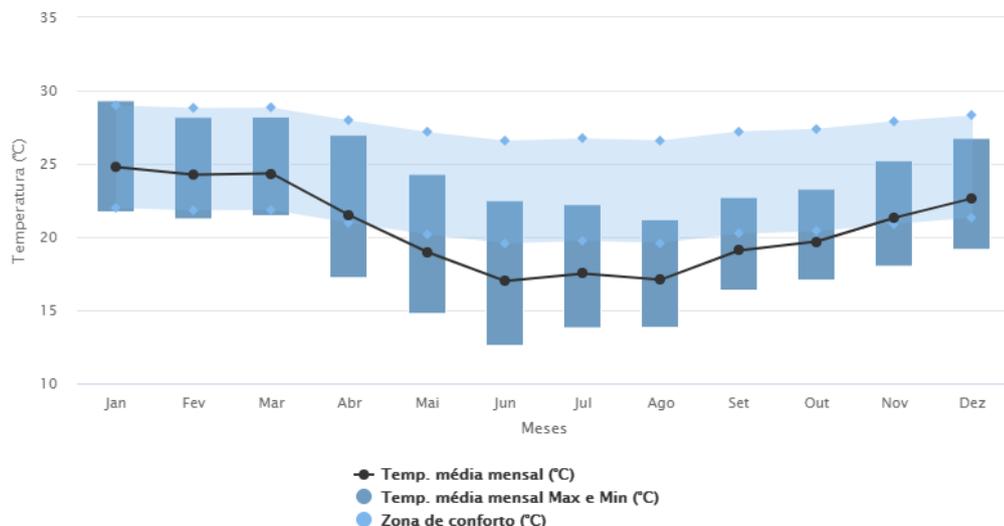
Gráfico 1 – Frequência de ocorrência e velocidades predominantes de ventos em Florianópolis



Fonte: PROJETEE, 2019.

Para as informações prestadas pela plataforma online, foi utilizado a rosa dos ventos durante o dia pela escola possuir atendimento aos alunos apenas em períodos diurnos. Assim, confrontando os resultados entre frequência da ocorrência dos ventos e as velocidades predominantes em Florianópolis, nota-se que os ventos direcionados entre norte-leste-sul se destacam dos demais, ocorrendo frequentemente com velocidade média de 4m/s.

Gráfico 2 – Temperatura e zona de conforto para cidade de Florianópolis



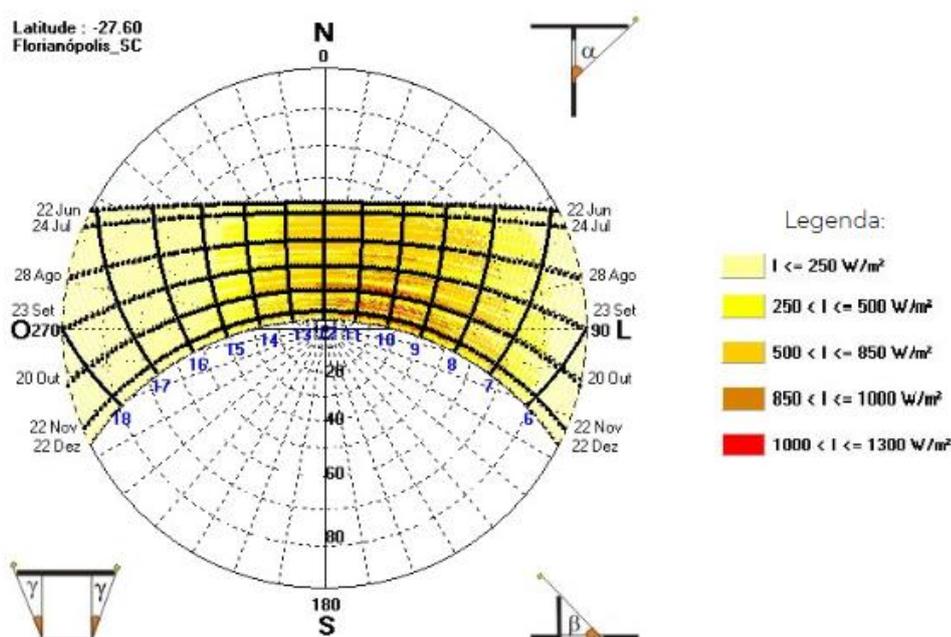
Fonte: PROJETEE, 2019.

Referente às temperaturas que variam nas estações dos anos, conclui-se que existe um certo desconforto térmico. Durante o período do inverno por conta das baixas temperaturas

registradas na região, assim como no verão os termômetros marcam temperaturas elevadas, comprometendo conforto dos usuários e o desempenho dos alunos.

O estudo das incidências dos raios solares na região foi obtido através do programa Sol-Ar, demonstrados no Gráfico 3, desenvolvimento também pelo LABEE. Para estas informações, foi utilizada como cidade de referência Florianópolis.

Gráfico 3 – Carta solar de Florianópolis



Fonte: Sol-Ar, 2019.

A interpretação do gráfico se dá pelas linhas horizontais que representam o nascer e o pôr do sol entre os meses de junho e dezembro, e as linhas verticais a hora em que o sol estará posicionado. Considera-se que o objeto de estudo esteja localizado ao centro da representação. As linhas da carta solar de Florianópolis traduzem informações significativas para as análises das aberturas do edifício, pois indica a incidência solar nas aberturas do edifício, assim como o sombreamento projetado é eficiente.

4.3.3.2 Estratégias para o conforto térmico

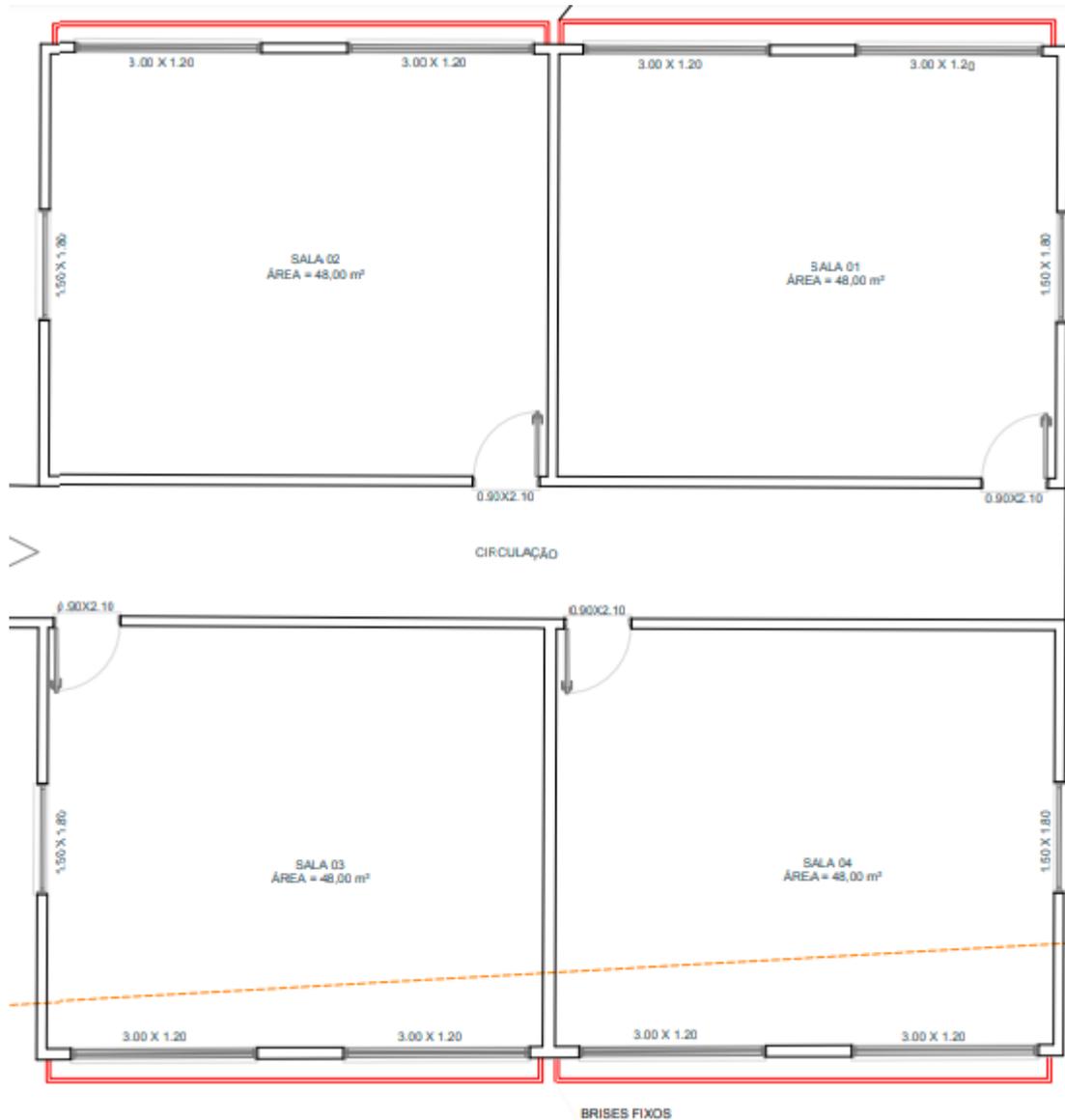
Para uma edificação construída, a avaliação do desempenho térmico de uma edificação pode ser feita através de medições *in loco* de variáveis representativas do desempenho. Desta maneira serão levadas em considerações para as definições das estratégias, os levantamentos apresentados no tópico 4.2.2 deste trabalho e os estudos bioclimáticos da região abordados no tópico 4.3.3.1.

A NBR 15220 apresenta um conjunto de recomendações técnico-construtivas que otimizam o desempenho térmico das edificações, que são propostas condizentes com a zona bioclimática do local do imóvel. A norma fornece uma relação de 330 cidades cujos climas foram classificados, dentre elas foi escolhida a cidade de Laguna como referência por ser a mais próxima da região, estando na zona 02.

Para a zona 02, dentre as diretrizes sugeridas, estão as aberturas para ventilação natural de tamanho médio, relativas a uma área de 10% a 15% da área de piso, a fim de possibilitar a circulação de ventos cruzados durante o verão para o resfriamento da área interna. As aberturas do tipo janela das salas de aula atendem as recomendações para a eficiência mínima de ventilação natural, e as demais janelas dos ambientes em que sofreram modificações no *layout*, foram projetadas com o tamanho já dimensionados para o atendimento da normativa. Entretanto, a ventilação cruzada é obtida em ambientes que possuam janelas em mais de uma fachada, caso contrário a porta deverá se manter aberta.

Diante disto, nas salas de aula foram previstas novas janelas do tipo basculante que possibilitam o regulamento das aberturas conforme a velocidade do vento, como representa a Figura 29, com área reduzida e instaladas no alto das paredes direcionadas para o nordeste das salas 01 e 04, que conforme estudado no item 4.3.3.1 deste trabalho, possui grande incidência de ventos provindos desta direção. Nas salas 02 e 03, as janelas foram propostas nas paredes a oeste, tal direção apresenta baixíssima frequência de ventos, contudo as outras aberturas ficam direcionadas para o norte e sul, por onde o vento deve entrar e sair pelas janelas a oeste. A biblioteca e a sala de informática possuem no *layout*, janelas projetadas em duas fachadas de paredes. Estas soluções foram propostas, visto que as portas devem ser mantidas fechadas durante as sessões de aula para maior concentração dos alunos.

Figura 29 - Aberturas estratégicas para ventilação natural



Fonte: Autoras, 2019.

A norma sugere que no inverno deve-se permitir a incidência do sol nas aberturas, para que assim o aquecimento solar da edificação possa ocorrer. Conforme a implantação do imóvel no terreno, o sol aquece as salas 01 e 02 durante a manhã, que possuem fechadas viradas para ao leste, e as salas 03 e 04 durante a tarde, com fachadas viradas para oeste. Deve-se atentar que a incidência solar aquece a edificações nas estações mais quentes, para isso a sugestão é a instalação de brises nas aberturas da escola que são direcionadas a leste e a oeste, para controlar esta incidência sem impedir a passagem da luz, garantindo maior conforto térmico.

Contudo, o emprego dessa normativa será insuficiente durante o período mais frio do ano, assim como em alguns dias de pico de calor. Para isto, as salas possuem

condicionamento de ar que refrescam e esquentam a temperatura do ambiente. No caso de ambientes com ar condicionado, deve-se colocar fechamento das esquadrias de boa qualidade, de maneira que se produzam renovações de ar controladas.

Para o pátio coberto que possui telhas de aluzinco com baixo nível de desempenho térmico, sugere-se a implantação de uma camada de EPS colada juntamente com a telha. Este material mantém a temperatura ambiente além de amenizar os ruídos que as chuvas causam.

4.3.3.3 Estratégias para a iluminação natural

Referente as estratégias para melhorar o desempenho da edificação quanto à iluminação natural, sugere-se empregar soluções que não afetem o conforto térmico devido ao que foi levantado no tópico 2.2.7. Para isto, foi indicado a utilização de brises nas janelas que apresentam maior incidência solar, ou seja, nas janelas com direção para onde o sol nasce e se põe.

Outro método para diminuir a utilização da iluminação artificial, são as aberturas zenitais na cobertura do imóvel que permitem a entrada da iluminação natural do ambiente, deste modo a incidência da luz se distribui de forma mais homogênea no ambiente aumentando o conforto dos usuários da edificação. Conforme levantado no referencial teórico deste trabalho, estas aberturas não devem ser maiores de 10% da área do piso do ambiente, evitando assim o aumento da temperatura interna. Desta maneira, indica-se a instalação de claraboias nas salas de aula, biblioteca e demais salas de uso rotineiro.

Para a cobertura do pátio da escola, aconselha-se o uso de telhas translúcidas para evitar assim o acionamento das lâmpadas do ambiente. Atualmente as telhas de coberturas são do tipo aluzinco trapezoidal e para possibilitar o encaixa de uma telha com a outra, indica-se a utilização das telhas translúcidas de polipropileno em formato de trapézio.

Ademais das estratégias para a iluminação natural, o uso de iluminação artificial ainda se faz necessários, e para garantir uma maior eficiência o uso de ambas deve ser pensado sustentavelmente. As lâmpadas do projeto elétrico são do tipo LED, que garantem tempo de vida mais longo e maior economia de consumo, além disso a iluminação artificial traz a vantagem da iluminação fixa, sem variação na quantidade de luz propagada.

Orienta-se também que as lâmpadas da sala de aula devem possuir dois comandos, separando-as no sentido longitudinal do cômodo. Dessa forma, consegue-se deixar as lâmpadas próximas as janelas apagadas enquanto houver maior iluminação natural, e a parte mais distância das janelas iluminadas com a iluminação artificial. Aconselha-se também a

colocação de sensores de presença para o acionamento das luzes do banheiro, evitando que assim sejam esquecidas lâmpadas acesas sem a presença de usuários.

4.3.4 Estratégias para otimização de águas

Diante dos resultados obtidos e demonstrados no item 2.2.4 que trata do levantamento de dados sobre o abastecimento e uso de água na edificação, foram elaboradas medidas que proporcionam o aproveitamento e economia de água. Destacando que as campanhas de conscientização sobre o mau uso e desperdício de água também são de extrema importância na escola, para que as crianças cresçam conscientes de que a água é um recurso finito e de alto valor.

A primeira proposta de melhoria em relação a este item é a substituição dos acessórios hidráulicos que estão em uso atualmente. Como foram vistos, todos os acessórios utilizados na edificação são de modelo simples e não proporcionam redução no consumo de água.

A empresa Deca, especializada em produtos e soluções para a economia de água através do Engenheiro Osvaldo Barbosa de Oliveira Jr. relata que uma torneira simples sem nenhum acessório de redução pode consumir em média 12 litros de água por minuto, sendo assim, em 15 minutos é possível gastar, aproximadamente, 180 litros de água. Isso se pensarmos no uso em uma residência, como o objeto de estudo é uma escola, o desperdício de água é ainda maior.

O Engenheiro Osvaldo Barbosa de Oliveira Jr ainda afirma que “há modelos capazes de poupar até 70% se comparados aos convencionais”, e que o segredo está no tempo controlado do fluxo de água. Os modelos mais comuns de acionamento são os de pressão (necessário pressionar para a abertura) e os com sensores de presença que são os mais eficientes, pois interrompem a saída quando se afastam as mãos.

A Docol empresa especializada em metais sanitários, desenvolveu linhas de acessórios que prometem reduzir o consumo de água. Para suprir as necessidades da edificação estudada e pensando nos seus usuários, indica-se a troca das torneiras convencionais pelas de torneiras de pressão (Figura 30).

Figura 30 – Torneira de pressão Pressmatic Compact



Fonte: Docol, 2019.

A torneira de pressão indicada reduz o consumo de água em 58%, possuindo um sistema de acionamento hidromecânico, com leve pressão da mão e fechamento automático temporizado em 6 segundos. Pensando no custo-benefício, os produtos são altamente resistentes, com acabamento cromado o que garante maior resistência a corrosão, sendo assim, não precisam de manutenção repentina.

Para a cozinha, indica-se que seja implantado um arejador na torneira já existente. O arejador (Figura 31) mistura o ar com água, o que resulta na diminuição do fluxo mantendo a sensação de volume de água.

Figura 31 – Arejador



Fonte: Docol, 2018

Segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), o arejador pode trazer uma economia de 50% a 80% dependendo do seu modelo e fabricante.

Para exemplificar, a companhia relata que uma torneira comum sem arejador tem uma vazão de 13,8 l/min, sendo instalado essa vazão reduz para 6 l/min, o que gera uma economia de 57% no consumo de água.

Em relação aos vasos sanitários, o levantamento de dados mostra que todos os vasos da edificação são do modelo convencional com caixa de descarga, possuindo um maior consumo, já que o modelo despeja toda a água armazenada na caixa de descarga, sendo um total de 6 a 9 litros por acionamento. Após análise do caso, conclui-se que a melhor solução é a substituição do sistema por um sistema de bacia sanitária com caixa acoplada (Figura 32).

Figura 32 – Caixa acoplada com sistema de acionamento duplo



Fonte: Deca, 2018.

A bacia sanitária indicada possui caixa acoplada com duplo acionamento. Segundo a empresa especializada em louças sanitárias Celite, esse sistema eficiente permite que sejam despejados três litros para resíduos líquidos e seis litros para resíduos sólidos. Sendo assim, é possível economizar em torno de 60% de água a cada descarga se for feito o seu uso correto.

Tratando das alterações feitas no projeto para atender pedidos da diretora da escola, foram colocados chuveiros nos banheiros femininos e masculinos. Para o uso desses chuveiros e também da torneira da cozinha aconselha-se a implementação de um sistema com coletores solares para o aquecimento de água. Esse sistema é representado conforme a Figura 33, disponibilizada pela empresa especializada em aquecedor solar, Kisoltec.

Figura 33 – Sistema representativo de aquecedor solar para o aquecimento de água



Fonte: Kisoltec, 2018.

A empresa explica que o sistema de aquecimento solar é bem simples, sendo composto por coletores solares e um reservatório (Boiler). Trata-se da incidência da luz solar sobre as placas coletoras que absorvem a radiação e transferem por meio de tubos de cobre (serpentina) até o reservatório térmico, onde a água será aquecida. O Boiler tem a capacidade de armazenar o líquido quente, garantido que mesmo em dias nublados ou no período da noite a edificação não fique sem a água aquecida. Os aquecedores também contam com um sistema auxiliar que pode ser elétrico ou a gás, esse sistema é acionado sempre que houver pouca incidência de luz solar.

O sistema de aquecimento solar traz inúmeras vantagens. Ao falar de economia de energia, estima-se que a economia possa chegar a 50% por mês, ressaltando que muitas vezes só o chuveiro elétrico é responsável por 50% do consumo na conta. Em relação a sustentabilidade, a energia solar é uma fonte inesgotável e que pode ser captada e convertida em energia todos os dias, sem gerar impacto negativo a natureza.

Ao fazer a análise do tópico, conclui-se que determinadas escolhas são de extrema importância para que se alcance a economia e o uso consciente da água. São medidas simples e que trazem um grande retorno. Os acessórios citados acima possuem um custo elevado em comparação com os modelos convencionais, no entanto, em curto prazo eles apresentam uma

redução nas contas de luz e água, o que comprova que essas medidas são sustentáveis já que englobam fatores econômicos, sociais e ambientais.

4.3.4.1 Sistema de reaproveitamento de água da chuva

Para o reaproveitamento de água da chuva, indica-se o uso de cisternas verticais (Figura 34). O modelo conta com um sistema simples e de fácil instalação. De forma simplificada, trata-se de um reservatório que armazena a água da chuva, logo essa água armazenada é indicada para o uso não potável, ou seja, não serve para o consumo humano.

Figura 34 – Cisterna vertical



Fonte: Tecnotri, 2018.

Para instalação, basta fazer a ligação entre o cano da cisterna e a calha do telhado, o filtro impede a entrada de sujeiras e impurezas no reservatório. A escola poderá utilizar a água armazenada para fazer a rega da horta e lavagem das calçadas. Segundo a empresa

especializada na fabricação de cisternas, a Tecnotri, uma cisterna pode gerar uma redução de 50% na conta de água.

De acordo com os fabricantes, a cisterna vertical está disponível nas capacidades de 150 litros, 600 litros, 1000 litros e 1050 litros. São inúmeras as vantagens apresentadas, além de poder ser instalada em qualquer tipo de edificação, possui um baixo custo de manutenção e evita que a água escoe pela drenagem da cidade evitando assim os alagamentos.

4.3.5 Implantação de um sistema de energia fotovoltaica

Para a viabilidade da implantação de um sistema fotovoltaico, foi solicitado para o setor de Gestão da Prefeitura Municipal de Tubarão o consumo dos 12 meses do ano de 2018 para ser realizada a análise. O ano de análise foi de 2018 pois no ano de 2019 a escola está fechada para reforma. Diante dos dados coletados, foram entregues as faturas de consumo do imóvel para a empresa Geo Energias de Tubarão, especialista na área de energia fotovoltaica para realizarem o dimensionamento do sistema.

O sistema fotovoltaico será *on grid*, ou seja, ligado a rede elétrica da concessionária, e é formado por um gerador fotovoltaico composto por 20 módulos fotovoltaicos e um inversor. Sendo que a potência de cada módulo é de 335 W e serão instaladas 20 unidades, a potência de pico será de 6,7 kWp. A produção de energia será de 8.472,5 kWh por ano distribuídos em uma área de 39,60 m², considerando as perdas de potência obtidas por aumento de temperatura, descasamento, corrente contínua e demais perdas de conversão.

O local para a instalação (Figura 35) dos painéis foi definido para serem colocados na cobertura da quadra de esportes, sendo que esta deve ser projetada e dimensionada para suportar a carga correta e orientação adequada para o melhor aproveitamento solar da região, além de resistir a rajadas de vento com velocidade de até 120km/h. As telhas serão metálicas e deverão possuir inclinação estratégica para a instalação das placas.

Figura 35 – Modelo de módulos solar a ser instalado

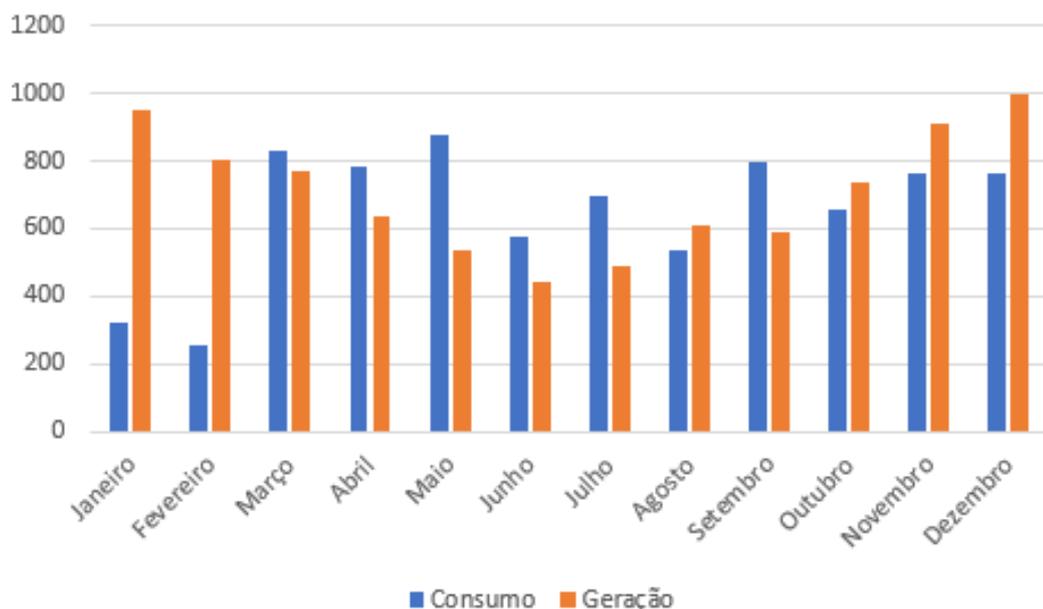


Fonte: Geo Energias, 2019.

A orientação dos telhados para os imóveis localizados no hemisfério sul para receber a maior incidência solar, deverá ser voltado o máximo possível para o norte. Para melhorar ainda mais o desempenho do sistema, deve ser levado em consideração a latitude e longitude do local que receberá o projeto, pois a partir deste dado consegue-se determinar o grau de inclinação das placas. Deste modo, para a latitude 28°32'02" e longitude 49°02'57" as placas deverão estar inclinadas com ângulo de 10°.

A empresa disponibilizou o Gráfico 4, que representa as gerações de energia produzidas e o consumo mensal da escola.

Gráfico 4 – Geração de energia fotovoltaica x consumo



Fonte: Geo Energias, 2019.

Para os meses em que a geração de energia for maior que o consumo do imóvel, como nos meses de janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro, a energia excessiva é depositada na rede de energia elétrica gerando um crédito para o proprietário do sistema. Esse crédito poderá ser utilizado nos meses em que ocorre o inverso, onde o consumo é maior que a geração.

Por fim, conclui-se que a geração por meio dos painéis fotovoltaicos supre o consumo médio da Escola Presidente Juscelino Kubitschek, mas não descarta o sistema de energia convencional que é abastecida pela Celesc. Pode-se afirmar que o sistema resultará em um *payback* positivo ao longo do ano, e ainda possuir um sistema de energia limpa contribuindo com a sustentabilidade do empreendimento e a credibilidade com o meio ambiente.

5 CONCLUSÃO

A construção civil é uma das áreas que mais geram impactos negativos e danos ao meio ambiente. Para tentar suprir esses danos, são desenvolvidas práticas sustentáveis, preocupando-se com o uso racional dos recursos que são utilizados, visando sempre economizar ao máximo o uso de energia gasta na elaboração de cada constituinte construtivo.

Avaliando o quadro atual dos prédios institucionais públicos do município de Tubarão/SC, enfatizando principalmente as escolas municipais, observou-se o baixo acompanhamento das estruturas e necessidades sentidas pelos usuários referentes a manutenção e reforma das mesmas. Contudo, a escola de Educação Básica Presidente Juscelino Kubitschek passa por uma reforma que foi solicitada conforme informações da direção há aproximadamente 10 anos e foi atendida após o desabamento efetivo de uma parte da estrutura. Diante disso, nota-se que as medidas tomadas não são de caráter preventivo e sim de caráter corretivo, após a ocorrência de uma não conformidade.

Posterior a elaboração de uma extensa fundamentação teórica com o intuito de obter o máximo de conhecimento sobre sustentabilidade e as técnicas que podem ser impostas para que uma edificação se torne sustentável e eficiente, foi desenvolvido um estudo de caso em uma escola da rede de ensino público do município de Tubarão/SC, a partir de então, foi feita a análise dos resultados obtidos, onde constatou-se que as técnicas sustentáveis são de suma importância para minimizar os danos e impactos negativos gerados pela edificação, além de reduzir os consumos de energia e água. Perante os estudos realizados constatou-se que é viável a implantação de sistemas que garantem a eficiência energética e a redução do consumo de água.

Para um melhor desempenho energético foram adotados alguns sistemas, tais como: para geração de energia elétrica adotou-se a instalação de painéis fotovoltaicos; optou-se também por um sistema com aquecedor solar para o aquecimento de água; o aproveitamento da luz solar se deu por meio de aberturas zenitais proporcionando uma melhor iluminação nas salas de aula, quanto a iluminação artificial, foram empregados sistemas e materiais que garantem um menor consumo elétrico; para um melhor conforto térmico determinou-se o uso do sistema de ventilação cruzada; tratando-se do conforto térmico e iluminação, também foi sugerido a implantação de brises. Para otimização de águas foram feitas as seguintes propostas: substituição dos acessórios de hidráulica por acessórios que garantem economia; um sistema de aproveitamento de água das chuvas por meio de cisternas verticais.

Para garantir um melhor acesso aos usuários foram abordadas as seguintes questões de acessibilidade: optou-se por um novo projeto para o passeio público, com rampas e sinalização com piso tátil; para a rampa de acesso foi feito um novo dimensionamento tornando-a mais larga e com uma leve inclinação, além de conter novos guarda-corpos e revestimento tátil; para o banheiro acessível indicou-se a implantação dos acessórios de acessibilidade como as barras de apoio.

Além das estratégias citadas acima, procurou-se desenvolver um novo projeto visando o conforto e o bem-estar dos usuários. Foi criado um *layout* da ala esquerda da edificação, com um novo acesso a sala da direção e a ampliação contendo a inclusão de mais duas salas. Também foi projetado a cobertura da quadra de esportes e uma proposta de melhoria para a cobertura do pátio central da edificação, obtendo uma melhor iluminação e desempenho térmico.

Para garantir um melhor desempenho da edificação, foram feitos estudos bioclimáticos, como o estudo dos ventos e orientação solar da região. Buscando atingir ao máximo o objetivo desse trabalho, optou-se pela implantação de uma cobertura verde que além de ser eficiente também engloba fatores arquitetônicos e que enriquecem o projeto. Além disso, foram mencionados materiais sustentáveis, como: tijolos ecológicos, telhas translúcidas e eco tintas.

Com o desenvolvimento deste trabalho, observou-se que uma construção sustentável proporciona um maior rendimento em termos ambientais, econômicos e sociais. Analisando o objeto de estudo e considerando que ele precisa de uma reforma, observou-se que existem um leque de estratégias sustentáveis que podem ser implantadas e que garantem um melhor desempenho da edificação e o conforto dos estudantes e demais funcionários da escola. Tais estratégias visam diminuir o consumo de energia e água e em longo prazo trazer o retorno financeiro.

Para o desenvolvimento de futuros trabalhos sugere-se que seja feito o estudo da viabilidade econômica das estratégias citadas acima, enfatizando a implantação de um sistema fotovoltaico e determinando o tempo de retorno dos investimentos.

REFERÊNCIAS

- ABESCO - Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **O que é Eficiência Energética**. s.d. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/como-funciona-um-projeto-de-eficiencia-energetica/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- ABREU, Gislaíne de et al. **Otimização da luz em Arquitetura: Iluminação zenital – claraboia tubular**. 2016. Disponível em: <https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_11.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- ALBERTO, Eduardo Zarzur et al. Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis. **Proceedings of Safety, Health and Environment World Congress**. 2013. p.171-173
- AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen. **Arquitetura Escolar e Educação: Um Modelo Conceitual de Abordagem Interacionista**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.gae.fau.ufrj.br/assets/arq_esc_gana.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.ufpb.br/cia/contents/manuais/abnt-nbr9050-edicao-2015.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2019.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220: desempenho térmico de edificações. Parte 1: definições, símbolos e unidades**. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_9080nby_15220_pdf.pdf>. Acesso em: 22 maio 2003.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16537: acessibilidade a sinalização tátil no piso, diretrizes para elaboração de projetos e instalação**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.totalacessibilidade.com.br/pdf/Norma_Sinaliza%a7%a3o_T%a1til_No_Piso_Piso_T%a1til_Total_Acessibilidade.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2019.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: resíduos sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 27 jun 2019.
- BINS ELY, Vera Helena Moro et al. **Desenho Universal: por uma arquitetura inclusiva**. Florianópolis: Grupo PET/Arq/ SESu/ UFSC, 2001.
- CARLO, Joyce; PEREIRA, Fernando O. R.; LAMBERTS, Roberto. **Iluminação Natural para Redução do Consumo de Energia de Edificações de Escritório Aplicando Propostas de Eficiência Energética para o Código de Obras do Recife**. São Paulo, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228585807_Iluminacao_Natural_para_Reducacao_do_Consumo_de_Energia_de_Edificacoes_de_Escritorio_Aplicando_Propostas_de_Eficiencia_a_Energetica_para_o_Codigo_de_Obras>. Acesso em: 29 março 2019.

CATAI, Rodrigo E.; PENTEADO, André P.; DALBELLO, Paula F. **Materiais, técnicas e processos para isolamento acústico**. 17º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais, Foz do Iguaçu, nov. 2006.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em Busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos: Conforto Ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. et al. Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: Nosso futuro comum. 2. ed. Rio de Janeiro: E. Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CREA-SC. **Acessibilidade Cartilha de Orientação: Implementação do decreto 5.296/04**. Disponível em: <file:///C:/Users/Windows/Desktop/TCC/cartilha-acessibilidade-final-web.pdf>. Acesso em: 20 maio 2019.

DACACH, Nelson Gandur. **Saneamento básico**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 314p, 1979.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e construção de conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas**. 7. ed. Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 2012.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 1992. Disponível em: <file:///C:/Users/Windows/Downloads/Introdução%20Controle%20de%20Poluição%20Ambiental.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2019.

DISCHINGER, Marta; ELY, Vera Helena Moro Bins; PIARDI, Sonia Maria Demeda Groisman. **Promovendo acessibilidade espacial nos edifícios públicos: Programa de Acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzida nas Edificações de Uso Público**. Florianópolis, 2012. Disponível em: <https://www.mpam.mp.br/attachments/article/5533/manual_acessibilidade_compactado.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FIESP/CIESP. **Conservação e Reuso de água: Manual de orientações para o setor industrial**. 2004. Disponível em: <file:///C:/Users/Windows/Downloads/CONSERVAÇÃO-E-REÚSO-DA-ÁGUA-2004%20(1).pdf>. Acesso em: 16 maio 2019.

FNDE - Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Manual de Orientações Técnicas, Volume III, Elaboração de Projetos de Edificações Escolares**. S.d. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/proinfancia/areas-para-gestores/manuais/item/10490-volume-iii-projetos-ed-escolares-ed-fundamental-em-desenvolvimento>. Acesso em: 24 maio 2019.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Lâmpada LED**. S.d. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbeSelo.asp>. Acesso em: 20 maio 2019.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2019.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Eneidir; PEREIRA, Cláudia Donald; BATISTA, Juliana Oliveira. **Casa Eficiente: Simulação Computacional do Desempenho Termo Energético**. UFSC, Florianópolis, 2010. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_IV_WEB.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

LARUCCIA, Mauro Maia. **Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil**. 2014. P. 70. Disponível em: <<file:///C:/Users/Windows/Downloads/124-738-1-PB.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

LEMOS, Eduardo Antônio Correia Pinto de. **Sistemas de iluminação artificial e eficiência energética: iniciativas para a redução de consumo de energia elétrica em ambientes laborais**. Goiânia, 2016. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n12-2016/sistemas-de-iluminacao-artificial-e-eficiencia-energetica-iniciativas-para-a-reducao-do-consumo-de-energia-eletrica-em-ambientes-laborais/>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

LOTURCO, Bruno. **Projetos que buscam certificação de sustentabilidade devem pautar escolha de materiais por critérios técnicos e fugir de propaganda enganosa**. Revista Techne, 215 ed., Fev. 2015, PINI, São Paulo.

MOTTA, Ana Lúcia T. Seroa da. **Construção Sustentável e Certificação Green Building – Curso ministrado no CNEG- VII: Congresso Nacional de Excelência em Gestão- Gestão de riscos para a Sustentabilidade**. Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.

OLIVEIRA, Aíla Seguin Dias Aguiar. **Avaliação das condições de acessibilidade espacial em centro cultural: estudo de casos**. 2006. Dissertação. (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

OLIVEIRA, Lucas Rebello. et al. **Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações**. Produção, Niterói, v. 22, n. 1, p.70-82, jan./fev. 2012

PROCEL, info. **O Programa**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?Team=%7B505FF883%2DA273%2D4C47%2DA14E%2D0055586F97FC%7D>>. Acesso em: 09 maio 2019.

ROOS, A.; BECKER, E. L. S. Educação ambiental e sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 5, n. 5, p.857-866, nov. 2012.

SABESP. **Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo**. 2014. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=583>>. Acesso em: 16 maio 2019.

SATTLER, Miguel Aloysio. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: A casa Alvorada e o Centro Experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis**. 2007. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/colecao9/livro_completo.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

SILVA, Aderaldo de Souza.; PORTO, Everaldo Rocha; LIMA, Luiza Teixeira de Lima; GOMES, Paulo Cesar Farias. **Captação e conservação de água da chuva para consumo humano: Cisternas rurais; dimensionamento, construção e manejo**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 103p, 1984.

SIQUEIRA, Allan Gabio Pereira; SANTOS, Letícia Neves dos. **Estudo de Implantação de um Sistema Fotovoltaico Conectado a Rede na Câmara Municipal de São José dos Pinhais**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2006.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXO A – Planta arquitetônica da Escola Pres. Juscelino Kubitscheck

Este anexo apresenta a planta arquitetônica da escola, produzida pelo engenheiro civil da Prefeitura Municipal de Tubarão/SC.

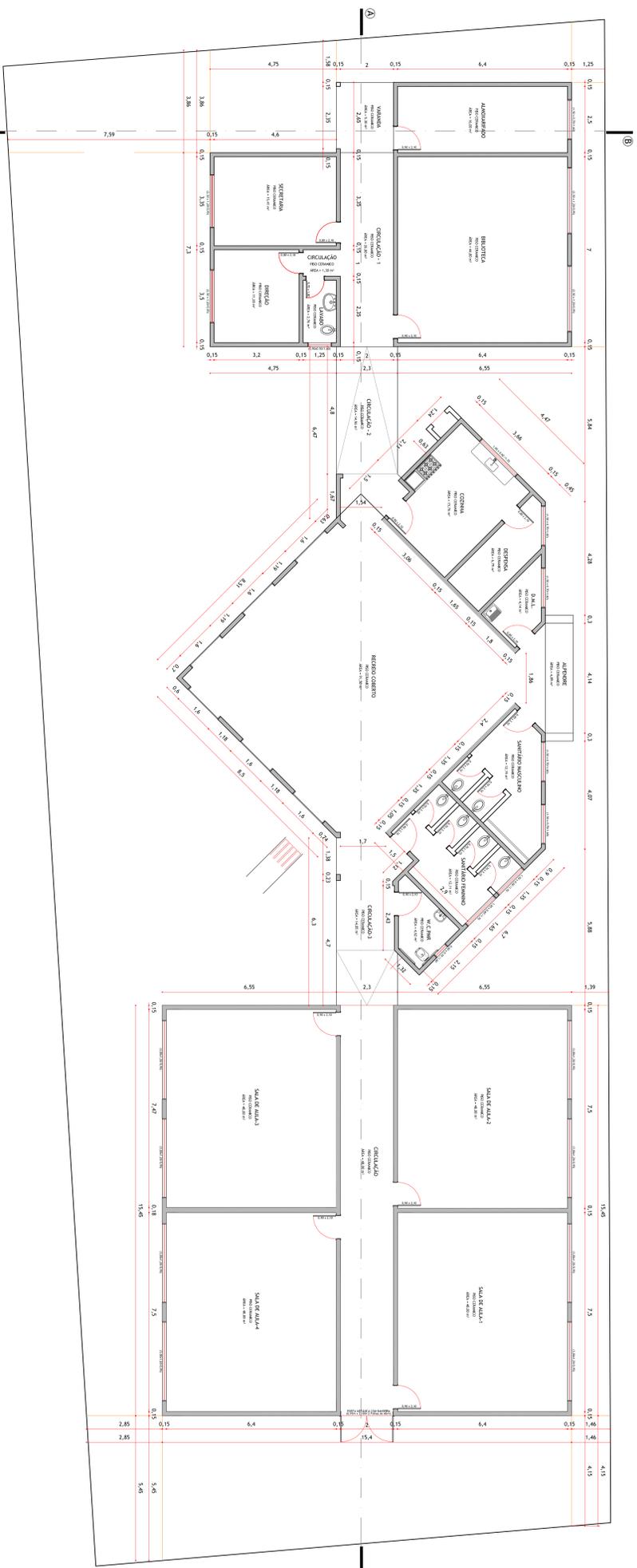


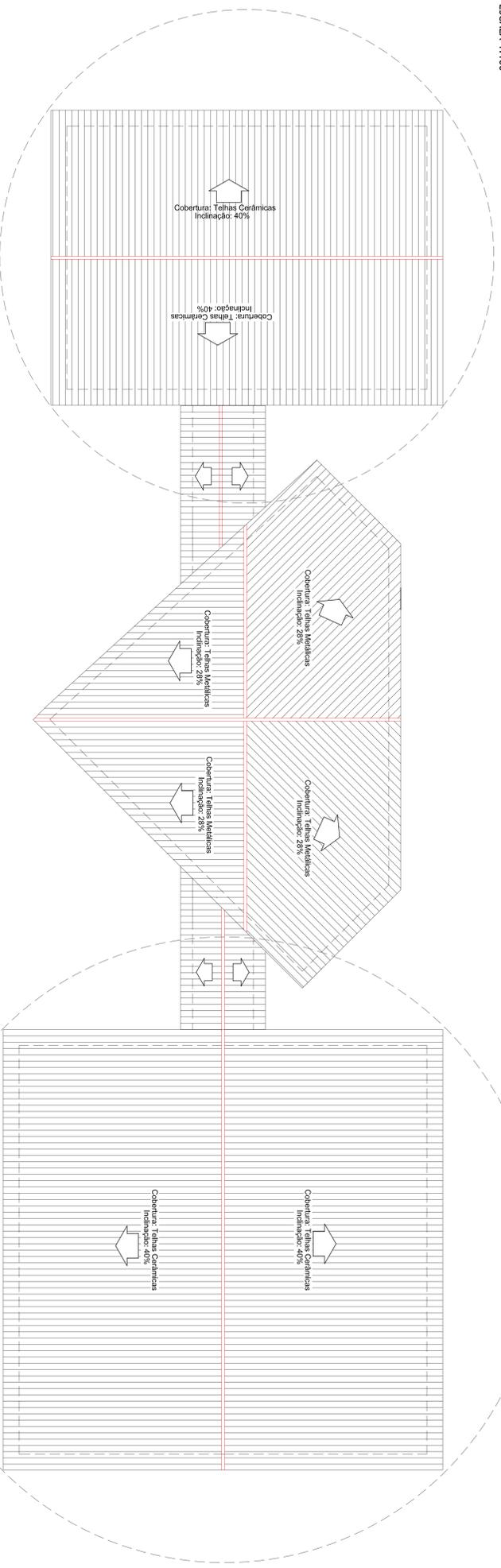
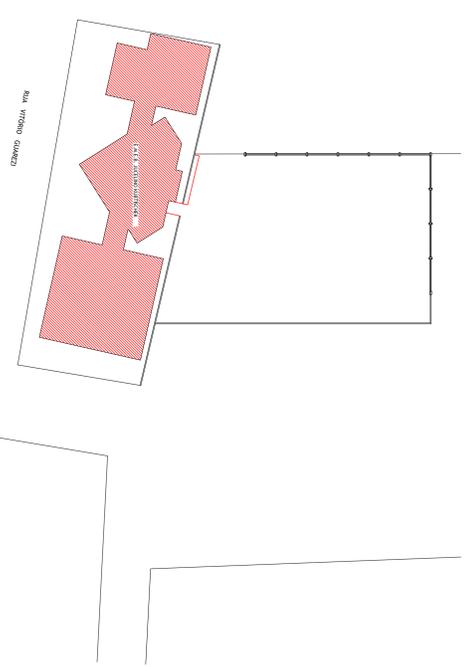
TABELA DE ÁREAS:

- a) ÁREA DO PAVIMENTO SUPERIOR
- b) ÁREA DO PAVIMENTO INFERIOR
- c) ÁREA DO PAVIMENTO SUPERIOR
- d) ÁREA DO BICICLEFIÁRIO
- e) ÁREA TOTAL DAS EDIFICAÇÕES

= 23,68 m²
 = 902,51 m²
 = 222,51 m²
 = 29,70 m²
 = 1.178,72 m²

PLANTA BAIXA
ESCALA=1:100

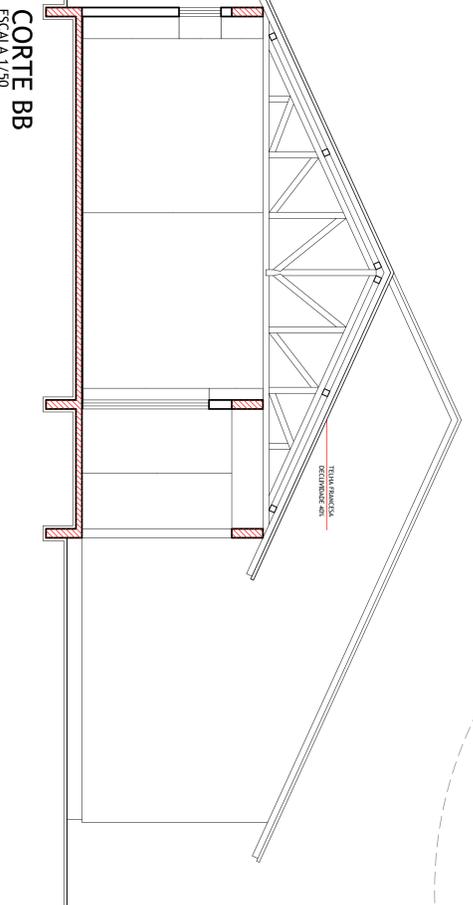
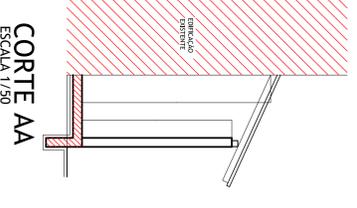
SITUAÇÃO/LOCALIZAÇÃO
ESCALA 1/200



PLANTA COBERTURA
ESCALA=1:100

LEGENDA:

○ COBERTURA A SER REFORMADA



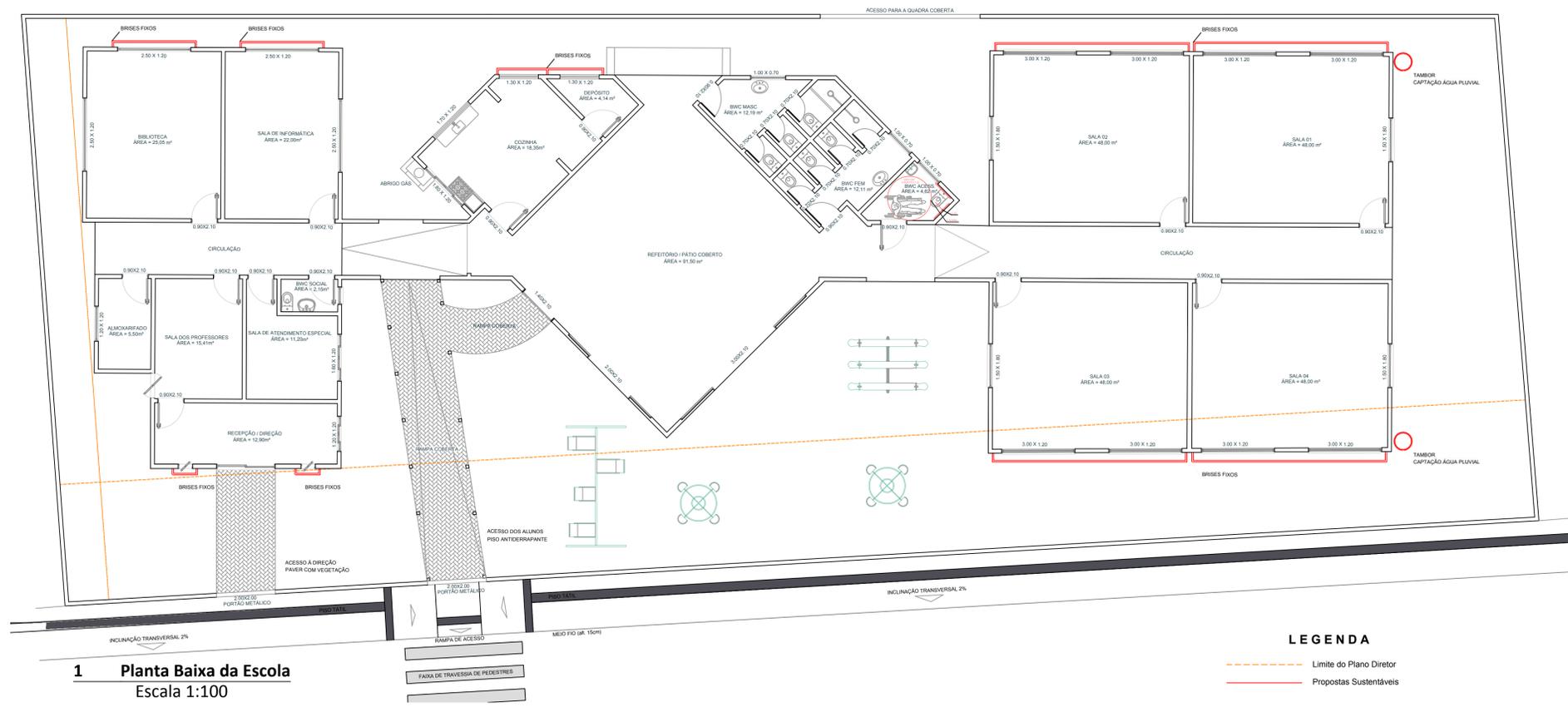
CORTE AA
ESCALA 1/50

CORTE BB
ESCALA 1/50

PREFEITURA MUNICIPAL DE TUBARÃO Rua da República, 100 - Centro - Tubarão - SC FONE: (47) 3333-1000 FAX: (47) 3333-1001 E-MAIL: pm@tubarao.sc.gov.br		FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO Rua da República, 100 - Centro - Tubarão - SC FONE: (47) 3333-1000 FAX: (47) 3333-1001 E-MAIL: fme@tubarao.sc.gov.br	
PROJETO: EMEB Pres. Juscelino Kubitschek COORDENADOR: Eng. Ingo Roberto Gonçalves DATA: Março/2019		TÍTULO: específica FOLHA: 1	
ESCALA: 1/1		A0	

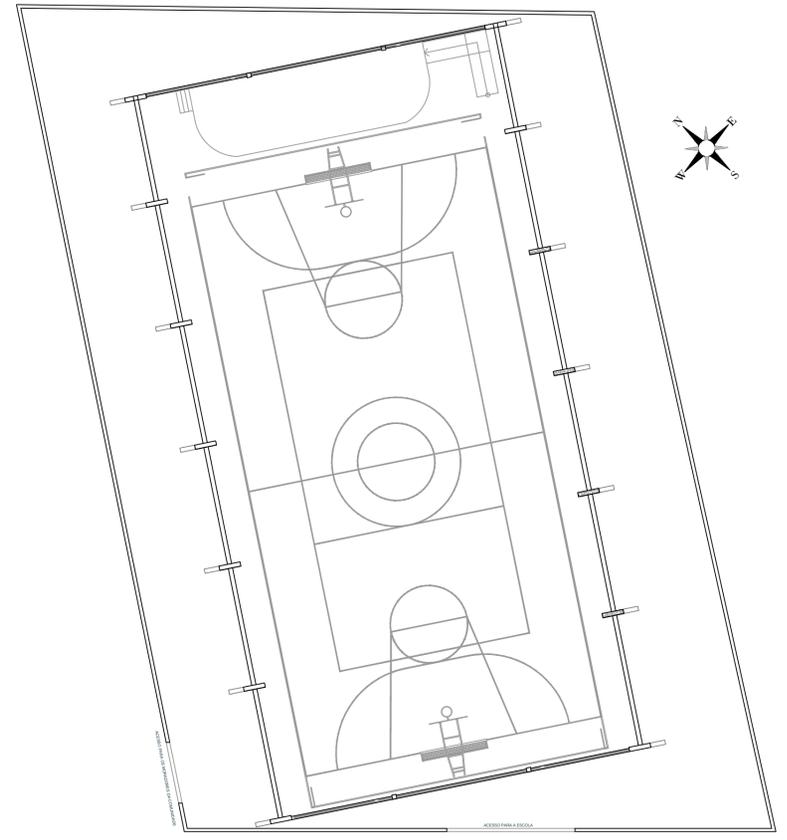
**APÊNDICE A – Proposta arquitetônica com implantações sustentáveis para a Escola
Pres. Juscelino Kubitscheck**

Este apêndice apresenta a proposta arquitetônica da escola adequada para receber as estratégias sustentáveis e necessidades dos usuários, produzida pelas autoras deste trabalho.

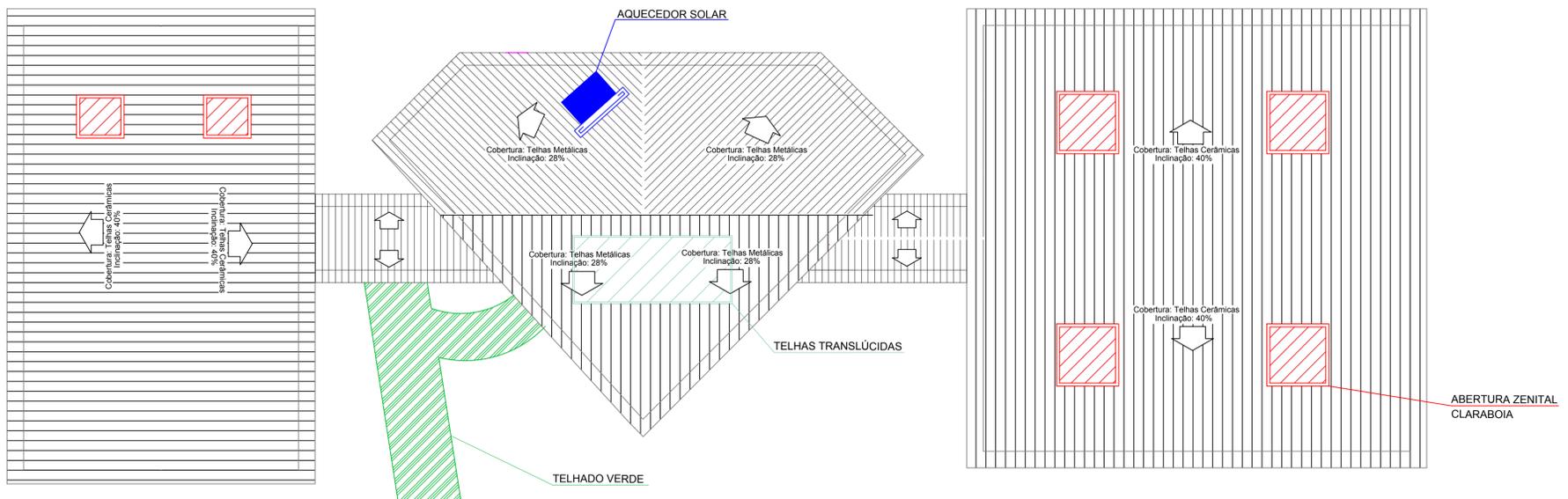


1 Planta Baixa da Escola
Escala 1:100

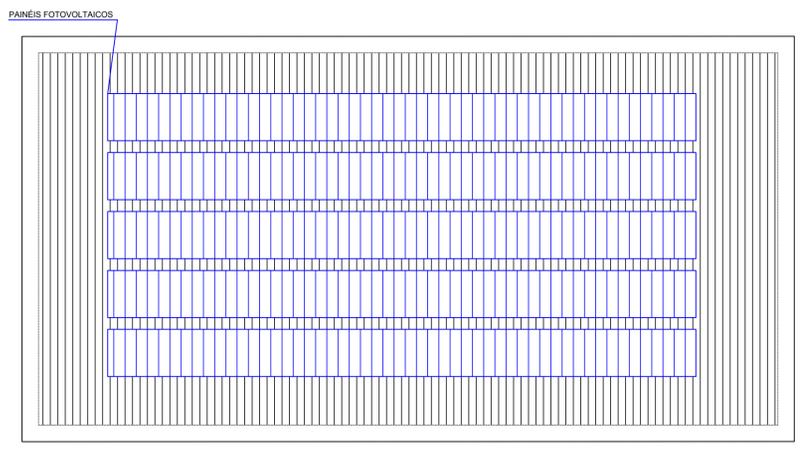
LEGENDA
 - - - Limite do Plano Diretor
 - - - Propostas Sustentáveis



4 Planta Baixa da Quadra Coberta
Escala 1:150



2 Planta de Cobertura da Escola
Escala 1:100



3 Planta de Cobertura da Quadra
Escala 1:150



Perspectiva da Escola de Educação Básica Pres. Juscelino Kubitschek. Foto registrada em outubro de 2019.
 SEM ESCALA Fonte: Autoras, 2019.
 Localização: Rua Vitório Guareszi, nº 245, Bairro São Cristóvão - Tubarão/SC.

Prédio Institucional:	Escola de Educação Básica Presidente Juscelino Kubitschek	
Título:	Proposta arquitetônica com implantações sustentáveis	
Conteúdo:	Planta Baixa e Planta de Cobertura	Escala: INDICADA
Autoras:	Huendy Heerdt da Rosa e Maritta Ferreira Medeiros	Data: Nov./2019
Orientador:	Profº. Gil Félix Madalena	